



Surveillance des micropolluants dans les milieux aquatiques : des avancées récentes

Parmi les substances produites par les activités humaines, certaines doivent être particulièrement surveillées du fait de leur dispersion dans l'environnement et de leurs potentiels effets, y compris à faible dose, sur les organismes vivants. Mieux connaître leur niveau de présence et leurs effets sur la santé comme sur les milieux aquatiques devient un enjeu essentiel pour prévenir les risques. Des dispositifs permettent ainsi depuis plusieurs décennies de surveiller et d'évaluer la qualité des écosystèmes afin d'orienter les actions à mener pour les préserver. Grâce aux efforts fournis ces dernières années, à travers des actions encadrées par trois plans nationaux⁽¹⁾, mais aussi par la prise de conscience citoyenne de ces problématiques, de nets progrès sont constatés, en particulier vis-à-vis de la surveillance de substances dites « émergentes ». Les campagnes de surveillance exploratoires menées en 2011 et 2012 sur les cours d'eau, plans d'eau, eaux littorales et eaux souterraines sur l'ensemble du territoire (métropole et outre-mer) montrent que les plastifiants, médicaments, pesticides... figurent parmi les familles de substances les plus retrouvées dans les milieux.

La surveillance nécessaire des milieux aquatiques

Industrie, transport, construction, agriculture, production de biens de consommation, de médicaments... Autant d'activités qui impliquent l'utilisation mais aussi la production de nombreuses substances chimiques, dont des micropolluants². Un bilan³ réalisé par le ministère chargé de l'environnement au cours des années 2007-2009 fait état de la présence quasi-généralisée dans les eaux douces de métropole et d'outre-mer de pesticides, métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB), phtalates... Les dangers potentiels qu'ils peuvent présenter pour ces milieux - toxicité pour les organismes aquatiques, perte de biodiversité - mais aussi pour

la santé humaine - qualité des ressources en eau potable, ont accentué leur prise en considération par les pouvoirs publics, les acteurs économiques et les citoyens.

Depuis le début des années 1970, les milieux aquatiques font l'objet d'une surveillance, notamment chimique. Cette surveillance, associée à des projets de recherche, permet :

- > de connaître la qualité des milieux aquatiques ;
- > d'identifier les sources polluantes et les substances les plus préoccupantes ;
- > d'évaluer les risques liés aux effets de chaque substance - prise individuellement - sur les milieux et les espèces ;
- > de mieux encadrer leur usage - réduction des émissions, prévention des risques - et ainsi contribuer à la préservation des ressources et de l'environnement.

1. Plan national d'actions sur les PCB, MEDAD/MAP/MSJS, 2008. Plan micropolluants 2010-2013 de lutte contre les pollutions des milieux aquatiques, MEEDDM, 2010. Plan 2011-2015 sur les résidus médicamenteux dans les eaux, MEDDTL/MTES, 2011.

2. Substances chimiques susceptibles d'avoir des effets même à des concentrations de l'ordre du microgramme ou du nanogramme par litre.

3. Sur la base de 950 micropolluants recherchés. Bilan de présence des micropolluants dans les milieux aquatiques continentaux - période 2007-2009, MEDDE/CGDD/SOeS, 2011.

Les principales familles de micropolluants

- > pesticides et biocides : acétamides, amides, anilines, carbamates, organochlorés, organophosphorés, organostaniques, triazines, urées, acides aminés (dont glyphosate, par exemple)...
- > médicaments : amides, carbamates, stéroïdes et stéroïdes...
- > détergents : alkylphénols...
- > plastifiants : phtalates, bisphénol...
- > retardateurs de flamme : polybromodiphényléthers (PBDE)...
- > isolants électriques : polychlorobiphényles (PCB)...
- > produits de combustion : hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dioxines, furanes...
- > divers usages industriels ou domestiques (matières plastiques, colles, additifs pour carburant, antibactériens) : aldéhydes, anilines, benzènes, cétones, perfluorocarbures (PFC), phénols...



© Fabrizio Botta - Ineris

En 2000, la directive-cadre sur l'eau⁴ (DCE) fixe des objectifs environnementaux à atteindre selon des échéances précises pour l'ensemble des États membres de l'Union européenne, comme la non-dégradation de la qualité de l'eau et l'atteinte du « bon état ». Le bon état pour les eaux de surface recouvre un état chimique (concentrations de substances, en particulier micropolluants) et un état écologique (composition en espèces de faune et flore, qualité des habitats, qualité physico-chimique), et, pour les eaux souterraines, un état quantitatif (niveaux d'eau) et un état chimique.

Pour répondre à ces exigences, les dispositifs historiques de surveillance des eaux douces de surface (rivières et plans d'eau), des eaux littorales et des eaux souterraines, sont réorganisés en 2007 en « programmes de surveillance », dans chacun des grands bassins hydrographiques.

Le programme de surveillance est l'un des quatre documents essentiels de la méthode de travail commune aux États membres, fixée par la DCE :

- > l'état des lieux est une photographie à un instant donné des activités et usages sur le territoire et de leurs impacts, qui permet d'identifier les problématiques à traiter ;
- > le programme de surveillance décrit le dispositif du suivi de l'état des milieux. Un bilan chiffré a d'ailleurs été réalisé en 2013 à ce sujet⁵ ;
- > le plan de gestion fixe les objectifs environnementaux : en France, il correspond au schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) que la loi sur l'eau de 1992⁶ rendait déjà obligatoire ;
- > le programme de mesures définit toutes les actions qui vont permettre d'atteindre les objectifs fixés.

La mise en œuvre de la DCE s'organise en cycles de six ans : 2010-2015, 2016-2021 et 2022-2027...

Les acteurs de la surveillance des milieux aquatiques

Le rôle et les responsabilités des différents acteurs de la surveillance des eaux sont précisés dans le schéma national des données sur l'eau⁷ (SNDE) :

- > la production des données est organisée par le secrétariat technique de chaque bassin, sous la responsabilité conjointe de la DREAL⁸ de bassin et de l'agence de l'eau (ou office de l'eau en outre-mer) :

- les agences de l'eau sont responsables de la production des données d'observation de l'ensemble des éléments de qualité des eaux et des données d'évaluation des pressions exercées sur les milieux. Les DREAL de bassin sont responsables de la production des données quantitatives (hauteurs de nappes, débits de rivière, etc.) ;
 - agences de l'eau et DREAL de bassin s'appuient sur différents opérateurs, producteurs de données - BRGM⁹, Ifremer¹⁰, Onema¹¹, DREAL, DDT(M)¹², etc. ;
- > des méthodologies en matière de mesures (prélèvements et analyses) sont proposées par diverses structures d'expertise, dont le laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques Aquaref¹³. Le respect des

méthodes et des protocoles est l'un des points clés pour obtenir des données fiables. Pour assurer la qualité et la validation de ces données, les résultats doivent être réalisés par des laboratoires agréés selon des modalités définies réglementairement¹⁴ ;

- > les données produites sont stockées dans des banques de données nationales, administrées par des opérateurs nationaux : « Ades¹⁵ » pour les eaux souterraines (BRGM), banques de bassin pour la qualité des cours d'eau et des plans d'eau (agences de l'eau, « Hydro¹⁶ » pour les débits des cours d'eau (Schapi¹⁷), « Quadrige¹⁸ » pour les eaux littorales (Ifremer). Cette bancarisation des données doit s'effectuer conformément aux formats et spécifications développés par le Service d'administration nationale des données et des référentiels sur l'eau (Sandre¹⁹), afin d'en assurer la cohérence et ainsi une facilité de réutilisation par tous ;
- > enfin, les données sont ensuite mises à disposition du public sur internet via le service d'information www.eaufrance.fr, dont la coordination est assurée par l'Onema.

4. Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000, traduite en droit français par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004 puis complétée par la loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques.

5. *La surveillance des milieux aquatiques et des eaux souterraines*, Onema, 2013.

