



LA SCIENCE À BORD

Étude temporelle et latitudinale des effets combinés du rayonnement ultraviolet B, de l'augmentation de CO₂ et du réchauffement climatique sur la pompe biologique

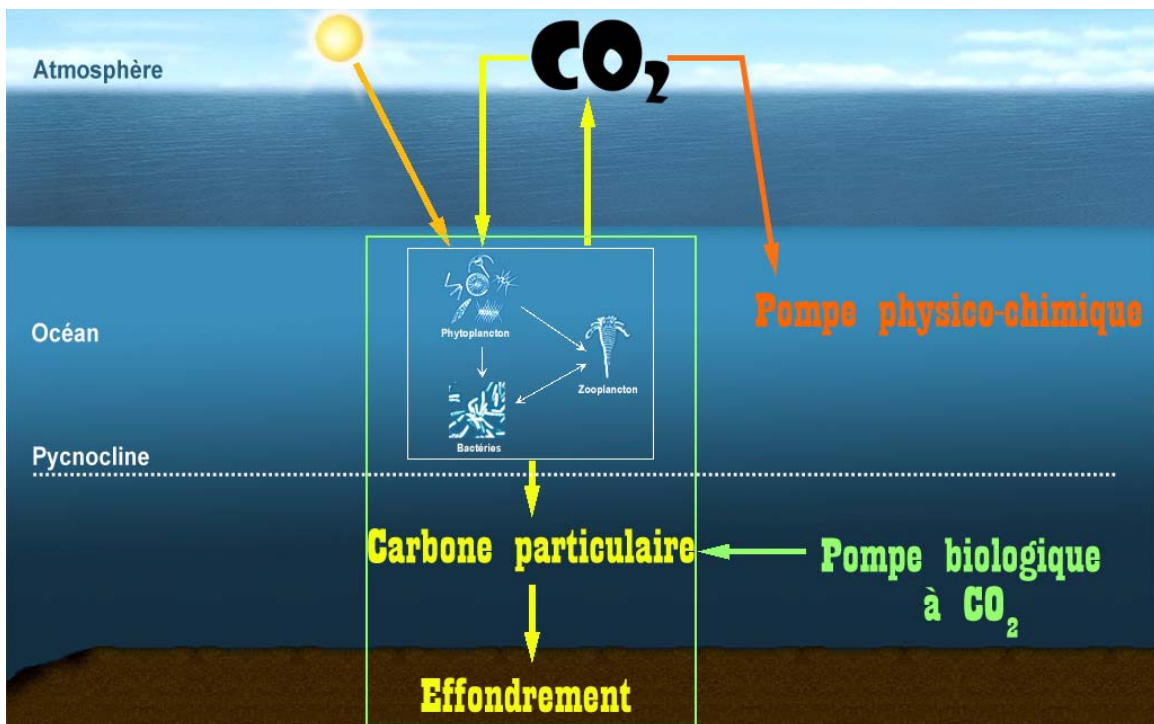


La Mission Antarctique à bord du navire *Sedna IV* n'est pas seulement une excellente opportunité de montrer, au moyen des médias, les effets des changements climatiques. Cette mission représente également une plateforme unique pour le développement de la recherche scientifique. En plus de l'étude réalisée en collaboration avec la NASA et l'Université de la Colombie-Britannique sur les impacts de l'hivernage sur les membres de l'équipage, une étude multidisciplinaire est présentement en cours à bord du *Sedna IV* et à la station adjacente de Melchior.

Melchior est une ancienne station de l'Argentine située en Antarctique, sur l'île Gamma, à 64°19'53" S, 62°58'64" O. La station a été ouverte le 31 mars 1947. Pendant plusieurs années, les activités estivales de cette base ont été gérées par la marine. Elle a par la suite été fermée à la fin de la saison 97/98. L'accès à la station de Melchior a été rendu possible grâce à la contribution du gouvernement de l'Argentine.

Cycle biologique du carbone

Le principal intérêt du programme de recherche est basé sur l'étude du cycle biologique du carbone dans les océans, un processus connu sous le nom de *pompe biologique*. Ce processus peut être caractérisé par deux mécanismes de base: la *photosynthèse* et la *respiration*.



