

ÉVOLUTION DES PRINCIPAUX FLUX DE NUTRIMENTS A LA MER



A RETENIR

Les cours d'eau véhiculent jusqu'à la mer de nombreux nutriments en drainant l'ensemble du territoire. Les flux à la mer d'azote liés aux nitrates sont les plus importants en tonnage. Ils sont principalement d'origine agricole. En moyenne, de 1999 à 2013, 570 000 tonnes d'azote lié aux nitrates sont apportées annuellement en mer à partir du territoire métropolitain. Cela représente 18 kg par ha agricole et par an. Ces flux peuvent nettement varier d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie et des concentrations moyennes en nitrates des cours d'eau, comme ces dernières années. En revanche, on ne note pas d'évolution significative sur le long terme. Sur la période étudiée, la façade atlantique a reçu un peu moins de 51 % des flux de nitrates, le littoral de Manche - mer du Nord près de 33 % et la Méditerranée 16 %. Ces flux sont proportionnels aux surfaces drainées pour la façade atlantique, qui représente également 51 % des surfaces. En comparaison des surfaces drainées, ils sont, en revanche, plus importants pour la Manche et la mer du Nord qui drainent des territoires très agricoles et moins importants pour la Méditerranée.

Les flux de phosphore proviennent surtout des eaux usées urbaines et, dans une moindre mesure, des usages agricoles. De 2000 à 2013, ils ont représenté 21 400 tonnes/an, soit 0,43 kg par habitant et par an. On constate une baisse significative des flux jusqu'en 2011 puis une augmentation qui est liée aux débits des fleuves et à des mesures lors d'une crue de la Garonne. La baisse globale s'explique surtout par une amélioration des performances des stations d'épuration et par un meilleur taux de raccordement du bâti. Depuis 1999, la façade atlantique a reçu 44 % des flux totaux, la Manche - mer du Nord 26 % et la Méditerranée 30 %. Rapportés au nombre d'habitants, les flux sont un peu plus importants pour les façades méditerranéenne et atlantique. La diminution des flux de phosphore est significative pour la Manche - mer du Nord et l'Atlantique. On ne note aucune tendance pour le pourtour méditerranéen sur la période étudiée.

Tableau 1 : évolution des flux à la mer d'azote liés aux nitrates et de phosphore

Année	Flux d'azote, liés aux nitrates, en kT				Flux de phosphore, en kT			
	Manche - mer du Nord	Atlantique	Méditerranée	Total	Manche - mer du Nord	Atlantique	Méditerranée	Total
1999	235	443	112	790	ND	ND	ND	ND
2000	274	484	102	860	14,1	20,6	14,8	49,4
2001	ND	412	109	ND	ND	18,4	8,6	ND
2002	227	246	95	569	8,7	14,1	13,0	35,8
2003	185	228	69	481	6,5	12,9	6,0	25,4
2004	164	314	85	563	5,7	10,2	4,3	20,2
2005	122	153	82	357	4,0	4,5	3,9	12,4
2006	154	273	117	544	4,0	6,5	4,2	14,7
2007	205	297	81	584	5,9	9,7	5,8	21,4
2008	193	328	89	610	4,0	8,4	7,5	20,0
2009	148	248	81	476	3,1	6,1	4,7	13,9
2010	160	276	98	535	3,4	7,0	7,0	17,4
2011	128	143	69	341	3,0	3,4	3,1	9,4
2012	173	253	88	515	4,3	6,8	4,5	15,6
2013	239	412	108	759	4,4	13,1	4,5	22,0
Moyenne	186	301	92	570	5,5	10,1	6,6	21,4

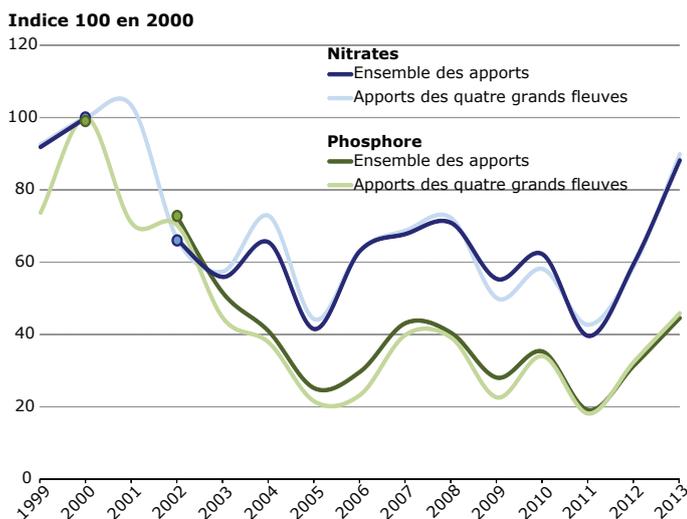
ND : non déterminé, faute de couverture suffisante.
Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, Medde.
Traitements : RTrend® et SOeS.