6. Loi n°92-3 du 3 janvier 1992.

7. Arrêté du 26 juillet 2010 approuvant le *Schéma national des données sur l'eau*, 2010.

8. Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement du territoire et du logement.

9. Service géologique national.

10. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

11. Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

12. Directions départementales des territoires (et de la mer).

13. Aquaref, laboratoire national de référence pour la surveillance des milieux aquatiques.

14. En particulier par l'arrêté du 27 octobre 2011. L'agrément remis aux laboratoires porte sur l'ensemble du processus de production de la donnée, c'est-à-dire l'échantillonnage (le prélèvement, le conditionnement, l'acheminement et le stockage de l'échantillon), l'analyse (d'un paramètre ou d'un élément de qualité biologique) et la restitution du résultat.

15. www.ades.eaufrance.fr

16. www.hydro.eaufrance.fr

17. Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations.

18. www.quadrigue.eaufrance.fr

19. www.sandre.eaufrance.fr

20. Et complétée par la directive 2013/39/UE du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau.

21. Directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau.



Pour les eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition et côtières), la liste des substances chimiques qui doivent être surveillées pour le cycle de gestion 2010-2015 est ainsi encadrée par la DCE²⁰ et comprend :

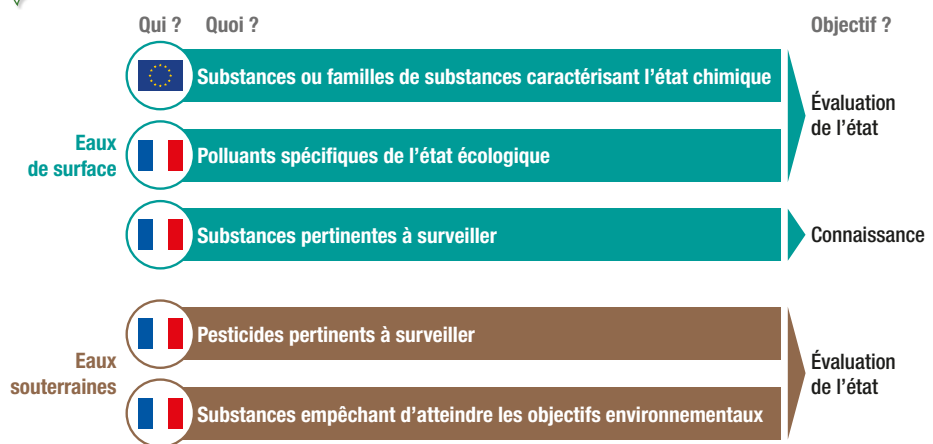
> des substances ou familles de substances caractérisant l'état chimique (définies pour tous les États membres), dont des substances prioritaires entraînant un risque potentiel pour ou via l'environnement aquatique. Certaines de ces substances sont par ailleurs considérées comme dangereuses, c'est-à-dire toxiques, persistantes et bioaccumulables²¹ ;

> des polluants spécifiques de l'état écologique (définis par chaque État membre et propres à chaque bassin) : en France, des métaux et des pesticides ;

> des substances dites pertinentes pour la surveillance des milieux aquatiques (définies au niveau français), qui ne contribuent pas spécifiquement à l'évaluation de l'état exigée par la DCE : une première liste avait été établie à partir des résultats d'un inventaire²³ exceptionnel réalisé en 2005.

Pour les eaux souterraines, les exigences de la DCE en matière de surveillance sont moins détaillées. Le contrôle des eaux doit porter a minima²⁴ sur :

Les substances chimiques surveillées dans le cadre des programmes de surveillance²²



> les pesticides, leurs métabolites et produits de dégradation et de réaction dits « pertinents » pour la surveillance des eaux ;

> des substances ou familles de substances empêchant d'atteindre les objectifs environnementaux.

La France, pour les eaux souterraines, réalise :

> une analyse (dite photographique) tous les six ans sur une liste précise de

substances ou groupes de substances chimiques, de manière à disposer d'une image complète de la qualité des eaux souterraines ;

> une analyse plus régulière menée une à deux fois par an, sur une liste minimale de substances complétée par les substances indicatrices des pressions qui s'exercent localement.

Une surveillance proactive accrue des micropolluants

Pour répondre aux enjeux de santé publique, de protection de la ressource naturelle et de la biodiversité, la France a mis en place un dispositif de surveillance chimique prospective des milieux aquatiques, ainsi que des actions préventives, traduits dans trois plans nationaux :

> le *Plan national d'actions sur les PCB*, reposant sur six axes : intensifier la réduction des rejets de PCB, améliorer les connaissances scientifiques sur le devenir des PCB dans les milieux aquatiques, renforcer les contrôles sur les poissons destinés à la consommation humaine, améliorer la connaissance du risque sanitaire, adopter des mesures de gestion des risques sur ces différents points, accompagner les pêcheurs professionnels et amateurs impactés par ces mesures ;

> le *Plan micropolluants 2010-2013* de

lutte contre les pollutions des milieux aquatiques, organisé selon trois axes : améliorer le diagnostic de l'état des eaux, réduire les émissions des micropolluants les plus préoccupants, et acquérir des connaissances notamment sur les substances dites « émergentes »²⁵ ;

> le *Plan 2011-2015 sur les résidus médicamenteux dans les eaux*, également articulé autour de trois axes : développer les connaissances, évaluer les risques environnementaux et sanitaires et définir des mesures de gestion appropriées, renforcer et structurer les actions de recherche.

La stratégie de surveillance y a fait l'objet d'améliorations, au travers d'importantes études menées ces dernières années pour développer des protocoles de prélèvement et d'échantillonnage, des méthodes d'analyses permettant la mesure de concentrations de faible niveau, des outils d'interprétation, etc.

Le dispositif de surveillance chimique comporte un volet prospectif, qui consiste en la réalisation de campagnes de mesures exploratoires sur les eaux souterraines et

les eaux de surface²⁶, dont les objectifs sont les suivants :

> acquérir des informations statistiques sur la présence dans les milieux aquatiques de substances émergentes ou non réglementées, insuffisamment surveillées jusqu'à présent ;

> contribuer à la révision de la liste des substances devant faire l'objet d'une surveillance régulière dans le cadre du programme national ;

> anticiper l'émergence de nouveaux risques vis-à-vis des ressources aquatiques et repérer les substances pour lesquelles des actions de connaissance doivent être mises en œuvre.

En revanche, ces études prospectives ne permettent pas une évaluation du risque engendré par telle ou telle substance sur les milieux aquatiques en un point donné du territoire. Réalisées sur un nombre limité de molécules et de sites de surveillance, elles ne constituent pas non plus le reflet exhaustif de la contamination des milieux aquatiques en France par les micropolluants.

22. Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

23. *État des lieux de la contamination des milieux aquatiques par les substances dangereuses – Campagne exceptionnelle 2005*, MEDDE/INERIS, 2006.

24. Directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

25. Substances dont les effets sont ignorés ou sous-estimés, ou nouvelles substances.

26. <http://www.onema.fr/2campagnes-d-analyse-sur-des-certaines-de-molecules-emergentes>.

Les révisions de liste des substances à surveiller

Au niveau communautaire, la liste des substances « prioritaires » et « dangereuses prioritaires » est révisée tous les six ans, selon le rythme des cycles de mise en œuvre de la directive-cadre sur l'eau (2010-2015, 2016-2021, 2022-2027).

