



https://www.locean-ipsl.upmc.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=203&Itemid=158&lang=fr

L'anticipation des impacts du changement du climat et en particulier de sa variabilité sur les sociétés et les écosystèmes est un défi immense lancé à la communauté des sciences du climat. Le LOCEAN a développé une expertise originale associant mécanismes climatiques, rôle de la dynamique océanique, et impacts sociétaux. Il est un des rares laboratoires à couvrir le champ de recherche qui va de la compréhension des mécanismes fondamentaux aux études d'impacts pour informer les services climatiques en cours d'élaboration. Quantifier les incertitudes sur la circulation océanique de grande échelle, initialiser l'océan pour des études de prévisibilité du système couplé océan-atmosphère-glace de mer, comprendre le rôle des échanges air-mer dans les flux de chaleur, de moment, d'eau ou de carbone, décrire les mécanismes de la variabilité climatique passée, présente et future, le rôle des interactions d'échelles, modéliser les impacts de la variabilité et des changements climatiques sur les ressources et la santé : la palette des compétences du laboratoire qui contribue à cette thématique est large (cf. équipes) et s'appuie sur le triptyque observation, modélisation et théorie.

Fort de cette expertise unique le LOCEAN a pour ambition d'être un acteur majeur pour relever le défi de l'anticipation des impacts locaux du changement climatique. La contribution à cet effort international est proposée dans ce thème selon 3 axes:

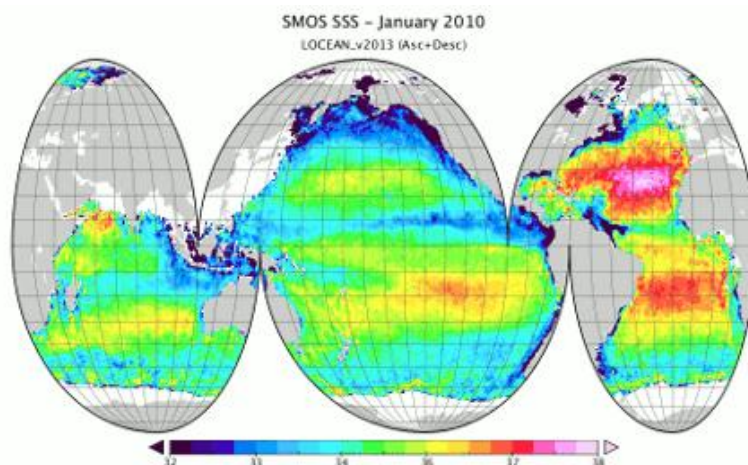
- l'étude de la variabilité et de la prévisibilité climatique à l'échelle interannuelle, décennale et multi-décennale en s'appuyant en particulier sur le rôle climatique de l'océan. L'objectif de cet axe est d'associer des études fondamentales sur les mécanismes de la variabilité et de la prévisibilité du climat aux échelles interannuelle à décennales à la réalisation de simulations de prévision contribuant aux bases de données internationales (type CMIP5) pour :
 - séparer la part de la variabilité interne de l'océan/ du climat de celle qui est forcée (GHG, solaire, volcanisme) lors des derniers millénaires et lors des derniers 50 ans (période la mieux observée).
 - comprendre l'influence de l'époque/état moyen sur la variabilité grâce aux études paléoclimatiques qui permettent en particulier de tester les changements de la variabilité dans les modèles.
 - renforcer l'expertise sur le système de prévision/prévisibilité à l'échelle de temps décennale, en particulier sur l'initialisation de l'océan (ex., NEMOVAR), et sa validation.
 - renforcer l'expertise sur la détection d'éventuelles transitions climatiques et non linéarités dans le cadre d'un changement climatique.
- l'étude des changements climatiques et de leurs impacts régionaux à différentes échelles de temps (incluant l'échelle paléoclimatique) et d'espaces et dans différents milieux (marins, continentaux et insulaires). L'objectif est de croiser les implications régionales de l'axe 1 (par exemple changement de régimes de circulation, des caractéristiques de moussons ou des extrêmes de précipitations) avec des études d'impacts et de vulnérabilité (par exemple écosystèmes marins et continentaux, société, santé,...) pour fournir des indicateurs pour les stratégies d'adaptation et les services climatiques en cours d'organisation.

la modélisation statistique de l'environnement pour identifier et lever les verrous méthodologiques en modélisation statistique dans les problèmes liés à la géophysique et à l'environnement : la détection des ruptures par rapport à une tendance ou à un cycle et l'attribution de ces changements (par exemple de régimes de variabilité décennale). D'autres questions plus fondamentales incluent l'assimilation variationnelle des données (nouvelles méthodes, estimation des incertitudes, calcul haute performance, initialisation des modèles) et les méthodes inverses pour la télédétection (problèmes mal posés, multivalués, classification).

.../...