► Analyse globale

L'azote arrivent en mer, *via* les bassins versants et les fleuves, en majorité sous forme de nitrates surtout issus de l'agriculture (lessivage des engrais minéraux et organiques) puis, dans une moindre mesure, sous forme d'ammonium (NH₄), surtout d'origine domestique. Les flux d'azote liés aux nitrates sont, de très loin, les plus importants. Entre 1999 et 2013, ils sont estimés, en moyenne, à 570 000 tonnes par an. En tenant compte des surfaces agricoles drainées, cela représente 18 kg par ha agricole et par an. En 2010, le surplus d'azote apporté aux sols agricoles est estimé à 902 000 tonnes sur l'ensemble du territoire métropolitain (voir "[l'essentiel sur](#)" du SOeS).

Les flux d'azote liés aux nitrates ont nettement baissé de 1999 à 2003-2004, -40 %. Ils semblent ensuite osciller autour de 500 000 tonnes par an jusqu'en 2011 puis réaugmentent sensiblement. Sur l'ensemble de la période, on ne distingue pas de tendance à la hausse ou à la baisse. Ces flux sont influencés par la pluviométrie et le débit des cours d'eau, ce qui explique, en partie, les variations d'une année sur l'autre. On observe, par ailleurs, une augmentation des concentrations en nitrates dans les cours d'eau en 2012 et 2013. La hausse conjointe des débits et des concentrations a ainsi engendré une nette progression des flux ces deux dernières années.

Figure 1 : évolution des flux à la mer d'azote lié aux nitrates et de phosphore total



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, Medde.
Traitements : RTrend® et SOeS.

Les flux de phosphore proviennent principalement des eaux usées urbaines (lessives) et, dans une moindre mesure, de l'agriculture. Ils ont représenté un apport moyen de 21 400 tonnes de 2000 à 2013, soit 0,43 kg par habitant et par an. De 2000 à 2005, ils ont été divisés par quatre. Ceci s'explique par l'amélioration des performances des stations d'épuration, l'augmentation du nombre d'habitants raccordés à un assainissement collectif et, certainement, par une moindre utilisation des engrais phosphatés en agriculture. Ensuite, les flux fluctuent sans tendance de 2005 à 2011 et semblent augmenter sur les deux dernières années, du fait de plus fortes pluviométries et de plus forts débits, les concentrations n'augmentant pas. Les flux globaux de nutriments à la mer sont très liés aux flux des quatre grands fleuves.



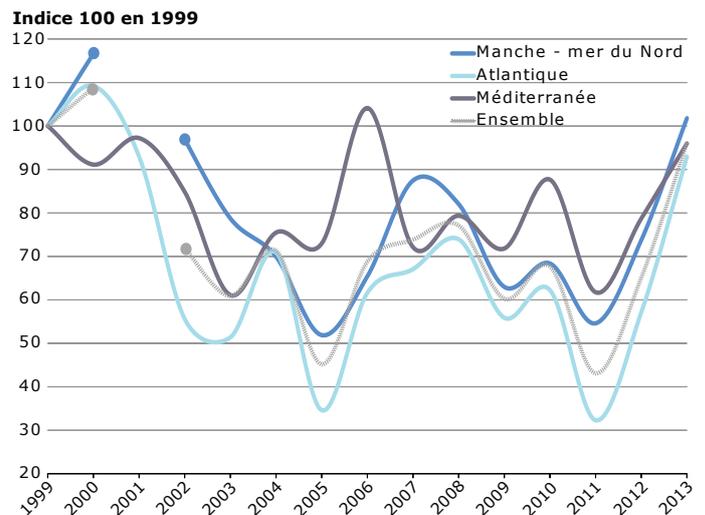
En effet, les bassins versants de la Seine, la Loire, le Rhône et la Garonne représentent 56 % du territoire étudié. Ils transportent plus de la moitié des flux totaux à la mer d'azote liés aux nitrates (55 %) et les deux tiers pour le phosphore (67 %).