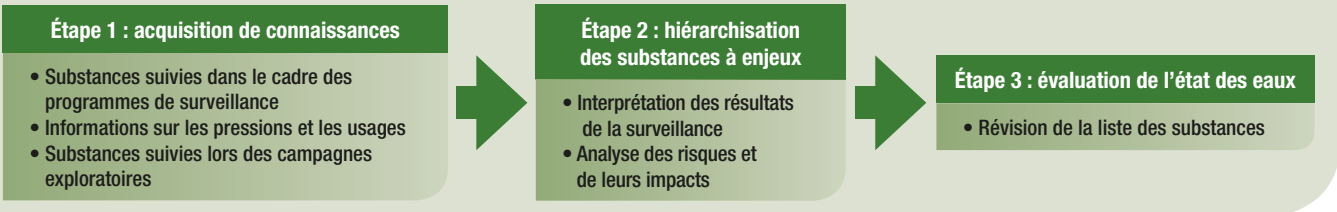
À chaque cycle, les programmes de surveillance des bassins doivent être actualisés, incluant la révision de la liste des substances à surveiller. En France, la méthode adoptée pour préparer cette

révision se fait en trois étapes :

- > d'abord, l'acquisition de connaissances : les mesures effectuées lors des campagnes exploratoires, et dans le cadre du programme de surveillance sur une liste nationale de substances, permettent de confirmer le niveau de présence des substances dans les milieux aquatiques ;
- > puis, la hiérarchisation des substances à enjeu : des acteurs scientifiques interprètent les résultats

acquis et émettent des recommandations pour la sélection des substances pertinentes à surveiller ;

- > enfin l'évaluation de l'état des eaux : les acteurs des politiques de l'eau étudient les recommandations et révisent la liste des substances à suivre régulièrement pour évaluer l'état des eaux, en fonction des spécificités des territoires (par exemple la métropole et l'outre-mer).



Un dispositif fédérateur pour les campagnes de surveillance exploratoires

Impulsées par le ministère chargé de l'environnement, deux campagnes exploratoires ont été menées en 2011 et 2012, en bénéficiant de la mobilisation de nombreux acteurs de la politique de l'eau :

- > un pilotage assuré par le ministère chargé de l'environnement ;
- > un partenariat étroit entre les sphères de l'administration et de la recherche, avec la mobilisation des personnes qualifiées de différents établissements publics - agences et offices de l'eau, BRGM, Ifremer, Ineris,

Onema - mais aussi laboratoires publics et privés.

Ces campagnes ont concerné la métropole et l'outre-mer - Martinique, Guadeloupe, Guyane, Réunion, Mayotte - et couvert les différentes catégories d'eau :

- > une campagne en 2011 pour les eaux souterraines de métropole, mise en œuvre par les agences de l'eau avec l'appui technique du BRGM, en privilégiant la dimension spatiale grâce à une sélection de près de 500 sites de surveillance ;
- > une campagne en 2012 pour les eaux douces de surface (rivières et plans d'eau) et les eaux littorales de métropole et d'outre-mer, ainsi que les eaux souterraines d'outre-mer. Coordonnées par l'Ineris²⁷, les actions ont respectivement été menées par les agences et offices de l'eau, l'Ifremer

et le BRGM, en lien avec Aquaref. Dans une démarche de progrès par rapport à la campagne précédente, cette campagne a privilégié la sensibilité analytique, notamment en confiant les analyses à des laboratoires de recherche.

Chaque campagne s'est déroulée en cinq étapes :

- > cadrage et organisation : objectifs, choix de la maîtrise d'ouvrage, financement ;
- > sélection des substances et des lieux à surveiller, définition des cahiers des charges (techniques de prélèvement et d'analyse) ;
- > réalisation des prélèvements puis des analyses ;
- > intégration et sauvegarde des résultats dans des banques de données ;
- > exploitation, interprétation et mise à disposition des résultats.

Afin de tenir compte de la variabilité hydrologique saisonnière, les cours d'eau ont fait l'objet de trois périodes de prélèvements : printemps, été et automne. Une seule période de prélèvement a été nécessaire pour les plans d'eau, du fait de leur faible variabilité temporelle. Enfin, pour les eaux souterraines, les prélèvements se sont faits, si possible, sur deux périodes - hautes et basses eaux - en fonction des spécificités hydrogéologiques locales.

Le coût des campagnes, d'un montant de 4,5 millions d'euros, a été partagé par une quinzaine de financeurs publics, en particulier l'Onema et les agences de l'eau. Les moyens mobilisés ont été répartis quasiment à parts égales entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Cependant, une part importante a été dédiée au transport des échantillons de l'outre-mer vers les laboratoires d'analyse métropolitains, proportionnellement au nombre de prélèvements réalisés.

Organisation et coûts engagés lors des deux campagnes

	Eaux souterraines		Eaux de surface littorales		Eaux de surface continentales (cours d'eau, plans d'eau)	
	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer
Territoire	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer
Année	2011		2012			
Pilote	Ministère chargé de l'environnement					
Comité de pilotage	Ministère chargé de l'environnement, Onema, agences et offices de l'eau, BRGM, Ifremer, Ineris, Aquaref					
Coordination	Agences de l'eau		Ineris			
Principaux financeurs	Agences de l'eau		Onema			
Opérateurs	BRGM	Offices de l'eau, DEAL, BRGM	Agences de l'eau, Ifremer	Offices de l'eau, DEAL, Ifremer	Agences de l'eau	Offices de l'eau, DEAL, BRGM
Analyses	Laboratoires privés	Laboratoires publics de recherche	Laboratoires publics de recherche, laboratoires privés		Laboratoires publics de recherche	
Coûts (k€)	1 729	615	190	75	1 326	542
Nombre de campagnes	2		1		3 (cours d'eau) ou 1 (plans d'eau)	

27. Institut national de l'environnement industriel et des risques.



La dimension prospective de la surveillance

Ces campagnes de mesure sont l'occasion de relever de nouveaux défis, en testant des méthodes et outils novateurs.

> Un enrichissement du diagnostic de la qualité chimique des milieux aquatiques

Les méthodes d'analyse traditionnelles, basées sur des échantillonnages ponctuels, reflètent la situation pour une liste définie de substances, à un endroit et à un instant donnés. Or, les concentrations varient dans l'espace et dans le temps, notamment en fonction des rejets dans le milieu et des conditions climatiques. L'appréciation de la contamination n'est alors que partielle. Afin de prendre en considération ces variations ainsi que les effets des contaminants sur les organismes, des techniques innovantes de surveillance, développées dans le cadre de programmes de recherche, ont été testées lors des campagnes. Par exemple :

> l'utilisation d'échantillonneurs passifs : le principe consiste à plonger dans l'eau des capteurs sur lesquels les micropolluants viennent se fixer et s'accumuler, durant des périodes allant de plusieurs jours à plusieurs semaines. Ces capteurs sont ensuite analysés en laboratoire afin d'apprécier le niveau de contamination du milieu intégré dans le temps, plus représentatif qu'un simple échantillonnage

ponctuel, et avec une meilleure sensibilité. Cette technique a notamment été mise à profit pour les eaux littorales, pour lesquelles la surveillance ponctuelle à partir de dispositifs classiques rencontre le plus de difficultés ;

> le recours à des outils biologiques : l'utilisation de bioessais - mise en évidence de phénomènes de toxicité sur des organismes vivants au laboratoire - et de biomarqueurs - suivi de paramètres biologiques sensibles chez les espèces sauvages - permet de mettre en évidence les effets sur ces espèces de la contamination chimique globale du milieu.

Les campagnes ont également été l'opportunité d'utiliser des méthodes analytiques développées par des laboratoires experts, en vue de les transmettre ensuite aux laboratoires qui réalisent habituellement les mesures dans le cadre du programme de surveillance.

> De nouvelles méthodes de sélection des substances à rechercher

Le choix des substances à suivre lors de la campagne exploratoire de 2012 a été fait, par un comité d'experts²⁸, dans le cadre d'une démarche formalisée au niveau national²⁹. À partir d'une liste de départ d'environ 2 400 substances candidates, 190 ont finalement été retenues :

> celles peu ou mal recherchées jusqu'à présent (y compris dans le cadre de la surveillance régulière) et dont le niveau d'occurrence dans le milieu aquatique est insuffisamment connu ;

> celles dont les caractéristiques présagent

d'un transfert possible vers le milieu aquatique ou d'une écotoxicité préoccupante ; > dans cet ensemble, celles pour lesquelles la sensibilité analytique des laboratoires permettent de réaliser les mesures au seuil de toxicité.

