



MASTER 2 SCIENCES DE LA MER

Parcours : Océanographie Physique
et Biogéochimique

Année 2018-2019



Variations saisonnières et interannuelles des enrichissements phytoplanctoniques dans le Pacifique sud-ouest

Ibrahima Afoula COLY

Maître de stage : Monique Messié

Collaborateurs : Thierry Moutin, Anne Petrenko, Andrea Doglioli & Sophie Bonnet

Zone d'étude : Le Pacifique sud-ouest

Où ?

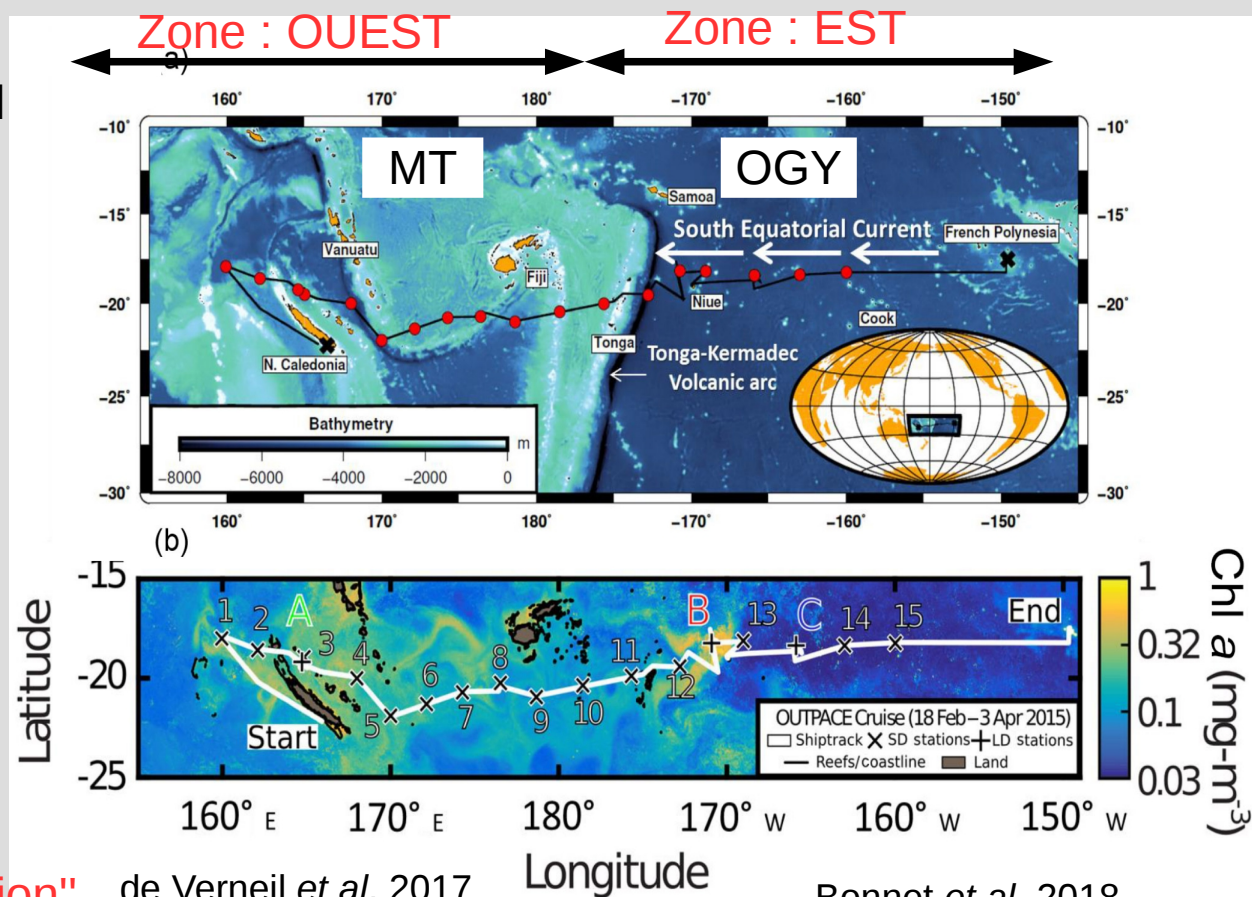
- Est Australie à l'ouest gyre subtropical

Caractérisation

- OUEST (MT) : + de terre
- EST (OGY) : - de terre
- Région oligotrophe à ultraoligotrophe
- South Equatorial Current : SEC
Eaux de l'est vers l'ouest

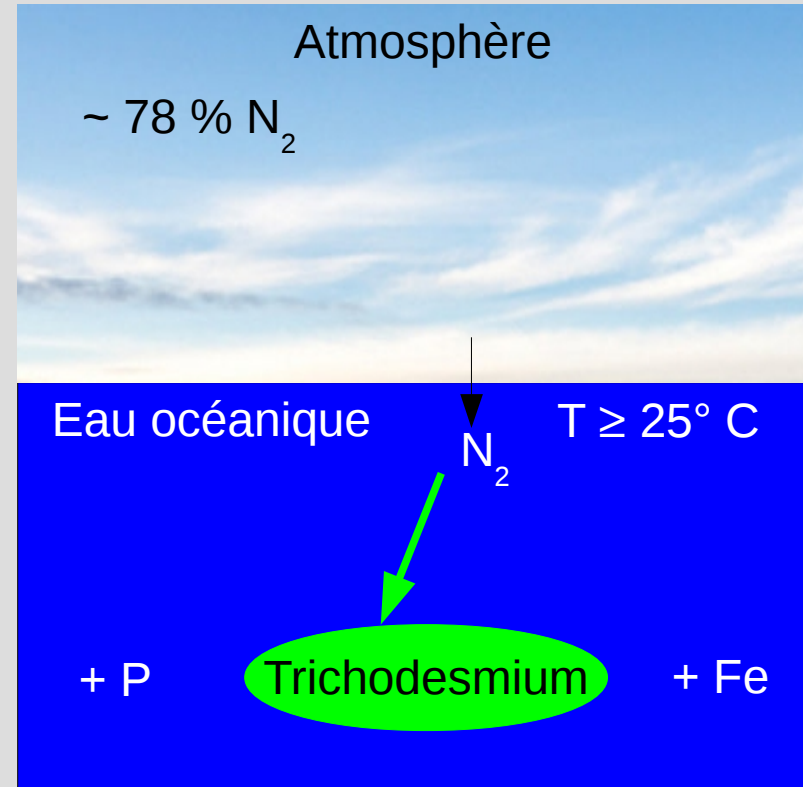
Campagne OUTPACE

Février-Mars 2015 ;
Pls Moutin & Bonnet



Diazotrophie

- Processus biologique de réduction N_2
- Diazotrophes, e.g. **Trichodesmium**
- Pas limité par le **nitrate**
- Limité par le **phosphate**, le **fer** et la **SST** (Sea Surface Temperature)