► Analyse par façade

Le cas des flux à la mer d'azote lié aux nitrates

De 1999 à 2013, la façade atlantique a reçu, en moyenne annuelle, plus de la moitié des flux de nitrate (51 %), la façade Manche - mer du Nord environ un tiers (33 %) et la Méditerranée 16 %. En rapportant ces flux aux surfaces des territoires agricoles concernés, les flux sont un peu plus importants en Manche - mer du Nord, 20,8 kg/ha/an. Ils sont plus faibles en Atlantique (16,7) et en Méditerranée (17,7).

Figure 2 : évolution des flux à la mer d'azote lié aux nitrates par façade



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, Medde.
Traitements : RTrend® et SOeS.

On constate de fortes variabilités interannuelles des flux de nitrates sur la période étudiée quelle que soit la façade, ces variations étant plus fortes pour les territoires ayant l'Atlantique comme exutoire. Pour les trois façades, les flux en 2013 sont quasi du même ordre que ceux de 1999. Aucune tendance ne se dessine sur la période étudiée, quelle que soit la façade.

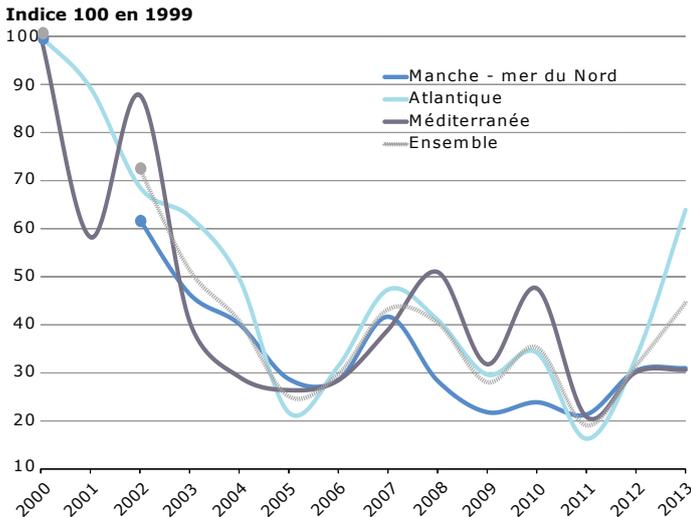
Le cas des flux à la mer de phosphore

De 1999 à 2013, la façade atlantique a reçu 44 % des flux de phosphore, la façade Manche - mer du Nord 26 % et la Méditerranée 30 %. Rapportés au nombre d'habitants, les flux sont plus faibles en Manche - mer du Nord (0,27 kg/hab./an en moyenne) qu'en Méditerranée (0,47) et en Atlantique (0,59).



Ceci peut s'expliquer par plusieurs paramètres. Les territoires de Manche Est - mer du Nord sont plus densément peuplés et plus urbains, avec des niveaux de raccordement aux stations d'épuration plus élevés. Ils connaissent, par ailleurs, moins de pluies fortes que les territoires plus au sud, synonyme de lessivage des sols, et ont des variations de population liées à l'accueil touristique moins fortes.

Figure 3 : évolution des flux à la mer de phosphore total par façade



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, Medde.
Traitements : RTrend® et SOEs.

Les flux annuels de phosphore ont sensiblement diminué sur les trois façades de 1999 à 2011. Ils augmentent ensuite légèrement en Manche - mer du Nord et en Méditerranée alors qu'ils sont multipliés par 4 de 2011 à 2013 en Atlantique, surtout du fait de mesures lors d'une crue importante de la Garonne. De 1999 à 2013, la baisse des flux reste toutefois significative pour les façades Manche - mer du Nord et atlantique.

► Pour en savoir plus : corrélations entre débit des fleuves et flux de nutriments, exemple du Rhône

Comme le montre la figure 5, page suivante, il y a une nette corrélation entre le débit moyen annuel du Rhône, pris comme exemple, et les flux de nitrates à la mer à partir de son bassin.

