



## La dynamique de la vie

L'eau support de vie

# Micropolluants : les Pesticides

# Micropolluants : les Pesticides

## Résumé

Les micropolluants sont des composés susceptibles de présenter des effets toxiques à de très faibles concentrations. Les pesticides sont des micropolluants organiques, produits par l'industrie chimique.

Entre 1996 et 2011, 99% des mesures de pesticides sont réalisées dans l'eau, de la Maine à la mer, essentiellement entre Les Ponts-de-Cé et Nantes. Parmi les molécules mesurées, 26 sont plus fréquemment quantifiées, principalement des herbicides.

L'AMPA, suivi de l'atrazine déséthyl, sont les deux molécules les plus quantifiées. Elles sont respectivement issues de la dégradation de deux herbicides, le glyphosate et l'atrazine interdite d'utilisation en 2003.



## Objectif définition

L'indicateur sur les micropolluants est scindé en deux fiches, l'une consacrée aux pesticides, l'autre, aux autres micropolluants organiques - dont les hydrocarbures aromatiques polycycliques - et aux micropolluants minéraux (éléments traces métalliques).

Les **micropolluants** sont des composés susceptibles de présenter des effets toxiques à de **très faibles concentrations**, de l'ordre du microgramme voire du nanogramme par litre d'eau ou par kilogramme de matière sèche. Parmi les micropolluants organiques, se distinguent les pesticides ou biocides ou substances phytopharmaceutiques, dont les propriétés toxiques sont utilisées pour lutter contre les organismes considérés comme nuisibles, notamment contre les adventices appelées communément « mauvaises herbes » (herbicides), les insectes (insecticides), les champignons (fongicides), les gastéropodes (molluscicides), etc.

Ces composés ont une origine anthropique, ils sont produits par l'industrie chimique, puis sont employés pour un usage agricole ou non-agricole, y compris

pour une utilisation domestique. Les pesticides se retrouvent dans l'eau par ruissellement et lessivage des sols dans lesquels ils s'accumulent. La présence de ces substances sur la zone d'étude est liée à un usage local et à des apports de l'ensemble du bassin de la Loire. Certaines substances sont susceptibles d'être présentes à plus haute dose au sein des tissus des organismes aquatiques (ex. moules, poissons), c'est la bioaccumulation. Elles peuvent ensuite se concentrer au fil de la chaîne trophique par la bioamplification. Elles sont alors ingérées via l'alimentation.

Les pesticides sont recherchés sur 12 stations des Ponts-de-Cé à Saint-Nazaire. En agrégeant les données de tous les réseaux, de 1996 à 2011, ce sont environ 140 000 mesures réalisées, dont près de 99% dans l'eau. Les mesures dans les biotes (bivalves) sont effectuées dans l'estuaire externe, en aval de la limite transversale de la mer. **Les données**, fournies par les différents réseaux de mesure, **sont hétérogènes (fréquence, période de suivi, liste de molécules)**.

## CARTE L2 A6a - 1

Localisation des stations de mesures des pesticides par compartiment (eau et sédiment)



Sources : BD TOPO® IGN, GIP Loire Estuaire

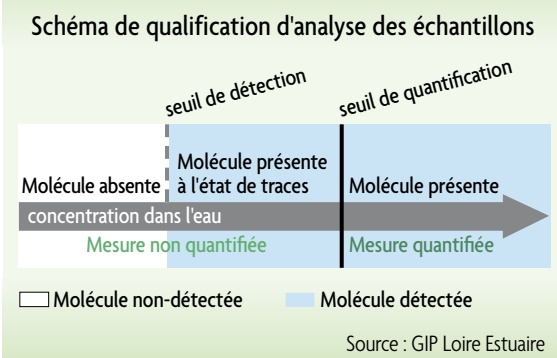
L'objectif de cet indicateur est d'évaluer le niveau d'exposition aux molécules de pesticides caractéristiques de la Maine à la mer, dans l'eau de la Loire, de 1996 à 2011, en suivant l'évolution de leurs concentrations dans

l'espace et au cours du temps.

Une molécule recherchée est quantifiée uniquement si sa concentration dépasse un seuil de quantification. Pour les valeurs inférieures au seuil de quantification, les bases de données précisent

rarement si la molécule est présente à l'état de traces ou si elle est absente. Bien que **l'absence de quantification ne signifie pas absence de la molécule, toutes les mesures inférieures au seuil de quantification sont considérées comme nulles dans l'indicateur. Par conséquent, le suivi présente les résultats *a minima* pour les mesures inférieures au seuil de quantification.**

FIGURE L2 A6a - 1



L'eau de la Loire est prélevée pour l'alimentation en eau potable, à condition que la concentration ne dépasse pas 2 µg/l pour chaque molécule, et 5 µg/l pour le total des pesticides. Après traitement, ces concentrations dans l'eau du robinet doivent être inférieures à 0,1 µg/l par molécule (sauf aldrine, dieldrine, heptachlore et heptachloroépoxyde : 0,03 µg/l) et 0,5 µg/l pour le total des pesticides.