La *photosynthèse* est un processus métabolique utilisé par certains organismes qui permet de transformer le carbone inorganique (sous la forme de CO₂, un gaz à effet de serre bien connu) en carbone organique. Dans les milieux aquatiques (lacs, rivières et océans), cela se produit exclusivement dans la couche d'eau où une lumière suffisante atteint les organismes. Cette zone est connue sous le nom de *zone euphotique*. Ce processus est limité aux plantes de toutes les dimensions (microscopiques à macroscopiques) et dépend de leur accès aux sels nutritifs (éléments essentiels à la survie de ces organismes photosynthétiques).

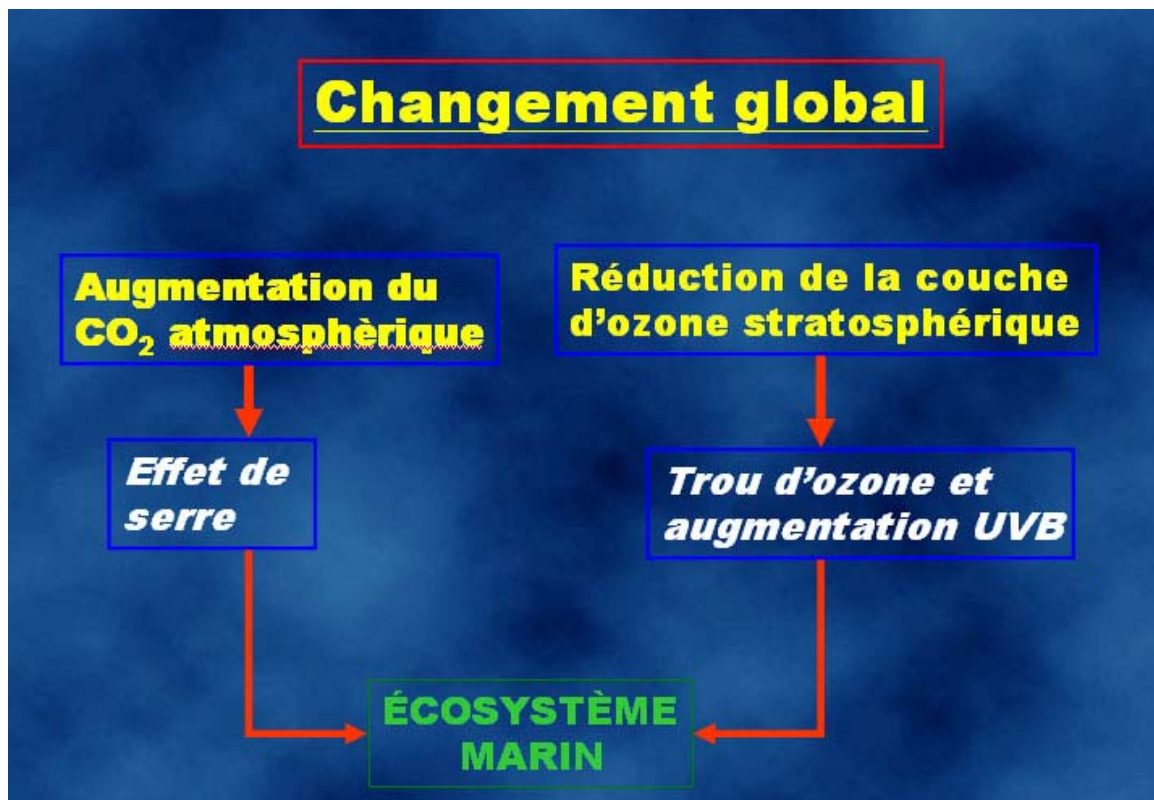
La *respiration* est le processus métabolique permettant l'absorption de l'oxygène et le rejet du gaz carbonique (CO₂). Elle est effectuée par la majorité des espèces vivantes, soit de la plus petite bactérie au plus gros animal, en passant par les plantes les êtres humains.