Concernant les flux de phosphore, la corrélation est nettement moins importante. Les flux diminuent assez nettement à partir du début 2000 sans que l'on constate de baisse générale du débit moyen du fleuve.



Les flux liés aux quatre grands fleuves

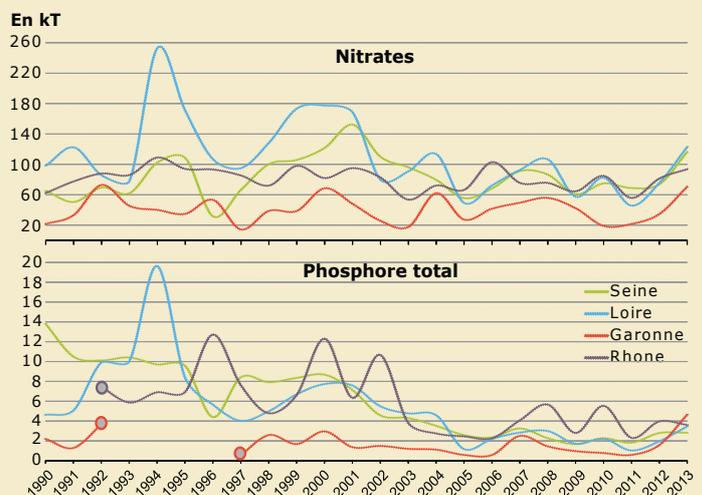
En tenant compte uniquement des territoires concernés par les quatre grands fleuves – Seine, Loire, Garonne, Rhône – il est possible d'avoir une chronologie d'étude plus longue, la disponibilité de données étant meilleure sur ces cours d'eau.

Depuis 1990, la variabilité interannuelle des flux est plus forte pour les territoires drainés par la Loire, la Seine et la Garonne. Ainsi, les flux de nitrate varient de 1 à 5 pour ces trois fleuves et de 1 à 2 pour le Rhône. Pour le phosphore, ils varient de 1 à 19 pour la Loire, de 1 à 8-9 pour la Seine et la Garonne et de 1 à 6 pour le Rhône.

Les quantités de nitrates apportées sont du même ordre pour la Seine, la Loire et le Rhône depuis quelques années alors que ni leurs débits ni les surfaces drainées ne sont comparables. Elles sont plus faibles pour la Garonne. On ne note aucune tendance sur la période étudiée.

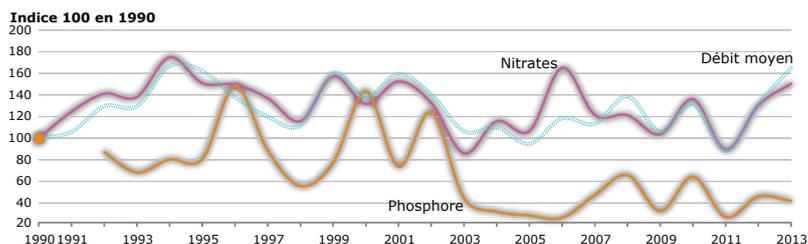
Pour le phosphore, les flux ont nettement baissé pour la Seine, la Loire et le Rhône. On ne note pas de tendance pour la Garonne. Sur ces dernières années, les flux sont du même ordre pour les quatre cours d'eau.

Figure 4 : évolution des flux à la mer de nutriments pour les quatre grands fleuves, « Main rivers »



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, Medde.
Traitements : RTrend® et SOEs.

Figure 5 : flux de nutriments et débit du Rhône



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.
Traitements : RTrend® et SOeS.

► Pour en savoir plus : présentation des territoires étudiés

Les territoires métropolitains, dont les exutoires correspondent aux espaces maritimes suivis dans le cadre des conventions Oskar et Medpol, représentent 520 000 km², soit 95 % de l'ensemble du territoire. Les 5 % restants correspondent à la frange nord-est de la métropole, dont les rivières poursuivent leur tracé en Belgique, en Allemagne et au Luxembourg, et qui n'est donc pas prise en compte.

Les territoires ayant la Manche et la mer du Nord comme exutoire couvrent 23 % de la zone d'étude, ceux de l'Atlantique 51 % et la Méditerranée 26 %.