La réglementation concernant les micropolluants est définie dans le contexte européen de la

Directive Cadre sur l'Eau de 2000 (DCE). En 2008, les concentrations des 41 substances prioritaires à ne pas dépasser sont édictées, dont 24 molécules de pesticides (un élargissement de cette liste est actuellement prévu). Une dizaine de substances est soumise à révision pour leur possible identification comme substance prioritaire (Directive 2008/105/CE).

La DCE définit des **normes de qualité environnementale ou NQE**, exprimées :

- en valeur moyenne annuelle, NQE-MA ;
- en concentration maximale admissible, NQE-CMA.

Les NQE sont établies soit par molécule, soit par famille de molécules, soit pour la somme des isomères d'une même molécule (même formule chimique avec une géométrie différente). Elles peuvent différer entre les masses d'eau cours d'eau (MECE), de transition (MET) et côtière (MEC). A l'amont de Sainte-Luce-sur-Loire, bien que l'eau soit douce 100% du temps, la NQE-MET s'applique. Cependant, une évolution de la réglementation envisage une même NQE pour les MECE et MET. Lorsque la NQE-CMA n'est pas définie, la NQE-MA assure une protection contre les pics de pollution.

Les normes établies dans le cadre de la DCE concernent une infime partie des pesticides. Cependant, les NQE de quelques autres micropolluants ont été proposées par l'Institut National de l'Environnement industriel et des RISques (INERIS), sans pour autant qu'elles aient de valeur réglementaire, ni qu'elles mentionnent de spécification propre aux MET.

## Interprétation

### Peu de mesures de pesticides quantifiées

De 1996 à 2011, sur près de 138 000 mesures dans l'eau, 3300 sont quantifiées, soit moins de 2,5% des mesures. 415 molécules sont recherchées dans l'eau, dont 87 sont quantifiées au moins une fois.

**Parmi les 87 molécules quantifiées, 26 le sont plus fréquemment de la Maine à la mer** et représentent 18 substances :

- certaines molécules étant des isomères d'une même substance, cas du lindane ou HCH gamma ;
- d'autres étant des produits de dégradation ou des métabolites : tel l'AMPA issu du glyphosate.

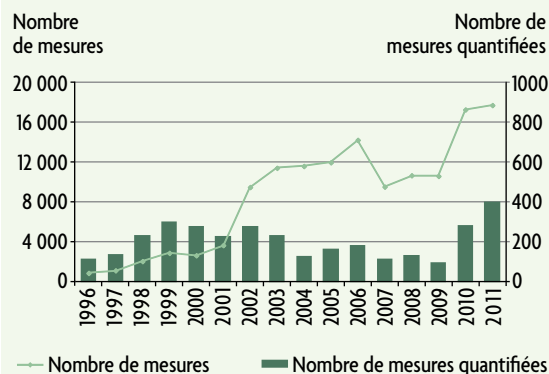
Parmi ces 26 molécules, neuf appartiennent aux 24 molécules de pesticides suivies par la DCE et trois autres sont soumises à révision pour leur possible identification comme substance prioritaire : le glyphosate, son produit de dégradation l'AMPA, et le bentazone.

**Bien que l'effort de mesure progresse entre 1996 et 2011, le nombre de mesures quantifiées n'augmente pas proportionnellement.** Le rapport

entre le nombre de mesures quantifiées et le nombre total de mesures pour une même molécule détermine son pourcentage de quantification.

GRAPHIQUE L2 A6a - 1

Evolution de l'effort d'analyse en pesticides dans l'eau de la Maine à la mer



Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

## 1996 - 2011 : 26 molécules caractéristiques

Le suivi de ces 26 molécules représente, de 1996 à 2011, près de 18 500 mesures, dont 3 050 sont quantifiées. Douze molécules ont un suivi, qui débute après 1996. Les pesticides, dont le nombre de mesures est le plus élevé, sont ceux qui ont été régulièrement recherchés dans le temps et simultanément sur plusieurs stations. La simazine est la plus recherchée.

Le pourcentage de quantification dépasse les 20% pour six molécules, par ordre croissant : le chlortoluron, l'isoproturon, le diuron, l'atrazine, l'atrazine déséthyl et l'AMPA. L'atrazine est utilisée essentiellement en agriculture. Elle se dégrade d'abord en atrazine déséthyl.