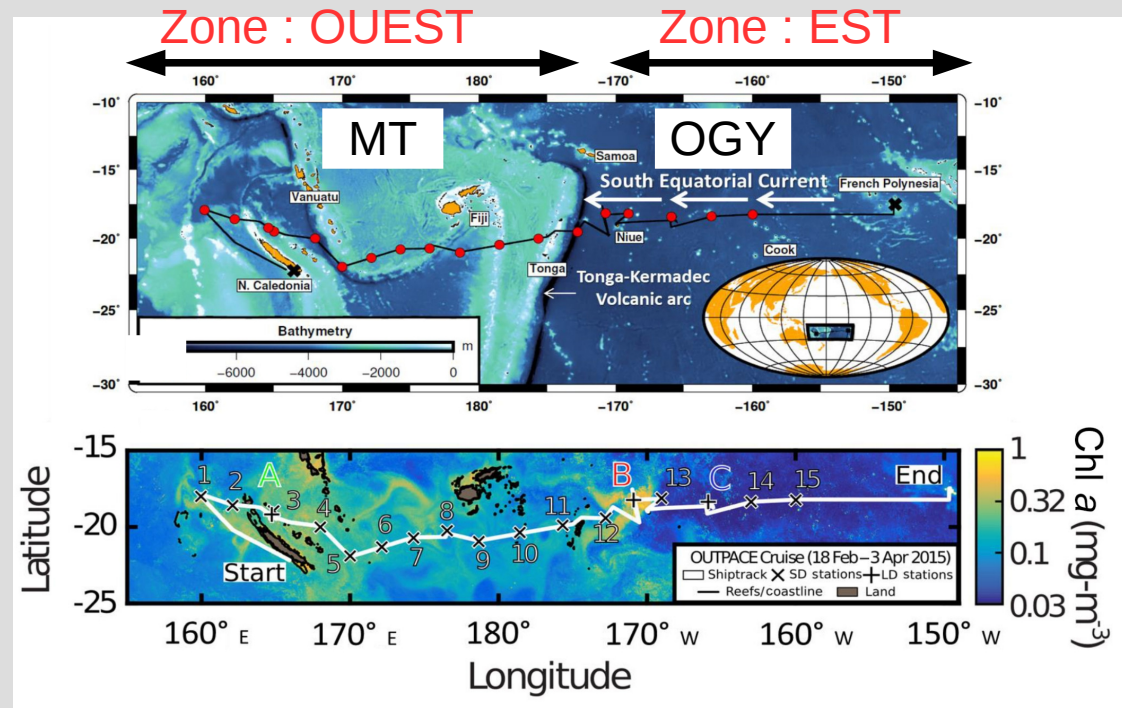


T ≥ 25° C : Calil *et al.* (2011)

Diazotrophie

- **SST** $\geq 25^{\circ}$ C
- **Phosphate** : SEC eaux EST riche en P vers OUEST et/ou mélange hivernal * (Bonnet *et al.* 2018 ; Moutin *et al.*, 2018)
- **Fer** : Hydrothermalisme peu profonde et/ou par effet d'îles lors des fortes pluies par le ruissellement (Guieu *et al.* 2018 ; Shiozaki *et al.*, 2014)

* **DCM** : Remontée de la profondeur maximum de Chlorophylle en hiver (Moutin *et al.* 2018)



Questions

Quelle variable gouverne l'enrichissement phytoplantonique ?

Est ce la SST

ou le SEC

ou une source hydrothermale

ou le ruissellement lors des fortes pluies

ou le mélange hivernal ?

Objectifs de ce stage

→ Focaliser sur la **SST**, le **mélange** et la **pluie**

→ Tester les hypothèses suivantes :

(1) **mélange hivernal** → **Chl-a** ↗

(2) **forte pluie** → **ruissellement** → **Chl-a** ↗

→ Données **interannuelles** de **longues** périodes pour chercher les liens

(Moutin *et al.* 2018)

(Shiozaki *et al.* 2014)



Saisonnier

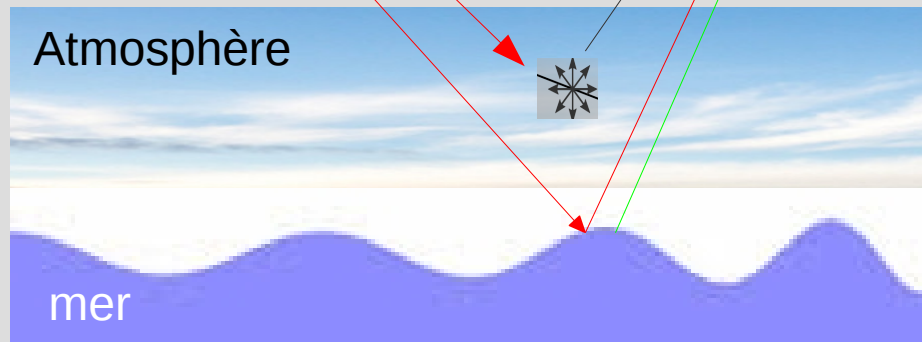
Données utilisées durant ce stage

- **MODIS** (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) : **SSChl-a & SST** ; chlorophylle et température de surface
- **GPCP** (The Global Precipitation Climatology Project) : **pluie**
- **ARGO : MLD** (Mixed Layer Depth)

Données utilisées durant ce stage

→ Données MODIS (SSChl-a & SST)

- Juillet 2002 à Avril 2018
- Résolution 4 km

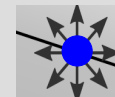


Données utilisées durant ce stage

→ Données GPCP : pluie

- Juillet 2002 à Septembre 2018
- 1DD (One-Degree Daily)

