

# EVOLUTION 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. Ils sont principalement d'origine agricole. En moyenne, de 1999 à 2011, 570 000 tonnes sont apportées annuellement en mer à partir du territoire métropolitain. Cela représente 10 kg/ha/an. Ces flux peuvent varier nettement d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie. En revanche, on ne note pas d'évolution significative sur le long terme. Sur la période étudiée, la façade atlantique a reçu 50 % des flux de nitrates, le littoral de Manche - mer du Nord 33 % et la Méditerranée 17 %. En rapportant ces flux aux surfaces des territoires concernés, les flux sont plus importants en Manche - mer du Nord (15 kg/ha/an). Excepté pour la Manche - mer du Nord, où l'on constate une légère tendance significative à la baisse, on ne constate aucune tendance claire pour les deux autres façades.

Les flux de phosphore proviennent surtout des eaux usées urbaines et, dans une moindre mesure, des usages agricoles. De 1999 à 2011, ils ont représenté, en moyenne, 22 000 tonnes/an, soit 0,4 kg/ha/an. On constate une baisse significative des flux sur la période étudiée où ils ont été environ divisés par 4. Ceci s'explique surtout par une amélioration des performances des stations d'épuration et un meilleur taux de raccordement du bâti. Depuis 1999, la façade atlantique a reçu 43 % des flux totaux, la Manche - mer du Nord 26 % et la Méditerranée 31 %. Rapportés à la surface des territoires, les flux sont un peu plus importants pour les deux premières façades avec 0,5 kg/ha/an. La nette diminution des flux de phosphore est très 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**

	Flux d'azote liés aux nitrates, en milliers de tonnes				Flux de phosphore, en milliers de tonnes			
	Manche - mer du Nord	Atlantique	Méditerranée	Ensemble	Manche - mer du Nord	Atlantique	Méditerranée	Ensemble
1999	238,8	476,9	112,3	828,0	ND	ND	ND	ND
2000	280,6	522,5	102,3	905,5	14,3	22,0	14,8	51,1
2001	ND	447,1	109,2	ND	ND	19,6	8,6	ND
2002	231,8	272,3	95,3	599,4	8,8	15,3	13,0	37,1
2003	189,2	248,5	68,6	506,3	6,7	13,5	6,0	26,2
2004	164,3	331,4	84,7	580,5	5,7	10,6	4,3	20,6
2005	122,0	153,5	81,9	357,4	4,0	4,5	3,9	12,4
2006	153,5	273,1	116,9	543,5	4,0	6,5	5,2	15,6
2007	204,6	291,2	81,0	576,8	5,9	9,7	5,8	21,4
2008	193,6	327,8	89,1	610,5	3,9	8,4	7,5	19,9
2009	145,1	247,8	80,6	473,6	3,0	6,1	4,7	13,8
2010	157,1	276,0	98,4	531,5	3,3	7,0	7,0	17,4
2011	126,1	143,3	66,5	335,9	2,9	3,4	3,1	9,3
Moyenne	183,9	308,6	91,3	570,7	5,7	10,6	7,0	22,3

ND : non déterminé.

Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.

Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

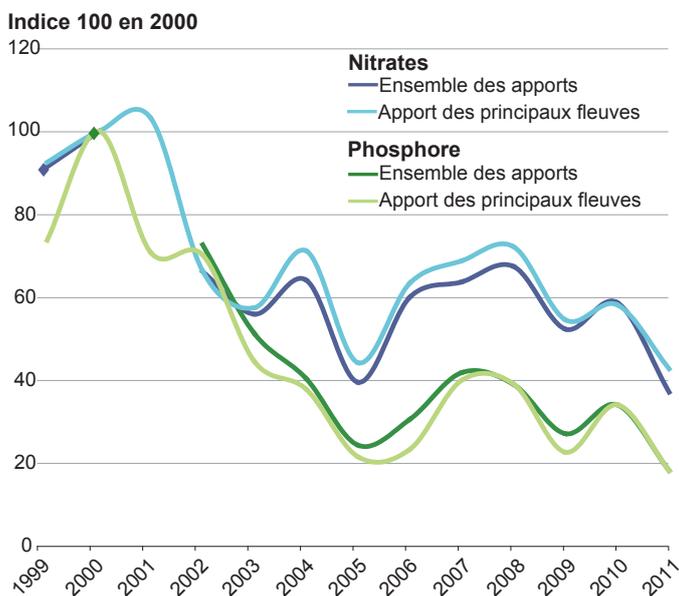
## ► Analyse globale

Deux formes d'azote arrivent en mer via les bassins versants et les fleuves : les nitrates, principalement issus de l'agriculture (lessivage des engrais minéraux et organiques), et l'ammonium, surtout d'origine domestique.

