

**PRE**

**SIONS**

**ET**

**MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE**

**IM**

**PACTS**

# PRESSIONS ET IMPACTS

## MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

JUIN 2012

### PRESSIONS CHIMIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

#### Enrichissement en nutriments et en matière organique

Analyse des sources directes et chroniques  
en nutriments, matières en suspension  
et en matière organique vers le milieu aquatique

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



**Naturellement présents dans les écosystèmes aquatiques, les sels nutritifs, azote et phosphore, auxquels il faut ajouter la silice, sont indispensables au développement de nombreuses communautés algales.**

Dans un réseau hydrographique, les nutriments proviennent de deux types de sources :

- soit des sources diffuses, liées à l'interaction directe de l'eau de pluie avec les sols du bassin versant – elles dépendent de la nature des sols, de leur couverture végétale, du relief et des pratiques agricoles, mais aussi des conditions climatiques ;
- soit des sources ponctuelles essentiellement constituées par les rejets, plus facilement maîtrisables, des collectivités et de l'industrie.

Hormis la silice qui provient essentiellement de l'altération des roches et n'est que faiblement influencée par l'activité humaine, ce sont les apports en excès d'azote et de phosphore et les déséquilibres entre ces apports qui sont responsables, entre autres, des phénomènes d'eutrophisation qui perturbent l'état des rivières, des estuaires et des eaux côtières. La figure 1 indique les principales sources et voies de transfert des nutriments.

La présence de matières organiques provoque une réduction de la teneur des eaux en oxygène en raison des surconsommations induites par leur assimilation bactérienne : c'est l'autoépuration. Ces pollutions proviennent notamment des rejets domestiques, des industries agroalimentaires, papetières ou du cuir et des élevages, mais aussi de la lixiviation des sols urbains et ruraux.

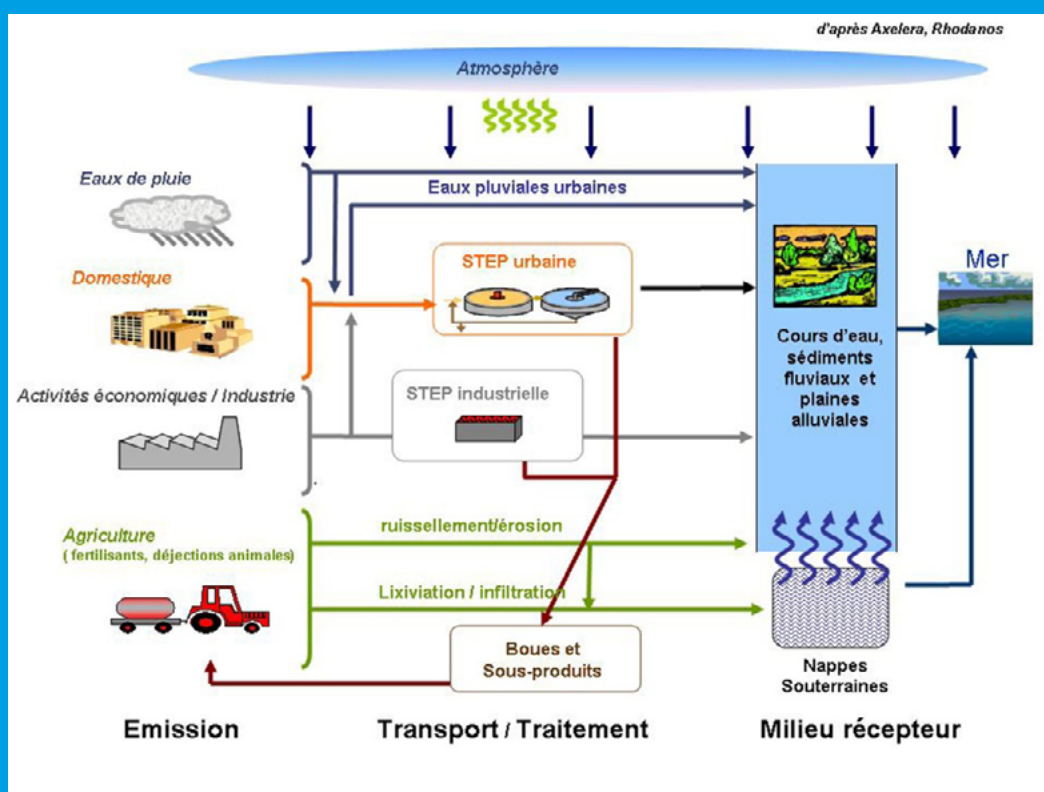


Figure 1 : Principales sources et voies de transferts des nutriments (Sources : MEDDE, 2011).