Pour la campagne de 2011 (eaux souterraines de métropole), la sélection a également porté sur des substances déjà surveillées mais considérées comme dangereuses³⁰, des pesticides, des médicaments et leurs résidus peu ou pas surveillés de manière suivie, afin de compléter les connaissances dans des contextes variés (activités humaines, géologie).

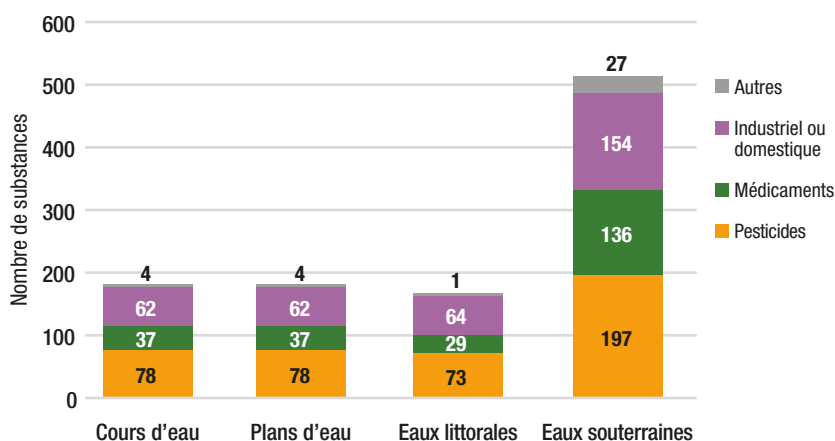
La liste des substances recherchées varie selon les milieux, car en fonction de leurs propriétés, elles sont plus à même par exemple de se retrouver dans les eaux de surface ou les eaux souterraines. Elle varie aussi entre la métropole et l'outre-mer, où les spécificités du territoire peuvent nécessiter l'usage de molécules différentes (par exemple, la chlordécone, un insecticide utilisé en Guadeloupe et Martinique contre le charançon du bananier).

Elles sont pour 38 % utilisées principalement³¹ comme pesticides, 33 % pour des usages industriels ou domestiques, 25 % des médicaments, et 4 % pour des usages autres (produits de soins corporels, caféine...).

> Une meilleure prise en compte de la diversité des sites contribuant aux campagnes nationales

Si l'objectif des campagnes est de rechercher les substances sur l'ensemble du territoire, il a cependant fallu sélectionner un nombre limité de sites pour tenir compte des contraintes budgétaires et logistiques. Au final, 735 sites ont été sélectionnés, 650 en métropole et 85 en outre-mer. La quasi-totalité des sites faisait déjà l'objet d'un suivi dans le cadre du programme national de surveillance, cela afin d'optimiser les tournées de prélèvements et de disposer d'un historique de données.

Nombre de substances recherchées selon les catégories d'eau et les usages principaux (métropole et outre-mer)



28. Comité Experts Priorisation (CEP), créé en 2010, copiloté par l'Onema et l'Ineris.

29. MEDDE, *Plan Micropolluants 2010-2013*, 2010.

30. Arrêté du 17 juillet 2009 relatif aux mesures de prévention ou de limitation des introductions de polluants dans les eaux souterraines.

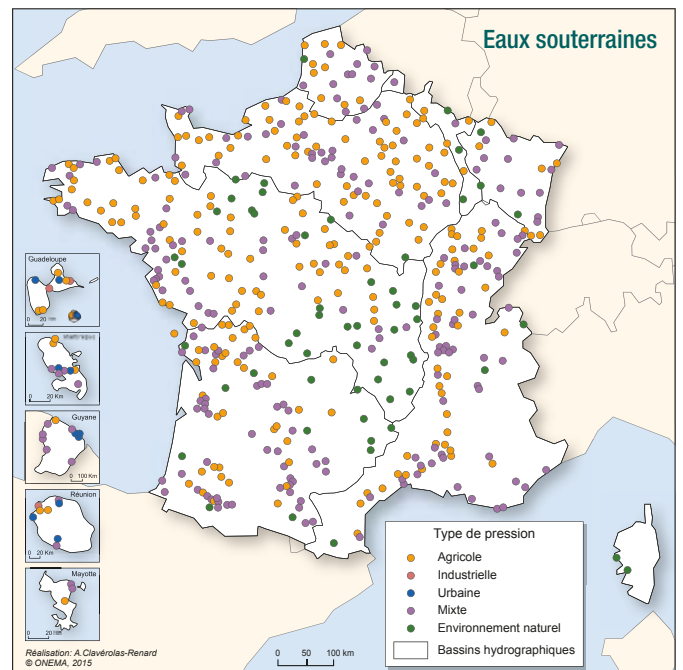
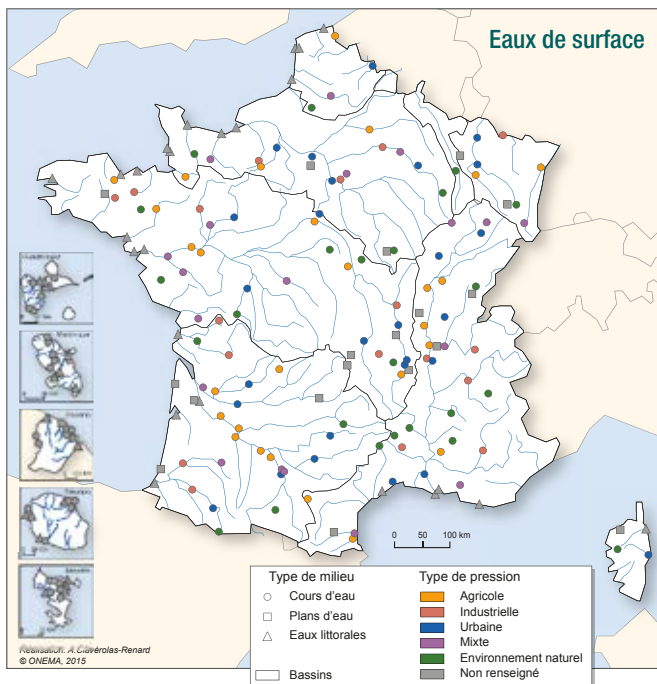
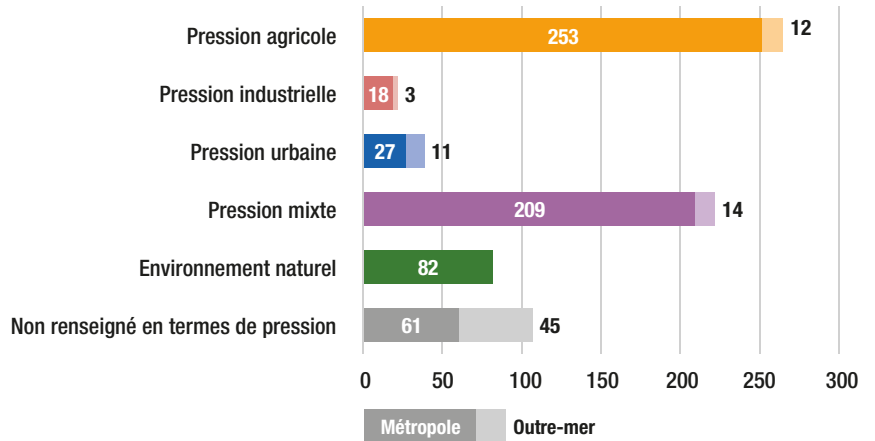
31. Une substance peut répondre à plusieurs usages, mais un usage principal a été considéré pour cette analyse.

Mars 2016

Ces sites sont par ailleurs représentatifs des différents types de pressions - agricole, industrielle ou urbaine - et 11 % d'entre eux sont localisés dans des zones à faible pression anthropique (dits « Environnement naturel »).

Les sites investigués sont répartis pour 79 % en eaux souterraines (campagne de 2011 marquée par une haute représentativité spatiale), 19 % en cours d'eau, 6 % en eaux littorales et 3 % en plans d'eau.

