

**Distribution à méso-échelle du pCO₂ dans la zone frontale du bassin de Crozet (secteur Indien de l'Océan Austral)
Campagne Antares 4, Janvier-Février 1999**

Bruno Delille & Michel Frankignoulle

Unité d'Océanographie Chimique
Mécanique des Fluides Géophysiques
Institut de Physique, bât B5
Université de Liège, B4000 Sart Tilman
Belgique

Introduction

L'Océan Austral est potentiellement un puits de CO₂ anthropogénique majeur. Toutefois le flux de CO₂ net entre l'atmosphère et la surface des eaux de l'Océan Austral est encore controversé. En effet, ce flux est difficile à estimer en raison du peu d'observations de pCO₂ (pression partielle de dioxyde de carbone) effectués dans l'Océan Austral. L'extrapolation du pCO₂ à partir de la température dont les données sont bien plus fournies, a souvent été employée pour palier à cela. Toutefois, ces extrapolations sont fortement biaisées dans la zone hautement dynamique qu'est la zone des fronts. Qui plus est, cette région est une des plus productives de l'océan austral et des flux importants ont été observés. De là, elle ne peut être mise à l'écart dans les bilans de flux de CO₂ de l'Océan austral et l'étude de la distribution du pCO₂ dans cette zone et des processus qui sont à l'origine de celle-ci doit être affinée.

La distribution à méso-échelle du pCO₂ a pu être établie dans la zone des fronts du Bassin de Crozet qui est fortement marquée d'un point de vue hydrologique par un resserrement des systèmes frontaux.

Distribution spatiale à méso-échelle

La zone d'étude de la campagne Antares 4 était marquée par la confluence du front dû au courant de retour des aiguilles (AF), avec le front subtropical (STF) et le front subantarctique (SAF). La figure 1 reprend la distribution de la température et de la salinité dans les eaux de surface de la zone d'étude de la campagne Antares 4. Les gradients marqués de température et de salinité correspondent aux signatures en surface des différents fronts. Autour de 45.4° S et 62.7° E, STF et SAF se confondent en un seul front STF/SAF. Celui-ci s'étend vers le nord et dévie vers l'est à l'approche du AF autour de 44.5°S et 64°E. Ce dernier front est rencontré vers 41°S et 62°E. Il s'étend vers l'est puis remonte vers le nord en rencontrant le front STF/SAF.

La signature du double front STF/SAF est évidente dans les distributions de dioxyde de carbone (CO₂) et de saturation en oxygène. Le front correspond à des gradients marqués de pression partielle en CO₂ (pCO₂) et d'oxygène dissous qui correspondent remarquablement bien aux gradients de température et de salinité. Le front délimite de plus deux zones bien distinctes en terme de CO₂ et O₂ dissous:

- au sud du front, les eaux oscillent autour de la saturation en CO₂ et sont sous-saturées en O₂

- au nord les eaux sont sur-saturés en O₂ et fortement sous-saturé en CO₂.

En remontant vers le nord ces deux dernières tendances s'accroissent. La signature du front AF est moins bien marquée que le front STF/SAF mais elle délimite une zone où le pCO₂ devient inférieur à 300 µatm. Cette sous-saturation en CO₂ n'est pas le résultat d'une contrainte thermodynamique, mais est bien due à un développement important de la production primaire dans les eaux chaudes situées au nord du front STF/SAF.

Distribution verticale

Bien qu'il soit difficile de distinguer le front STF du front SAF sur les distributions verticales, on retrouve la signature de ce double système frontal dans la distribution verticale du carbone inorganique des deux cent premiers mètres de la colonne d'eau. La distribution en carbone inorganique, n'est pas un signal de salinité - salinité et DIC varient en sens inverse - et les variations longitudinales en surface reflète bien la distribution du pCO₂. A la pycnocline (80 et 50 m au sud et au nord du front respectivement) correspondent également des gradient marqués de DIC et d'oxygène. Ainsi, la dégradation organique semble se développer de manière plus importante au niveau de la pycnocline.

Flux de CO₂ à l'interface air-mer

Entre les différents fronts, les variations spatiales sont relativement faibles. Les fronts délimitent donc différentes zones au sein desquelles les teneurs en CO₂ dissous varient peu. Par contre, d'une zone à l'autre le pCO₂ peut varier fortement depuis la sur-saturation à la sous-saturation. Ceci a un impact marqué sur les flux de CO₂ à l'interface. Le tableau ci-dessous reprend les différentes zones qui ont été échantillonnées au cours de la campagne ainsi que la moyenne de teneurs et flux de CO₂ qui y ont été mesurés.

	pCO ₂ µatm	Liss & Merlivat mmol/m ₃ /d	Wanninkhof mmol/m ₃ /d	Tans et al. mmol/m ₃ /d
Zone Subtropicale	323	- 7.5	- 13.2	- 13,8
Zone Subantarctique	339	- 3.5	- 6.3	- 6.7
Zone du Front Polaire	359	0.6	1.2	0.5

Les différentes zones ont des comportements différents vis à vis du CO₂ atmosphérique. Il apparaît que dans la zone du front polaire (comprise entre PF et SAF) les flux de CO₂ à l'interface air-océan sont relativement faibles et orientés de l'océan vers l'atmosphère. En revanche, du à l'activité photosynthétique qui se développe dans la zone subantarctique (comprise entre SAF et STF), cette dernière apparaît être un puits marqué de CO₂. Cette tendance est accentuée au nord du front subantarctique dans les eaux plus chaudes de la zone subtropicale.

Conclusion

En été, dans le bassin de Crozet, les distributions de pCO₂ et saturation en oxygène suivent précisément les méandres des différents systèmes frontaux qui caractérisent la partie nord de l'Océan Austral. Ces derniers délimitent des zones dont l'activité biologique peut-être très variable d'une zone à l'autre. Ceci se répercute sur la teneur en CO₂ et oxygène des eaux de surface. On observe à l'intérieur d'une zone des concentrations relativement homogènes. Par contre d'une zone à l'autre les flux de CO₂ présentent des variations marquées. Ainsi si les zones subtropicale et subantarctiques apparaissent être des puits marqués de CO₂ tandis que la zone du front polaire est une légère source

de CO₂.