

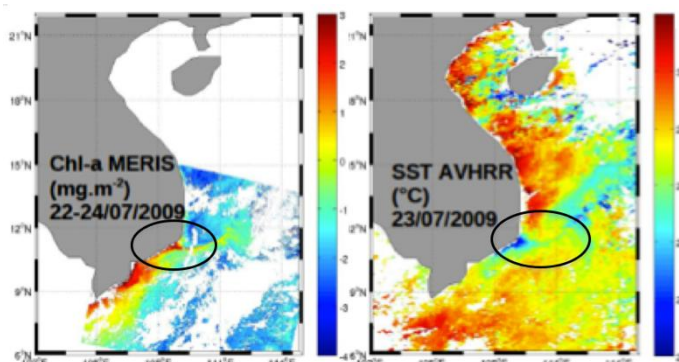
Objectifs : L'objectif scientifique général du projet MONSUN est de participer à améliorer la compréhension du fonctionnement et de la variabilité de la dynamique océanique et des écosystèmes marins dans les régions côtières et d'appréhender leur réponse à l'influence anthropique et aux variations climatiques. Notre démarche vise à répondre aux questions suivantes :

Comment fonctionne la dynamique océanique dans ces régions, et comment influence-t-elle l'écosystème planctonique, premier maillon de la chaîne trophique ?

Quels sont les différents facteurs de variabilité dans ces régions, comment la dynamique océanique y répond-elle, et comment cette variabilité est-elle transmise à l'écosystème planctonique ??

Enjeux scientifiques et sociétaux

Nous travaillons sur le cas d'étude de l'upwelling estival du Sud Vietnam (SVU), en mer de Chine Méridionale (MCM). La région du SVU est l'une des plus productives de la MCM d'un point de vue biologique. Cette activité biologique conditionne le fonctionnement des écosystèmes marins et joue donc un rôle dans la biodiversité et les ressources halieutiques locales ainsi qu'à l'échelle du climat global en participant à la séquestration océanique du carbone. Cette région est par ailleurs soumise à une forte pression anthropique, et sa réponse aux variations climatiques reste une question ouverte. La compréhension du fonctionnement et de la variabilité du SVU constitue donc un enjeu scientifique et socio-économique.



Signature sur les données satellites de concentration en chlorophylle et température de surface de l'épisode de SVU de juillet 2009

Approche

Nous adoptons une méthodologie générique fondée sur l'utilisation conjointe de la modélisation numérique couplée hydrodynamique-biogéochimie (modèle hydrodynamique ROMS_AGRIF et modèle couplé SYMPHONIE-ECO3M-S), de données satellitaires multi-capteurs (hauteur de mer, concentration de surface en chlorophylle, température de surface et vent) et d'observations in-situ disponibles.

Résultats majeurs & perspectives

Les premières simulations ont été menées sur toute la MCM sur 1990-2004 avec le modèle ROMS-AGRIF au 1/12° de résolution. Plusieurs simulations ont été réalisées afin d'évaluer la contribution de différents facteurs à la variabilité interannuelle du SVU : forçage atmosphérique, forçage océanique latéral de grande échelle, rivières et variabilité interne. Les résultats ont quantifié l'importante variabilité interannuelle du SVU (écart type ~2/3 la valeur moyenne). Ils ont confirmé le rôle majeur du vent et de son rotationnel dans cette variabilité, expliquant ainsi l'impact de l'oscillation ENSO (un hiver El Niño induit dans la région une anomalie négative du vent estival et de son rotationnel et donc du SVU). Ils ont par ailleurs révélé et quantifié la contribution de la variabilité interne océanique, du même ordre de grandeur que celle du vent, qui module de façon aléatoire la variabilité interannuelle du SVU à travers les interactions vent-tourbillons. Ces résultats ont fait l'objet de la **thèse de N. D. Da** (soutenue en mai 2018) et sont en cours de révision au JGR-Océans (**N. D. Da et al., 2018**).

Dans la continuité de ce travail, le travail en cours et à venir porte sur :

L'influence de la dynamique océanique sur l'écosystème pélagique planctonique en MCM et dans la région du SVU (modèle SYMPHONIE-ECO3M-S à 4km de résolution, **thèse de T. B. Ngoc** depuis 2016). Des simulations sont effectuées sur 2009-2016 afin d'examiner le fonctionnement et la variabilité saisonnière à interannuelle de cet écosystème.

La contribution de la petite échelle spatio-temporelle dans le fonctionnement et la variabilité hydrodynamiques et biogéochimiques du SVU (**thèse de T. D. Thai** depuis 2018). Une configuration du modèle SYMPHONIE-ECO3M-S à 1km le long des côtes vietnamiennes a été développée afin

d'examiner le rôle des structures de petite échelle et la variabilité haute fréquence du SVU, d'abord sur le cas d'étude 2014 puis sur la variabilité interannuelle.

Pour des raisons de moyens (une bonne partie des pays avoisinants la MCM sont des pays en développement ou émergents) et diplomatiques (zone maritime revendiquée par plusieurs pays dont la Chine), la disponibilité et la qualité des mesures océanographiques sont faibles en MCM. La technologie *glider*, peu onéreuse, est une solution idéale pour améliorer la quantité et qualité de ces mesures. Il est très compliqué d'obtenir les autorisations de navigation au Vietnam, mais nous travaillons avec la DT-INSU, nos partenaires vietnamiens et américains (Oregon State Univ.) au déploiement de *gliders* au Vietnam. Un *glider* de la DT-INSU a été mis à disposition et une première école d'été a été organisée en juin 2018, permettant de former ~25 chercheurs vietnamiens à cette technologie.

Partenariat et financements

MONSUN repose sur une démarche intégrée réunissant des spécialistes des différentes disciplines (océanographie physique, biogéochimie et biologie, optique marine) et outils (modélisation, observations in-situ, mesures satellitaires) qui interviennent dans l'étude du SVU. Les partenaires regroupent des scientifiques du LEGOS, du LA, du LOG et de la DT-INSU en France, et de l'USTH, de la VNU-HUS et de l'IO-VAST au Vietnam.

MONSUN est financé par le programme TOSCA du CNES (~100k€, 2014-2017), par le programme inter-organismes du LEFE (~15k€, 2014), par l'IRD (bourses de thèses ARTS N. N. Da 2015-18 et T. D. Thai 2018-21 et via son soutien au LMI LOTUS depuis 2018), par l'Ambassade de France au Vietnam (via son soutien au développement du LMI LOTUS depuis 2015 + bourse de thèse T. D. Thai 2018-21) et par l'USTH (salaire de T. B. Ngoc, doctorante).