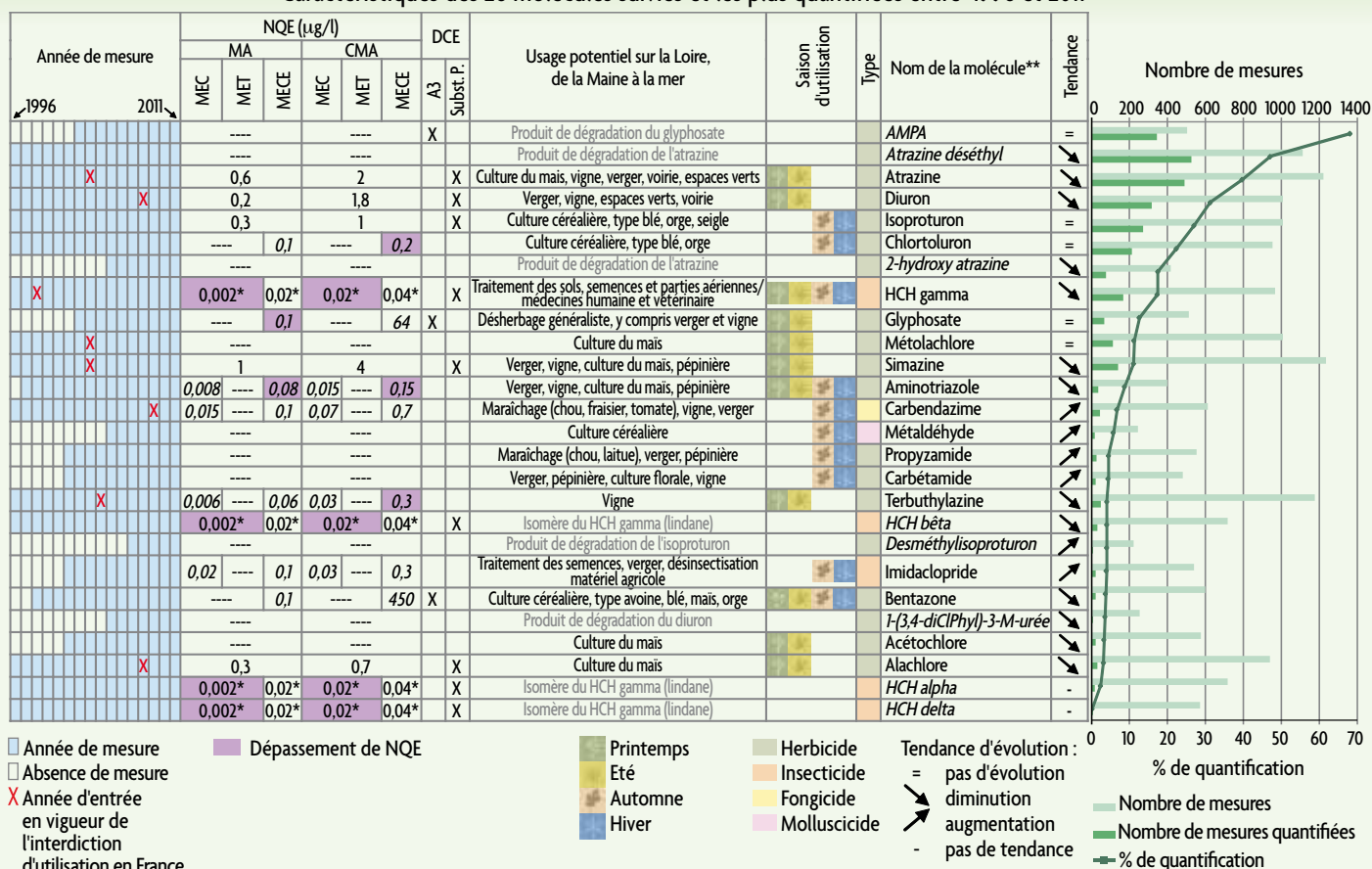
L'AMPA a le pourcentage de quantification le

plus élevé ; il atteint quasiment 70%. La molécule dont il est issu, le glyphosate, est largement employée pour un usage agricole comme non-agricole. Or le glyphosate bien qu'autant recherché que l'AMPA est 5 fois moins quantifié, soulignant la rémanence (persistance) de l'AMPA.

Au-delà de la zone d'étude, en amont des Ponts-de-Cé ou sur les affluents de la Loire, les pesticides les plus détectés, de la Maine à la mer, se retrouvent parmi les plus quantifiés depuis 2002. Onze des 26 molécules suivies figurent également parmi les 15 molécules les plus quantifiées dans les cours d'eau en France métropolitaine de 2007 à 2009 ; l'AMPA étant à l'échelle nationale, la molécule la plus quantifiée.

FIGURE L2 A6a - 2

Caractéristiques des 26 molécules suivies et les plus quantifiées entre 1996 et 2011



\* la NQE s'applique à la somme de tous les isomères de l'hexachlorocyclohexane (HCH)

Les valeurs de NQE en italique correspondent aux propositions de NQE INERIS ; pour la masse d'eau douce, la valeur retenue est celle pour l'eau destinée à l'alimentation en eau potable

A3 = Inscription en Annexe 3 de la Directive 2008/105/CE comme substance soumise à révision pour leur possible identification comme substance prioritaire (Subst. P.)