Les flux d'azote liés aux nitrates sont les plus importants. Entre 1999 et 2011, ils ont représenté, en moyenne, 570 000 tonnes par an, soit nettement plus que les flux liés à l'ammonium estimés à moins de 25 000 tonnes. En tenant compte des surfaces des territoires étudiés, les flux de nitrates représentent environ 10 kg par ha et par an sur la période étudiée. En 2007, le surplus d'azote apporté aux sols agricoles est estimé à 1,1 million de tonnes sur l'ensemble du territoire métropolitain (voir "Point sur" n°113 du SOeS).

Les flux d'azote liés aux nitrates ont nettement baissé de 1999 à 2003, -40 %. Ils semblent ensuite osciller autour de la valeur moyenne de 500 000 tonnes. Sur l'ensemble de la période étudiée, on ne peut pas distinguer de tendance claire à la hausse ou à la baisse. Ces flux annuels sont en effet fortement liés au débit des cours d'eau et à la pluviométrie, responsable du lessivage des sols. Les nettes baisses de la pluviométrie en 2003 et 2005 ont, par exemple, entraîné une baisse sensible des flux d'azote à la mer liés aux nitrates. A l'inverse, la pluviométrie a été très forte en 1999 et 2000, entraînant des flux élevés.

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



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

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 près de 22 000 tonnes de 1999 à 2011, soit 0,4 kg/ha/an. De 1999 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'assainissements collectifs et, certainement, par une moindre utilisation des engrais phosphatés en agriculture. Sur la période étudiée, la diminution des



flux est significative, elle est surtout importante entre 1999 et 2005.

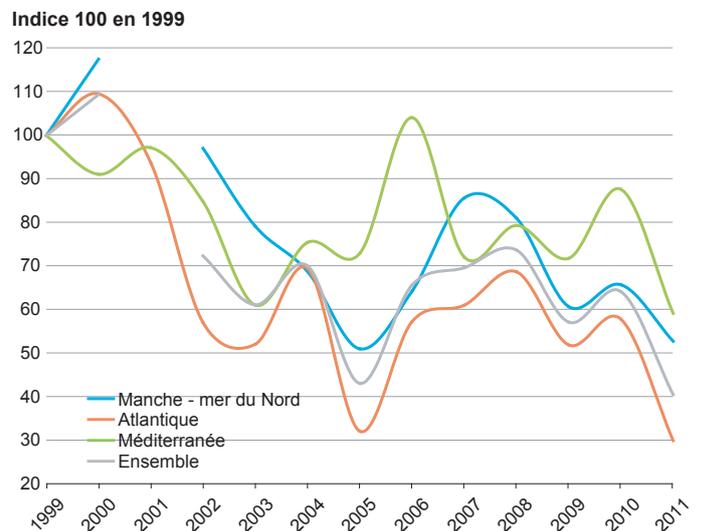
Les flux de nutriments sont fortement liés aux flux des quatre grands fleuves, indiquant qu'il n'y a pas de tendance spécifique pour les petits fleuves côtiers ou les apports diffus. Les bassins versants de la Seine, la Loire, le Rhône et la Garonne représentent 56 % du territoire métropolitain étudié. Ils transportent environ la moitié des flux totaux à la mer d'azote liés aux nitrates et 60 % pour le phosphore.

## ► Analyse par façade

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

De 1999 à 2011, la façade Atlantique a reçu, en moyenne annuelle, plus de 50 % des flux de nitrate, la façade Manche - mer du Nord environ un tiers et la Méditerranée près de 17 %. Rapportés à la surface des territoires concernés, les flux sont plus importants en Manche - mer du Nord (14 kg/ha/an) et en Atlantique (12) qu'en Méditerranée (7). Ceci s'explique par l'importance des terres agricoles, dont les terres arables, dans les deux premiers territoires.

