

Proposition de Sujet de thèse 2014

Nom du laboratoire (et n° de l'unité) dans lequel se déroulera la thèse :

Laboratoire d'Aérodynamique UMR5560, Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse

Titre du sujet proposé :

Transfert de la matière particulaire apportée par les fleuves depuis les plateaux continentaux Méditerranéens jusqu'au bassin profond

Financement :

- acquis (ANR) X mis au concours (contrat doctoral ministériel)
 candidature auprès d'un organisme (*préciser nom de l'organisme*)

Spécialités de l'école doctorale : (*cocher une seule spécialité sans la modifier*)

- Astrophysique, Sciences de l'Espace, Planétologie
 Climat, Océan, Atmosphère, Surfaces Continentales
 Ecologie Fonctionnelle
 Hydrologie, Hydrochimie, Sol, Environnement
 Sciences de la Terre et des Planètes solides

Nom et statut (PR, DR, MCF, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (**préciser si HDR**) :

Claude Estournel, DR CNRS, HDR
 Caroline Ulses, Phys. Adj. CNAP

Coordonnées (téléphone et e-mail) du (des) responsable(s) de thèse :

claude.estournel@aero.obs-mip.fr 0561332777
Caroline.ulses@aero.obs-mip.fr 0561332779

Résumé du sujet de la thèse (*le descriptif ne doit pas dépasser une page recto/verso*)

Contexte scientifique

D'après le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), plus de 80 % de la pollution des mers provient de la terre via les fleuves ou par ruissellement et déversement à partir des zones côtières. Les rivières, les estuaires, les mers côtières et les abysses forment donc un continuum écologique où les polluants transitent. L'essentiel des apports d'éléments trace à l'océan se fait sous forme particulaire, les éléments dissous s'adsorbant facilement sur les minéraux présents dans les fleuves sous forme de matières en suspension issues de l'érosion. La compréhension du cycle des éléments chimiques majeurs comme le carbone dans le milieu marin mais également du devenir en mer des métaux trace, des radionucléides, des polluants organiques nécessite de comprendre les caractéristiques du transport de la matière particulaire (les voies de passage, les lieux de dépôt / enfouissement dans le sédiment, les temps de transit dans la colonne d'eau...).

L'étude du transport en mer de la matière particulaire se heurte à différentes difficultés. Tout d'abord les apports à la mer par les fleuves se font principalement en période de crues. Les crues sont des phénomènes rares d'une durée de quelques jours par an durant lesquelles les conditions météorologiques et d'état de mer hostiles rendent difficile la réalisation de campagnes de mesure. A l'issue de ces crues, il semble qu'une part importante de la matière particulaire se dépose à proximité des embouchures fluviales. A nouveau, c'est lors d'événements rares mais intenses de tempêtes accompagnées de fortes houles que la matière est remise en suspension et transportée par les courants marins (Guillen et al., 2006). Ce transfert se fait donc probablement de manière discontinue et sur de grandes distances puisque des études géochimiques récentes indiquent que les sédiments de

l'ensemble du plateau continental du Golfe du Lion (profondeurs inférieures à 200 m) proviennent quasiment exclusivement du Rhône. Cependant les découvertes de 10 dernières années montrent que l'histoire ne s'arrête pas là. Contrairement à l'idée communément admise que la matière continentale termine son voyage par enfouissement dans les sédiments du plateau continental, les nombreuses observations réalisées dans le Golfe du Lion soutenues également par la modélisation numérique ont montré que des quantités considérables de matière particulaire transitent vers le bassin profond (de l'ordre de 1000 à 2000 m) par les canyons sous-marins de l'ouest du Golfe du Lion (Palanques et al., 2006 ; Canals et al., 2006). Ces transits se font également de manière sporadique lors de deux types d'événements : les tempêtes avec houles et les plongées d'eau dense. Dans le premier cas, la matière remise en suspension et transportée est « poussée » à l'intérieur des canyons par un processus de downwelling (Ulses et al., 2008a). Ces mécanismes permettent généralement à la matière d'atteindre des fonds de quelques centaines de mètres de profondeur. Dans le second cas, il s'agit d'un processus hivernal de refroidissement des eaux côtières par l'effet des vents froids du nord qui dominent la climatologie des rivages du nord de la Méditerranée. L'eau est alors densifiée pouvant même devenir plus dense que l'eau du bassin profond. Elle s'écoule alors comme un courant de gravité en cascades dans les canyons sous-marins jusqu'à atteindre son niveau d'équilibre (Ulses et al., 2008b). Les courants puissants (de l'ordre du mètre par seconde) entraînent alors les dépôts sédimentaires vers les grandes profondeurs. Des mesures réalisées dans la couche de fond du bassin profond (> 2500 mètres) montrent que ce type d'événements est suivi pendant des mois par la présence d'anomalie de turbidité y compris à très grandes distances des côtes témoignant ainsi d'un transport de la matière particulaire à grande échelle (Puig et al., 2013). Enfin, très récemment également, on s'est aperçu qu'un autre type de processus physique était susceptible de provoquer le déplacement en profondeur des sédiments. Il s'agit de la convection profonde ou formation d'eau profonde qui affecte non pas la zone côtière mais les régions du large. De même que près de la côte, les vents froids refroidissent la surface de la mer. Les grandes profondeurs permettent à la convection de se déclencher. Lorsque les hivers sont très froids, celle-ci peut atteindre le fond. Les courants marins sont alors perturbés pendant plusieurs mois et en particulier, des courants de l'ordre de 20 cm/s y compris près du fond sont apparemment en mesure de remettre en suspension et/ou de maintenir en suspension les sédiments fins et de les transporter (Puig et al., 2012 ; Stabholz et al., 2013).