\*\* en italique, figurent les isomères et les produits de dégradation

Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

## Des pesticides quantifiés régulièrement

Six des 26 molécules suivies sont quantifiées régulièrement entre 1996 et 2011 : l'AMPA, le chlortoluron, le diuron, le glyphosate, l'isoproturon et le métolachlore. Une même molécule est présente à des concentrations très variables au cours de la période et n'est pas

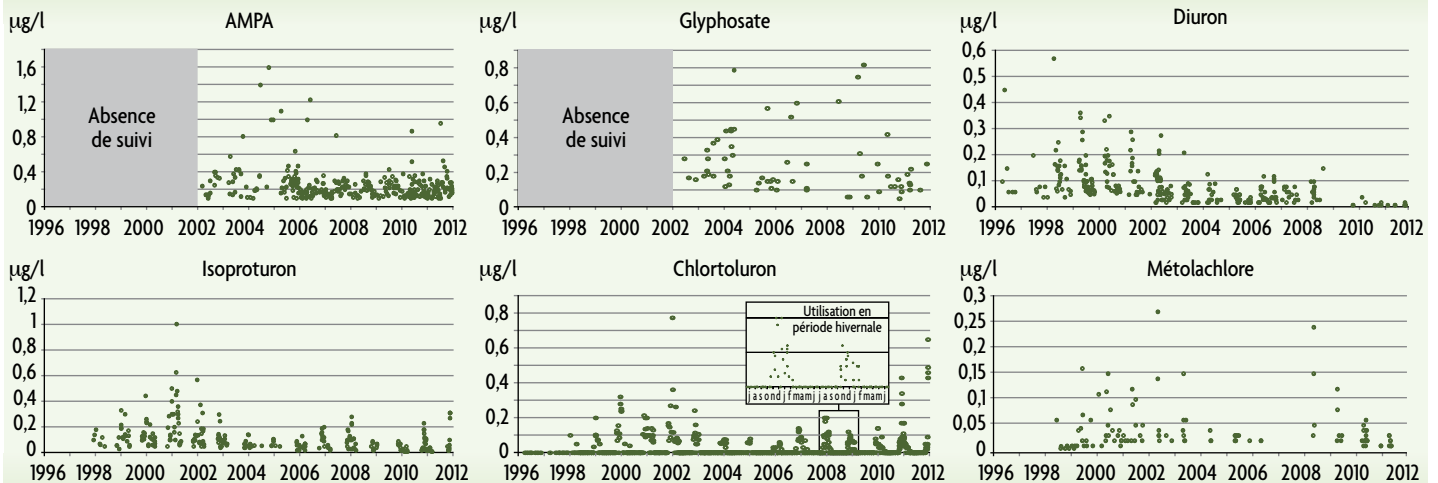
toujours quantifiée. L'AMPA est la molécule mesurée le plus fréquemment à des concentrations supérieures à 1 µg/l ; au maximum 1,6 µg/l en 2004. L'AMPA peut être mesuré à des concentrations bien supérieures à celles du glyphosate, dont il est issu.

**Les concentrations de certaines molécules dans l'eau augmentent en période d'épandage sur les parcelles ou les cultures.** Leur utilisation saisonnière est alors bien marquée : chlortoluron, isoproturon, en période hivernale et diuron, au printemps. D'autres pesticides sont quantifiés

indifféremment dans l'année, y compris en dehors de la période de leur utilisation préférentielle, tel le glyphosate. Cet herbicide généraliste est de surcroît utilisé comme un des produits de substitution de la simazine interdite en 2003.

GRAPHIQUE L2 A6a - 2

Evolution des concentrations en Loire, de la Maine à la mer <sup>(1)</sup>



<sup>(1)</sup> les mesures non quantifiées ne sont pas représentées

Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

Les concentrations en diuron tendent à diminuer depuis 2000 et davantage encore depuis 2009 ; la molécule est interdite d'utilisation à la fin 2008. Au contraire, le métolachlore interdit d'utilisation depuis 2003, est toujours autant présent.

Les concentrations maximales mesurées, dans les cours d'eau régionaux, hors Loire, sont supérieures à celles des stations étudiées. Les apports des affluents sont en effet dilués dans le fleuve, où le volume d'eau est plus important.