## 1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Outre la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) qui fixe comme objectif l'atteinte du bon état écologique des eaux, imposant ainsi la réduction des apports aux milieux aquatiques, deux directives spécifiques visent plus particulièrement les sources à l'origine de ces phénomènes :

- la directive 91/271/CEE du 21 mai 1991 « eaux résiduaires urbaines » (DERU), transcrite en droit français par le décret n°94-469 du 3 juin 1994, relatif à la collecte et autres traitements des eaux usées, codifié dans la partie réglementaire du code général des collectivités territoriales, qui impose aux collectivités à l'intérieur de zones sensibles « eutrophisation » le respect de normes de rejets plus sévères sur l'azote et le phosphore ;
- la directive 91/676/CEE sur les nitrates d'origine agricole, qui prévoit la mise en œuvre de programmes d'actions à l'intérieur de zones vulnérables pour protéger les eaux souterraines et superficielles, les estuaires, les eaux côtières et marines.

## 2. MÉTHODOLOGIE

L'analyse des sources de contaminants « matière organique (MO), matières en suspension (MES), azote (N) et phosphore (P) » dans la sous-région marine est basée sur les éléments suivants :

- la synthèse des données existantes pour les paramètres MES, Demande Biochimique en Oxygène (DBO5), azote total (Nt), phosphore total (Pt), 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 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.

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, notamment les bases de données sur les redevances pollution – année 2009 – et des réseaux de surveillance des bassins – année 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 l'item concerné. Les cartographies qui sont associées permettent d'avoir une approche plus discriminante des zones côtières.

Il est toutefois utile de rappeler que, compte tenu des spécificités de la mer Méditerranée, mer oligotrophe et sans marée, les apports en matière organique, azote total et phosphore total ne constituent pas un enjeu majeur pour son devenir.

## 3. REJETS DIRECTS EN MER ISSUS DES STATIONS D'ÉPURATION URBAINES - ÉVALUATION DES APPORTS DIRECTS À LA MER DES STATIONS D'ÉPURATION LITTORALES

Le nombre de rejets directs des stations d'épuration est de 60. La quantité de pollution rejetée en mer équivaut à 1,4 millions Équivalent Habitant (EH). Les grosses agglomérations – Montpellier, Marseille, Toulon, Cannes, Nice, etc. – sont à l'origine de 79 % des apports. 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 en mer sauf pour deux rejets : Marseille et La Ciotat.

Le tableau 1 présente les flux apportés à la mer par les stations d'épuration.

| DBO5     | Matières en suspension (MES) | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|----------|------------------------------|------------------|----------------------|
| 5 433,72 | 5 330,40                     | 8 949,01         | 506,70               |

Tableau 1 : Rejets en mer des STEP de matière organique (DBO5), matières en suspension (MES) et nutriments en tonnes en 2010.

La figure 2 présente les zones côtières les plus soumises aux apports urbains directs en nutriments et matière organique.