IR à 3.10^8 ms^{-1}

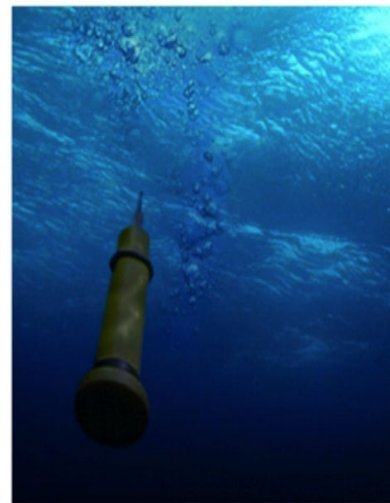
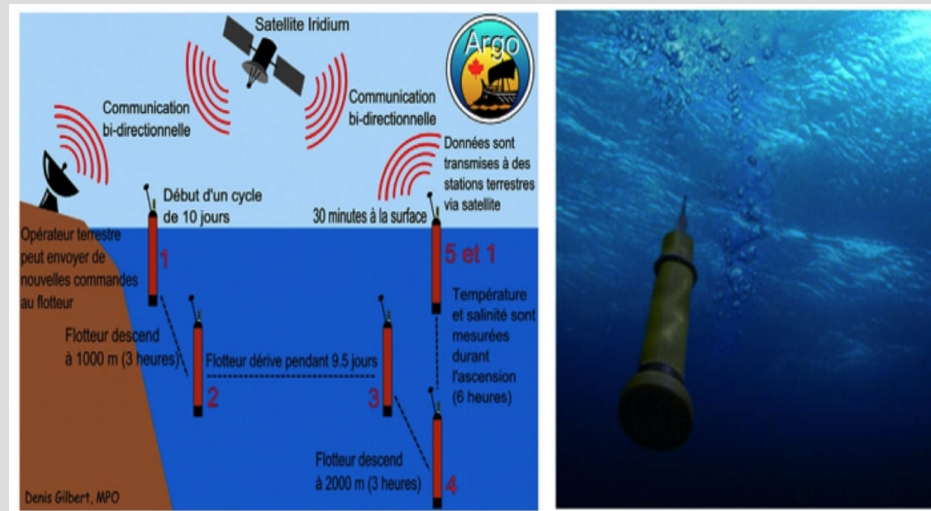


Hydrométéore

Données utilisées durant ce stage

→ MLD

- **Données climatologiques** : Holte et al. (2017)
- Mesure de **T**, **S** et calcul de la **densité** puis MLD (Holte & Talley, 2009)
- **SST** comme **proxy** de **MLD**



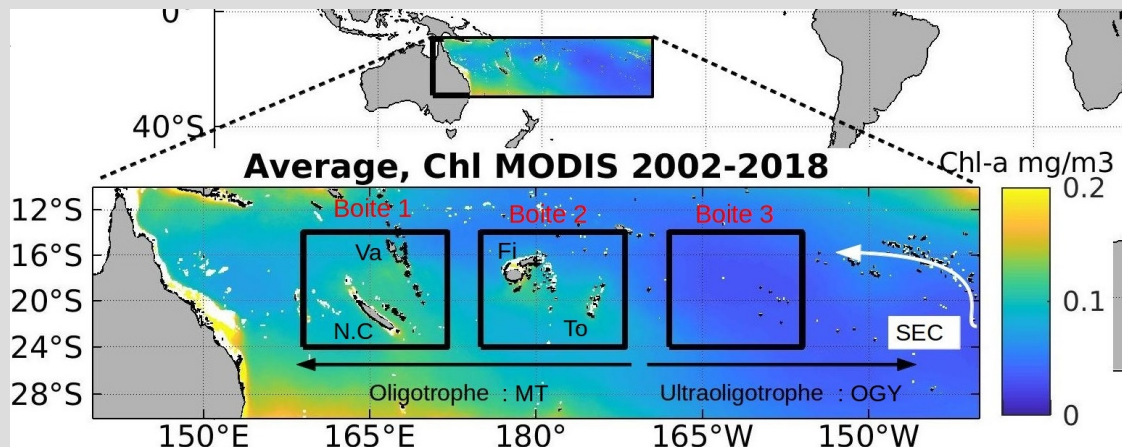
Flotteur ARGO

Source : <http://www.seaview.bzh>

Méthodologie

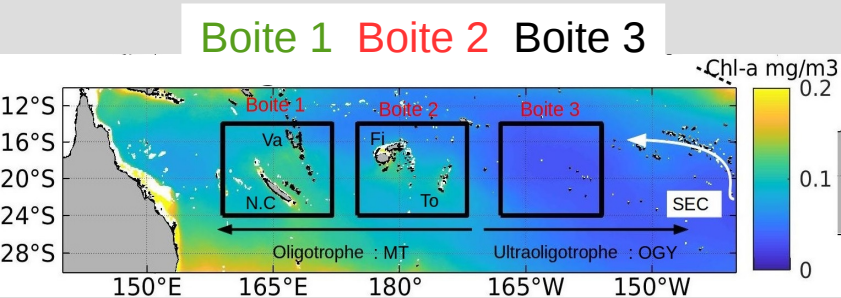
- **Inspiration** des travaux de Shiozaki et al. (2014)
- **Climatologie** "omitnan" et le % de nuage

