

**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

### Retombées atmosphériques en nutriments

Aurélie Blanck  
(AAMP, Brest).



**L'atmosphère ne constitue une voie notable d'apport de phosphore au milieu marin que durant l'été et l'automne, lorsque la stratification des masses d'eau empêche notamment toute remontée d'eaux profondes, riches en nutriments [1].**

Le flux moyen de retombées atmosphériques en phosphates est évalué à environ  $100 \text{ kg}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$  [2]. Ainsi, si l'atmosphère ne peut être négligée en tant que source de phosphates pour les eaux de surface, elle ne constitue une source notable, relativement aux autres sources, que durant des périodes limitées de l'année, correspondant essentiellement à la saison estivale – durant laquelle les apports fluviaux sont limités et les masses d'eaux stratifiées – et sous forme d'évènements sporadiques mais intenses – retombées de poussières sahariennes en Méditerranée, par exemple. Dans cette étude seront traitées uniquement les retombées atmosphériques en azote.

Les émissions atmosphériques d'azote proviennent principalement de la combustion par les centrales électriques, de l'industrie et des processus industriels, de l'agriculture – dégradation des engrais – et du transport – rejets de gaz d'échappements –, navigation internationale incluse.

## 1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'annexe VI de la convention internationale MARPOL (Marine Pollution) réglemente l'émission à l'atmosphère par les navires de polluants spécifiques, dont les oxydes d'azote. Cette annexe a été adoptée en 1997 par la Conférence des Parties à la convention MARPOL. Dans cette annexe, la règle 13 concerne la diminution des émissions d'oxyde d'azote produites par les moteurs diesel selon un code technique approprié et s'applique aux moteurs dont la puissance délivrée est de plus de 130 kW, installés ou devant subir une « conversion majeure » après le 1<sup>er</sup> janvier 2000 (à l'exception des générateurs de secours).

## 2. MÉTHODOLOGIE

Les données de retombées atmosphériques en azote sont calculées à partir des données d'émissions couplées avec un modèle de transport chimique atmosphérique.

Les données d'émission sont issues du programme EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), programme coopératif de surveillance continue et d'évaluation de la transmission des polluants atmosphériques à longue distance en Europe, mis en place suite à la convention sur la pollution atmosphérique en 1979. Les données d'émission sont accessibles pour l'azote réduit – NH<sub>3</sub> et aérosols d'ammonium – qui est la forme prépondérante des émissions issues de l'agriculture et l'azote oxydé – NO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub> et aérosols de nitrate – qui est la forme prépondérante des émissions issues des industries et du transport, sur la période 1995-2008. Ces données sont publiques et disponibles sur la base de données EMEP et se basent sur les émissions recueillies par pays. Une description plus détaillée de ces données est disponible sur le site de la base de données<sup>1</sup>.

Les modèles estiment les retombées atmosphériques en azote oxydé, azote réduit et azote total pour la période 1995-2008 à partir de données d'émission EMEP de différents pays et provenant des principaux secteurs de contribution (combustion, déchets, transport, agriculture) et de données météorologiques. Les modèles sont menés par EMEP MSC-W<sup>2</sup> (Meteorological Synthesizing Centre West). Les modèles utilisés et les méthodes de calculs sont décrits en détail dans le rapport de la commission OSPAR [3]. Les résultats des modèles sont téléchargeables sur la base de données EMEP<sup>3</sup>.

## 3. RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES EN AZOTE EN 2008

Les calculs des modèles se fondant sur les émissions suggèrent que les apports atmosphériques d'azote total en Méditerranée s'élèvent en 2008 à 88 kt, dont 61 % sont constitués d'azote réduit – apports de 54 kt – et 39 % d'oxyde d'azote – apports de 34 kt. Ceci signifie que l'azote provenant de sources essentiellement liées à l'agriculture, dont l'azote réduit est la forme prépondérante, contribue davantage aux retombées que l'azote provenant de sources liées à la navigation, à la combustion et aux industries, dont l'azote oxydé est la forme prépondérante.

