

**PRE**

**SIONS**

**ET**

**MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE**

**IM**

**PACTS**

# PRESSIONS ET IMPACTS

## MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

JUIN 2012

# PRESSIONS CHIMIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

## Contamination par des substances dangereuses

Analyse des sources directes et chroniques  
en substances dangereuses vers le milieu aquatique

Pierre Boissery,  
Amandine Marqué,  
Hélène Giot,  
Céline Lagarrigue  
(Agence de l'eau Rhône-Méditerranée & Corse, Marseille).



**D'usage très répandu dans notre société moderne, les substances chimiques ont une origine naturelle – sels minéraux, hydrocarbures, métaux lourds – ou synthétique – solvants, plastifiants, cosmétiques, détergents, médicaments, phytosanitaires, polychlorobiphényles (PCB).**

Chaque année, des milliers de nouvelles molécules font leur apparition sur le marché, s'ajoutant aux dizaines de milliers déjà existantes.

Certaines d'entre elles sont considérées comme dangereuses du fait de leurs propriétés ou de celles de leurs métabolites : action toxique à faible ou très faible dose, persistance et bioaccumulation, effet à long terme, etc. Elles ont des effets dommageables pour la faune, la flore et la santé humaine et contribuent à l'appauvrissement des écosystèmes aquatiques, notamment des milieux estuariens, littoraux et marins, qui constituent le réceptacle de toutes les eaux continentales.

Comme le représente la figure 1, à peu près toutes les activités humaines sont à l'origine d'émissions de substances dangereuses, dont l'importance est fonction du degré

d'anthropisation des territoires considérés. Leur transfert d'un compartiment à l'autre de l'environnement se fait selon des processus physiques, biochimiques ou biologiques complexes et encore mal connus, où interviennent entre autres les propriétés intrinsèques de chaque substance – volatile, soluble, lipophile, etc. –, le contexte local, urbain ou rural, l'existence ou non de traitement de réduction, les conditions hydrologiques, hydrogéologiques et climatiques, etc. Aux sources ponctuelles, les plus faciles à évaluer et à maîtriser, s'ajoutent des sources diffuses sur lesquelles agissent de nombreux facteurs, tels que le ruissellement, le transport atmosphérique, les interactions air-sol-sous-sol. Certaines de ces sources constituent des stocks de contamination potentiellement mobilisables et actifs sur le long terme, dont la connaissance est encore très lacunaire.

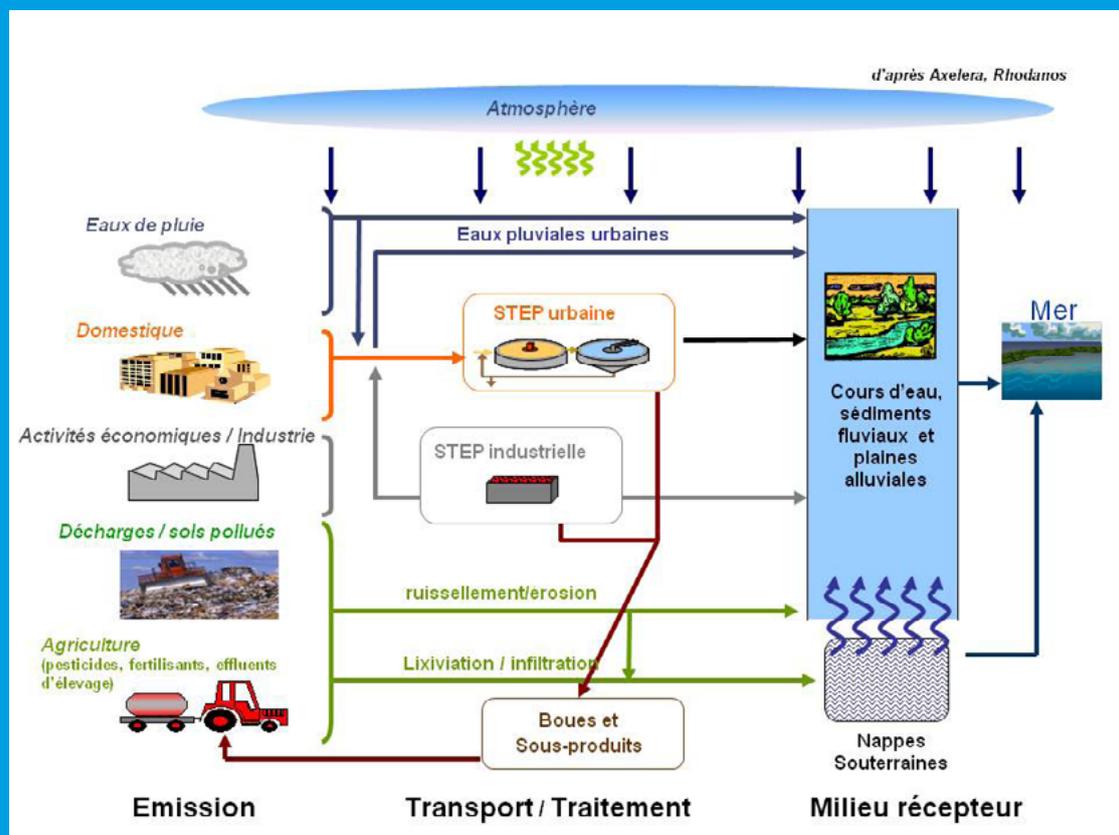


Figure 1 : Principales sources et voies de transferts des substances chimiques (Sources : MEDDE, 2011).