% NaN \geq 50 %, valeur manquante

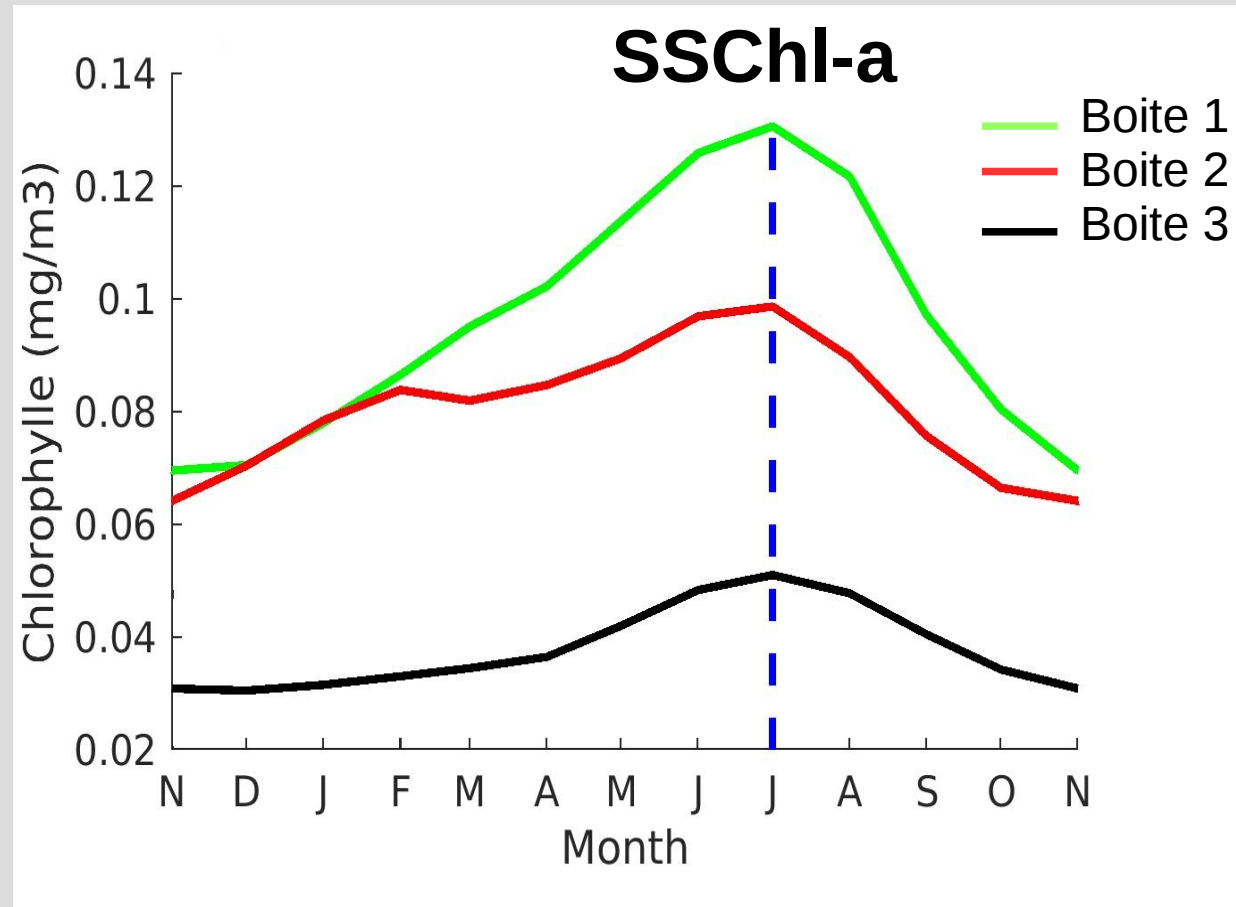


- **Interannuel**
- Gove et al. 2016 : masque à 30 m
- **Regrillage** : Température, Chlorophylle (4 km) sur précipitation (1°)

Enrichissement saisonnier phytoplanctonique

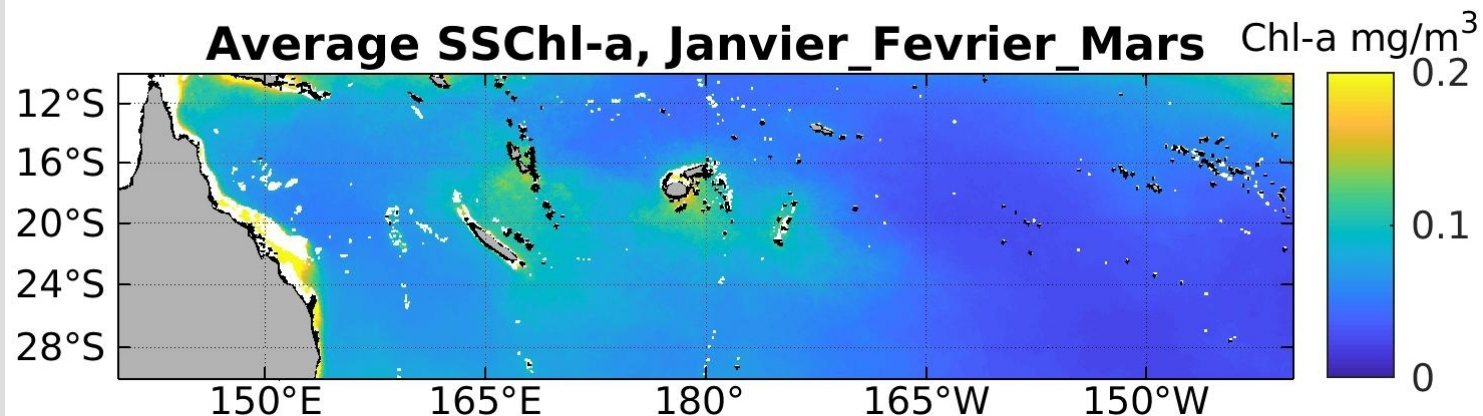


- Pic synchrone SSChl-a au mois de Juillet
- Moutin et al. 2018 : Remontée de la DCM