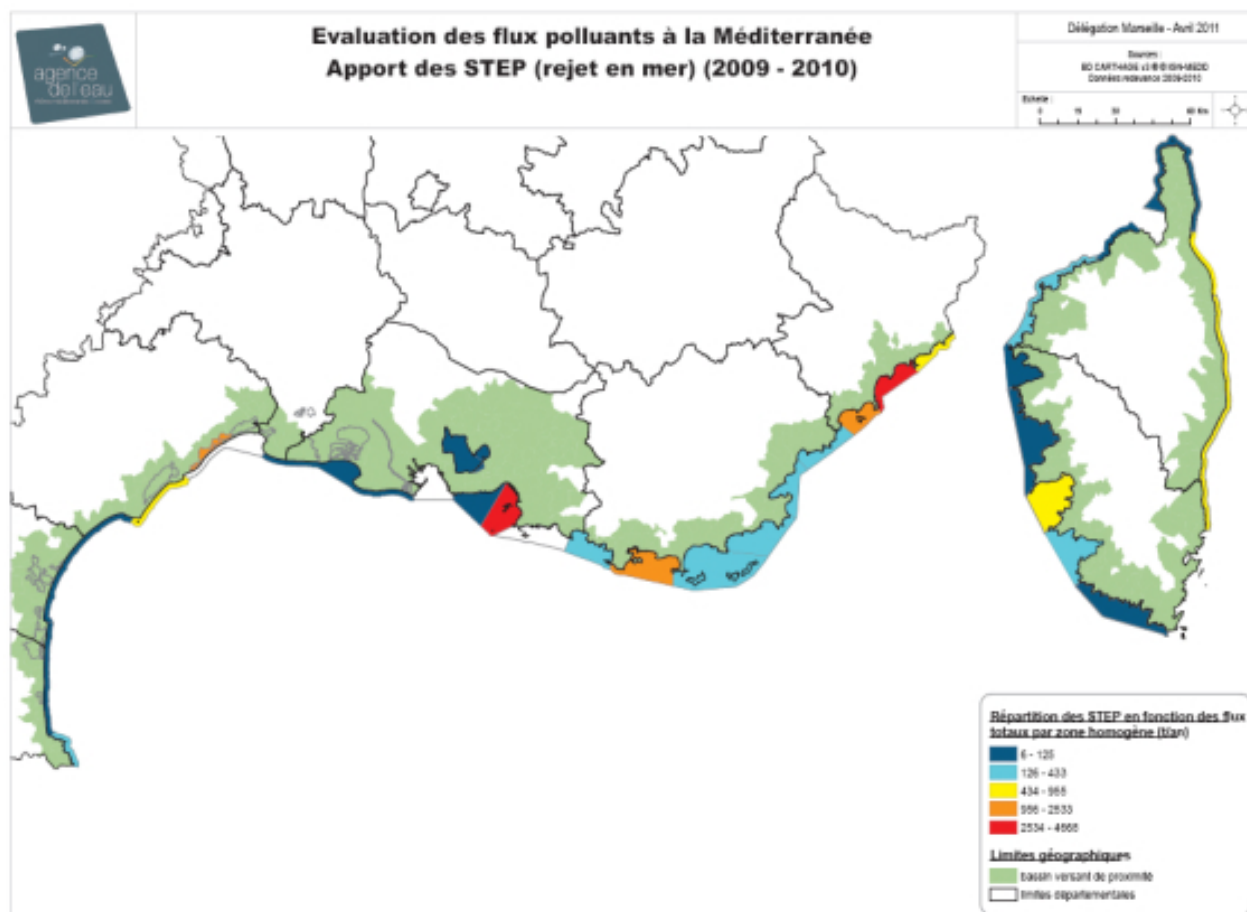


Figure 2 : Apports directs en mer des nutriments et matières organiques par les STEP (Sources : Corine Land Cover 2010).

#### 4. REJETS DIRECTS EN MER DES INDUSTRIES - 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 en MES à la mer pour le volet industriel. Il constitue le plus gros rejet industriel actuel en Méditerranée occidentale.

Le tableau 2 présente les flux apportés à la mer par les rejets industriels.

| DBO5   | Matières en suspension (MES) | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|--------|------------------------------|------------------|----------------------|
| 432,57 | 154 338,73                   | 259,15           | 25,88                |

Tableau 2 : Rejets en mer des industries du littoral de matière organique (DBO5), matières en suspension (MES) et nutriments en tonnes en 2010.

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

L'estimation des apports à la mer provenant de l'activité plaisance a été réalisée à partir de l'équivalent pollution plaisance définie lors des travaux d'élaboration du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de 1996 et du nombre d'anneaux actualisés (données 2010) des ports de plaisance de Méditerranée occidentale. Le nombre de ports concernés est de 137. Cette valeur 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 de mer souvent dénoncée comme une source de pollution principale.