La figure 1 présente la répartition géographique des retombées atmosphériques en azote oxydé, azote réduit et azote total sur l'ensemble de la sous-région marine, en 2008. Les retombées suivent un gradient net, les plus élevées se situant à proximité du littoral et les plus faibles en pleine mer, en raison des apports locaux provenant des agglomérations, ports, industries, etc.

1 <http://www.ceip.at/emission-data-webdab/user-guide-to-webdab/>

2 [http://www.emep.int/mscw/index\\_mscw.html](http://www.emep.int/mscw/index_mscw.html)

3 [http://webdab.emep.int/Unified\\_Model\\_Results/AN/](http://webdab.emep.int/Unified_Model_Results/AN/)

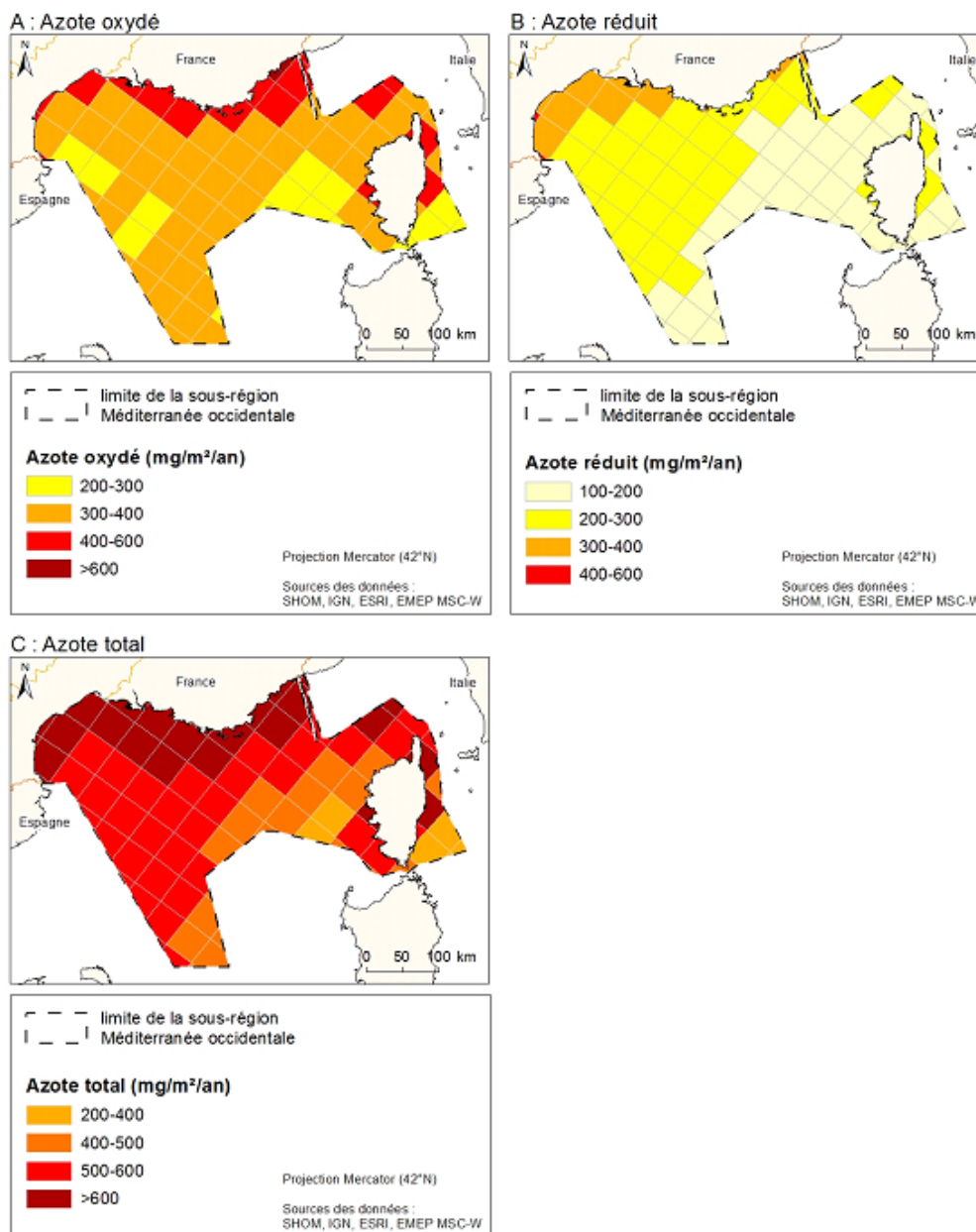


Figure 1 : Retombées atmosphériques en azote oxydé (A), azote réduit (B) et azote total (C) dans la sous-région marine Méditerranée occidentale en 2008, exprimées en mg.m<sup>-2</sup>, selon le modèle EMEP (Sources : SHOM, IGN, ESRI, EMEP MSC-W).

## 4. ÉVOLUTION INTERANNUELLE DES RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES EN AZOTE

Les retombées atmosphériques en azote sont estimées pour les années 1995 à 2008 à la fois pour l'azote oxydé, l'azote réduit et l'azote total sur l'ensemble de la sous-région marine (figure 2).

Après une augmentation des retombées atmosphériques en oxyde d'azote en 2000, ces retombées sont relativement stables entre 2000 et 2008 avec néanmoins une baisse notable en 2008 (figure 2). De même, les retombées atmosphériques en azote réduit, après avoir augmenté en 2000, sont relativement stables au cours de la période 2000-2008, et montrent même une légère tendance à la diminution. Les retombées d'azote total, après avoir augmenté en 2000, ont baissé de 10 % entre 2000 et 2008.

On doit souligner que les retombées d'azote calculées ne correspondent pas proportionnellement aux émissions d'azote et sont grandement influencées par les conditions météorologiques propres à chaque année. La variabilité importante des conditions météorologiques d'une année à l'autre entraîne la variabilité des retombées d'azote modélisées [4] [5].