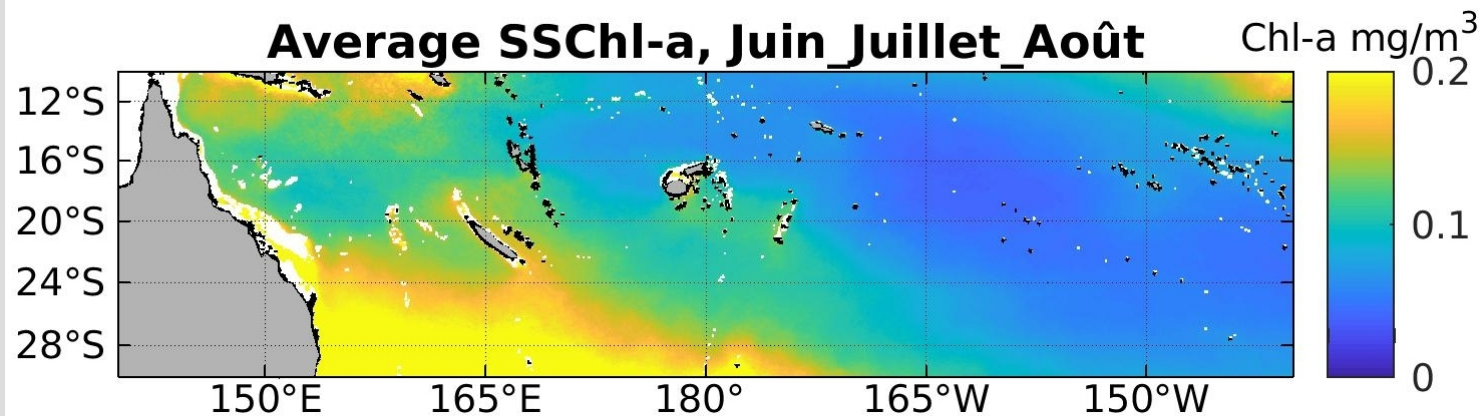


Enrichissement saisonnier phytoplanctonique

Été austral



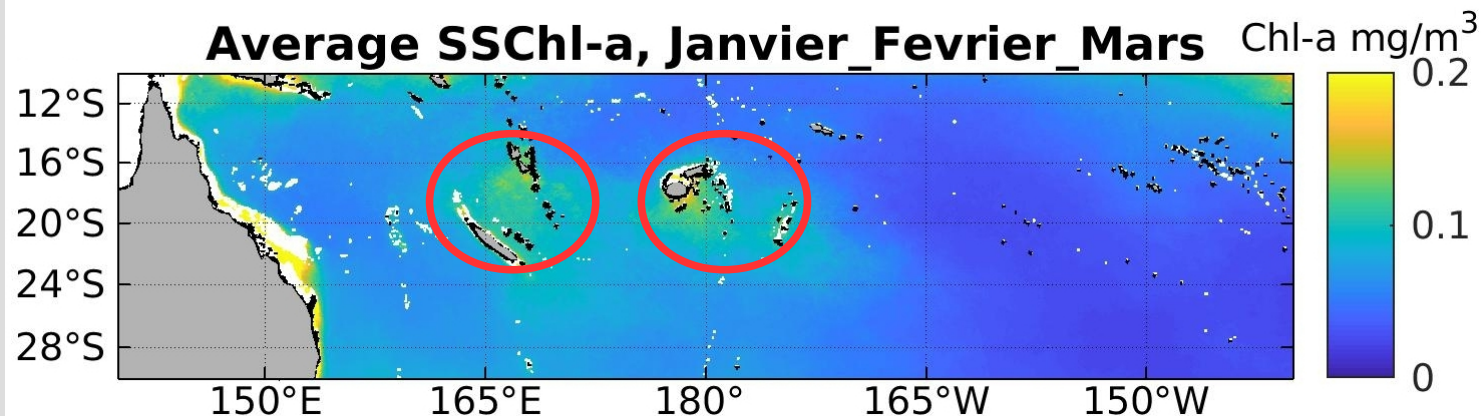
Hiver austral



Enrichissement saisonnier phytoplanctonique

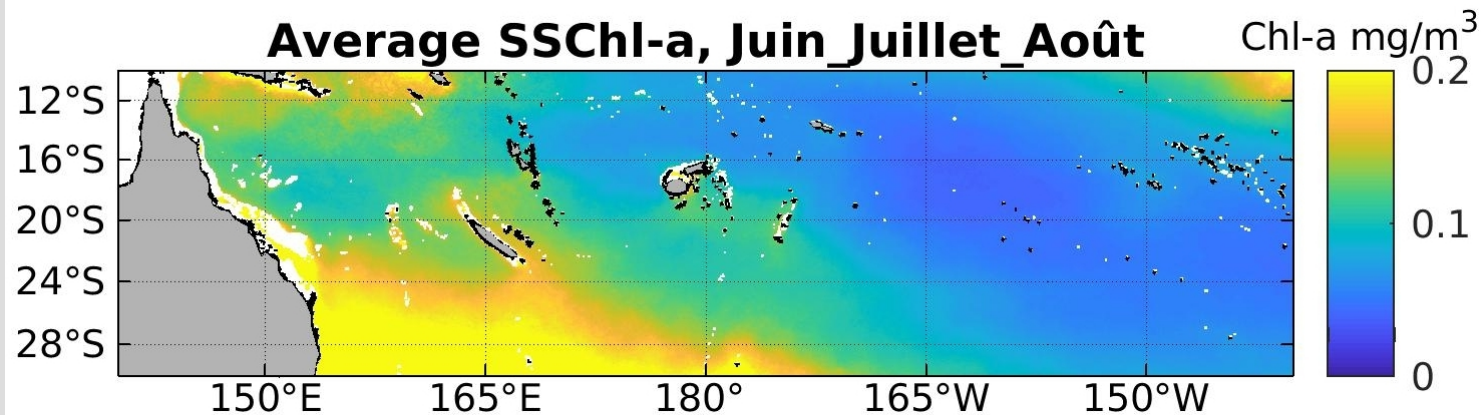
Été austral

- Augmentation de la chl-a aux alentours des îles

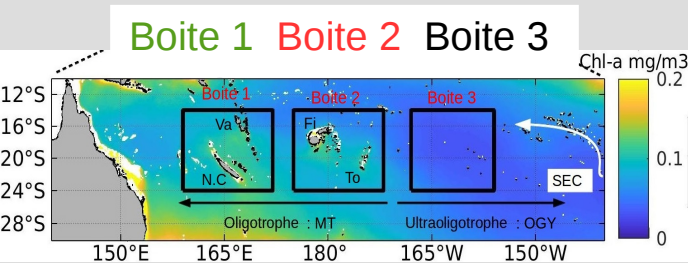


Hiver austral

- Augmentation globale de la chl-a dans la région