L'état d'équilibre existant ou non entre la photosynthèse et la respiration dans les écosystèmes marins est encore un sujet qui fait l'objet de plusieurs débats au sein de la communauté scientifique internationale. Des recherches sur le sujet ont d'ailleurs lieu en ce moment. Elles sont principalement axées sur des échanges de CO₂ entre l'atmosphère et l'océan ainsi que sur les effets du réchauffement climatique et des rayons ultraviolets B (UVB, 280-320 nm) sur les processus de photosynthèse et de respiration dans la couche superficielle des océans.

Il est bien connu que les rayons UVB, qui sont très dommageables pour les organismes vivants, ont augmenté durant la dernière décennie. Cette augmentation serait due à la destruction de la couche d'ozone dans la stratosphère, un problème qui affecte principalement les régions polaires. Les niveaux de CO₂ ont également augmenté dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la hausse des températures planétaires. Le principal facteur de cette hausse demeure l'activité humaine, qui a relâché une quantité énorme de ce gaz à effet de serre dans l'atmosphère depuis le début de l'ère industrielle.

Les conséquences des effets combinés de l'augmentation des rayons UVB et des changements climatiques sur la vie planctonique marine (ensemble des organismes en suspension dans la mer) sont encore mal connues. Ces nouvelles conditions pourraient modifier la dynamique des échanges de carbone entre les différentes couches d'eau des océans. Ces échanges de carbone entre les différentes couches dépendent non seulement des facteurs physiques et chimiques de l'eau de mer, mais aussi de facteurs biologiques comme le type de communautés planctoniques présentes dans la colonne d'eau.

Le présent travail de recherche permettra d'étudier les effets combinés du réchauffement climatique, de l'augmentation du CO₂ et des rayons UVB sur les communautés planctoniques et de mieux comprendre comment ces changements affectent les échanges de CO₂ entre l'atmosphère et l'océan (la pompe biologique).



Nous savons que les organismes planctoniques des océans, particulièrement ceux qui font de la photosynthèse, se retrouvent à de faibles profondeurs à cause d'un phénomène de stratification de la colonne d'eau causé par une différence dans la densité des couches d'eau. L'eau plus chaude et moins salée repose au-dessus de l'eau plus froide et plus salée. Cette superposition crée une zone intermédiaire, caractérisée par un gradient de densité, qui est appelée *pycnocline*. Ces zones de pycnoclines limitent les échanges de petits organismes, de gaz et de substances chimiques entre les deux couches d'eau. Certains facteurs physiques, comme les vents, provoquent le brassage des éléments des eaux de surface, formant ainsi la couche supérieure de mélange. Le réchauffement climatique pourrait avoir comme effet de réduire la profondeur moyenne de cette couche superficielle de mélange, ce qui augmenterait ainsi l'exposition des organismes planctoniques aux rayons UVB.

Ainsi, les principales questions à la base de cette étude sont les suivantes:

(1) À l'échelle globale, quelle sera la réponse de la pompe biologique dans un scénario d'une hausse de l'exposition aux rayons UVB combinée à un réchauffement climatique?

(2) Peut-on s'attendre à ce que des changements dans les échanges de CO₂ entre l'atmosphère et les océans soient liés à des modifications dans les communautés planctoniques?

(3) Quelle serait l'ampleur de ces changements et leurs conséquences possibles sur le reste de l'écosystème marin?

Travail sur le terrain et en laboratoire

Plusieurs procédés de recherche seront utilisés pour récolter les données nécessaires à la réalisation de ce projet. Le travail sur le terrain permettra de faire des relevés continus de variables environnementales, comme les radiations visibles et les rayons ultraviolets à la surface de l'eau, et de réaliser des profils verticaux de ces variables dans la colonne d'eau tout en effectuant des mesures de la salinité et de la température de l'eau. Les échantillons d'eau seront pris à des profondeurs spécifiques aux différentes stations d'échantillonnage et durant les expériences en *mésocosmes*. Les expériences en *mésocosmes* sont des échantillons d'eau prélevés à travers la colonne d'eau et conservés dans de larges bassins (normalement de dimensions supérieures à 1 m³). Les expériences en *mésocosmes* représentent les caractéristiques de l'environnement marin étudiées (en d'autres mots, c'est la miniaturisation du système à l'étude).