Interactions et Processus au sein de la couche de Surface Océanique

L'équipe IPSO s'intéresse à l'interface air-mer, lieu d'échanges de propriétés entre l'océan et l'atmosphère (chaleur, quantité de mouvement, CO₂,...). Cette interface est considérée ici au sens large et inclut également la glace de mer et les processus d'échange de chaleur et de sel qui lui sont spécifiques. Les objectifs sont d'observer et de comprendre les processus qui influencent la variabilité des propriétés dans la couche de surface océanique d'une part, et les interactions entre ces processus, en particulier de fine échelle, avec la plus grande échelle et ainsi contribuer à l'amélioration de leurs paramétrisations dans les modèles, d'autre part. Nos études visent plus spécifiquement à : 1) caractériser la variabilité à l'interface océan-atmosphère (propriétés de la couche mélangée océanique, notamment salinité) et les processus à fine échelle influençant cette variabilité (génération d'ondes internes de gravité, turbulence) et 2) évaluer l'impact des phénomènes de fine échelle sur ceux de plus grande échelle (influence du mélange induit par les ondes internes sur l'état moyen de l'océan; relation entre variabilité observée localement et variabilité observée par satellite, intégrée sur de grandes échelles spatiales). L'équipe utilise des observations innovantes, tant in situ que satellitaires, des paramètres les plus pertinents pour ses études. Certaines relèvent de développements techniques spécifiques (e.g., échantillonnage de la salinité dans les 50 premiers centimètres de la surface océanique in situ et par télédétection, profils microstructures de température, salinité et cisaillement à haute résolution sur la colonne d'eau, épaisseur de glace et flux aux interfaces de la glace). L'équipe est donc fortement mobilisée sur des projets de développement instrumental couplés à des campagnes à la mer.



Cartes produites au LOCEAN de la salinité de surface vue par le satellite SMOS

Variabilité de l'Océan et de la Glace de mer

L'objectif de l'équipe est d'aborder par une approche conjointe observation-modèles des questions fondamentales sur la dynamique de l'océan, étendu pour les régions de hautes latitudes aux glaces de mer et au système couplé océan-glace. Nous cherchons notamment à évaluer la contribution des différentes échelles de mouvement à la circulation moyenne et au transport des propriétés, ainsi que la variabilité associée. Ces études s'appuient sur l'acquisition d'observations issues des technologies in-situ les plus récentes, sur le maintien de systèmes d'observation intégrés pérennes, ainsi que sur les observations issues des nouvelles missions satellitaires. L'équipe développe en parallèle une activité de modélisation numérique évoluant vers la prise en compte explicite d'échelles de plus en plus fines. Les thèmes de recherche de l'équipe sont abordés dans le cadre d'études régionales : Méditerranée, Atlantique Nord et Tropical, plateau Antarctique, Arctique.



Austral Boréal et Carbone

S'appuyant sur une approche pluridisciplinaire, l'équipe Austral Boréal Carbone (ABC) associe des physiciens et biogéochimistes s'intéressant à des processus liés au changement climatique et à leurs impacts sur la physique et la biogéochimie marine. La conduite de ces recherches dans le cadre de partenariats internationaux constitue également une dynamique importante de l'équipe ABC.

A partir de réseaux d'observations in situ et de sorties de modèles, les études sont menées dans l'Atlantique tropical et dans les océans polaires, dont le rôle au cœur de la dynamique océanique globale est essentiel.

A l'échelle de ces espaces maritimes, les principaux objectifs de recherche de l'équipe ABC sont d'observer et comprendre la variabilité et l'évolution saisonnière, interannuelle et décennale :

- - des propriétés physico-chimiques des masses d'eau,
- - de la circulation océanique,
- - des apports d'eau douce dans ces océans,
- - des flux de chaleur (méridien),
- - de l'étendue et de l'épaisseur des glaces de mer.

Les activités logistiques et techniques de l'équipe ABC couvrent un large spectre comprenant :

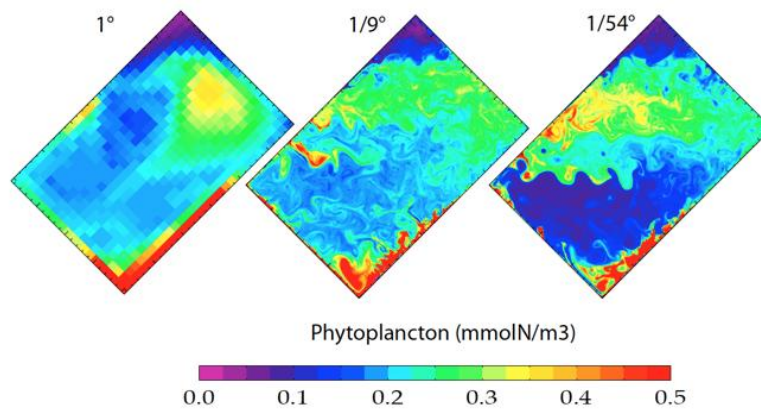
- - le développement d'instrumentation in situ (océan et glace de mer),
- - des campagnes en mer ou sur des camps de glace (Barnéo, près du Pôle Nord),
- - analyse de données in situ et satellitales et analyse de sorties de modèles opérationnels ou de processus.