Enrichissement saisonnier phytoplanctonique



Hiver austral

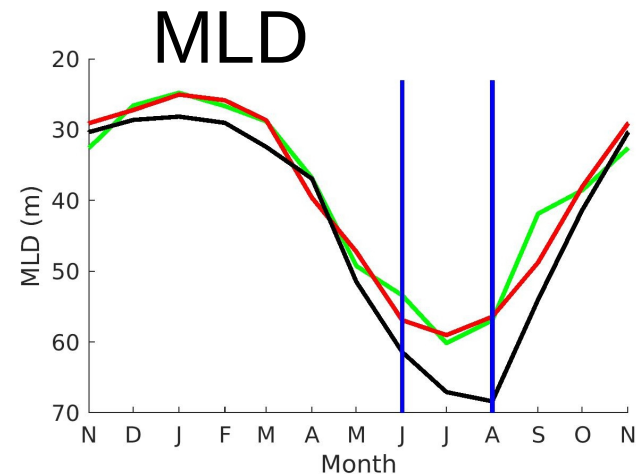
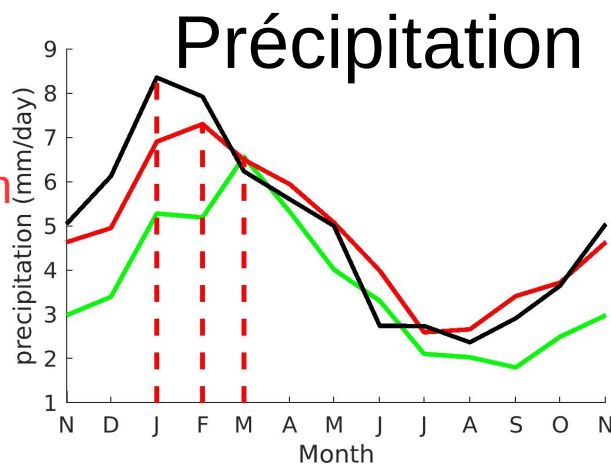
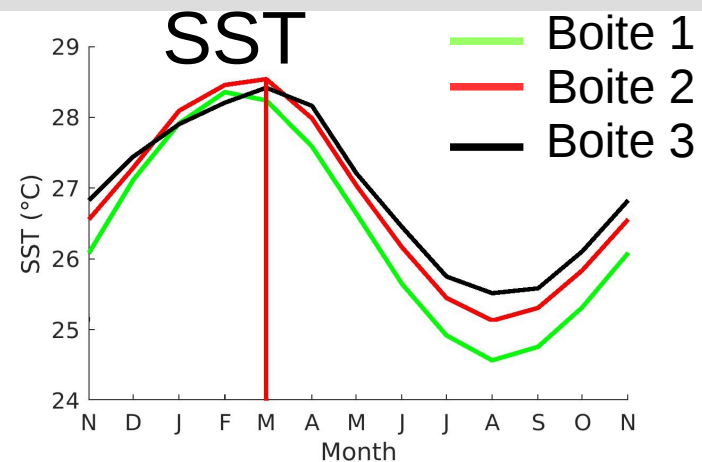
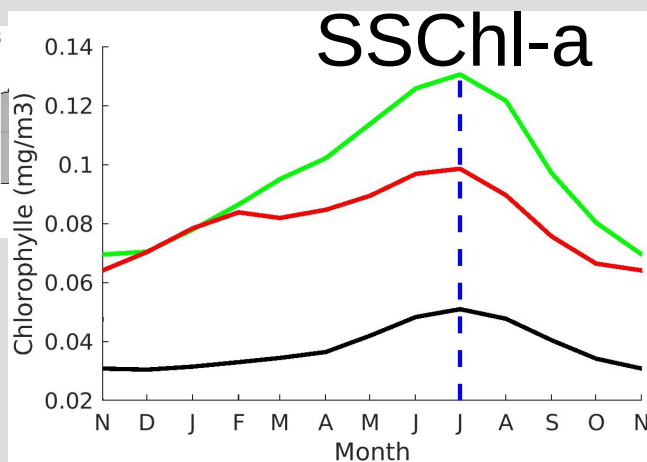
- Pic synchrone, MLD max Chl-a ↗ globalement

hyp. 1 : Mélange hivernal

Été austral

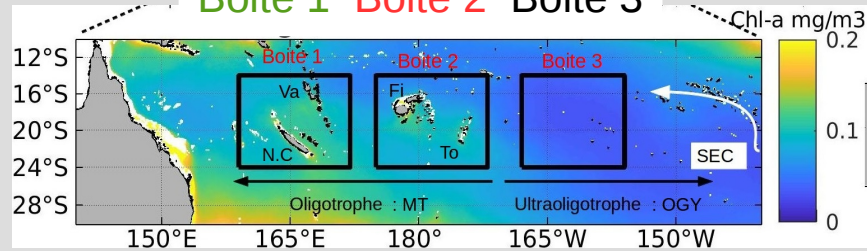
- SST > 26° C, MLD environ 30 m Chl-a ↗ aux alentours des îles