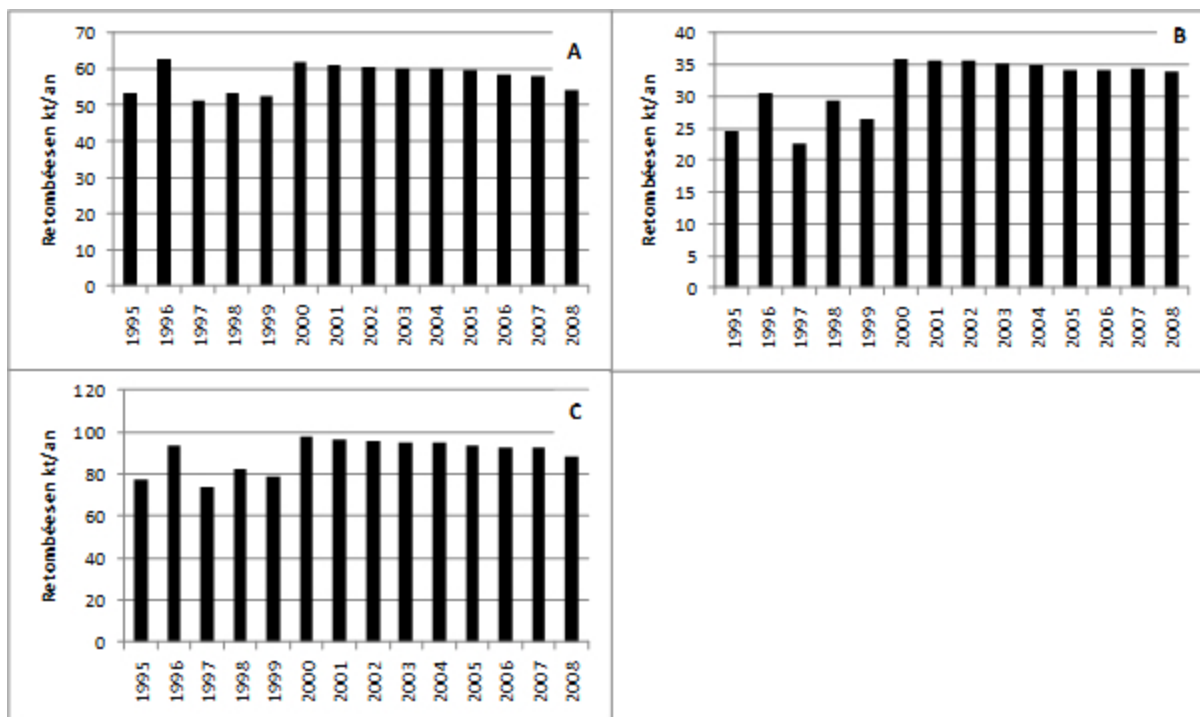


Figure 2 : Évolution interannuelle des retombées atmosphériques en azote oxydé (A), azote réduit (B), azote total (C) de 1995 à 2008, dans la sous-région Méditerranée occidentale, exprimées en kt d'azote par an (Sources : EMEP MSC-W).

## 5. CONCLUSION

En conclusion, les calculs des modèles se fondant sur les émissions suggèrent que les apports atmosphériques d'azote s'élèvent à 88 kt en 2008. L'apport d'azote total par les rivières dans la sous-région marine en 2008 a pu être évalué à environ 100 kt (voir la contribution thématique « Apports fluviaux en nutriments et matières organiques »). Ainsi, la proportion des apports atmosphériques en azote total représente en 2008 environ 47 % des apports totaux en azote dans le milieu marin, ce qui constitue une part non négligeable. Concernant les évolutions interannuelles, les retombées atmosphériques d'azote, après avoir nettement augmenté en 2000, ont eu tendance à diminuer au cours de la période 2000-2008. Les retombées sont plus élevées près des côtes et plus faibles en pleine mer en raison des apports locaux. Il faut noter que l'enrichissement du milieu marin en azote dû aux apports atmosphériques est dilué dans l'ensemble de la sous-région marine, par opposition aux apports fluviaux qui eux sont principalement concentrés le long des côtes. Les impacts de l'enrichissement du milieu marin en nutriments, quelles que soient les sources d'apport, sont traités dans la contribution thématique « Enrichissement du milieu en nutriments et en matières organiques ».

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Pulido-Villena, E., Rérolle V. et Guieu C., 2010. Transient fertilizing effect of dust in P-deficient LNLC surface ocean, *Geophys. Res. Lett.*, 37, L01603, doi:10.1029/2009GL041415.
- [2] Guieu C., Loÿe-Pilot M.-D., Benyahya L. et Dufour A., 2010. Spatial variability of atmospheric fluxes of metals (Al, Fe, Cd, Zn and Pb) and phosphorus over the whole Mediterranean from a one-year monitoring experiment: Biogeochemical implications, *Marine Chemistry*, 120, 164–178.
- [3] OSPAR Commission, 2007. Atmospheric nitrogen in the OSPAR Convention Area in 1990-2004. Disponible sur : [http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00344\\_Nitrogen%20deposition%20to%20the%20OSPAR%20maritime%20area.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00344_Nitrogen%20deposition%20to%20the%20OSPAR%20maritime%20area.pdf)
- [4] Bartnicki J. et van Loon M., 2005. Estimation of atmospheric nitrogen deposition to the Baltic Sea in 2010 based on agreed emission ceilings under the EU NEC Directive and the Gothenburg Protocol.; Met.no note No. 26. Norwegian Meteorological Institute. Oslo, Norway.
- [5] Fagerli H., 2005. Acidifying and eutrophying components, status in 2003. In: *Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe*, EMEP Status Report 1/2005, pp9-30. Norwegian Meteorological Institute, Oslo, Norway.