

PRE

SIONS

ET

MANCHE - MER DU NORD

IM

PACTS

PRESSIONS ET IMPACTS

MANCHE - MER DU NORD

JUIN 2012

PRESSIONS CHIMIQUES ET IMPACTS ASSOCIÉS

Enrichissement en nutriments et en matière organique

Retombées atmosphériques en nutriments

Aurélie Blanck
(AAMP, Brest).



Les apports atmosphériques en phosphore sont relativement faibles comparativement aux apports fluviaux.

L'apport en phosphates est estimé à environ 12,5 tonnes sur un an pour une zone marine de 111 km², soit environ 110 kg·km⁻²·an⁻¹ [1]. Si cette valeur est très proche de l'estimation de Guieu *et al.* (2010) [2] pour la Méditerranée occidentale (100 kg·km⁻²·an⁻¹), elle ne représente au maximum que 30 à 40 % de l'apport mensuel total en phosphates en Manche orientale (durant 3 mois, au printemps et en été susceptibles de soutenir les blooms phytoplanctonique à une période où le milieu est appauvri en phosphore) et bien moins de 10 % le reste de l'année [1]. 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 (apports fluviaux limités, stratification des masses d'eaux) et sous forme d'évènements sporadiques mais intenses (orages violents « abattant » la matière particulaire atmosphérique). Dans cette étude seront donc 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 des gaz d'échappements), navigation internationale incluse. On estime que l'agriculture est le principal contributeur (40 %) des retombées atmosphériques en azote dans la région OSPAR II (mer du Nord au sens large), la combustion et le transport contribuant chacun à 23 % des retombées [3]. Ceci s'explique par le niveau élevé des activités agricoles et industrielles dans ses zones côtières et son intense trafic maritime.

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^{er} 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 – NH₃ et aérosols d'ammonium – qui est la forme prépondérante des émissions issues de l'agriculture, et l'azote oxydé – NO₂, HNO₃ 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 données¹.

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-W² (Meteorological Synthesizing Centre West). Les modèles utilisés et les méthodes de calculs sont décrits en détail dans le rapport de la commission OSPAR [4]. Les résultats des modèles sont téléchargeables sur la base de données EMEP³.

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 Manche-mer du Nord s'élèvent en 2008 à plus de 53 kt, dont 67 % sont constitués d'azote réduit – apports de 36 kt environ – et 33 % d'oxyde d'azote – apports de 17 kt. Ceci signifie que l'azote provenant de sources essentiellement liées à l'agriculture (dont l'azote réduit est la forme prépondérante) contribue plus aux retombées que l'azote provenant de sources liées à la navigation et à la combustion et aux industries.

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.

Les retombées en azote oxydé sont plus importantes dans la partie nord de la Manche-mer du Nord, probablement en lien avec de plus fortes précipitations dans cette zone.

