

Proposition de sujet de Thèse

## Sources et transports de matériel lithogénique dans le Pacifique Equatorial : Approche dynamique et multi-traceurs

Laboratoire: LEGOS (Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiales, Toulouse), équipe de géochimie marine.

Encadrant: Catherine Jeandel (DR1 CNRS)

catherine.jeandel@legos.obs-mip.fr 05.61.33.29.33

Période: octobre 2008-octobre 2011.

### **Contexte scientifique général**

L'importance de l'échange d'éléments chimiques entre continent et océan au contact des marges est actuellement une question centrale pour l'étude des cycles et de la distribution des ces éléments dans l'océan. En effet, des travaux récents ont permis de montrer que l'évolution de la signature isotopique en Nd au sein du sous-courant équatorial, répond à un contact des masses d'eau avec la marge de la Papouasie Nouvelle Guinée (PNG, Lacan et Jeandel, 2001). Cette observation à l'échelle régionale est venue en compléter d'autres (Jeandel et al, 1998, Amakawa et al, 2004; Lacan et Jeandel, 2004) pour conduire à soupçonner que le mécanisme d'échange aux marges –appelé Boundary Exchange ou BE- soit majeur dans le contrôle de la distribution des éléments chimiques dans l'océan (Tachikawa et al, 2003 ; Lacan et Jeandel, 2005 ; Arsouze et al, 2007). Par extension, ce mécanisme affecte aussi probablement la distribution d'autres éléments chimiques, dont les micro-nutritifs indispensables à la vie comme le fer, le zinc, le cobalt, le nickel...(Elrod et al, 2004; Mackey et al. 2002). Si l'importance de cette source pour un élément comme le fer est confirmée (objet d'une controverse puisque les apports atmosphériques sont traditionnellement considérés comme la source majeure de Fe à l'océan), cela modifie considérablement notre compréhension de la réponse de l'océan aux changements globaux (futurs comme passés), qui serait alors gouvernée au premier ordre par le taux d'érosion (et d'exposition) affectant l'interface continent/océan (Peucker-Ehrenbrink et Jeandel, 2007). Le caractère très actuel de cette question a été souligné lors de la dernière Goldschmidt Conference, au cours de laquelle une session entière traitait du BE et de son impact sur l'océan.

Pendant, de nombreuses incertitudes entourent encore notre compréhension du mécanisme d'échange aux marges : on ne sait pas quels processus (caractérisés par quelles cinétiques) siègent au départ des éléments chimiques de la phase solide des sédiments déposés; on ne sait pas si ces mécanismes sont intensifiés lorsque les courants marins sont forts (remettant alors beaucoup de sédiments en suspension et facilitant leur dissolution) ou faibles (permettant alors à l'eau de rester plus longtemps en contact avec le sédiment, et donc d'être plus affectée par le processus) ; enfin, on ne connaît pas encore à quel rythme et sur quelle distance cet « échange » se propage vers l'océan ouvert et irrigue les différentes masses d'eau.