## 1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

De nombreux textes européens réglementent la classification, la mise sur le marché, l'usage, les rejets et la surveillance dans les milieux de ces substances. Celles considérées comme dangereuses sont visées plus particulièrement par :

- la directive 2006/11/CE du 15 février 2006 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique, qui cible 150 substances dangereuses réparties en 2 listes, pour lesquelles il faut supprimer la pollution (liste 1) ou réduire la pollution (liste 2) ;
- la directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE du 23 octobre 2008 (DCE), qui vise 33 substances prioritaires auxquelles s'ajoutent 8 substances de la liste 1 précédente. L'objectif de la DCE est la réduction des rejets d'ici 2015 et pour les substances classées prioritaires dangereuses, leur suppression d'ici 2020. Le dispositif combine la fixation à la source de valeurs limites d'émission (VLE) et celles de normes de qualité environnementale (NQE) à respecter dans les milieux aquatiques (directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008) et utilisées pour la caractérisation de l'état chimique des eaux. La DCE impose en outre l'atteinte du bon état chimique des masses d'eaux, y compris côtières, d'ici 2015 ou en cas de dérogation pour 2021 ou 2027 ;
- ces textes sont déclinés au niveau national, notamment dans le cadre du plan national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses, qui couvrait la période 2010-2013, et le plan national santé-environnement. Par ailleurs, certains Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) ont établi des listes complémentaires de substances pertinentes, notamment pour répondre aux objectifs du Grenelle de l'environnement.

## 2. MÉTHODOLOGIE

L'analyse des sources en contaminants « substances dangereuses » dans la sous-région marine est basée sur les éléments suivants :

- la synthèse des données existantes pour les métaux lourds et les molécules organiques, etc. Il convient toutefois de préciser dès à présent que ces données sont partielles pour les différents types d'apports étudiés ;
- la caractérisation des flux pour les sources constituées par les rejets directs à la mer des stations d'épuration urbaines (STEP), les rejets directs à la mer des industries, les apports générés par les activités portuaires de plaisance, les apports des bassins versants de proximité, les apports du Rhône et les apports des principaux cours d'eau côtiers se déversant dans la mer Méditerranée ;
- pour caractériser les apports en toxiques, l'indice METOX a été utilisé. Il considère et additionne individuellement des valeurs estimées pour huit polluants majeurs et non biodégradables que sont l'arsenic et sept métaux lourds : mercure, cadmium, plomb, nickel, cuivre, chrome et zinc. Par ailleurs, les résultats de la campagne « recherche et réduction des rejets de substances dangereuses dans l'eau » pour les installations classées et les stations d'épuration (RSDE1 – données 2009 & 2010) ont été également utilisés, tout comme ceux du programme de recherche METROC sur les apports à la mer de la métropole marseillaise.

Quand cela a été possible – c'est-à-dire quand le nombre de données a été suffisant – une estimation des tendances observées au cours des dernières années a été représentée.

Les données utilisées proviennent pour une grande partie des bases de données de l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, parmi lesquelles les bases de données sur les redevances pollution – année 2009, et des réseaux de surveillance des bassins dont les réseaux de la DCE (années 2006 et 2009).

Elles sont présentées à l'échelle de la sous-région marine sauf quand une approche plus fine a été jugée pertinente. Dans ce cas, elle est développée pour les items concernés afin d'avoir une approche plus discriminante des zones côtières.

### 3. REJETS DIRECTS EN MER DES STATIONS D'ÉPURATION URBAINES

#### 3.1. ÉVALUATION DES APPORTS DIRECTS À LA MER BASÉE SUR LES DONNÉES REDEVANCE DE L'AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET CORSE

Le nombre de stations d'épuration rejetant directement en mer est de 60. Elles sont 254 dans le bassin versant de proximité de la zone littorale. La quantité rejetée de pollution en mer équivaut à 1,4 million Équivalent Habitant (EH), dont 79 % sont rejetés en mer par les grosses agglomérations méditerranéennes : Montpellier, Marseille, Toulon, Cannes, Nice, etc. 46 % des eaux usées arrivant dans ces stations rejetant directement en mer sont traitées. Le taux de collecte des eaux usées transférées aux stations d'épuration est de 86 %, avec toutefois de fortes disparités entre les collectivités. Tous les rejets directs en mer se font *via* des émissaires sauf pour deux rejets, ceux de Marseille et de La Ciotat.

Les flux en METOX apportés à la mer par les stations d'épuration ont été estimés en 2010 à 5,13 t.

#### 3.2. ÉVALUATION DES APPORTS DES STATIONS D'ÉPURATION URBAINES DE LA ZONE LITTORALE : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE RSDE1

Le nombre de rejets de station d'épuration littorale ayant fait l'objet de mesures au titre de la campagne RSDE1 a été limité. Cela a toutefois concerné les plus grosses stations d'épuration urbaines comme celles de Marseille, Toulon, Nice, Cannes, Montpellier, etc.

La figure 2 présente les résultats obtenus en  $\text{t}\cdot\text{an}^{-1}$  de contaminants pour les rejets urbains étudiés dans la campagne RSDE1 présentant un rejet direct.