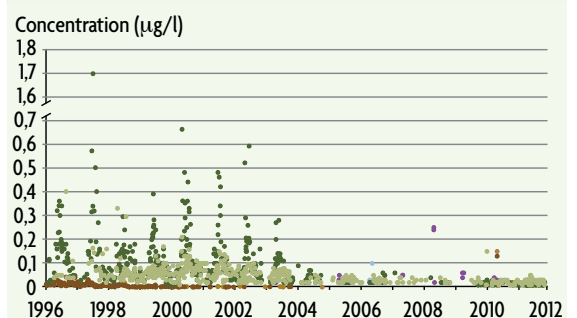
## Des pesticides de moins en moins quantifiés

Sur les dernières années de suivi, neuf des 26 molécules étudiées sont mesurées à des concentrations globalement beaucoup plus faibles qu'auparavant : l'acétochlore, l'atrazine et ses produits de dégradation, le 1-(3,4 dichlorophényl)-3-méthyl urée, le HCH gamma ou lindane et ses isomères. Hormis l'acétochlore, elles sont interdites, ce qui pourrait expliquer la baisse de leurs concentrations.

Postérieurement à l'interdiction de l'usage de l'atrazine en 2003, ses concentrations et celles de ses produits de dégradation diminuent.

GRAPHIQUE L2 A6a - 3

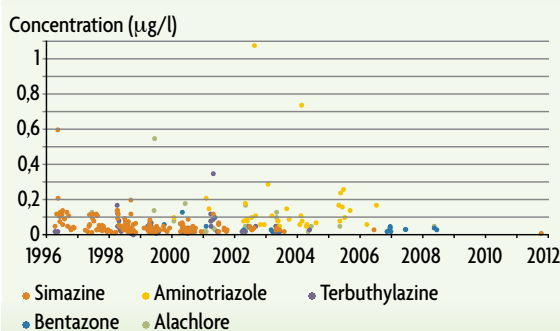
Molécules tendant à diminuer de la Maine à la mer <sup>(1)</sup>



Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

GRAPHIQUE L2 A6a - 4

Molécules quasiment plus quantifiées de la Maine à la mer <sup>(1)</sup>



Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

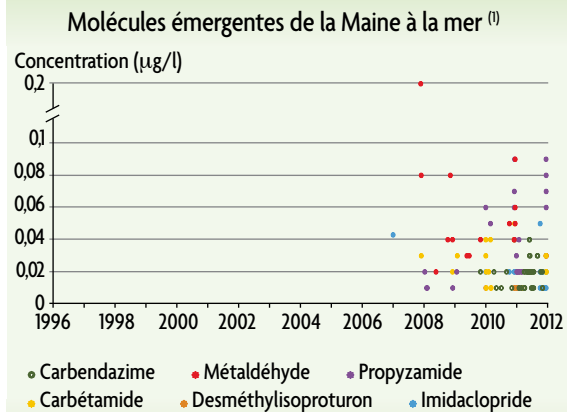
Cinq molécules ne sont quasiment plus quantifiées ces dernières années : l'alachlore, l'aminotriazole, le bentazone, la simazine et la terbutylazine. L'aminotriazole et le bentazone sont toujours autorisés ; les interdictions d'utilisation sont intervenues en 2003 pour la simazine, en 2004 pour la terbutylazine, puis en 2008 pour l'alachlore.

## Des pesticides émergents

Certaines molécules, bien que recherchées depuis plusieurs années, sont quantifiées seulement les dernières années de suivi. Ces molécules sont ainsi qualifiées d'émergentes pour la Loire, de la Maine à la mer. Parmi les 26 molécules suivies, il s'agit du carbendazime, du carbétamide, de l'imidaclopride, du métaldéhyde et du propyzamide. Certaines de ces molécules ont été substituées à d'autres, alors interdites : l'imidaclopride est une des molécules de substitution du lindane, à l'instar du propyzamide pour le diuron.

Le carbendazime est quantifié seulement après son interdiction d'utilisation en décembre 2009. Cependant, le seuil de quantification a été abaissé en 2009 ; il est passé de 0,03 à 0,01 µg/l. Avec ce seuil à 0,01 µg/l, cette molécule aurait peut-être été quantifiée avant 2009.

GRAPHIQUE L2 A6a - 5



Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/GIP Loire Estuaire

## À chaque grille de qualité sa norme : cas du HCH

Les dépassements de NQE concernent cinq substances sur les 16 molécules, dont les NQE sont déterminées : l'aminotriazole ; le chlortoluron, le glyphosate, le HCH et la terbuthylazine. Seul le HCH dispose de NQE spécifiant la masse d'eau de transition ; aussi pour les quatre autres molécules, les NQE ont été confrontées seulement aux mesures effectuées entre Les Ponts-de-Cé et Ancenis (en masse d'eau cours d'eau).

Les dépassements de NQE-MA et NQE-CMA en HCH ont lieu essentiellement entre 1996 et 2000, et sont donc antérieurs à l'établissement des NQE intervenu en 2008. Ces dépassements se produisent entre Ancenis et Sainte-Luce-sur-Loire.