Tableau 2 : données de cadrage sur les territoires pris en compte

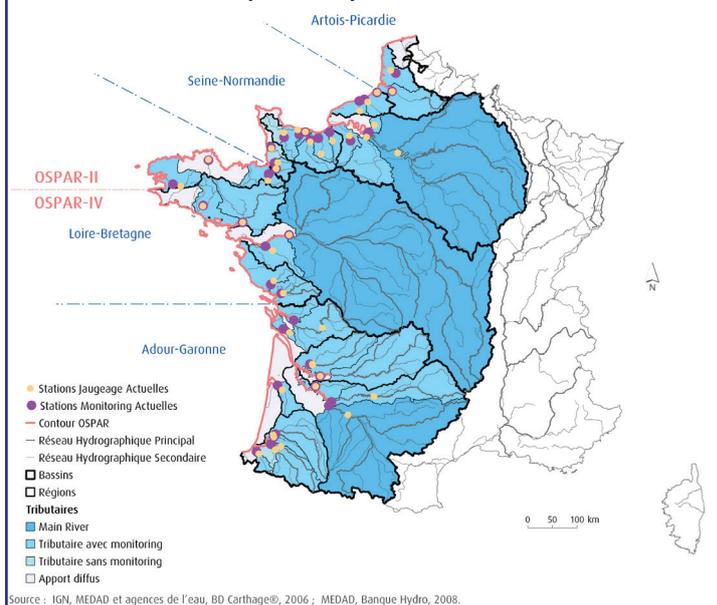
	Territoires suivis dans le cadre d'Oskar et Medpol								Métropole	Part des territoires suivis	
	Manche/mer du Nord		Atlantique		Méditerranée		Total				
	Total	Part, en %	Total	Part, en %	Total	Part, en %	Total	Part, en %			
Surface, en milliers de km ²	119,1	22,9	263,0	50,6	137,5	26,5	519,7	100,0	549,4	94,6	
Population, en millions d'habitants	20,1	39,3	17,2	33,6	13,9	27,1	51,2	100,0	63,2	81,0	
Densité de population, hab./km ²		169		65		101		99	115	ND	
Occupation du sol, en %	Zones artificialisées		4,9		2,8		3,9		3,7	5,1	ND
	Territoires agricoles		75,1		68,7		37,7		62,1	59,8	ND
	Forêts et milieux semi-naturels		19,0		27,3		56,2		33,0	34	ND
	Zones humides		0,5		0,4		0,5		0,4	0,5	ND
	Surfaces en eau		0,5		0,5		1,1		0,7	0,7	ND
Surfaces en eau		100,0		100,0		100,0		100,0	100,0	0,7	ND

UE-SOeS CORINE Land Cover, 2000 - Insee, RP 2000.
Traitements : SOeS.

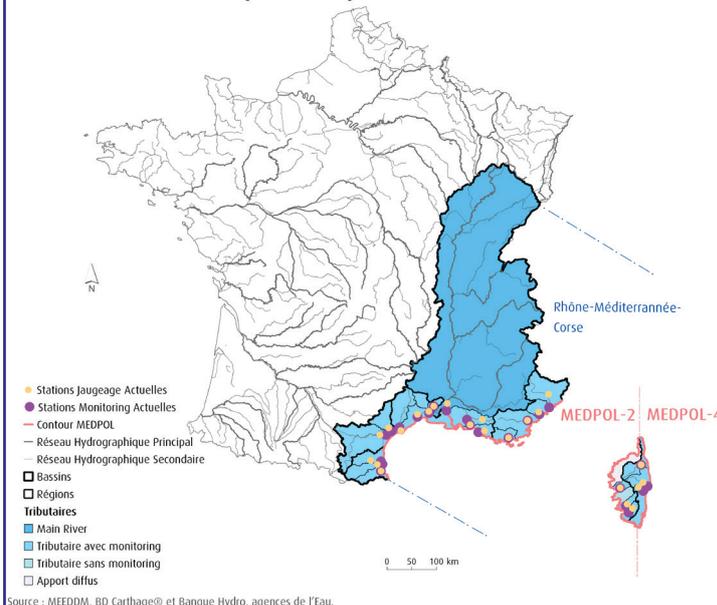
Les densités de population et la part des territoires artificialisés sont plus fortes pour les territoires dont les exutoires sont la Manche - mer du Nord (bassin parisien, vallée de la Seine) et la Méditerranée (vallée du Rhône, littoral de la région Paca...). L'agriculture domine dans les territoires suivis dans le cadre d'Oskar. Ce sont les forêts et espaces semi-naturels pour Medpol.