Répartition des sites sélectionnés selon les grands types de pression exercée sur les milieux



Nombre de substances, sites et analyses selon les différentes catégories d'eau

	Cours d'eau		Plans d'eau		Eaux littorales		Eaux souterraines	
	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer	Métropole	Outre-mer
Nombre de substances recherchées	168	181	168	181	167	166	412	188
Nombre de sites	115	24	18	1	24	20	493	40
Nombre d'analyses	39 921	8 879	3 883	234	4 083	3 729	352 634	14 894



L'interprétation des résultats est à mettre en perspective avec les différences fondamentales d'organisation des deux campagnes, l'une portant uniquement sur les eaux souterraines de métropole en 2011, et l'autre sur les eaux de surface de métropole et d'outre-mer et les eaux souterraines d'outre-mer en 2012 :

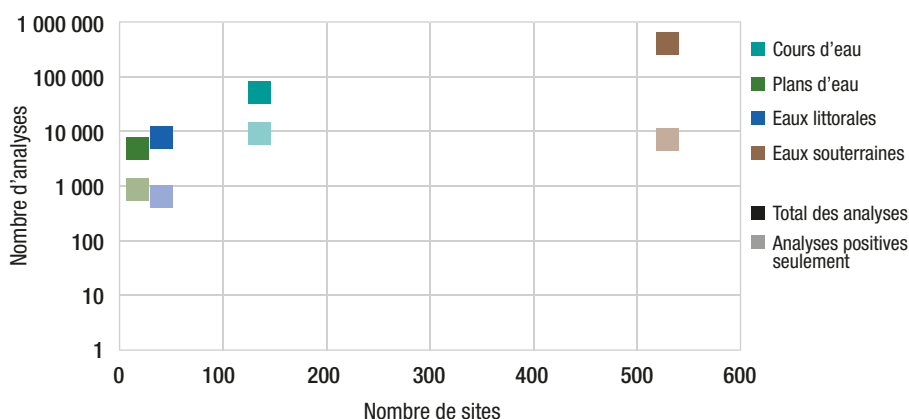
- > en 2011, l'accent a été mis sur la représentativité spatiale, d'où un nombre important de sites investigués ;
- > en 2012, la priorité a été donnée à la sensibilité analytique, d'où moins de sites surveillés et moins de substances recherchées, mais des analyses plus fines, confiées à des laboratoires de recherche experts.

Une analyse est dite positive lorsque le laboratoire a pu détecter la substance. Une substance est dite quantifiée lorsque sa concentration a pu être mesurée de façon statistiquement robuste. La fréquence de quantification d'une substance est le nombre de fois où elle a été quantifiée, rapporté au nombre de fois où elle a été recherchée. Une substance fréquemment quantifiée ne signifie pas pour autant qu'elle soit présente à une concentration importante.

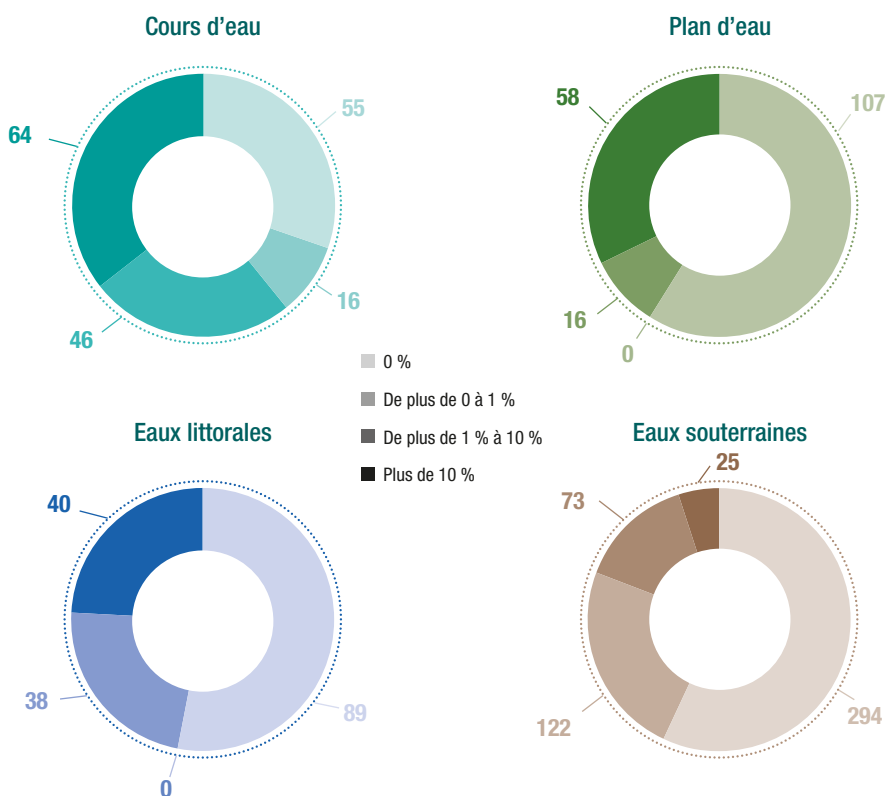
Quelques chiffres-clés sur les résultats des prospections

La proportion des analyses positives dans l'ensemble des analyses réalisées est variable selon les catégories d'eau. Elle est par exemple plus importante pour les prélèvements réalisés dans les eaux de surface continentales (cours d'eau, plans d'eau). Cela s'explique par les différents degrés de contamination des milieux, mais également par la différence de sensibilité analytique entre les deux campagnes de 2011 et 2012. Globalement, 4 % des 428 257 analyses effectuées sont positives.

Nombre d'analyses selon les catégories d'eau (toutes substances confondues - métropole et outre-mer)



Nombre de substances quantifiées selon leur fréquence de quantification (métropole et outre-mer)



Sur les 637 substances recherchées dans l'ensemble des catégories d'eau, quasiment la moitié (49 %) n'est quantifiée sur aucun site. Toutefois, une substance non quantifiée ne signifie pas qu'elle est forcément absente. Le résultat est lié à la sensibilité analytique de la méthode d'analyse utilisée par le laboratoire.

Le plus fort pourcentage de substances quantifiées par rapport au nombre de substances recherchées est observé dans les cours d'eau (70 %), davantage connectés aux pressions polluantes.

En termes d'usages, ce sont les médicaments qui présentent le plus fort taux de substances quantifiées (56 %), suivis des substances industrielles ou domestiques (53 %).

Parmi les 326 substances quantifiées, les plus fréquemment retrouvées sont :

> dans les cours d'eau et plans d'eau : des conservateurs utilisés dans les cosmétiques et les produits de soins corporels (parabènes), des plastifiants (diisobutyl phtalate et bisphénol A), un composé tensioactif (p-Nonylphénol diéthoxylate), mais aussi des produits de combustion (HAP) dans les sédiments ;

> dans les eaux littorales : des plastifiants (phtalates), ainsi que - dans les sédiments - des HAP et des organométalliques (biocides contenus dans les peintures utilisées pour préserver les coques des navires) ;

> dans les eaux souterraines : des médicaments (l'acide acétylsalicylique, par exemple, plus connu sous le nom d'aspirine), des composés d'usage industriel, des pesticides (dont des métabolites de l'atrazine - interdite au début des années 2000, ou l'imidaclopride un néonicotinoïde), ou encore la caféine.