Le tableau 3 présente l'estimation des flux apportés par les ports de plaisance.

| DBO5   | Matières en suspension (MES) | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|--------|------------------------------|------------------|----------------------|
| 431,33 | 676,99                       | 105,31           | 37,61                |

Tableau 3 : Rejets en mer par les ports de plaisance de matière organique (DBO5), matières en suspension (MES) et nutriments en tonnes en 2010.

La figure 3 permet d'identifier les zones littorales les plus soumises aux apports par les ports de plaisance en nutriments et matières organiques (estimation 2010). Elle présente les résultats de l'ensemble des apports estimés par l'activité plaisance par référentiel « zone homogène ».

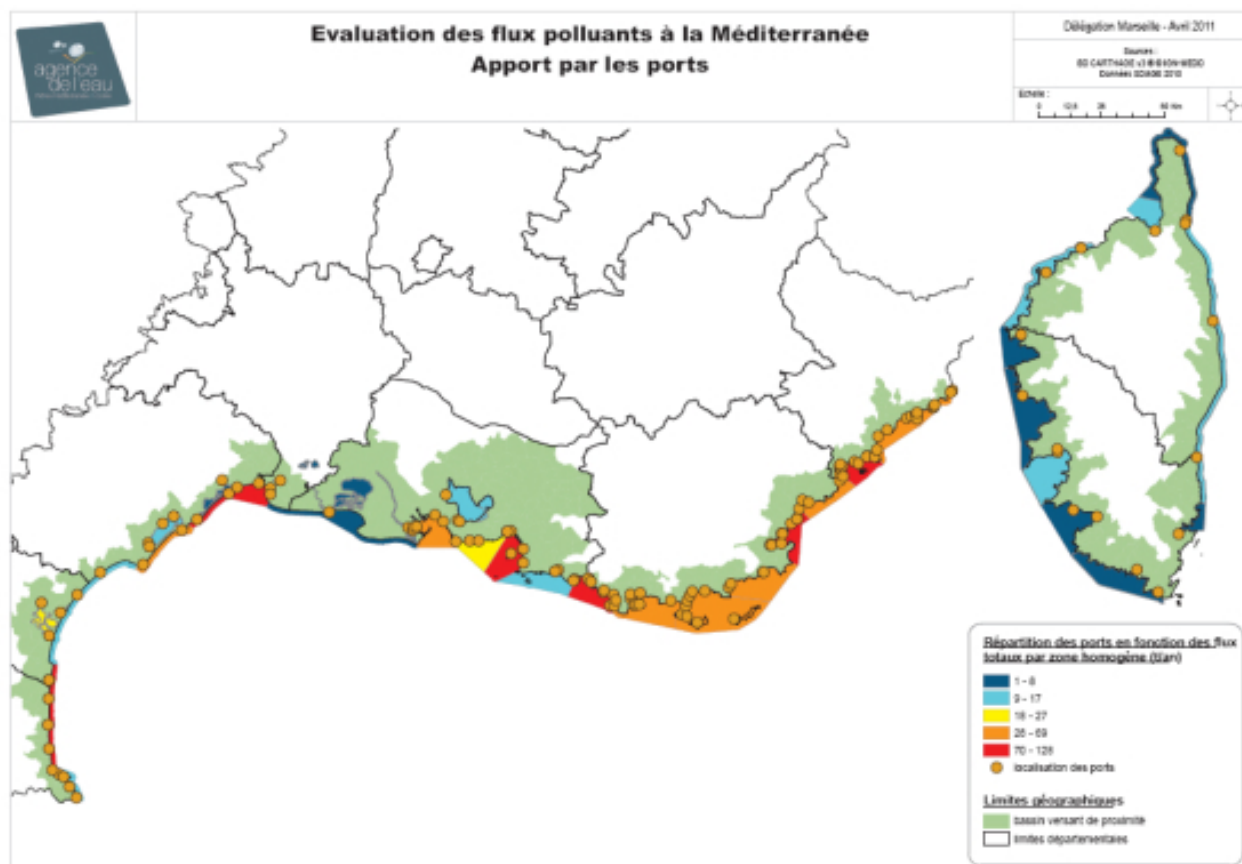


Figure 3 : Apports de nutriments et matières organiques par les ports (Sources : Corine Land Cover 2010).