hyp. 2 : Fortes pluies



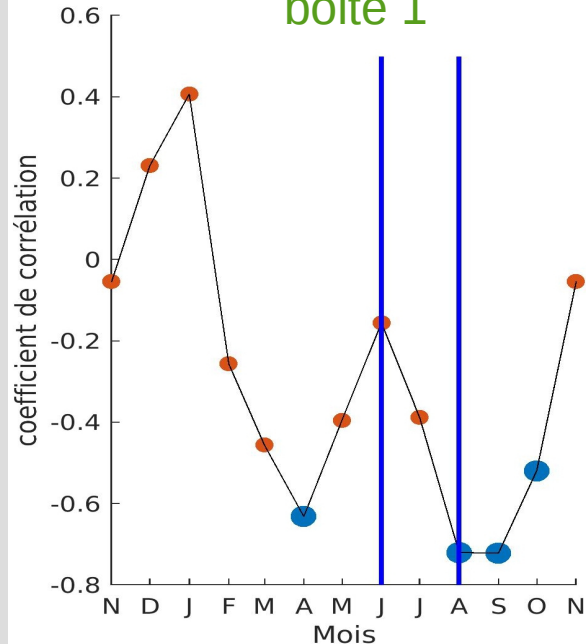
Lien entre la MLD et SSChl-a

Boîte 1 Boîte 2 Boîte 3

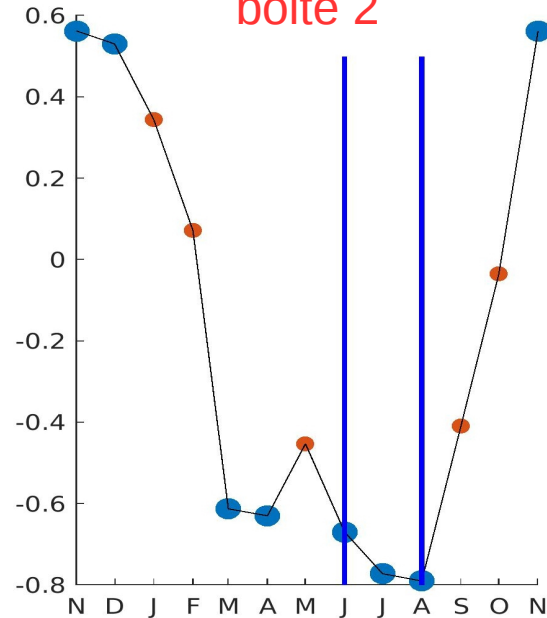


- SST : proxy de la MLD
- $p < 0.05$ significatif

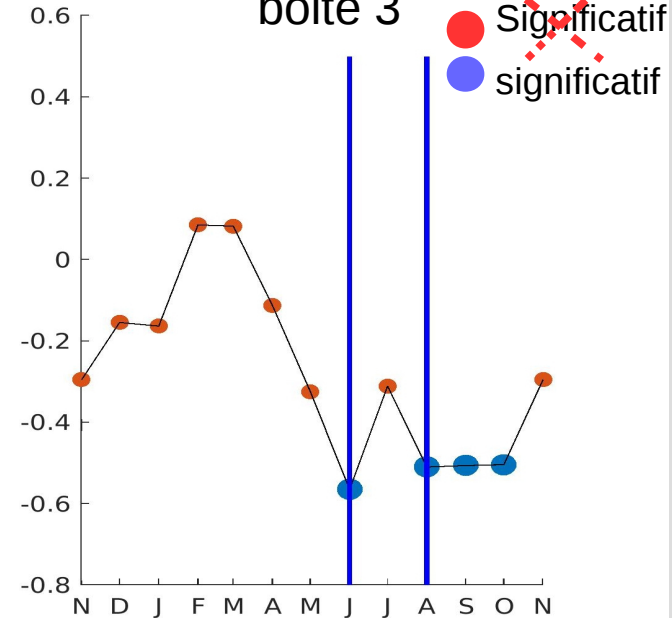
boite 1



boite 2

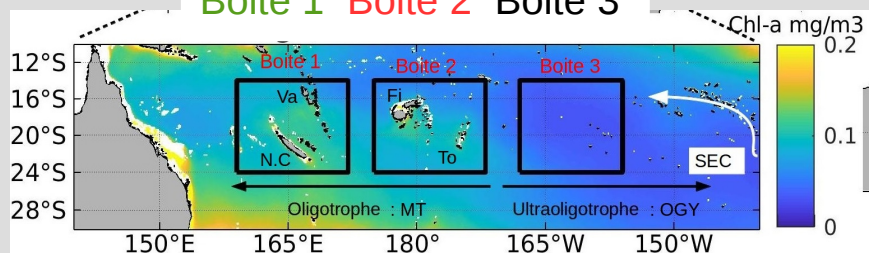


boite 3

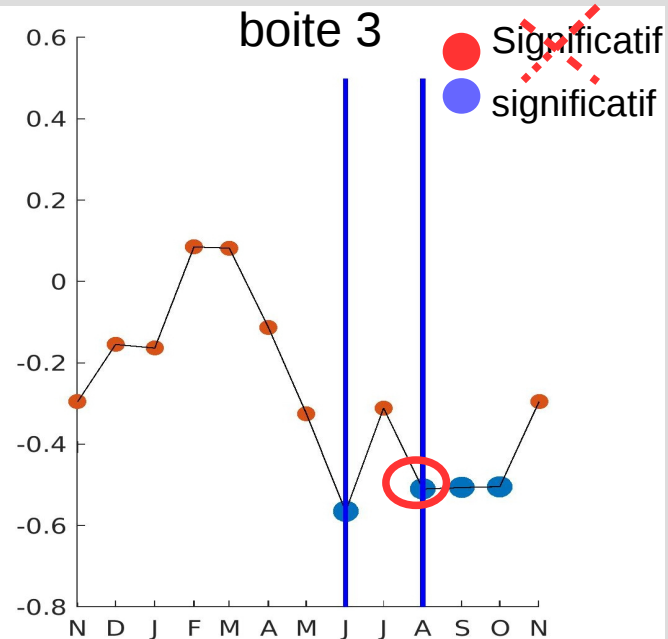
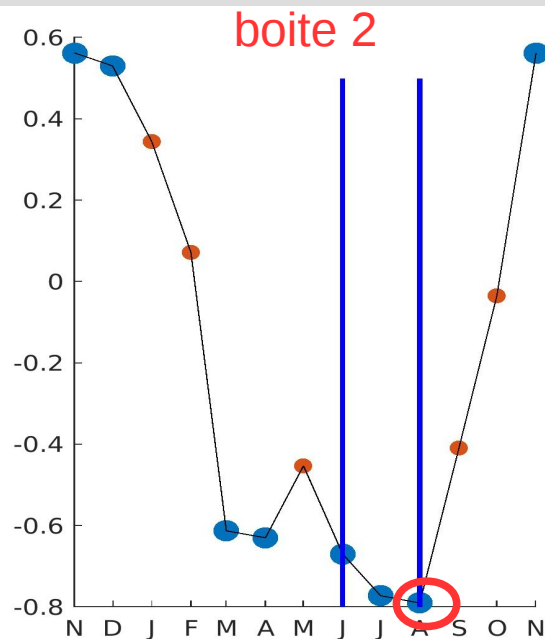
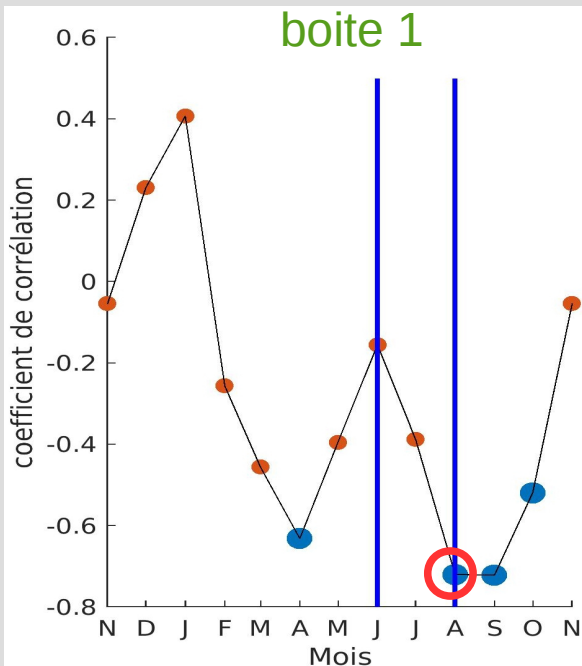