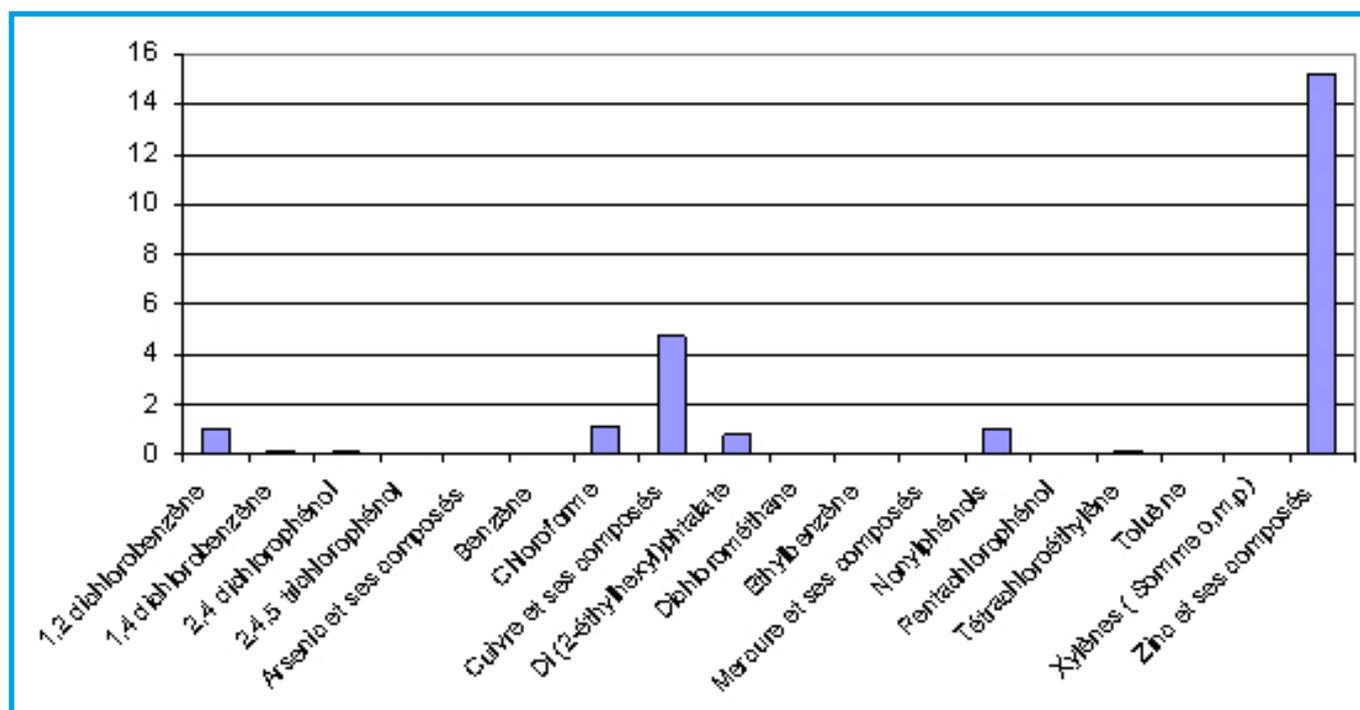


Figure 2 : Rejets en contaminants par les STEP de la zone littorale, en  $\text{t}\cdot\text{an}^{-1}$  (Sources : campagne RSDE1, données 2009 – 2010).

Les principaux apports portent sur les éléments métalliques « classiques » comme le cuivre et ses composés et le zinc et ses composés. Les dérivés du benzène, le chloroforme, les phtalates et les nonylphénols sont mis en évidence mais à un second niveau (sources industrielles principalement).

## 4. LES REJETS DIRECTS EN MER DES INDUSTRIES

### 4.1. ÉVALUATION DES APPORTS DIRECTS À LA MER BASÉE SUR LES DONNÉES REDEVANCE DE L'AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MÉDITERRANÉE ET CORSE

Le nombre de rejets industriels directs en mer est de 12 pour l'ensemble du littoral méditerranéen. La plupart de ces rejets se situent dans le département des Bouches-du-Rhône. Dans ce département, un rejet est à souligner plus particulièrement : celui de l'industrie Rio Tinto Alcan, qui contribue à la quasi-totalité des apports à la mer pour le volet industriel. Il constitue le plus gros rejet industriel actuel en Méditerranée occidentale.

Les flux en METOX d'origine industrielle, apportés à la mer ont été estimés en 2010 à 189,29 t.

### 4.2. ÉVALUATION DES APPORTS DES INDUSTRIES DE LA ZONE LITTORALE : RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE RSDE 1

La campagne nationale de caractérisation des contaminants rejetés par les industries, soit directement en mer, soit indirectement par un raccordement à un réseau d'assainissement aboutissant en mer après passage par une station d'épuration, a été réalisée en 2009 – 2010. Le nombre d'industries concernées par cette campagne pour la zone littorale est de 34. Le nombre de rejets industriels rejetant directement en mer et caractérisés lors de cette campagne est de 8. Ils sont tous localisés dans le département des Bouches-du-Rhône, soit dans le golfe de Fos, soit dans la rade de Marseille.

La figure 3 présente les résultats obtenus en  $t \cdot an^{-1}$  de contaminants pour l'ensemble des rejets industriels étudiés dans la campagne RSDE1 présentant un rejet direct en mer par émissaire ou indirect *via* le système d'assainissement urbain.