Ces échantillons seront utilisés pour faire l'analyse de plusieurs variables-clés: la composition et l'abondance des communautés planctoniques, les pigments photosynthétiques, la photosynthèse et la respiration, la synthèse de substances photoprotectrices des UV, la composition chimique de l'eau, le carbone, l'azote et les effets de certains éléments polluants comme les hydrocarbures. De retour au Canada, plusieurs de ces paramètres seront mesurés avec de l'équipement scientifique hautement performant (HPLC, cytomètre en flux, etc.) dans les laboratoires de recherche.

L'ensemble des données recueillies durant cette étude sera intégré dans des modèles mathématiques qui permettront de mieux expliquer les processus étudiés et serviront de base afin de prédire avec plus de précision les impacts possibles des changements climatiques sur les environnements planétaires.

Ce projet sera composé de cinq missions sur le terrain, dont la première débute à bord du *Sedna IV*. Le projet est divisé comme suit :

2005-2006-2007

Deux études latitudinales seront effectuées dans l'océan Atlantique et seront basées sur les échantillons d'eau et de plancton prélevés pendant le voyage d'aller et de retour du *Sedna IV* entre l'Antarctique et le Canada. La récolte d'échantillons et l'analyse de plusieurs paramètres seront également effectuées régulièrement pendant l'hivernage du *Sedna IV* en Antarctique afin d'assurer un suivi temporel.

2007

Une croisière scientifique sera effectuée en 2007 à bord du brise-glace *A.R.A. Almirante Irizar* (DNA-IAA) pour étudier la dynamique des échanges de carbone entre l'atmosphère et l'océan dans la partie ouest de la péninsule antarctique et dans le nord de la mer de Weddell.



Une étude en mésocosmes aura lieu à la station de Melchior (DNA-IAA) en décembre 2007 pour étudier les effets des rayons ultraviolets et de l'augmentation de la température sur les échanges de carbone entre l'atmosphère et l'océan.

Une autre croisière scientifique sera effectuée en janvier 2007 à bord du navire océanographique argentin *A.R.A. Puerto Deseado* (DNA-IAA) dans la partie ouest de la péninsule antarctique.



2008

Une seconde étude en mésocosmes, similaire à celle qui se déroulera à Melchior en 2007, sera effectuée en août 2008 dans l'Arctique à la station de recherche de Whapmagoostui-Kuujuaapik (55° 17' N, 77° 46' O, Centre d'études nordiques, Université Laval).

Le projet se terminera à la fin de l'année 2009. Cinq thèses doctorales ainsi que plusieurs publications dans des revues spécialisées et des présentations lors de congrès scientifiques sont prévues pour cette période. Les résultats contribueront à obtenir plus de renseignements sur les différentes problématiques à l'étude et permettront également de sensibiliser le public en général à la cause environnementale.

Institutions

Ce projet a été rendu possible grâce à une collaboration entre les gouvernements canadien et argentin. Cette collaboration internationale a débuté en 2001 entre l'Université du Québec à Rimouski – Institut des sciences de la mer de Rimouski (UQAR-ISMER) du Canada et la Dirección Nacional del Antártico – Instituto Antártico Argentino (DNA-IAA) de l'Argentine.



University of Victoria | British Columbia
Canada



Université du Québec à Rimouski | Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER)

Trois établissements scientifiques font partie du projet: IAA, ISMER et l'Université de Victoria. Qui plus est, ce projet a été accepté par le comité responsable de l'année internationale polaire.

Financement

Au Canada, le Conseil de recherche en sciences naturelles et génie (CRSNG), le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation du Québec (MDEIE) et Développement économique Canada (DEC) ont offert un soutien financier pour les activités scientifiques et les ressources humaines.