La région PACA est le secteur du littoral méditerranéen le plus concerné. Les ordres de grandeur de ces flux sont bien inférieurs aux autres sources d'apports telles que les rejets de stations d'épuration ou les rejets industriels.

## 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 urbaine ne rejetant pas directement en mer (source : Corine Land Cover).

Le tableau 4 présente l'estimation des apports des bassins versants de proximité à la mer.

| DBO5     | Matières en suspension (MES) | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|----------|------------------------------|------------------|----------------------|
| 4 616,15 | 53 733,56                    | 2 910,57         | 252,77               |

Tableau 4 : Rejets en mer de matière organique (DBO5), matières en suspension (MES) et nutriments par les bassins versants de proximité en tonnes en 2010.

En ce qui concerne les apports en azote total et en phosphore total, les deux sources importantes sont les apports d'origine agricole, qui représentent plus de 60 % des apports en azote total sur l'ensemble de la façade, et les apports liés à la pollution d'origine pluviale, responsables de plus de 57 % des apports en phosphore total sur l'ensemble de la façade.

La figure 4 présente le poids relatif des apports d'origine naturelle, agricole et pluviale urbaine pour l'azote total et le phosphore total.

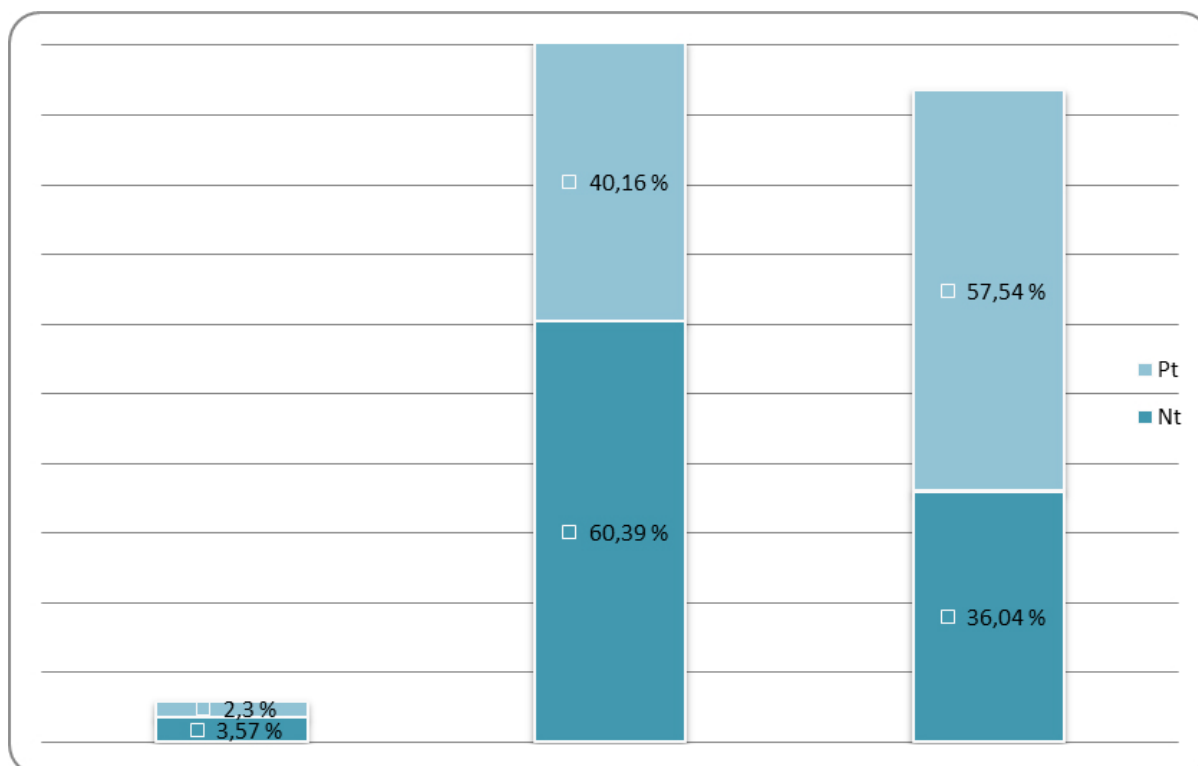


