

La chimie du fer dans les eaux de l'océan Austral

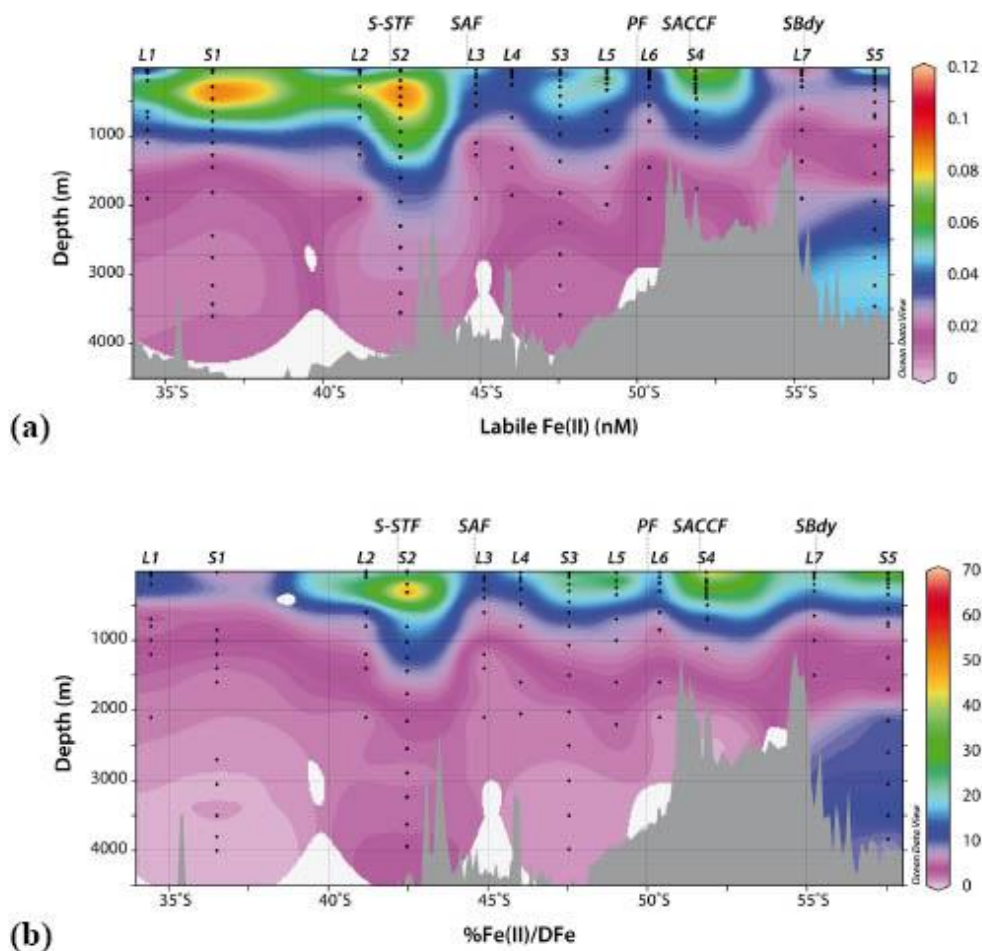
Le fer est un élément essentiel pour de nombreuses fonctions biologiques des organismes marins et notamment des algues microscopiques appelées phytoplancton. Dans la moitié des océans, la production de matière vivante (production primaire) par ces algues est limitée par sa rareté ou sa forme chimique. Or de nombreuses inconnues subsistent sur la chimie du fer dans l'eau de mer. Il y est présent sous deux formes oxydées : Fe(III) qui est stable mais extrêmement peu soluble et prend des formes colloïdales coagulant en particules, et Fe(II) qui est beaucoup plus soluble mais très rapidement oxydé en Fe(III).

Comment se répartit le Fe(II) dans l'océan ? Quelles en sont les sources, et quels mécanismes interviennent dans son oxydation en Fe(III) ? Ces questions ont une importance cruciale dans les immenses régions océaniques où la disponibilité en fer est le facteur limitant de la production phytoplanctonique. Cette étude a été menée dans la plus grande de ces régions, l'océan Austral, pendant la campagne "Bonus GoodHope" (février-mars 2008) du navire océanographique Marion Dufresne. Les prélèvements ont été effectués le long d'un trajet allant de l'Afrique du sud (34°S) à la mer de Weddel (58°S).