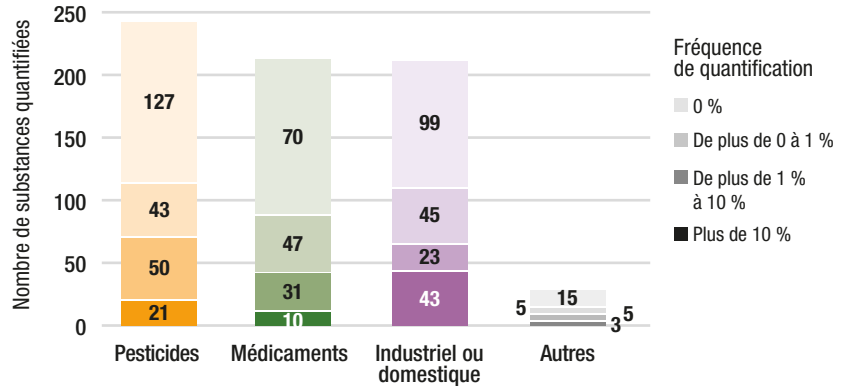
Le niveau de contamination des milieux est évalué à partir des concentrations mesurées. Afin de donner un ordre d'idée du niveau de ces concentrations, un nanogramme par litre (ng/L) équivaut à un milliardième de gramme par litre, soit à la concentration de substance active obtenue en dissolvant un comprimé d'aspirine dans une piscine de 25 mètres³². Les concentrations mesurées doivent ensuite être mises en regard de la toxicité de chacune des substances (1 000 ng/L représentent 1 µg/L).

Dans les eaux souterraines, certaines molécules d'origine industrielle sont ponctuellement retrouvées à des concentrations élevées (jusqu'à des dizaines de µg/L). Certains furanes et dioxines sont mesurés fréquemment mais à des teneurs très faibles (un millième de ng/L). Certains médicaments et pesticides sont quant à eux retrouvés à des fréquences élevées, mais à des concentrations le plus souvent en dessous de 1 µg/L.

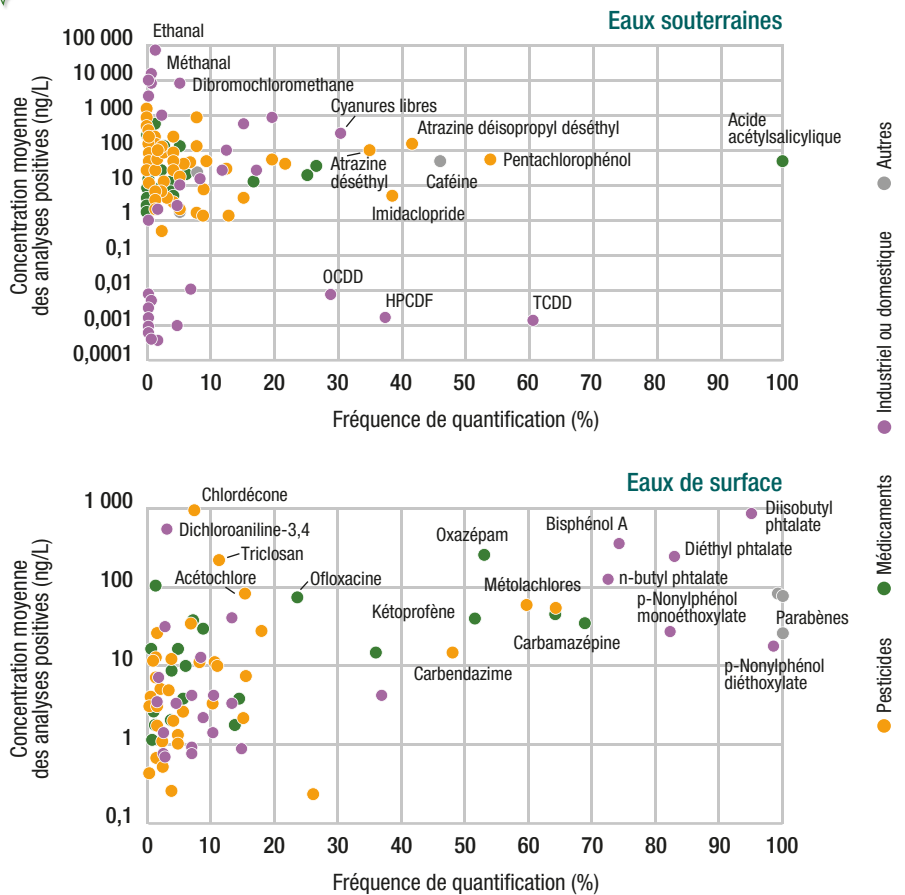
Dans les cours d'eau et plans d'eau, les gradients sont plus étendus, avec à la différence des eaux souterraines, des concentrations souvent plus importantes pour les médicaments que pour les pesticides. Dans les eaux littorales, les plastifiants et pesticides sont les plus retrouvés à la fois en métropole et en outre-mer.

De fortes concentrations de certains pesticides dans l'eau (métabolites du métolachlore) sont spécifiquement observées dans des zones de pression agricole. D'autres pesticides retrouvés dans les

Nombre de substances quantifiées selon les grands usages (métropole et outre-mer)



Concentration et fréquence de quantification des substances analysées positivement (métropole et outre-mer)



sédiments (par exemple, des métabolites du DDT, insecticide interdit en France en 1971) semblent s'illustrer dans des zones de pression urbaine.

Les plastifiants et parabènes sont quant à eux observés dans tous les contextes, même dans les zones sans pression anthropique. Des contaminations parasites

peuvent toutefois se produire lors des phases d'échantillonnage. Cela concerne en particulier les plastifiants largement répandus dans un grand nombre de matériels de prélèvement ou les produits de soins corporels présents sur la peau des personnels préleveurs. Une surestimation de leur présence est donc possible. Des études complémentaires³³ sont en cours pour détecter et estimer l'importance des éventuels biais les concernant.

32. Eawag, *Questions fréquemment posées sur les micropolluants dans le milieu aquatique*, 2010.
33. Programme de travail Aquaref 2015-2016.



Une attention particulière à porter à certaines substances

Les campagnes ont mis en lumière certaines substances ou groupes de substances de par leur présence généralisée à l'échelle nationale, leurs concentrations parfois élevées ou le risque potentiel pour les milieux. Ce risque potentiel est identifié en comparant les concentrations à des seuils de qualité, valeurs au-delà desquelles les substances peuvent être toxiques ou écotoxiques. Parmi les substances qui attirent l'attention :

> des pesticides – un insecticide (imidaclopride), un herbicide (terbutryne) et un biocide entrant dans la composition de produits de soins et textiles (triclosan) – significativement présents dans les eaux souterraines et certains cours d'eau d'outre-mer, avec un