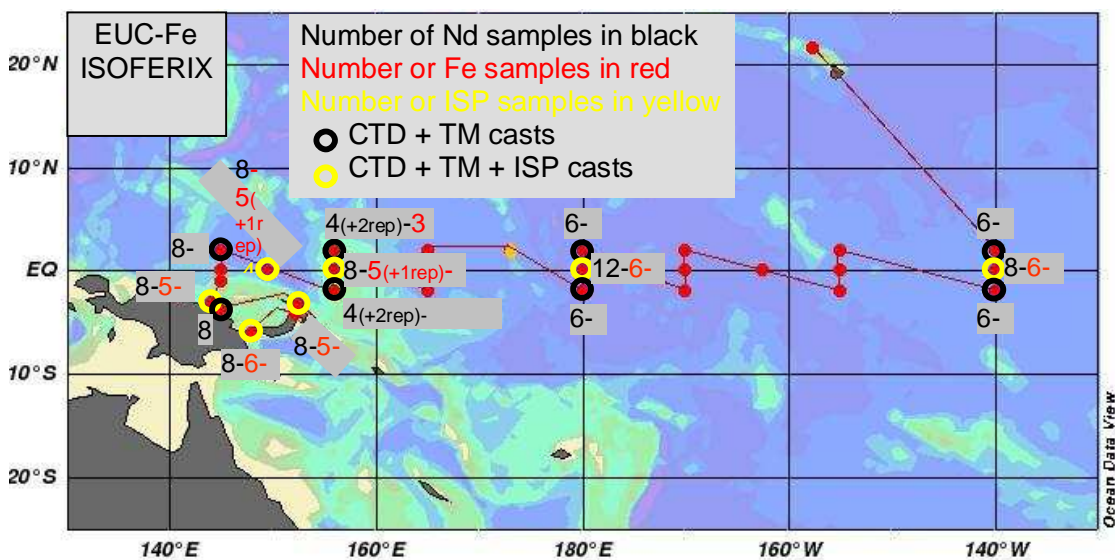
### **Stratégie**

Pour progresser dans ces questions, l'équipe de Géochimie Marine s'est engagée dans une stratégie couplant les mesures de plusieurs traceurs en phase dissoute, solide, en suspension ou sédimentée (permettant de quantifier les processus) à des études de dynamique fines (permettant de bien contraindre les transports par le fluide). Une activité de modélisation complète cette approche, en permettant d'évaluer les progrès et manques à l'issue de ces approches de terrains. La composition isotopique du neodyme ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ ) couplée à la mesure du spectre des Terres Rares (REE) de l'eau de mer est un traceur géochimique de plus en plus fréquemment utilisé dans ce type d'étude, car c'est en s'appuyant sur ce traceurs que les premiers échanges aux marges ont été quantifiés : les masses d'eau de l'océan mondial semblent acquérir leur signature isotopique lors des forts échanges dissous/particules qui

ont lieu au contact des marges océaniques. Ensuite, elles gardent le signal acquis qu'elle ne perdent que par mélange, comme tout traceur conservatif.

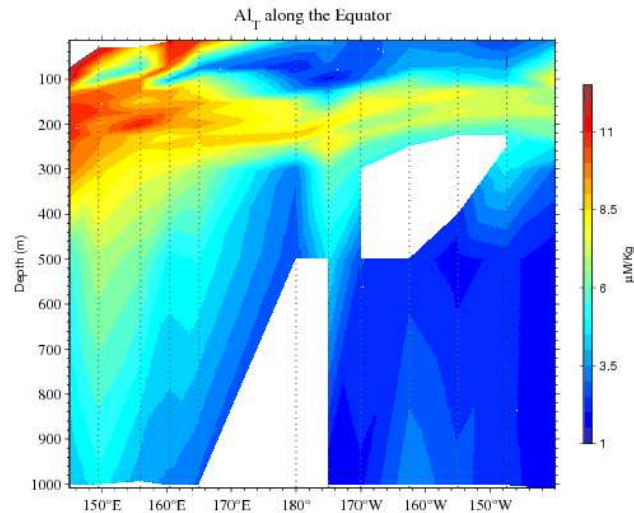
Une des régions du monde très intéressante pour répondre à ces questions est celle du Pacifique Equatorial, car les échanges aux marges y sont probablement importants en raison i) du caractère volcanique –et donc soluble- des matériaux qui les construisent et ii) les courants qui transportent les masses d'eau depuis les côtes jusqu'au large sont importants et enfin iii) les résultats obtenus en 2001 permettent de supposer que les flux d'éléments transportés atteignent au moins le centre du bassin du Pacifique, soit 6000 km des côtes. Notre équipe a ainsi participé à une campagne américaine entre Hawaï et la PNG entre Août et Octobre 2006 (EUC-Fe, PI Jim Murray, Figure 1). Au cours de cette campagne, une centaine d'échantillons dissous et particulaires ont été prélevés pour suivre l'évolution des concentrations en éléments traces et des compositions isotopiques de Nd et de Fe le long de l'équateur. Par ailleurs, notre équipe participe à l'élaboration de la campagne PANDORA au sein du projet SOLWARA (PI A.Ganachaud) qui se situe « en amont » de la zone explorée par EUC-Fe et permettra ainsi de contraindre la modification des masses d'eau transportées par els différents jets qui constituent ensuite le sous courant équatorial.