Processus de couplage à petite échelle, Ecosystèmes et Prédateurs Supérieurs

La compréhension du fonctionnement et de l'évolution des écosystèmes marins dans un contexte de changement climatique est un enjeu majeur pour notre société. L'objectif de l'équipe PEPS est d'étudier l'impact des processus de la dynamique océanique sur les cycles biogéochimiques, la biodiversité, et la chaîne trophique.

Afin de répondre à cet objectif ambitieux, l'équipe PEPS met en lien des chercheurs de disciplines variées : physique océanique de grande échelle ; physique des fines échelles spatio-temporelles ; activité des premiers maillons de la chaîne trophique ; comportement des prédateurs supérieurs. Les projets de l'équipe PEPS se concentrent avant tout sur deux types de régions : les systèmes d'upwellings, et les régions polaires. Ces régions attirent particulièrement l'attention des chercheurs de l'équipe PEPS car elles sont associées à une activité biologique particulièrement sensible aux fluctuations de la circulation océanique et du forçage atmosphérique.



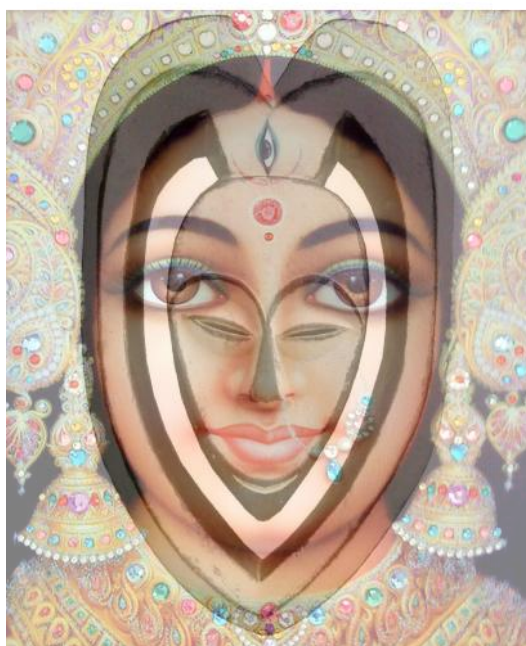
Processus de la Variabilité climatique Tropicale et Impact

Les tropiques sont probablement la région où l'océan influence le plus clairement la variabilité climatique aux échelles intra-saisonnières à interannuelles. En raison de températures de surface moyennes élevées, de petites perturbations de la circulation océanique peuvent entraîner une importante redistribution de la convection profonde atmosphérique et de la circulation associée, avec des conséquences parfois globales. El Niño est l'exemple le plus emblématique de ce couplage océan-atmosphère et de la variabilité qui en résulte, mais de nombreuses études récentes illustrent ce couplage océan-atmosphère sur une large gamme d'échelles de temps, et dans l'ensemble des bassins tropicaux.

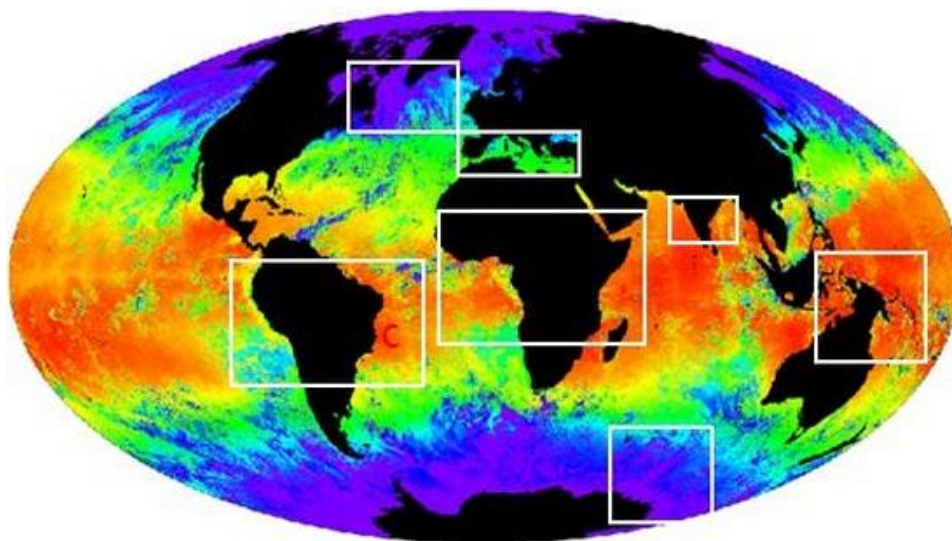
Une autre particularité des régions tropicales est la très grande vulnérabilité des populations aux phénomènes climatiques (e.g. El Niño, moussons, cyclones). Une grande partie de la population des régions tropicales vit en effet de l'agriculture, éminemment sensible à la variabilité climatique alors que la pauvreté ne permet pas un accès aux adaptations technologiques (mécanisation, engrais, irrigation, digues, dragages...) et aux systèmes de soins (vaccination, soins curatifs...).