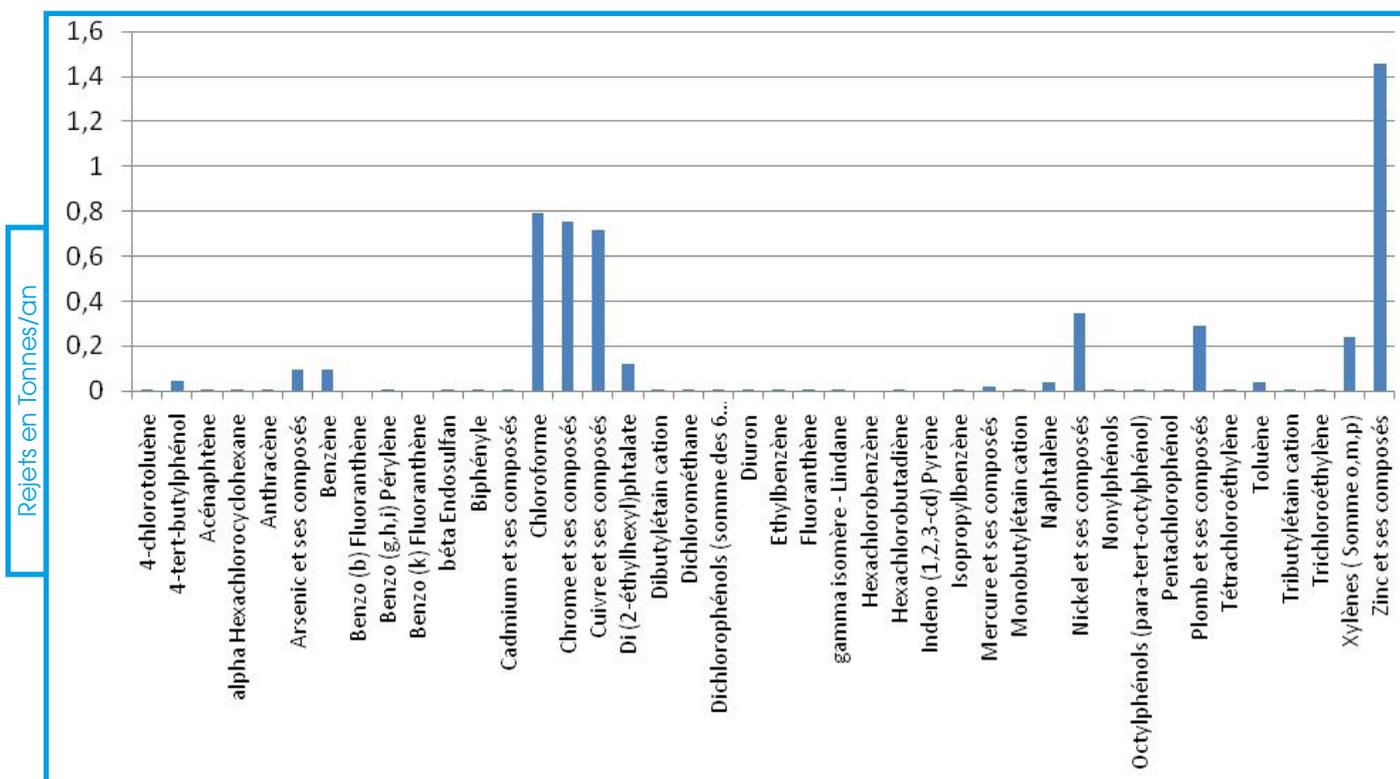


Figure 3 : Rejets en contaminants par les industries de la zone littorale, en  $t \cdot an^{-1}$  (Sources : campagne RSDE1, données 2009 – 2010).

Les quantités rejetées sont très faibles pour les molécules organiques, excepté pour le chloroforme utilisé dans l'industrie chimique, parachimique, et agroalimentaire. Elles sont plus importantes pour les contaminants métalliques : arsenic, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc et leurs différents composés. Les valeurs restent toutefois bien inférieures à l'estimation des flux pour les autres sources. Les industries concernées sont la métallurgie, la chimie et parachimie et l'industrie pétrolière.

## 5. ESTIMATION DES APPORTS GÉNÉRÉS PAR LES ACTIVITÉS PORTUAIRES DE PLAISANCE

L'estimation des apports à la mer provenant de l'activité de plaisance a été réalisée à partir de l'équivalent pollution plaisance défini lors des travaux d'élaboration du SDAGE de 1996 et du nombre d'anneaux actualisé (données 2010) des ports de plaisance de Méditerranée occidentale. Le nombre de ports concernés est de 137. Il intègre les petits ports à l'embouchure des cours d'eau côtiers et des quelques plans d'eau littoraux communiquant avec la mer. Contrairement à d'autres sources pour lesquelles il existe des données mesurées, il s'agit ici d'une estimation générale. L'objectif est de replacer dans le contexte général cette source de pollution des eaux souvent dénoncée comme une pollution principale.

La figure 4 présente les résultats de l'ensemble des apports estimés par l'activité plaisance par référentiel « zone homogène ». La région PACA est le secteur du littoral méditerranéen le plus concerné. Les ordres de grandeur de ces flux sont comparables à ceux des rejets de stations d'épuration, mais bien inférieurs aux autres sources d'apports.