**Figure 1 : Carte des prélèvements effectués lors de EUC-Fe, automne 2006.**



Les premiers résultats d'aluminium total (dissous et particulaire, Figure 2) confirment l'existence d'un panache de matériel lithogénique qui semble provenir de la marge de la PNG et suit le jet du sous-courant équatorial (centré à 200 m de profondeur environ) et cela jusqu'au centre du Pacifique. La Figure 2 montre aussi de fortes concentrations d'Al<sub>T</sub> en surface, entre la côte et 140°W. L'origine de ce maximum de surface, rivière ou atmosphère, reste à déterminer. De même qu'il reste à quantifier précisément les flux échangés à l'interface côte-large, et cela à toutes les profondeurs.

**Figure 2 : Section de concentration d'Aluminium total le long de l'équateur**



Pour résoudre ces questions, l'approche couplant isotopes du Nd, spectre de REE ainsi que d'autres mesures de traceurs faites par des collègues dans le cadre de la même campagne (Mn, concentrations de Fe, isotopes du Fe...) est particulièrement prometteuse. Une approche similaire, complétée par les isotopes du Ra, sera menée dans le cadre de PANDORA.

#### ***Echéancier du travail de thèse***

Concrètement, le travail analytique consistera en la mesure des concentrations de REE et de compositions isotopiques de Nd aux stations situées entre la PNG et 140° W, sur les fractions dissoutes et particulaires (soit plus de 160 mesures, **années 2008-2009**). Ce travail nécessite l'acquisition de méthodes analytiques de géochimie fine (chromatographie ionique en Salle Blanche, spectrométrie de masse...) Les interprétations de ces mesures (**2009-2010**) permettront 1) d'identifier l'importance relative des sources éoliennes vs marges pour le jet équatorial, et 2) de mieux contraindre les divers processus de transport et de transformation du signal isotopique entre côte et large. Elles s'appuieront aussi sur les résultats de dynamique de la campagne ainsi que sur les mesures de distribution d'autres éléments en trace et isotopes, dont le Fe isotopique, en collaboration avec F. Lacan (CR2 CNRS). Au **printemps-été 2010**, une participation à la campagne PANDORA permettra de compléter la formation du doctorant et d'acquérir des échantillons en mer de Corail dont l'analyse se fera à **l'automne –hiver 2010**. La rédaction de la thèse occupera le **printemps – été 2011**.

Ces travaux s'effectueront dans le cadre du programme EUC-Fe/ISO FERIX pour le Pacifique Equatorial (EUC-Fe est soutenu par la NSF, PI J. Murray, Univ. Washington, USA ; programme regroupant 2 laboratoires français et 7 laboratoires étrangers et ISO FERIX par LEFE/CYBER, INSU, PI F. Lacan). Plus généralement ils s'inscrivent dans le contexte des programmes internationaux GEOTRACES et IMBER.

Le lieu d'accueil du doctorat est le LEGOS, encadré par C. Jeandel (DR1 CNRS) et C. Pradoux (AI CNRS). Salle blanche, spectromètres de masses et moyens bureautiques seront mis à disposition du doctorant.

**Compétences souhaitables:** géochimie, maths/physique, océanographie et informatique (utilisation de logiciels). L'analyse isotopique nécessite application et rigueur.