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



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

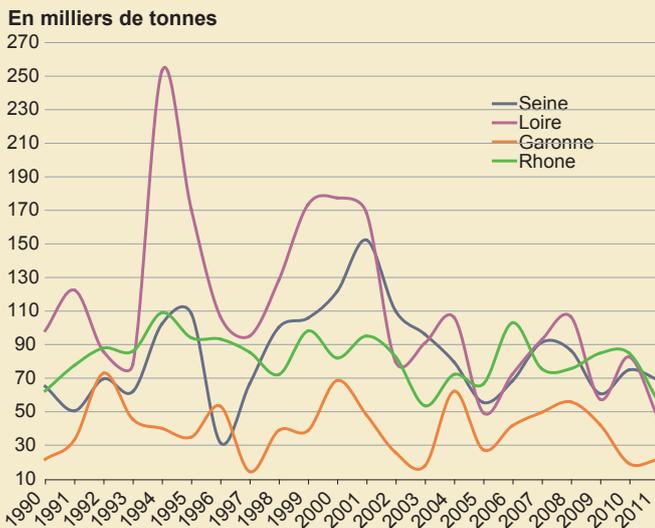
On constate de fortes variabilités interannuelles des flux de nitrates sur la période étudiée quelle que soit la façade. Ils sont tout de même tous plus faibles en 2011 qu'en 1999. Seule la diminution des flux de nitrates en Manche - mer du Nord est significative.



### 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 pour les principaux cours d'eau.

### Figure 3 : évolution des flux à la mer d'azote lié aux nitrates pour les quatre grands fleuves, « Main rivers »



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

La variabilité interannuelle des flux est nettement plus forte pour les territoires drainés par la Loire, la Seine et la Garonne. Elle est plus faible pour le Rhône. Ainsi, ils varient de 1 à 4 pour la Seine, 1 à 6 pour la Loire, 1 à 5 pour la Garonne et 1 à 2 pour le Rhône. On ne note aucune tendance d'évolution des flux sur chacun de ces quatre cours d'eau, dont les valeurs sont très liées aux précipitations et à leur débit moyen annuel. Les quantités apportées sont du même ordre depuis quelques années pour la Seine, la Loire et le Rhône alors que leurs débits ne sont pas comparables. Elles sont plus faibles pour la Garonne.

### Le cas des flux à la mer de phosphore

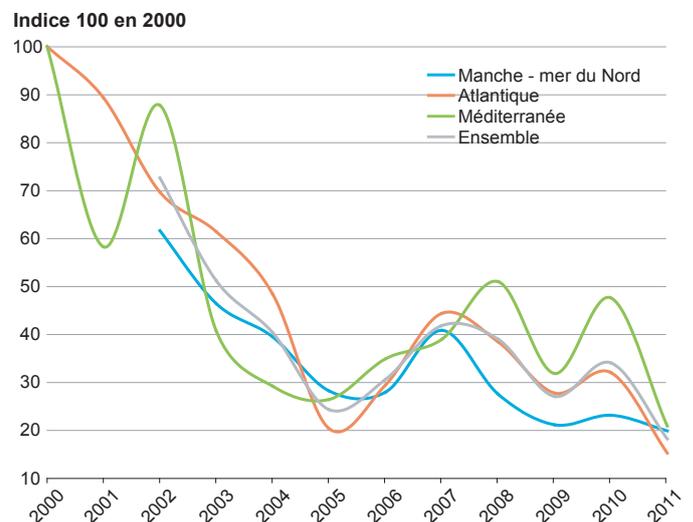
De 1999 à 2011, la façade atlantique a reçu 43 % des flux de phosphore, la façade Manche – mer du Nord 26 % et la Méditerranée 31 %.

Rapportés à la surface des territoires, les flux sont un peu plus importants en Manche – mer du Nord (0,5 kg/ha/an en moyenne) et en Méditerranée (0,5) que sur la façade Atlantique (0,4). Ceci s'explique par des densités de population et

des niveaux d'artificialisation plus élevés dans les territoires ayant la Manche, la mer du Nord et la Méditerranée comme exutoire.

Les flux annuels de phosphore ont sensiblement diminué sur les trois façades. Ils ont été divisés par 4 de 2000 à 2005. Ils semblent stagner depuis. La diminution est très significative pour la Manche - mer du Nord et pour l'Atlantique.

### Figure 4 : évolution des flux à la mer de phosphore total par façade



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).