Figure 4 : Part des apports en azote total et phosphore total d'origine naturelle (à gauche), agricole (au centre) et pluviale urbaine (à droite) (Sources : Corine Land Cover, 2010).

La figure 5 présente l'estimation des apports en nutriments et matière organique pour les bassins versants de proximité et pour toutes les sources rejetées dans ces bassins versants.



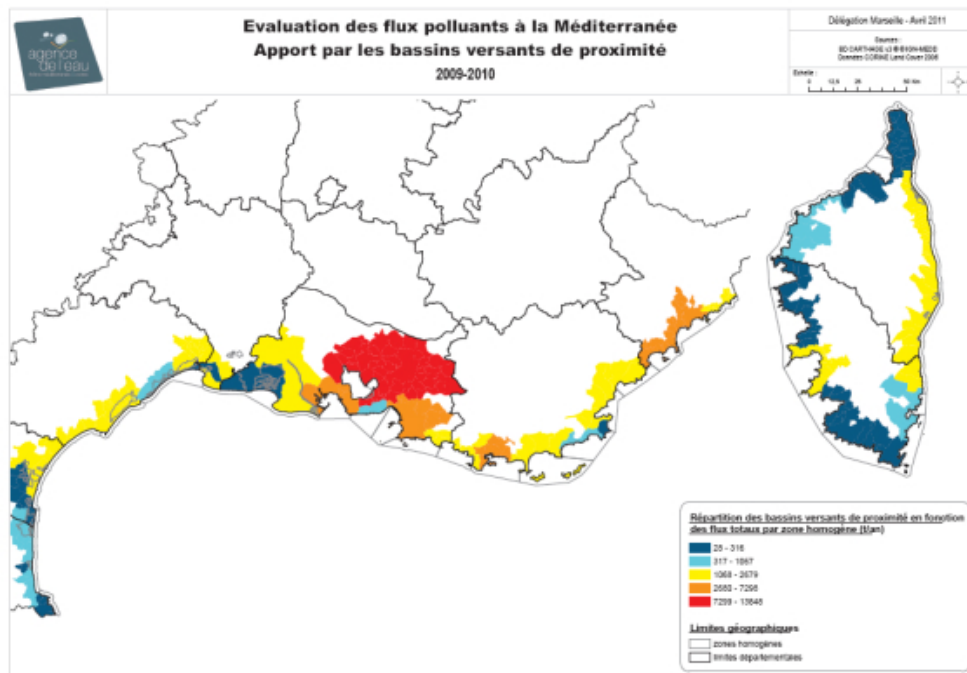


Figure 5 : Apports de nutriments et matières organiques par les bassins versants de proximité (Sources : Corine Land Cover, 2010).

## 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 assez 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.

Le débit moyen mesuré en 2009 a été de  $1\,600\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  pour  $1\,250\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$  en 2009 avec 10 jours en 2009 avec un débit supérieur à  $3\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ .

Le tableau 5 présente l'estimation des apports du Rhône à la mer.

| Matières en suspension (MES) | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|------------------------------|------------------|----------------------|
| 3 554 149                    | 109 488          | 2 799                |

Tableau 5 : Flux de matières en suspension (MES) et nutriments, apportés par le Rhône en mer ( $\text{t}\cdot\text{an}^{-1}$ ), en 2010.

## 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 côtiers permanents et des données acquises par les réseaux de surveillance, dont les réseaux de la DCE.