Figure 6 : localisation des territoires pris en compte

Localisation des territoires pris en compte dans le cadre de la convention OSPAR



Localisation des territoires pris en compte dans le cadre de la convention MEDPOL



► Informations sur la réalisation de cette fiche

• CONTEXTE

Les rivières, les estuaires, les mers côtières et les abysses forment un continuum écologique où les polluants transitent. De nombreuses activités humaines terrestres et maritimes ont un impact plus ou moins direct sur la qualité du milieu marin. Elles sont situées :

- sur l'ensemble du territoire du fait des apports par les fleuves : nitrates, phosphates, métaux lourds... ;
- dans les territoires proches du rivage par apports directs, diffus ou ponctuels : lessivage des terres agricoles, rejets urbains et émissaires industriels... ;
- en mer : dégazages, perte de marchandises, accidents, dragages...

D'après le Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE), plus de 80 % de la pollution des mers proviennent de la terre via les fleuves ou par ruissellement et déversement à partir des zones côtières.

C'est donc pour beaucoup très en amont du littoral que se détermine une part importante de la qualité des milieux côtiers et de la haute-mer. Il est donc très intéressant de pouvoir quantifier les flux de polluants à la mer à partir de l'ensemble du territoire concerné.

• DÉFINITION

Depuis plusieurs années, la France mène tous les ans des évaluations des flux de polluants à la mer via les cours d'eau au titre des conventions Oskar pour la Manche, la mer du Nord et l'Atlantique (programme *Riverine Input Discharges*), et Medpol pour le pourtour méditerranéen. La commission Oskar met à disposition un logiciel de calcul des flux, *RTrend®*, sur lequel s'appuient les résultats présentés ici. Comme la convention Medpol n'a pas spécifié de méthodologie, les préconisations Oskar sont étendues au bassin méditerranéen.

Les flux sont calculés sur la partie dissoute des polluants et non sur leur forme particulière. Les estimations peuvent être limitées par le nombre parfois restreint d'analyses et par le fait que les épisodes de crue, pouvant transférer d'importantes quantités de polluants, sont peu couverts. Les flux calculés ne peuvent donc pas être rigoureusement considérés comme les flux réels.

Trois types de cours d'eau sont distingués : les fleuves principaux (*main rivers*), les cours d'eau secondaires ou tributaires et les zones d'apport diffus qui ne sont pas drainées par un cours d'eau significatif (voir cartes page 4). Sur chacun des cours d'eau, des stations de surveillance et de débit sont choisies de manière à disposer des chroniques les plus longues possibles.



Plusieurs flux sont estimés : azote (nitrate, ammonium, azote total), phosphore (orthophosphates, phosphore total), matières en suspension, plusieurs métaux lourds et lindane. Seuls les deux principaux flux, nitrates et phosphore total, pour lesquels les estimations sont les plus complètes, sont étudiés ici.

L'ensemble des données utilisées pour le calcul des flux sont produites par le Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations (Schapi), les directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, les agences de l'Eau et quelques collectivités locales.

Les tendances à long terme des différents flux estimés sont étudiées au regard du test non paramétrique de Mann-Kendall qui permet de dire de manière objective si une hausse ou une baisse se dessine de manière significative.

• Type d'indicateur : indicateur de pression

• Objectifs

L'objectif de cet indicateur est de connaître l'évolution des flux de nitrates et de phosphore à la mer depuis une dizaine d'année. Peut-on définir des tendances significatives par polluant ou par territoire ? Y a-t-il des façades pour lesquelles les flux sont plus importants ? Cet indicateur est très intéressant puisqu'il permet d'estimer les apports de polluants dans les eaux marines. Ces polluants se dispersent ensuite dans le milieu marin en fonction des conditions (marées, courants) et sont à l'origine des concentrations en mer et dans le vivant.

• Champ géographique

Ensemble des territoires métropolitains dont les exutoires correspondent aux espaces maritimes suivis dans le cadre des conventions Oskar, en Manche – mer du Nord – Atlantique, et Medpol en Méditerranée. Cela couvre 95 % du territoire métropolitain.

• **Source : Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, SOeS.**

• **Rédacteur : Service de l'Observation et des Statistiques**

• **Date de rédaction : octobre 2015, version 2**