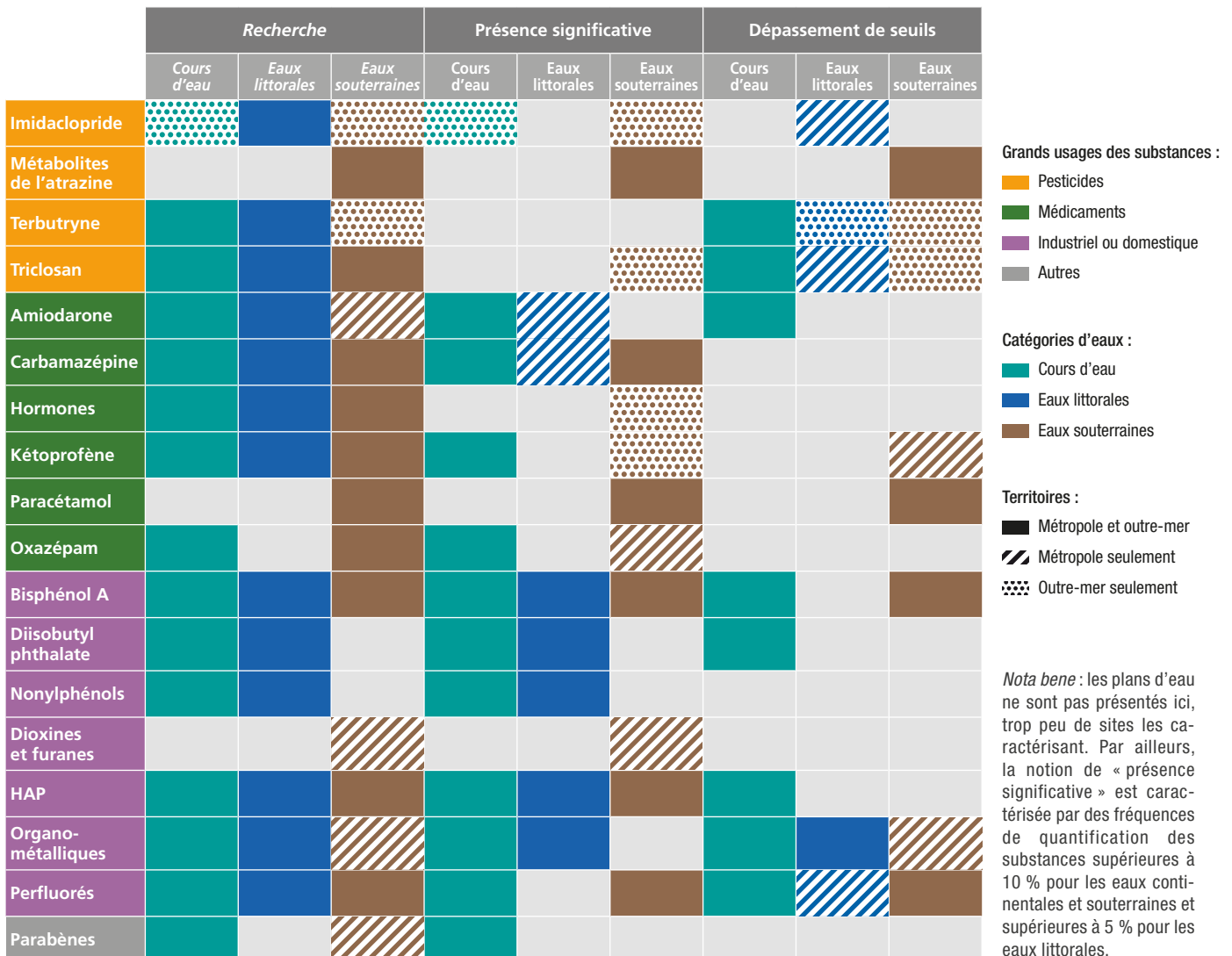
impact potentiel dans certains cours d'eau, eaux littorales et eaux souterraines ; des produits de dégradation de l'atrazine (herbicide couramment utilisé sur les cultures entre 1960 et 2001) sont récurrents dans les eaux souterraines, à des concentrations parfois supérieures à 100 ng/L ;

> plusieurs médicaments : l'amiodarone utilisée dans la prévention et le traitement de troubles du rythme cardiaque, l'anxiolytique oxazépam, l'antiépileptique carbamazépine et l'anti-inflammatoire kétoprofène – pour lesquels des dépassements de seuils sont relevés dans des cours d'eau et plans d'eau (amiodarone) et des eaux souterraines (kétoprofène, paracétamol) – ainsi que des hormones, détectées de manière notable dans des eaux souterraines d'outre-mer ;

> des familles de substances d'origine industrielle ou à usages domestiques : des dioxines et furanes produits au cours de processus de combustion (incinération de

déchets, métallurgie...), très récurrentes dans les eaux souterraines de métropole (à très faibles doses néanmoins) ; des nonylphénols (souvent issus de produits de nettoyage) qui impactent largement les eaux de surface ; des HAP synthétisés lors de combustions (chauffage, transports, industries) et des organométalliques contenus dans les peintures antifouling, retrouvés dans les sédiments continentaux et littoraux ; et des perfluorés (agents surfactant ou ignifugeants), récurrents dans les eaux souterraines en contextes industriels et dans les sédiments littoraux ;

> les parabènes (biocides utilisés par exemple dans les cosmétiques) et des plastifiants (bisphénol, diisobutyl phthalate), sont quasi omniprésents dans les échantillons prélevés en cours d'eau (ces échantillons étant néanmoins sujets à de la contamination parasite comme expliqué plus haut), y compris dans les contextes naturels, et à des concentrations parfois élevées.



Une surveillance modifiée en 2015

Les résultats issus de ces campagnes exploratoires, complétés par ceux d'une campagne d'analyses menée par le ministère chargé de la santé en 2009-2010³⁴, ont apporté les éléments nécessaires à la révision des listes de substances à surveiller pour le prochain cycle de la directive-cadre sur l'eau (2016-2021). La méthode appliquée a permis de hiérarchiser les substances sur la base de trois informations, indépendantes et complémentaires : les données d'occurrence obtenues, le danger potentiel et le risque de dépassement d'un seuil de préoccupation. Ainsi, des recommandations³⁵ ont été soumises au ministère chargé de l'environnement et aux acteurs de bassin - en charge de la mise en œuvre de la surveillance - pour 129 substances, dont 49 substances actives (ou métabolites) utilisées dans les produits phytosanitaires ou biocides, 30 produits chimiques industriels et 23 résidus de médicaments. En complément des évolutions de la DCE pour ce qui concerne les substances prioritaires, ces recommandations ont contribué à la révision des programmes de surveillance en 2015³⁶, qui se traduit comme suit :

> pour les eaux de surface : ajout de 12 substances ou groupes de substances prioritaires supplémentaires (insecticides, herbicides, PCB, perfluorés) ; ajout de 21 pesticides et substances industrielles supplémentaires pour caractériser l'état écologique (avec des listes déclinées au niveau de chaque bassin afin de refléter les spécificités de leur territoire) ; et forte modification d'une liste complémentaire de substances dites « pertinentes à surveiller » ;

> pour les eaux souterraines : la liste des substances à surveiller lors des analyses ponctuelles (dites photographiques) et régulières est complétée de nombreux pesticides et de substances industrielles et domestiques, mais aussi de résidus médicamenteux. Par ailleurs, une analyse intermédiaire sera menée sur un quart des sites du programme de contrôle de surveillance pour 55 substances.

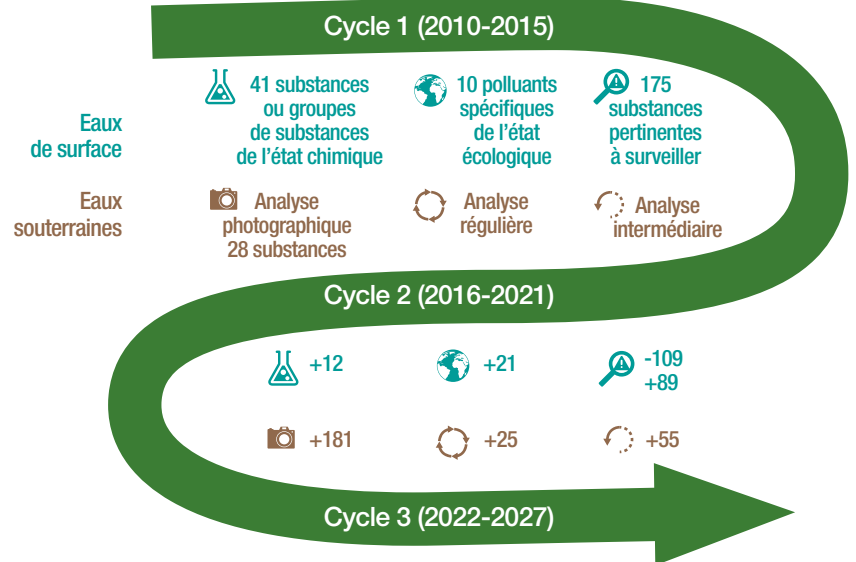
34. Anses, *Campagne nationale d'occurrence des résidus de médicaments dans les eaux destinées à la consommation humaine*, 2011.

35. Aquaref/Ineris, *Recommandations du CEP auprès du MEDDE pour la sélection des Substances Pertinentes à Surveiller dans les Milieux Aquatiques pour le Second Cycle de la DCE (2016-2021)*, 2014.

36. Arrêté du 7 août 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

37. Décision n°2015/495 du 20/03/15 établissant une liste de vigilance relative aux substances soumises à surveillance à l'échelle de l'Union dans le domaine de la politique de l'eau.