Le tableau 6 présente l'estimation des apports des cours d'eau côtiers à la mer.

| MES        | Azote total (Nt) | Phosphore total (Pt) |
|------------|------------------|----------------------|
| 338 123,61 | 24 472,12        | 1 695,29             |

Tableau 6 : Flux de matières en suspension (MES) et nutriments, apportés par les cours d'eau côtier à la mer ( $\text{t}\cdot\text{an}^{-1}$ ), en 2010.

Par ailleurs, l'exploitation des données acquises durant la période 1999 – 2009 permet d'apprécier des tendances (Tableau 7). Il convient toutefois de bien noter que les données acquises durant ces années l'ont été avec des méthodologies parfois différentes, des niveaux de précisions et un nombre de mesures non identiques d'un cours d'eau à l'autre.

| Paramètres      | Total                 | PACA                  | LR                  | Corse                 |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Azote total     | forte augmentation ↗↗ | légère augmentation ↗ | augmentation ↗      | augmentation ↗        |
| Ammonium        | diminution ↘          | légère augmentation ↗ | diminution ↘        | légère augmentation ↗ |
| Nitrates        | augmentation ↗        | légère augmentation ↗ | augmentation ↗      | augmentation ↗        |
| Phosphore total | diminution ↘          | diminution ↘          | diminution ↘        | augmentation ↗        |
| Phosphates      | diminution ↘          | stagne ≈              | diminution ↘        | forte augmentation ↗↗ |
| MES             | diminution ↘          | diminution ↘          | légère diminution ↘ | légère augmentation ↗ |

Tableau 7 : Tendances des flux des cours d'eau côtiers entre 1990 et 2009.

Sur la période concernée, les apports en azote ont augmenté de façon significative. La Corse présente une augmentation générale de ces différents flux. L'augmentation de la population en zone littorale peut vraisemblablement expliquer en partie ces augmentations.

## 9. ANALYSE COMPARÉE DE TOUS LES APPORTS

Il convient de rappeler que les différentes méthodologies utilisées pour apprécier les sources d'apports à la mer ne permettent d'avoir qu'une comparaison dans les grandes masses de ces vecteurs d'apports.

La figure 6 localise les zones côtières soumises aux apports les plus importants en MES, toutes sources confondues.