La problématique du changement climatique est de ce fait un enjeu majeur dans les régions tropicales. Des études de plus en plus nombreuses soulignent ses effets potentiellement négatifs sur les activités humaines, les ressources, les écosystèmes et la santé publique, encore accrus par la vulnérabilité des populations tropicales.

Dans ce contexte, les objectifs principaux de l'équipe PARVATI sont d'étudier les processus et les impacts de la variabilité climatique tropicale, qu'elle soit naturelle ou d'origine anthropique.



Biogéochimie - Traceurs - Paléoclimats



Les recherches de notre équipe concernent les thèmes « Cycles biogéochimiques et écosystèmes » et « Climats et impacts » du LOCEAN. Elles se construisent autour de deux axes: les processus et cycles biogéochimiques océaniques, et la dynamique du climat passé (évolution, variabilité et tendances) et ses impacts environnementaux.

Le premier axe concerne les questions spécifiques aux cycles biogéochimiques océaniques qui contrôlent la pompe biologique à carbone, depuis l'organisme jusqu'au continuum colonne d'eau-sédiment. A l'échelle de l'organisme, nous étudions le métabolisme d'organismes phototrophes par des approches expérimentales et de modélisation. A l'échelle de la colonne d'eau, nous *quantifions (étudions)* la contribution des processus clés aux cycles biogéochimiques de C, N, Si, S, Fe.

Le deuxième axe concerne les changements climatiques et leurs impacts à différentes échelles de temps (pluri-annuel à pluri-millénaire). Il s'agit en priorité de reconstruire et comprendre l'évolution des systèmes climatiques et leurs modes de variabilité, notamment dans les tropiques ainsi que les relations hautes/basses latitudes. Nous évaluons les impacts des changements climatiques sur les hydrosystèmes ainsi que les écosystèmes continentaux et marins, en particulier dans les pays du Sud. Les confrontations données-modèles, nécessaires pour comprendre les mécanismes des changements climatiques et le rôle des forçages externes sont menées en interaction avec l'équipe PARVATI et d'autres laboratoires de l'IPSL.

Les deux axes de recherche se développent en synergie, intégrant l'Actuel et le Passé, et s'appuient sur des campagnes de terrain, des approches communes par des traceurs-proxies, et le parc instrumental de l'équipe.

Equipe CO₂

En absorbant actuellement environ 30% du CO₂ émis par les activités humaines, l'océan joue toujours un rôle crucial dans la régulation de l'effet de serre anthropique, limitant les répercussions sur le climat, l'environnement et les sociétés. Néanmoins, on constate que ce puits naturel de CO₂ devient moins efficace avec le temps, d'abord en raison de l'augmentation exponentielle des rejets de CO₂, et potentiellement en réponse à la modification du climat et de la chimie des océans (réchauffement, stratification, acidification).

D'autre part, l'accumulation de CO₂ anthropique dans l'océan rend les eaux plus corrosives (réduction du pH) et tend vers une sous-saturation des eaux en ions carbonates, qui pourrait être atteinte dès 2030 dans l'Océan Austral, menaçant ainsi le développement d'organismes calcifiants à la base de la chaîne alimentaire.

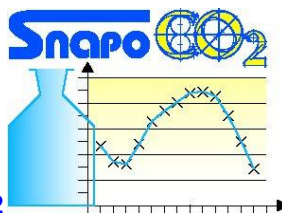
Bien que les conséquences du changement climatique et de l'acidification des eaux soient encore difficilement mesurables, nous devons dès à présent évaluer au mieux l'évolution lente (ou peut être rapide) du cycle du CO₂ océanique, afin d'anticiper les répercussions sur notre environnement.

Dans ce contexte, l'équipe CO2 du LOCEAN (E-CO2) a pour objectif de documenter et expliquer l'évolution du système des carbonates dans l'Océan Austral (Observatoire CARAUS/OISO), et d'inciter ces observations pour l'océan global en pilotant le Service National d'Analyse des Paramètres Océaniques du CO2 (SNAPO-CO2).



CARAUS / OISO

CARbone AUstral / Océan Indien Service d'Observations



SNAPO-CO2

Service National d'Analyse des Paramètres Océaniques du CO2