Comparaison des substances réglementaires surveillées entre les cycles 1 et 2 de la DCE



La « watch list » européenne de substances à surveiller particulièrement

En vue d'étayer les futurs exercices de sélection des substances prioritaires, la Commission européenne a récemment imposé de surveiller à partir de 2015³⁷ (en particulier pour le cycle de gestion 2016-2021) une liste de vigilance de dix-sept nouvelles substances présentant potentiellement un risque significatif pour l'environnement aquatique et pour lesquelles la connaissance est insuffisante à l'heure actuelle :

> des résidus médicamenteux : un anti-inflammatoire (diclofénac), trois hormones (le 17-alpha-éthynylestradiol EE2, le 17-bêta-estradiol E2, l'estrone), trois antibiotiques (érythromycine, clarithromycine, azithromycine),
> un composant de cosmétique utilisé comme filtre anti-UV (le 4-méthoxycinnamate de 2-éthylhexyle),

> un additif alimentaire (le 2,6-ditert-butyl-4-méthylphénol),
> des substances phytosanitaires : un molluscicide (le méthiocarbe), deux herbicides (l'oxadiazon, le triallate), cinq insecticides néonicotinoïdes (imidaclopride, thiaclopride, thiaméthoxame, clothianidine, acétamipride).
Chaque État membre doit ainsi procéder à des contrôles des eaux de surface dans des zones représentatives pendant une période d'au moins douze mois. En France, elle sera assurée sur a minima 26 stations.
Un exercice similaire est en cours de réalisation à l'échelle européenne pour les eaux souterraines, avec l'élaboration d'une liste de vigilance spécifique prévue à l'horizon 2017.



© Michelle Chanterelle - Ineris



Des exercices qui se poursuivront

Les données collectées et les avancées scientifiques permettent d'améliorer régulièrement la surveillance des substances chimiques dans les milieux. En poursuivant ces efforts, les résultats du deuxième cycle de la DCE (2016-2021) compléteront les connaissances nécessaires à l'évaluation des risques posés par les micropolluants dans les milieux aquatiques et aideront à identifier les mesures de gestion les plus appropriées. Ils permettront d'identifier les substances à prendre en compte pour le troisième cycle (2022-2027) et d'affiner l'évaluation de l'état des eaux. La surveillance prospective contribue ainsi à la mise à jour des plans de gestion, tous les six ans - pas de temps correspondant aux cycles de la DCE. Ce processus itératif permettra de réviser périodiquement les listes de substances et les supports (eau, sédiment...) sur lesquelles elles sont suivies au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles connaissances. Il permettra également d'évaluer la place que devront prendre les outils innovants (échantillonneurs passifs, bioessais) dans la surveillance des cycles à venir.

Par ailleurs, les données recueillies lors des campagnes 2011 et 2012 ont servi à établir des listes de substances dans d'autres cadres que celui de la DCE : par exemple, la liste des polluants émergents pour répondre à la *Feuille de route 2012 pour la transition écologique*³⁸ ou la liste de substances sentinelles pour des travaux sur la valorisation des sédiments (issus des opérations de dragage et immersion) et la consolidation de la liste de substances visées par le *plan Écophyto*³⁹.

Les questionnements sur les pratiques d'échantillonnage et les performances analytiques ont également orienté les grandes lignes du programme de travail 2013-2015 du laboratoire national de référence Aquaref. Aquaref a en effet engagé des travaux sur la contamination potentielle d'échantillons dans le cas d'analyses de substances largement répandues dans le matériel de prélèvement, comme les plastifiants. Dans les prochaines années, Aquaref se penchera particulièrement sur le développement, la validation et le transfert, vers les opérateurs de la surveillance réglementaire, des méthodes utilisées par les laboratoires académiques lors des campagnes prospectives pour l'analyse des contaminants émergents.

Enfin, des travaux complémentaires vont se développer dans les années à venir, permettant :

> de mieux comprendre les effets combinés des substances chimiques (souvent appelés « effet cocktail »), mieux renseigner leur écotoxicité, mieux connaître les voies de contamination de la chaîne trophique et mieux caractériser les flux polluants transitant vers la mer ;

> d'agir à la source en maîtrisant les émissions et le transfert des micropolluants vers les milieux aquatiques. À cet égard, treize projets pilotes ont été tracés, pour une période de cinq ans (2014-2018), dans le cadre d'un appel à projets⁴⁰ sur les moyens de lutte contre les micropolluants des eaux usées urbaines. Ils abordent quatre thématiques : la lutte contre les résidus de médicaments et les cosmétiques d'origine domestique, la lutte contre les rejets hospitaliers, la gestion intégrée des micropolluants dans les réseaux collectifs d'assainissement et la gestion de la pollution drainée par temps de pluie.

38. Ministère chargé de l'Environnement, *Feuille de route pour la transition écologique*, 2012

39. Ministère chargé de l'agriculture, *Plan Écophyto 2018*, 2008

40. <http://www.onema.fr/LUTTE-CONTRE-LES-MICROPOLLUANTS>



© Philippe Bossard - Onema



© Eric Sabot - Onema



© Thomas Schwab - Onema



© Madeleine Carrouée - Onema

Note méthodologique

Les informations présentées ici de manière synthétique ont bénéficié d'une méthodologie partagée entre l'Onema, l'OIEau et les membres du Groupe national de Valorisation de l'Information (GVI) composé des agences et offices de l'eau, de la direction de l'eau et de la biodiversité du ministère chargé de l'environnement et des DREAL de bassin, du SOeS et d'organismes de recherche, tels que le BRGM, l'Ifremer ou l'Ineris.

Les chiffres et informations graphiques proviennent exclusivement des résultats des campagnes exploratoires pilotées par le ministère chargé de l'environnement :

> la campagne exceptionnelle portant sur les substances présentes dans les eaux souterraines de métropole, mise en œuvre par les agences de l'eau avec l'appui technique du BRGM en 2011, en privilégiant la dimension spatiale ;

> l'étude prospective sur les contaminants émergents dans les eaux de surface continentales et littorales de la métropole et d'outre-mer, et les eaux souterraines d'outre-mer, coordonnée par l'Ineris et dont les actions ont respectivement été menées par les agences et offices de l'eau, l'Ifremer et le BRGM en 2012, en lien avec Aquaref et en privilégiant la sensibilité analytique (notamment en confiant les analyses à des laboratoires de recherche experts).

Au cours de la réalisation de cette synthèse, l'Ineris et le BRGM ont produit un rapport d'analyse complémentaire, sur les eaux de surface continentales et les eaux souterraines. Ils ont parfois consolidé certaines données, ce qui peut expliquer l'écart de certains chiffres. Mais la vue d'ensemble reste inchangée.

Directeur de publication : Paul Michelet (Onema)

Responsable de la rédaction : René Lalement (Onema)

Coordination : Pierre-François Staub, Janik Michon et Claire Roussel (Onema), Olivier Gras (MEEM), Stéphanie Laronde (OIEau)

Rédaction : Katell Petit (OIEau), Janik Michon (Onema)

Contribution : Fabrizio Botta (Ineris), Benjamin Lopez (BRGM), Isabelle Amouroux (Ifremer), Alexandre Liccardi (Onema), Amandine Clavérolas-Renard (Onema), Agences de l'eau, Offices de l'eau, DREAL de bassin

Ce document a été réalisé dans le cadre du schéma national des données sur l'eau et a fait l'objet d'une consultation des partenaires du système d'information sur l'eau concernés.

Pour en savoir plus

Consultez les données relatives aux campagnes exploratoires :

www.data.eaufrance.fr

Retrouvez les rapports détaillés sur les différentes campagnes :

www.onema.fr/SURVEILLER-Contaminants-dinteret-emergent#Resul

Retrouvez ce document sur le web :

www.eaufrance.fr/IMG/pdf/campex_201603.pdf
ou www.documentation.eaufrance.fr

 Le portail d'information sur l'eau : www.eaufrance.fr