L'Argentine fournit le support logistique des expéditions qui sont coordonnées par DNA-IAA. Ce support inclut le transport du cargo et du personnel par avion, de l'Argentine jusqu'à la station de Marambio, qui est située au nord de la péninsule antarctique. L'Argentine a également fourni le transfert sur le brise-glace *A.R.A. Almirante Irizar* par hélicoptère et le transport de l'équipage jusqu'à *Sedna IV*, à la station de Melchior, en mars 2006. En février 2006, le brise-glace a livré du carburant et des vivres à l'équipage du *Sedna IV*. Durant la saison estivale, plusieurs membres du personnel de la marine argentine ont effectué des réparations à la station de Melchior en vue de son utilisation comme laboratoire de recherche pendant l'hivernage du *Sedna IV* dans l'archipel des îles Melchior.

À la demande de DNA-IAA, la *National Science Foundation* des États-Unis a participé au transport d'une partie importante de l'équipement scientifique avec le brise-glace *Laurence M. Gould*. Leur immense générosité a toujours été grandement appréciée et aura contribué au succès des recherches scientifiques à bord du *Sedna IV*.



Finalement, un atout majeur dans ce projet scientifique pendant l'hivernage est le fidèle soutien offert par l'équipage du *Sedna IV*. Ils apportent non seulement l'assistance technique et matérielle au cours de la mission, mais aussi leur camaraderie aux scientifiques à bord.

L'équipe scientifique

L'équipe scientifique est composée d'un responsable de projet, d'un coordonnateur, de cinq principaux scientifiques, d'un collaborateur de recherche, de deux chercheurs post-doctoraux et d'un étudiant au doctorat. Quatre autres étudiants au doctorat (de l'Argentine et du Canada) vont également être recrutés en 2006 pour compléter l'équipe de recherche et participer aux autres parties du projet. Un chercheur post-doctoral (Damian Lopez) et un étudiant au doctorat (Sébastien Roy) sont présentement en Antarctique à bord du *Sedna IV* pour la partie hivernage du programme de recherche.

Les membres du groupe de recherche sont spécialisés dans les études des ultraviolets et plusieurs publications de haut niveau international ont résulté de leurs recherches. Voici la liste des participants au projet:

Dr Serge Demers

Responsable de projet (ISMER)
serge_demers@uqar.qc.ca
Écophysiologie du phytoplancton, effets du rayonnement ultraviolet de type B sur le plancton marin

Dr Gustavo Ferreyra

Coordonnateur (IAA-ISMER)
gferreyra@dna.gov.ar,
gustavo_ferreyra@uqar.qc.ca
Écologie du plancton, rayonnement ultraviolet de type B

Dr Suzanne Roy

Scientifique principale (ISMER)
suzanne_roy@uqar.qc.ca
Pigments phytoplanctoniques, rayonnement ultraviolet de type B, photoprotection

Dr Émilien Pelletier

Scientifique principal (ISMER)
emilien_pelletier@uqar.qc.ca
Chimie marine, effets du rayonnement ultraviolet de type B et des polluants sur l'écosystème marin, chimie du carbone

Dr. Huixiang Xie

Scientifique principal (ISMER)
huixiang_xie@uqar.qc.ca
Rayonnement ultraviolet de type B, photochimie, chimie du carbone

Dr Karine Lemarchand

Scientifique principale (ISMER)
karine_lemarchand@uqar.qc.ca
Bactérioplancton marin, structure et fonction de la communauté planctonique

Dr Eddy Carmack

Scientifique principal (University of Victoria and Fisheries & Oceans Canada)
CarmackE@pac.dfo-mpo.gc.ca
Océanographie physique

Dr Fernando Momo

Collaborateur de recherche (Universidad de Sarmiento, Argentina)
fmomo@ungs.edu.ar
Écologie mathématique, modélisation

Dr Irene Schloss

Post-doctorat à l'ISMER (IAA-CONICET)
Irene.Schloss@uqar.qc.ca
Écophysiologie du phytoplancton, pompe biologique, modélisation

Dr Damián López

Chercheur post-doctoral à l'ISMER (Universidad de Mar del Plata, Argentina)
jamerboi@stratosnet.com à bord du *Sedna IV*
Chimie marine

Sébastien Roy

Étudiant au doctorat (ISMER)
bass.roy@stratosnet.com à bord du *Sedna IV*
Écologie de la boucle microbienne