TABLEAU L2 A6a - 1

Nombre des dépassements des NQE-MA et CMA de 1996 à 2011

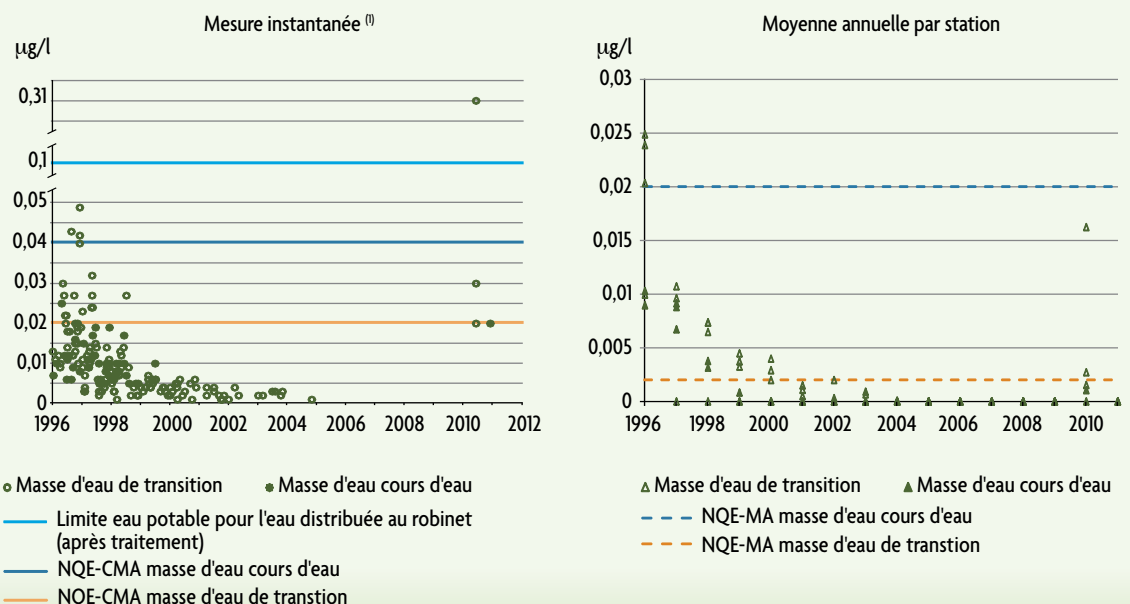
Nom des molécules	Nb de mesures	NQE-CMA		NQE-MA	
		Nb	Année	Nb	Année
Aminotriazole	401	10	2001-2006*	1	2002*
Chlortoluron	954	3	2001*, 2010 et 2011	0	
Glyphosate	515	0		2	2004* et 2009
Somme HCH	967	17	1996-1998* et 2010	17	1996-2000* et 2010
Terbuthylazine	1178	1	2001*	0	

\* dépassement antérieur à l'établissement de la NQE

Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

GRAPHIQUE L2 A6a - 6

Comparaison de l'évolution de la concentration en HCH par rapport aux grilles de qualité



Sources : AELB/ARS 44 et 49/CREPEPP 2018/DDTM 44/Ifremer/GIP Loire Estuaire

La réglementation pour l'alimentation en eau potable est différente des NQE. Seule une mesure en HCH sur l'eau brute en 2010, sur plus de 950 réalisées depuis 1996, est supérieure à la limite de qualité pour l'eau distribuée au robinet, soit 0,1 µg/l. En outre, près de 5% de la totalité des mesures des 26 molécules suivies dépassent ce seuil. L'AMPA occasionne plus d'un tiers de ces dépassements ; associé à l'atrazine, ces deux molécules en représentent la moitié.

**Cependant, aucune des mesures des 26 molécules n'a dépassé le seuil de 2 µg/l, entre 1996 et 2011, déterminant la possibilité d'utiliser l'eau brute pour la production en eau potable.** La plus forte concentration mesurée est celle de l'atrazine en juillet 1997 aux Ponts-de-Cé avec 1,7 µg/l. Exceptées, une mesure d'isoproturon en 2001 et sept d'AMPA entre 2004 et 2006, les concentrations sont inférieures à 1 µg/l.

## Peu de molécules recherchées en aval de Nantes

De 1996 à 2011, les mesures se concentrent entre Les Ponts-de-Cé et Nantes. Néanmoins, la station de La Possonnière n'est plus suivie depuis fin 2005. Aussi, les 26 molécules ne sont pas toutes suivies sur les 10 stations, ni toutes quantifiées :