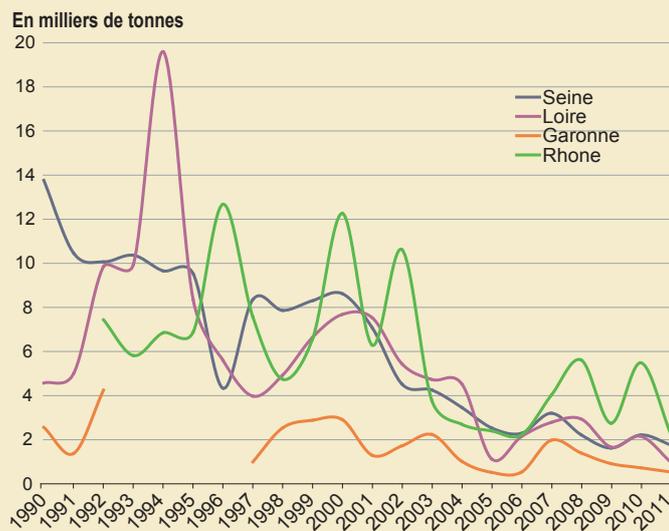
### Les flux liés aux quatre grands fleuves

Sur une chronique plus longue, l'évolution des flux est différente suivant les fleuves. La baisse est très significative et quasi continue depuis 1990 concernant la Seine, du fait d'une très nette amélioration de la performance des stations d'épuration sur un territoire très densément peuplé.

Depuis quelques années, le Rhône apporte le plus de phosphore à la mer, suivi par la Loire et la Seine. La Garonne apporte des quantités moindres.



**Figure 5 : évolution des flux à la mer de phosphore total pour les quatre grands fleuves « Main rivers »**



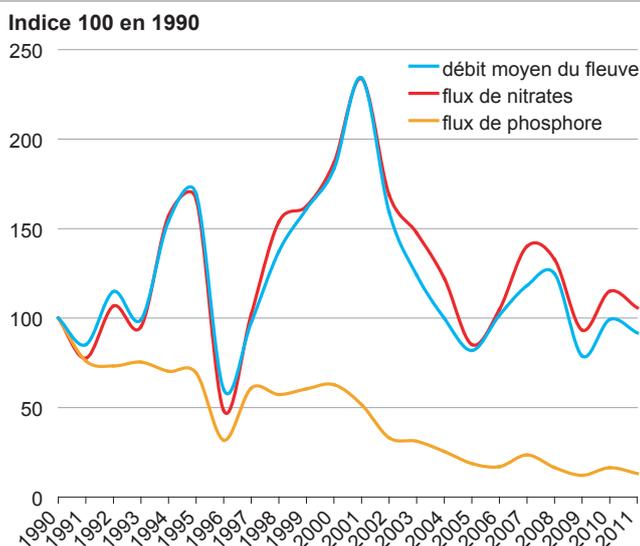
Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral)

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

Comme le montre la figure 6, il y a une très forte corrélation entre le débit moyen annuel de la Seine et les flux de nitrates à la mer à partir de son bassin.

Concernant les flux de phosphore, la corrélation est nettement moins importante. Ces flux diminuent très nettement sur la période étudiée quel que soit le débit. On note par ailleurs un décrochement des flux dès 2000 du fait de la mise en service d'une importante station d'épuration, en région parisienne, à Achères.

**Figure 6 : flux de nutriments et débit de la Seine**



Agences de l'Eau-Schapi, banque Hydro, 2012, SOeS.  
Traitements : RTrend® et SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

► 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 km<sup>2</sup>, soit 95 % de l'ensemble du territoire. La frange nord-est de la métropole, dont les rivières poursuivent leur tracé en Belgique, en Allemagne et au Luxembourg, n'est 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 %.