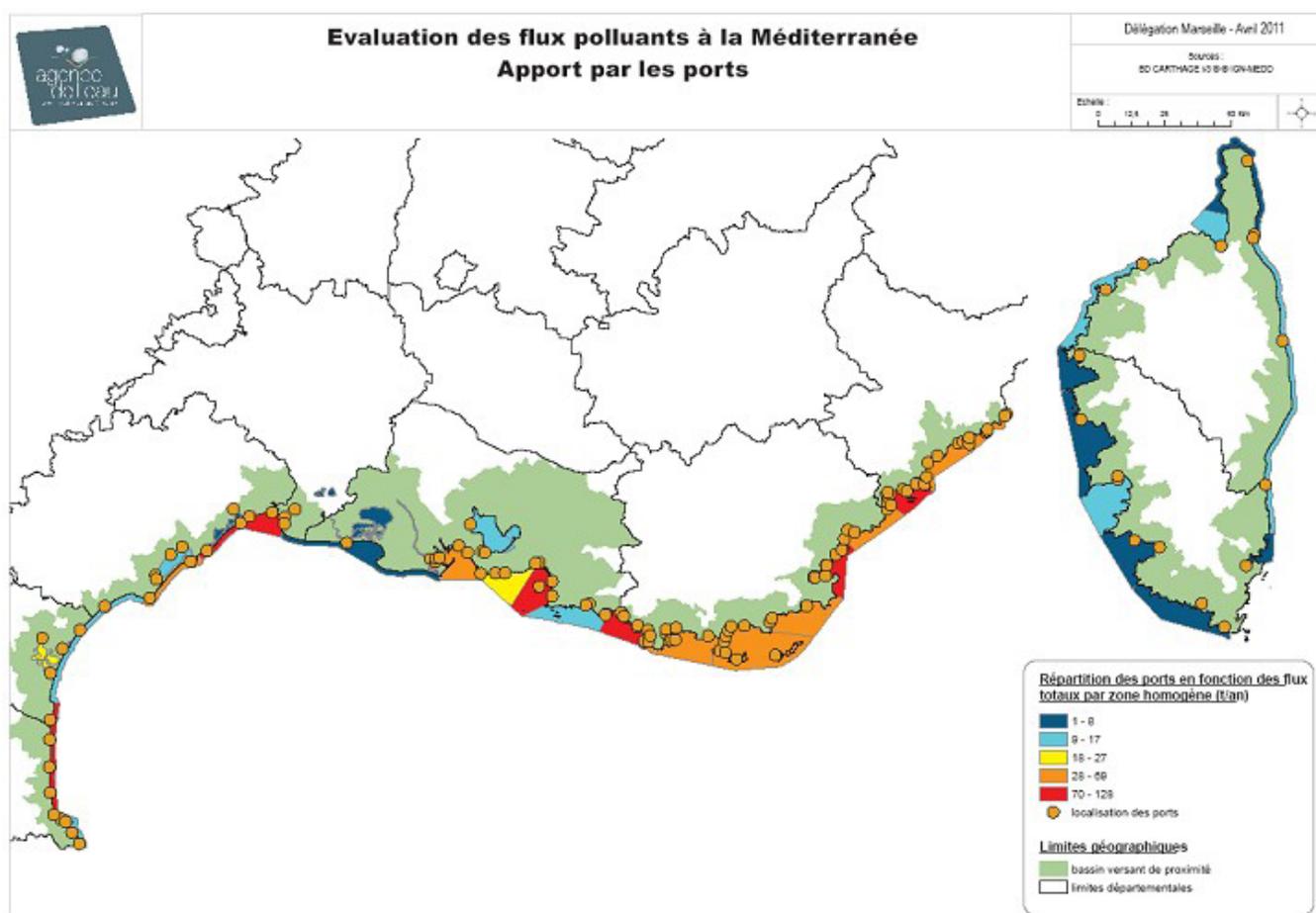


Figure 4 : Évaluation des apports en METOX par les ports (Sources : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, 2011).

Les flux en METOX apportés à la mer par les ports ont été estimés en 2010 à 5,43 t soit un peu plus que ceux estimés pour les rejets de stations d'épuration.

## 6. ESTIMATION DES APPORTS DES BASSINS VERSANTS DE PROXIMITÉ

Les bassins versants de proximité correspondent à la partie terrestre des zones homogènes, unités de gestion de l'espace littoral et marin telles que définies dans le SDAGE. Cette estimation est basée sur l'utilisation des données de Corine Land Cover et des rejets domestiques et industriels situés dans le bassin versant de proximité et ne se déversant pas directement dans la mer. Pour chaque type de sol – tissu urbain continu, réseaux routiers, vergers, etc. –, une estimation des apports est utilisée pour caractériser le bassin versant de proximité.

L'estimation de ces apports prend en compte la totalité des sources dans le bassin versant : la pollution diffuse d'origine agricole et pluviale, les rejets industriels et les stations d'épuration urbaines ne rejetant pas directement en mer.

Le flux en METOX apporté à la mer par les bassins versants de proximité a été estimé en 2010 à 1 044,01 t.

Parmi les éléments constituant le METOX, les apports en plomb des bassins versants représentent 98,2 t·an<sup>-1</sup> et les apports en zinc sont estimés à 85,1 t·an<sup>-1</sup>.