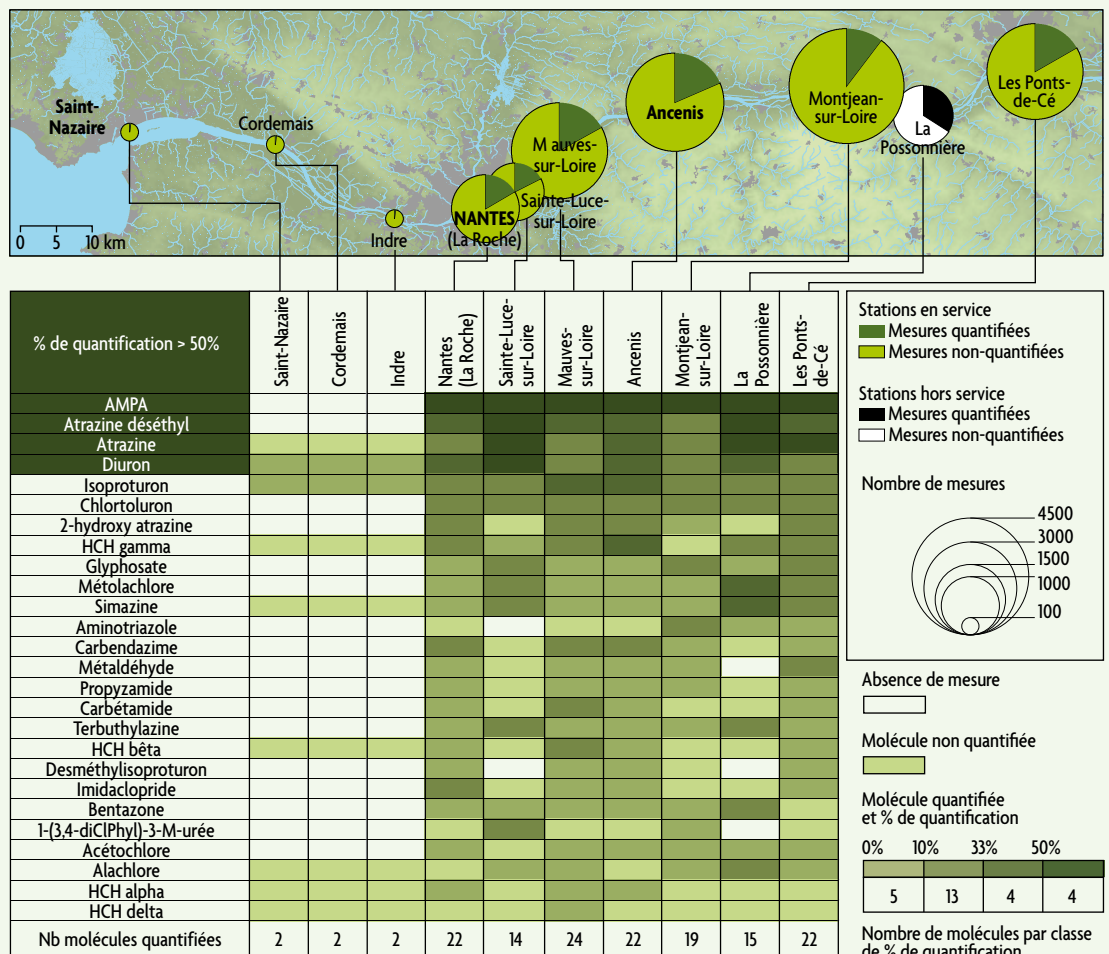
- entre 14 et 24 molécules sont quantifiées à l'amont de Nantes ;
- alors que seuls le diuron et l'isoproturon sont quantifiés à l'aval.

Au total, **en agrégeant toutes les stations**, 4 des molécules suivies ont un pourcentage de quantification par station supérieur à 50%. Il s'agit par ordre décroissant de l'AMPA, de l'atrazine, de l'atrazine déséthyl et du diuron.

En aval de Nantes, les mesures des substances prioritaires de la DCE concernant douze mois successifs. **Cela représente moins de 1% des 138 000 mesures réalisées dans l'eau de 1996 à 2011 sur la zone d'étude.**

FIGURE L2 A6a - 3

Nombre de mesures, pourcentage de quantification global et par molécule, sur les 26 suivies, par station, sur la période 1996-2011