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

2 http://www.emep.int/mscw/index_mscw.html

3 http://webdab.emep.int/Unified_Model_Results/AN/

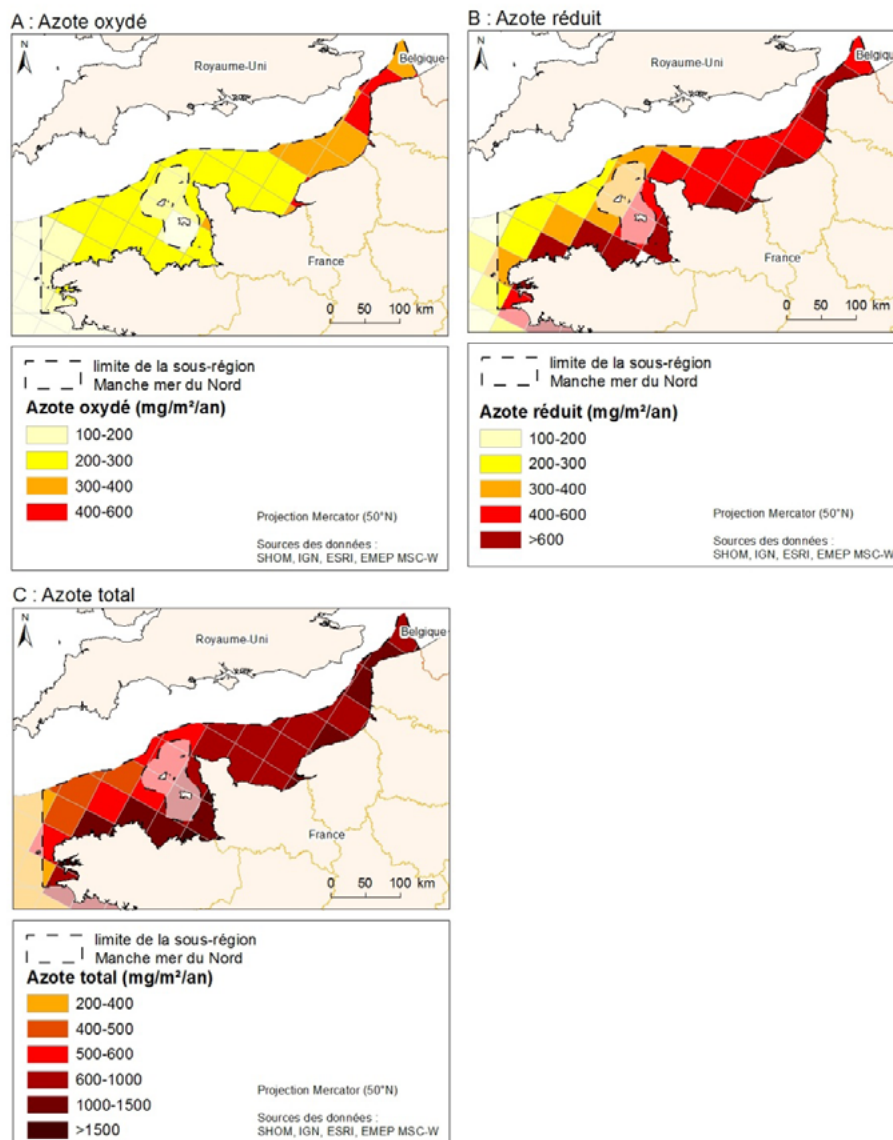


Figure 1 : Retombées atmosphériques en azote oxydé (A), azote réduit (B) et azote total (C) dans la sous-région marine Manche-mer du Nord en 2008, exprimées en mg.m⁻², selon le modèle EMEP (Sources : SHOM, IGN, ESRI, EMEP MSC-W).

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).

Les retombées d'oxyde d'azote ont baissé de près de 30 % entre 1995 et 2008 (figure 2), grâce essentiellement à la lutte antipollution dans l'industrie et aux normes plus strictes en matière d'émissions des véhicules motorisés, avec un maximum observé en 1996. En revanche, les retombées d'azote réduit, qui sont presque entièrement attribuables à l'agriculture, notamment à la dégradation des engrais, n'ont baissé que de 5 % au cours de cette période. Elles étaient cependant nettement plus faibles en 1995 et en 1999. Les retombées d'azote total ont baissé de 9 % entre 1995 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. Les diverses conditions météorologiques de chaque année entraînent une variabilité importante des retombées modélisées d'azote d'une année à l'autre [5] [6]. Ainsi, l'année 1996 montre des retombées en azote particulièrement importantes (figure 2), liées à un indice ONA (Oscillation Nord-Atlantique) fortement négatif cette année, comparativement aux autres années, impliquant ainsi une modification de la circulation atmosphérique sur l'ensemble de l'Europe et de l'Atlantique Nord-Est, qui elle-même affecte les transports atmosphériques de polluants.