## 7. APPORTS DU RHÔNE

L'évaluation des flux du Rhône à la mer tout comme la qualité chimique du fleuve Rhône ont toujours été des sujets de préoccupation. Leur connaissance est très aboutie, notamment grâce aux travaux liés à la station permanente du suivi du Rhône en Arles (station SORA – IRSN, Centre d'océanologie de Marseille, Ifremer et Agence de l'eau) et au réseau de contrôle de surveillance de la DCE. La dernière estimation de ces flux est récente. Elle s'appuie sur les données 2008 et 2009.

La figure 5 présente l'estimation des flux par famille chimique (années 2008 & 2009).

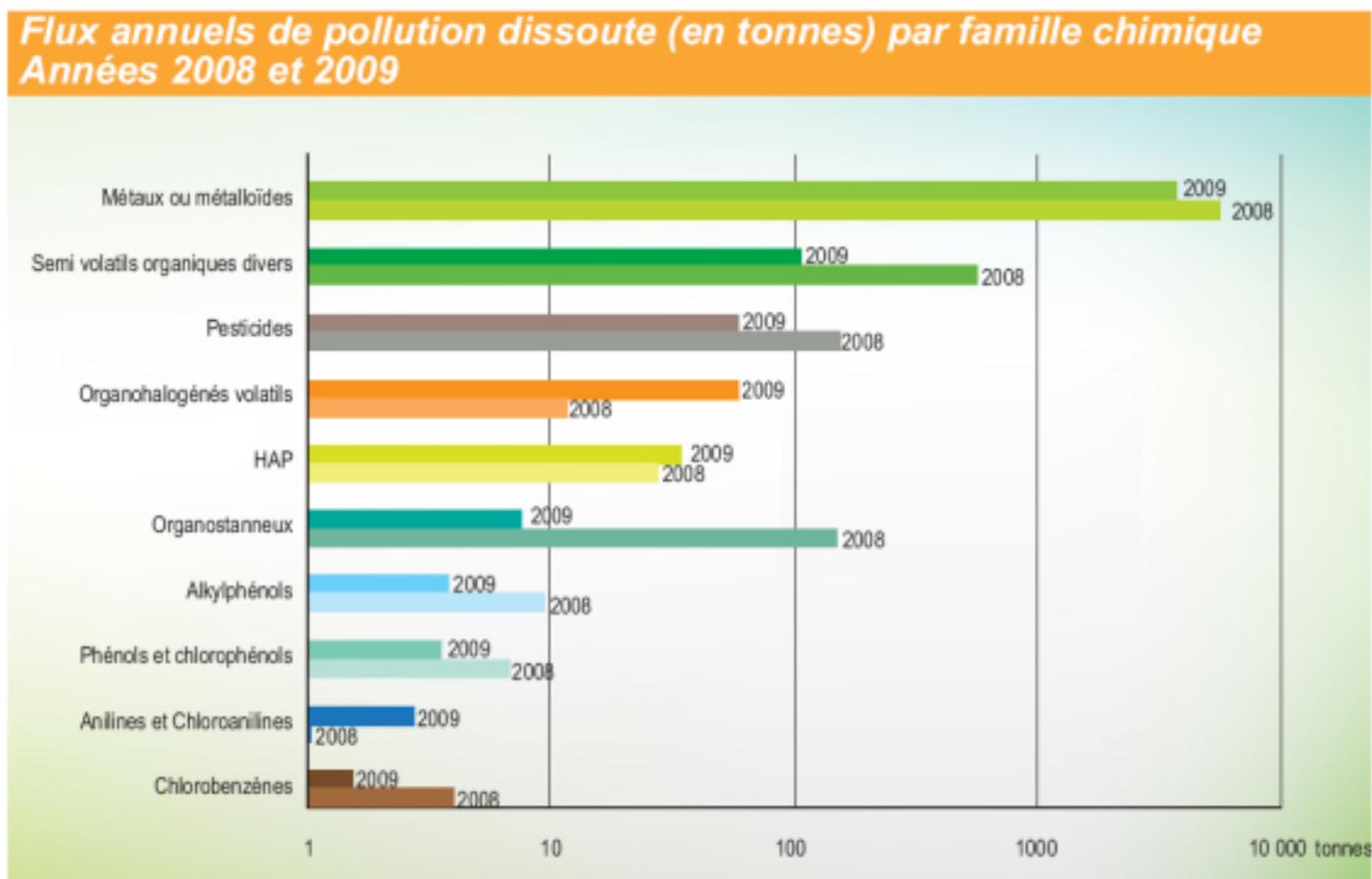


Figure 5 : Apports fluviaux du Rhône par famille chimique (Sources : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, 2011).

Pour les deux années, les flux les plus importants concernent la famille chimique des métaux et métalloïdes tant pour les flux de pollution dissoute (> 85 % soit 9 150 tonnes) que particulaire (> 99 % soit environ 27 000 tonnes). La majorité d'entre eux sont naturellement présents dans l'environnement, comme le titane et le baryum qui représentent pour la période 2008 – 2009, 40 % des flux dissous et 85 % des flux particuliers.