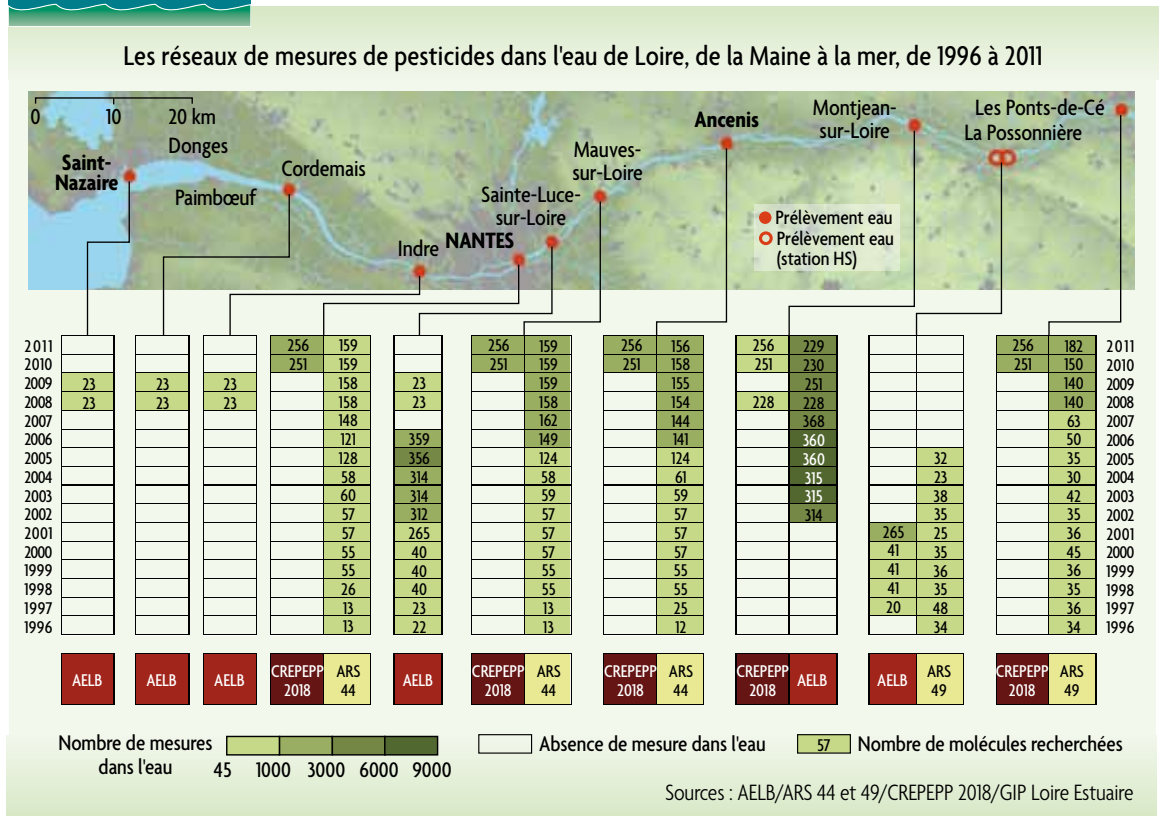
Les données proviennent des différents réseaux de suivi de l'Agence Régionale de Santé des Pays de la Loire (délégations territoriales de Loire-Atlantique et de Maine-et-Loire), de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, DDTM 44, Ifremer et de la Conférence Régionale Ecophyto en Pluripartenariats (CREPEPP) 2018. Les pesticides suivis ont été choisis selon un double critère :

- la molécule a un pourcentage de quantification global supérieur ou égal à 3% ;
- et au moins une station de mesures a un pourcentage

de quantification de la molécule supérieur ou égal à 10% **ou bien** plus de la moitié des mesures quantifiées de la molécule sont réalisées au cours de la période 2009-2011 - assurant ainsi d'inclure les molécules émergentes.

Par ailleurs, le seuil de quantification diffère selon la molécule recherchée et varie parfois d'une recherche à l'autre. Néanmoins, la variation du seuil de quantification ne semble généralement pas avoir d'impact sur le pourcentage de quantification pour les 26 molécules suivies (exception faite du carbendazime).

FIGURE L2 A6a - 4



Des références

Les départements de Loire-Atlantique et du Maine-et-Loire éditent respectivement chaque année, « La qualité des cours d'eau » et « Rivières du département, Constats et Perspectives », en compilant les données de l'ARS, de l'AELB, des réseaux départementaux et des stations de la CREPEPP 2018. Les rapports sont téléchargeables sur les sites respectifs des conseils généraux et sur le site de l'Observatoire de l'eau du Maine-et-Loire [www.eau-anjou.fr](http://www.eau-anjou.fr)

La CREPEPP 2018, co-animée par la DRAAF et la DREAL des Pays de la Loire, publie annuellement des bilans des campagnes de mesures des pesticides intégrant le réseau régional de l'AELB et l'ARS.

Les rapports sont en ligne sur le site de la DRAAF [www.draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr](http://www.draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr)

Le Service de l'Observation et des statistiques (SOes) a réalisé un « Bilan de la présence des micropolluants dans les milieux aquatiques continentaux. Période 2007-2009 ». De nombreux sites Internet sont également consacrés à la caractérisation des pesticides, leur réglementation, etc., dont l'Observatoire des résidus de pesticides [observatoire-pesticides.gouv.fr](http://observatoire-pesticides.gouv.fr), le Portail Substances Chimiques de l'INERIS [www.ineris.fr/substances/fr/](http://www.ineris.fr/substances/fr/), [e-phy.agriculture.gouv.fr](http://e-phy.agriculture.gouv.fr), [ec.europa.eu/sanco\\_pesticides](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides), [pesticideinfo.org](http://pesticideinfo.org).