Objectifs

Si ces différents types de processus ont été observés toujours très partiellement, leur quantification reste méconnue et seulement accessible à la modélisation adossée aux observations qui sont quant à elles indispensables à la calibration du modèle. C'est une telle démarche qui est proposée dans cette thèse qui aura pour but de mieux comprendre le devenir de la matière dans une large gamme d'échelles d'espace et de temps. On souhaite donc décrire les voies de passage de la matière et les conditions hydrodynamiques qui sont associées aux différentes phases de son transport depuis les petits fonds jusqu'aux grandes profondeurs et sur des distances de plusieurs centaines de kilomètres des fleuves. Ceci devrait permettre d'interpréter les observations très éparpillées des différents polluants plus ou moins réactifs et aider à comprendre comment ceux-ci sont susceptibles d'intégrer la faune marine.

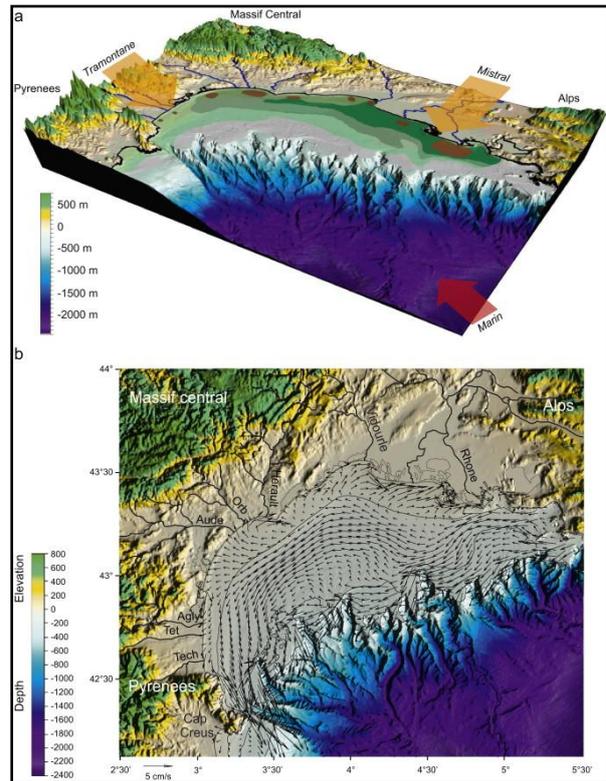
Méthodologie

Cette étude sera réalisée à l'aide de la modélisation numérique 3D. Pour cela, on utilisera le modèle hydrodynamique 3D SYMPHONIE développé au Laboratoire d'Aérodynamique et utilisé à de nombreuses reprises pour des études des zones côtières et hauturières en Méditerranée. Ce modèle est couplé à un modèle de transport de la matière qui a déjà été utilisé pour la compréhension de l'effet des tempêtes sur les transferts de matière dans le Golfe du Lion (Ulses et al., 2008). La thèse sera réalisée également en étroite collaboration avec les équipes françaises et espagnoles responsables de nombreuses observations au cours des dernières années sur le plateau et dans le bassin profond qui permettront de nourrir la calibration des paramétrisations du modèle sédimentaire. La thèse complètera également une seconde thèse réalisée à l'IFREMER qui se focalise plus spécifiquement sur les processus hydro sédimentaires à proximité des embouchures.

ED 173 - SDU2E

Dans un premier temps, on se focalisera sur le transport sur le plateau afin de reproduire et comprendre les séries temporelles d'observations de courant et de turbidité disponibles dans les canyons. On utilisera une configuration du modèle permettant d'obtenir une haute résolution transversalement à la côte. On s'assurera que le modèle permet de transporter les différentes fractions granulométriques (des vases aux sables). Pour cela, une étude de sensibilité et de calibration des différents paramètres du modèle sédimentaire devra être réalisée. L'objectif sera ensuite de dresser un bilan de matière du plateau du Golfe du Lion à l'échelle courte des événements énergétiques de tempête, crue et des formations d'eau dense et à l'échelle interannuelle, chaque année étant dominée par l'occurrence (ou non) d'un à quelques événements de tel ou tel type.

Dans un second temps, on considèrera le transport dans le bassin profond à la suite des événements de convection. De très larges volumes d'eau très peu concentrés en matière sont redistribués sur des centaines de kilomètres vers le sud du bassin Méditerranéen. On s'efforcera de quantifier ce transport en s'assurant que les courants modélisés sont réalistes en intensité (comparaison avec des mesures réalisées sur un mouillage au centre du bassin) ainsi que les structures caractéristiques de ces courants (filaments, tourbillons). Le but sera ensuite d'identifier les voies de transport de cette matière et les zones de dépôt distantes.



prédominants sont superposés. (b) Courant moyen annuel simulé pour 2004 (modèle Symphonie). Extrait de Durrieu de Madron et al. 2008.

Compétences souhaitées

Bonnes connaissances en océanographie physique. Goût pour la modélisation numérique.