Parmi l'ensemble des substances, il convient d'évoquer les flux de PCB. Ils représentent 0,002 % des flux particuliers avec près de 0,4 t sur la période 2008 – 2009. Les flux annuels particuliers à la mer portent sur 731 t·an<sup>-1</sup> pour le zinc, 481 t·an<sup>-1</sup> pour le chrome, 219 t·an<sup>-1</sup> pour le plomb, 204 t·an<sup>-1</sup> pour le cuivre et 99 t·an<sup>-1</sup>

pour l'arsenic. Les flux semi-volatils organiques divers liés à la quantification des DEHP portent sur 8 t-an<sup>-1</sup> (95 % des flux dissous et particulaires de cette famille chimique). Les flux de pesticides représentent 2 % des flux dissous soit près de 210 tonnes.

Le flux en METOX apportés par le Rhône a été estimé en 2010 à **6 678,43 t**.

## 8. APPORTS DES PRINCIPAUX COURS D'EAU CÔTIERS

Le fonctionnement hydraulique intermittent des cours d'eau côtiers méditerranéens rend difficile une évaluation précise des flux d'apports à la mer.

La méthodologie utilisée pour les apprécier s'appuie sur l'utilisation d'une application informatique basée sur le fonctionnement de cours d'eau côtier permanents et des données acquises par les réseaux de surveillance, dont les réseaux de la DCE.

Le flux en METOX apportés par les 12 principaux cours d'eau côtiers a été estimé en 2010 à **1 947,38 t**.

## 9. ANALYSE COMPARÉE DE TOUS LES APPORTS

Les données permettant de comparer l'ensemble de ces apports pour tous les contaminants n'existent pas. Le seul référentiel permettant de comparer les différentes sources reste le METOX.

Sur ces bases, la hiérarchisation de ces sources à l'échelle de la sous-région marine est donnée dans la figure 6.

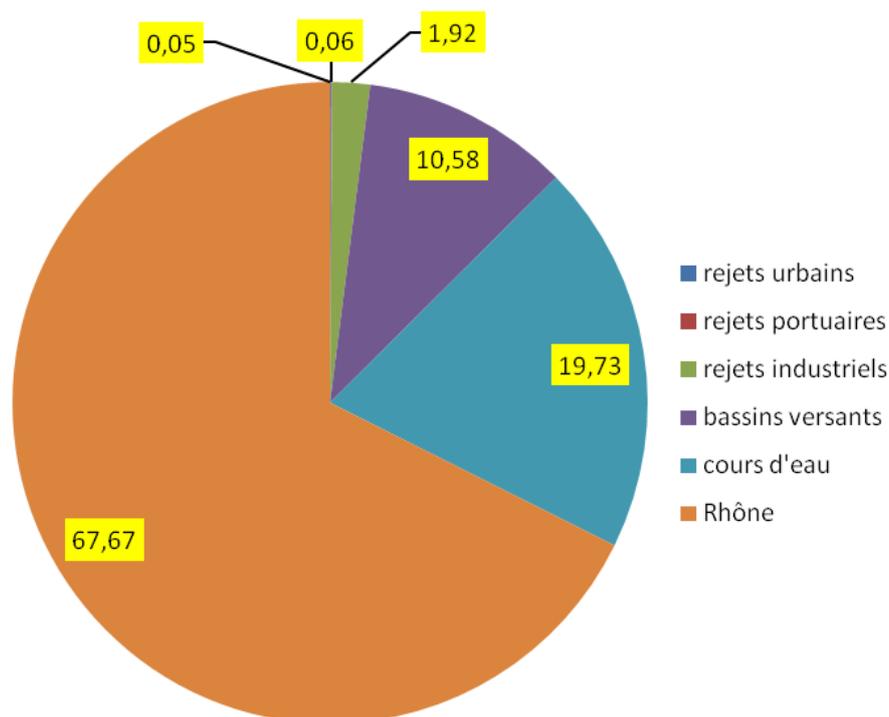


Figure 6: Part des différentes sources dans les apports en substances dangereuses (Sources : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, 2011).

Les apports du Rhône sont majoritaires. Les apports des rejets urbains et des ports sont sur des ordres de grandeur comparables tout en restant bien inférieurs.

Le tableau 1 ci-dessous permet une comparaison du poids relatif de chaque type de source par référence aux apports des ports de plaisance considérés comme l'unité de base. Ainsi, pour illustrer ce tableau, le Rhône apporte 1 229 fois plus de METOX à la Méditerranée que les ports.

Source	METOX part des rejets
Ports de plaisance	1
Rejets STEP	1
Bassin versant (pollution ponctuelle et diffuse)	192
Rejets industries	34
Cours d'eau côtiers	358
Rhône	1 229

Tableau 1 : Poids relatif des différentes sources par rapport aux apports des ports de plaisance (Sources : Agence de l'eau Rhône-Méditerranée et Corse, 2011).

La figure 7 ci-dessous localise les zones côtières soumises aux apports les plus importants en METOX, toutes sources confondues.