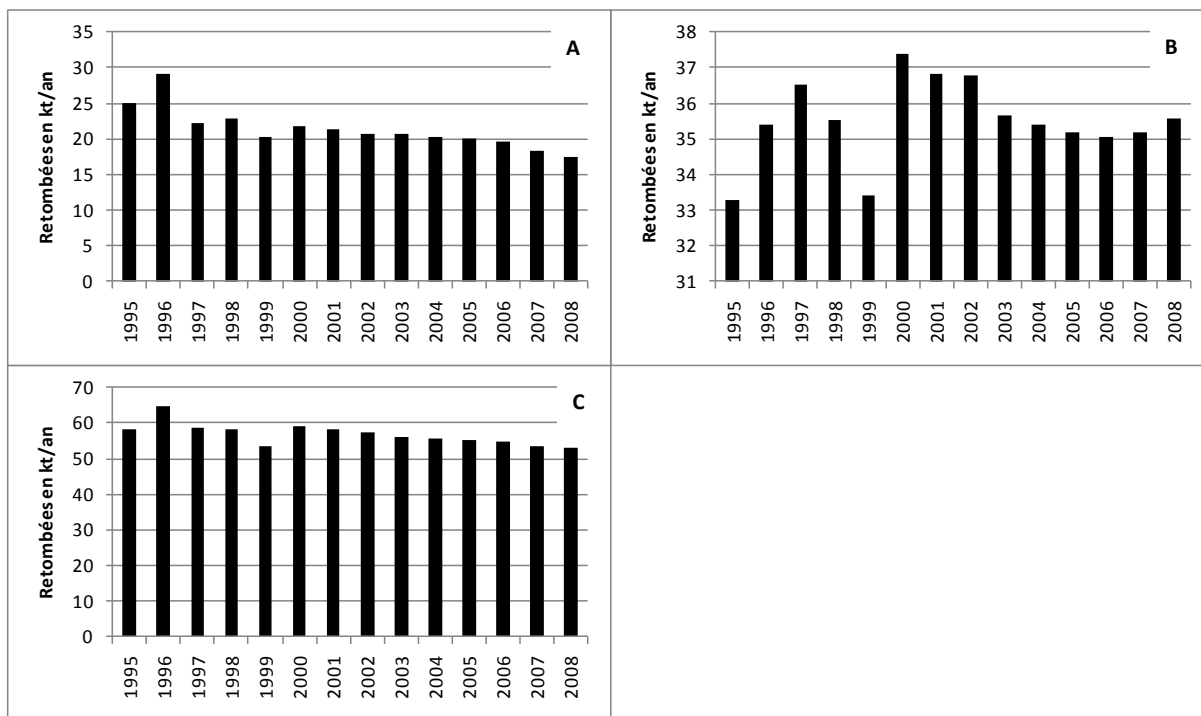


Figure 2 : Évolution interannuelle des retombées atmosphériques en azote oxydé (A), azote réduit (B), azote total (C) de 1995 à 2008, dans la sous-région marine Manche-mer du Nord, exprimées en kt d'azote par an (Sources : EMEP MSC-W, 2010).

5. CONCLUSION

En conclusion, les calculs des modèles se fondant sur les émissions suggèrent que les apports atmosphériques d'azote s'élèvent à plus de 53 kt en 2008. L'apport d'azote total par les rivières dans la sous-région marine en 2008 a pu être évalué à environ 200 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 20 % des apports totaux en azote dans le milieu marin, ce qui constitue une part non négligeable.

Concernant les évolutions inter-annuelles, les retombées atmosphériques d'azote oxydé ont nettement diminué entre 1995 et 2008, tandis que les retombées atmosphériques en azote réduit ont diminué de façon moindre durant cette même période. 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] Boulart C., Flament P., Gentilhomme V., Deboudt K., Migon C., Lizon F., Schapira M. et Lefebvre A., 2006. Atmospherically-promoted photosynthetic activity in a well-mixed ecosystem : Significance of wet deposition events of nitrogen compounds, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 69, 449-458.
- [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, 2009. Trends in atmospheric concentrations and deposition of nitrogen and selected hazardous substances to the OSPAR maritime area. OSPAR Commission, London, 2009. Publication 447/2009. Disponible sur : http://www.ospar.org/html_documents/ospar/html/P00447_Trend%20atmospheric%20inputs.pdf
- [4] 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%20 the%20OSPAR%20maritime%20area.pdf](http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00344_Nitrogen%20deposition%20to%20the%20OSPAR%20maritime%20area.pdf)
- [5] 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.
- [6] 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.