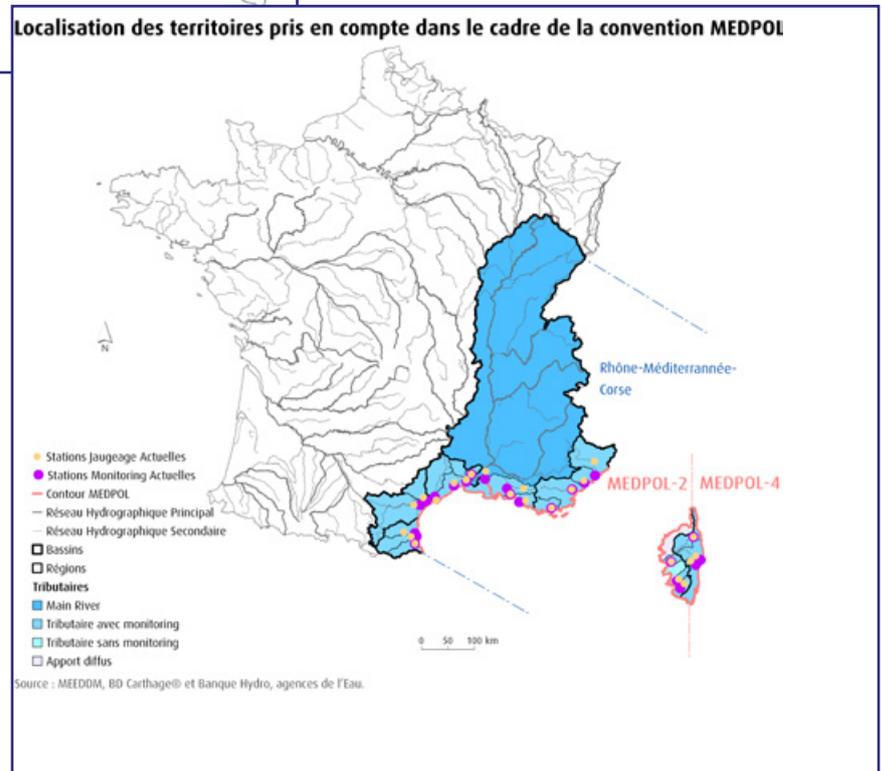
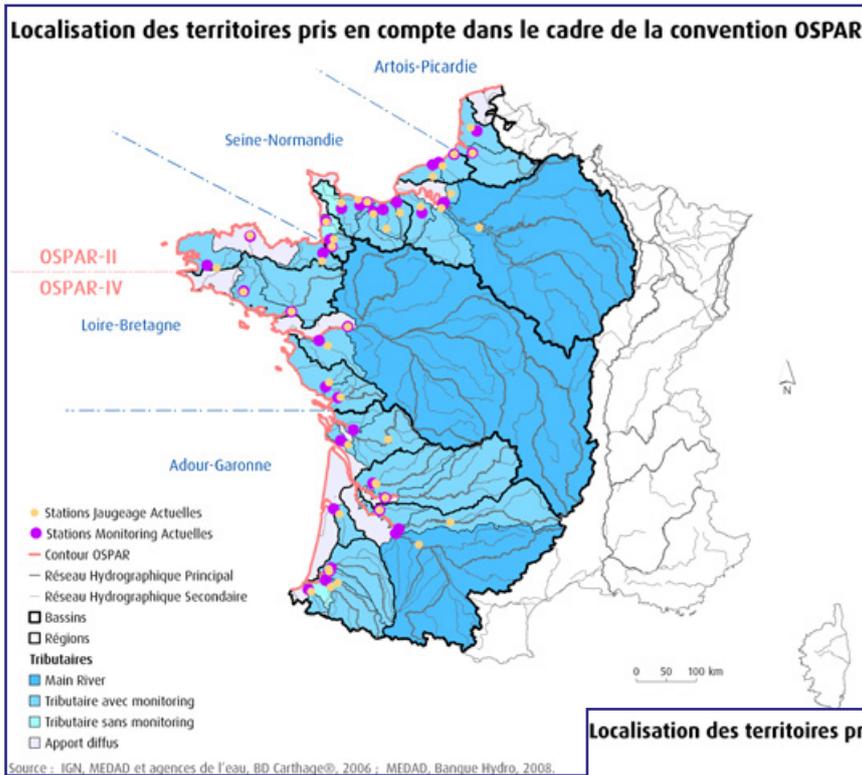
Les densités de population et la part des territoires artificialisés sont plus fortes pour les territoires dont les exutoires sont la Manche – mer du Nord (bassin parisien, vallée de la Seine) et la Méditerranée (vallée du Rhône, littoral de la région Paca...). L'agriculture domine dans les territoires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

**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 (km <sup>2</sup> )	119 120	22,9	263 041	50,6	137 537	26,5	519 698	100,0	549 434	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 <sup>2</sup> )	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		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		0,7	ND

UE-SOeS CORINE Land Cover, 2000 – Insee, RP 2000.  
Traitements : SOeS (Observatoire national de la mer et du littoral).

Figure 7 : localisation des territoires pris en compte



## ► 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 carte 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 : janvier 2013**