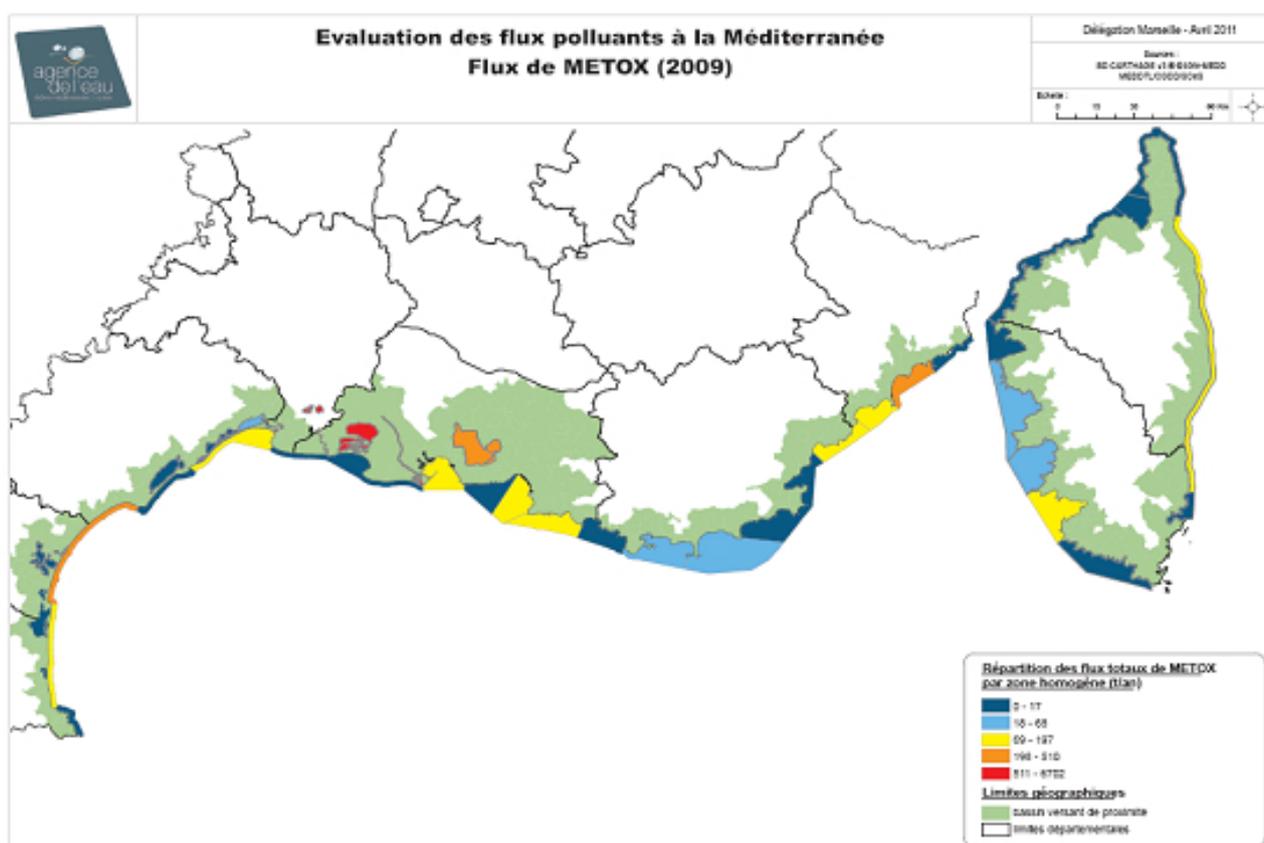


Figure 7 : Flux de METOX à la Méditerranée occidentale (Sources : BD Carthage, délégation Marseille, avril 2011).

Les départements des Bouches-du-Rhône et des Alpes-Maritimes sont les plus soumis à ces apports (figure 7).

## 10. PROGRAMME SCIENTIFIQUE « MÉTROC »

L'étude de la caractérisation des apports d'une grande métropole est l'un des sujets de recherche appliquée développé dans le cadre du programme scientifique intégré MEDICIS piloté par l'Ifremer. Les travaux réalisés depuis ces dernières années ont permis de mettre en évidence, dans le cadre du site atelier MÉTROC concernant les apports de l'agglomération marseillaise à la mer, les résultats suivants :

- les apports à la mer du système d'assainissement sont évalués à 100 millions de m<sup>3</sup> d'eaux traitées rejetées en mer par année ;
- les apports à la mer liés au ruissellement pluvial sont évalués à plus de 110 millions de m<sup>3</sup> d'eaux non traitées rejetées en mer par année – petits cours d'eau côtiers, déversoirs d'orage, pluviaux stricts ;
- les apports de trois cours d'eau côtiers – Jarret, Huveaune et Aygalades – sont plus importants pour certains contaminants, comme les hydrocarbures ou les pyrènes, que les apports du système d'assainissement. Les dernières données acquises semblent aussi confirmer cette tendance pour les métaux lourds. À l'échelle de cette agglomération, les flux mesurés confirment l'importance des apports à la mer liés au ruissellement pluvial et aux petits cours d'eau côtiers. La réduction des flux à la mer passera par une réduction des flux liés au ruissellement par temps de pluie et par la prise en compte des apports des petits cours d'eau côtiers dont le fonctionnement hydraulique est particulièrement complexe.

## 11. CONCLUSION

Le seul référentiel permettant de comparer des apports à la mer en contaminants est l'indice METOX. L'analyse comparée de cet indice montre que les apports du Rhône sont majoritaires, représentant 68% des apports totaux. Les apports des rejets urbains et des ports sont du même ordre de grandeur mais très inférieurs aux apports du Rhône (environ 0,05 %).

Les départements des Bouches-du-Rhône et des Alpes-Maritimes sont les plus soumis à ces apports.