Analyses des échantillons à bord du Marion-Dufresne au cours de la campagne Keops (photo IPEV / V. Pasquero)

C'est peu dire que le fer dissous est rare dans l'océan Austral : sa concentration y est de l'ordre de quelques grammes dans un million de tonnes d'eau. Les techniques de prélèvement et d'analyse doivent donc être capables de mesurer d'aussi faibles concentrations en évitant toute contamination des échantillons, grâce à des précautions extrêmes (comme le nettoyage des bouteilles de prélèvement à l'acide) et à l'usage de matériels dépourvus de toute pièce comportant du fer (par exemple un câble en Kevlar).



Section verticale des concentrations de Fe(II) (en haut) et des proportions dans le fer dissous (en bas) le long de la radiale, du nord (à gauche) vers le sud (à droite). Les valeurs mesurées sont représentées en couleurs et le fond en gris

Des mécanismes différents sont à l'œuvre dans ces trois couches.

Dans la couche superficielle, c'est en milieu de journée que la concentration de Fe(II) et son pourcentage dans le fer dissous total sont les plus élevés, suggérant que la lumière joue un rôle important. Des réactions photochimiques conduisant au Fe(II) ainsi que des mécanismes biologiques liés à la photosynthèse et réduisant le Fe(III) en Fe(II) contribuent à cette production élevée, même si la réaction inverse est très rapide dans cette couche : quelques minutes suffisent en effet à oxyder en Fe(III) la moitié du Fe(II) présent à un instant donné.

Faute de lumière, les maxima observés dans la couche intermédiaire ne peuvent pas être attribués aux mêmes processus. Ce Fe(II) ne provient pas non plus de la marge continentale africaine, car le transport par les courants est beaucoup plus long que le temps nécessaire pour son oxydation en Fe(III). Dans la tranche 100-600 m, une source probable en serait la désagrégation et la reminéralisation des particules d'origine biologique qui sédimentent à partir des eaux superficielles.

Dans les eaux les plus profondes, les rares concentrations mesurables semblent dues à des apports provenant du fond, d'origine sédimentaire ou hydrothermale.

La vitesse de la réaction d'oxydation $\text{Fe(II)} \rightarrow \text{Fe(III)}$ dans l'eau de mer a été comparée avec deux modèles théoriques tenant compte des conditions d'environnement propres à chaque couche ; les différences observées entre les mesures et les résultats des modèles suggèrent notamment que l'association des atomes de fer avec des composés organiques pour former des complexes pourrait jouer un rôle important, bien qu'encore très largement méconnu, sur la dynamique d'oxydation du Fe(II) .

Cette étude est la première à mesurer les taux d'oxydation du Fe(II) dans les conditions d'environnement de l'eau de mer profonde, et une des rares à avoir mesuré ses concentrations dans une section océanique de grande échelle. L'étude des différentes formes de fer dans l'eau de mer est poursuivie dans le cadre du programme international GEOTRACES et notamment au cours de la mission océanographique KEOPS 2 (8 octobre-29 novembre 2011) qui va s'attacher à étudier la fertilisation naturelle du fer au niveau du plateau des îles Kerguelen.

L'article

Sarthou G., Bucciarelli E., Chever F., Hansard S. P., González-Dávila M., Santana-Casiano J. M., Planchon F., Speich S., 2011. Labile Fe(II) concentrations in the Atlantic sector of the Southern Ocean along a transect from the subtropical domain to the Weddell Sea Gyre. *Biogeosciences*, 8, 2461-2479.

Les auteurs

Ce travail a associé des scientifiques français (IUEM : [Lemar](#), [LPO](#)), américain (Floride) et espagnols (Canaries).

La revue

[Biogeosciences](#) est une revue internationale consacrée aux interactions entre les processus biologiques, chimiques et physiques impliqués dans la vie au sein de la géosphère, de l'hydrosphère et de l'atmosphère. Publiée par un éditeur privé pour le compte d'une société savante (European Geosciences Union), la revue est originale à deux titres : elle est éditée sur le modèle du libre accès (gratuit et sans abonnement) et l'évaluation des manuscrits est transparente et ouverte à tous. Après un premier filtrage, les manuscrits sont soumis à une discussion publique interactive au sein de la communauté scientifique, parallèlement à l'examen classique par les "referees" choisis par les éditeurs. Les commentaires, les avis des "referees" et les réponses des auteurs sont publiés en ligne sur le site de Biogeosciences Discussions.

Contacts

Auteurs : consulter [l'annuaire de l'IUEM](#)

Service Communication et médiation scientifique : communication.iuem@univ-brest.fr