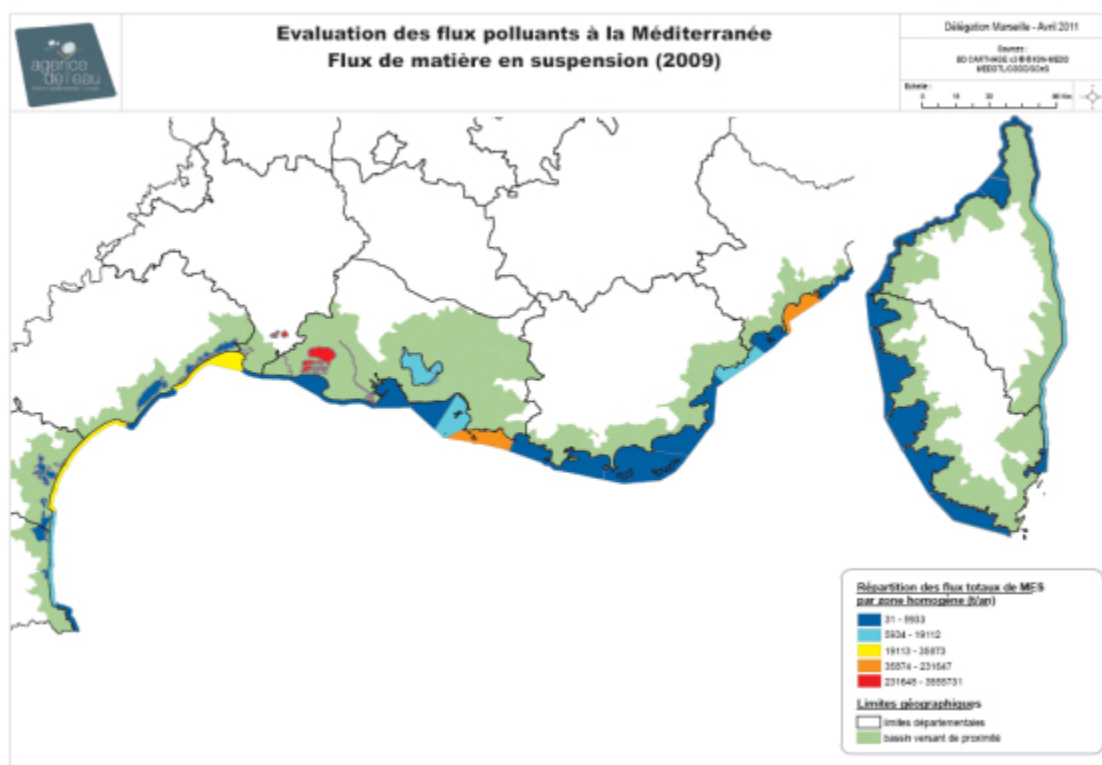


Figure 6 : Apports en MES par zone côtière, en tonnes, toutes sources confondues (Sources : Corine Land Cover 2010).

À l'échelle de la sous-région marine, la répartition des différentes sources d'apports se distribue comme suit (Tableau 8) :

| Source   | % Matières en suspension (MES)<br>part des rejets | % Azote total (Nt)<br>part des rejets | % Phosphore total (Pt)<br>part des rejets |
|--|---|---------------------------------------|---|
| Rejets STEP                                      | 0,13  | 6,12                                  | 9,53                                      |
| Rejets industriels                               | 3,76  | 0,18                                  | 0,49                                      |
| Rhône  | 86,55   | 74,90                                 | 52,64                                     |
| Cours d'eau côtiers                              | 8,23  | 16,74                                 | 31,88                                     |
| Bassin versant (pollution ponctuelle et diffuse) | 1,31  | 1,99                                  | 4,75                                      |
| Ports de plaisance                               | 0,02  | 0,07                                  | 0,71                                      |

Tableau 8 : Bilan des flux par source à l'échelle de la sous-région marine Méditerranée occidentale.

Le tableau 9 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, par exemple, le Rhône apporte 5 250 fois plus de MES à la Méditerranée que les ports.

| Source   | Matières en suspension (MES)<br>part des rejets | Azote total (Nt)<br>part des rejets | Phosphore total (Pt)<br>part des rejets |
|--|---|-------------------------------------|---|
| Ports de plaisance                               | 1   | 1                                   | 1                                       |
| Rejets STEP                                      | 8   | 85                                  | 13                                      |
| Bassin versant (pollution ponctuelle et diffuse) | 79  | 28                                  | 7                                       |
| Rejets industriels                               | 228   | 2                                   | 1                                       |
| Cours d'eau côtiers                              | 499   | 232                                 | 45                                      |
| Rhône  | 5 250   | 1 040                               | 74                                      |

Tableau 9 : Poids relatif des différentes sources de matières en suspension, azote total et phosphore total.

La comparaison des flux d'apports à la mer sur les principaux paramètres permet d'établir la hiérarchisation décroissante suivante :

- le Rhône représente la principale source d'apports à la mer compte tenu de son débit et de son caractère structurant pour la Méditerranée occidentale ;
- les cours d'eau côtiers dont le fonctionnement intermittent induit parfois des apports importants « concentrés » sur de courtes périodes et induisent des effets de chasse en période de crue ;
- les bassins versants de proximité représentent une famille importante d'apports liés bien souvent au ruissellement pluvial des zones urbanisées, agricoles ou naturelles. Ces apports sont souvent diffus ;
- les rejets directs en mer d'eaux usées urbaines et d'eaux industrielles avec une mention particulière sur le rejet industriel de Rio Tinto qui représente la source industrielle la plus importante en rejet direct ;
- la plaisance et les ports qui ne constituent pas une source importante d'apports à la mer.

En résumé, la réduction des apports en nutriments, matière organique et matières en suspension passera par une réduction des flux du Rhône, des apports des cours d'eau côtiers et des bassins versants. Les rejets des stations d'épuration domestiques et industrielles tout comme les rejets portuaires ne constituent à l'échelle de la sous-région marine qu'une source mineure.