Lien entre la MLD et SSChl-a

Boite 1 Boite 2 Boite 3

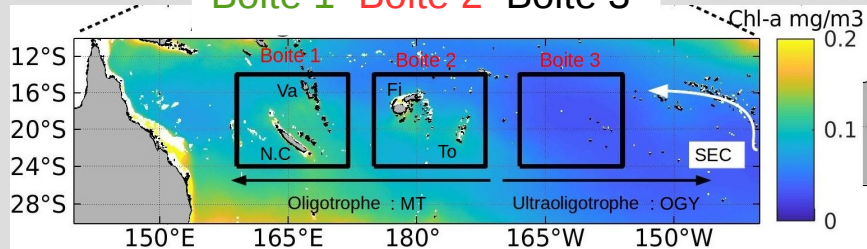


- SST : proxy de la MLD
- $p < 0.05$ significatif
- Significatif synchrone en Août

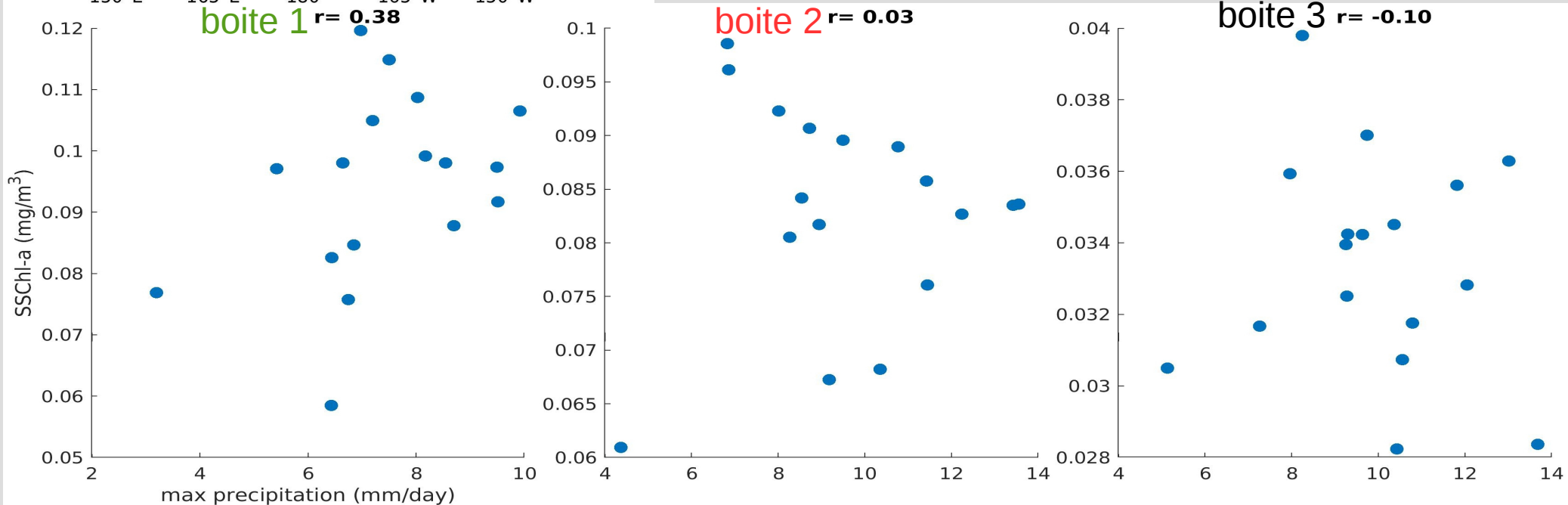


Lien entre précipitation et SSChl-a

Boite 1 Boite 2 Boite 3



Forte pluie \longrightarrow SSChl-a \nearrow sur boites **X**

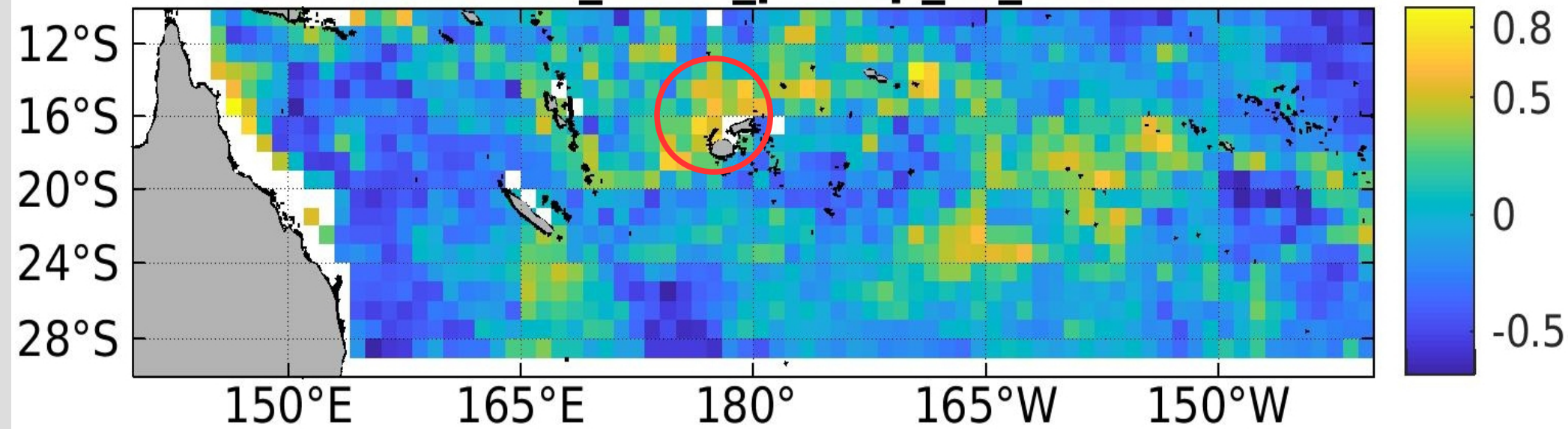


Lien entre précipitation et SSChl-a

Forte pluie \longrightarrow SSChl-a \nearrow sur boîtes 

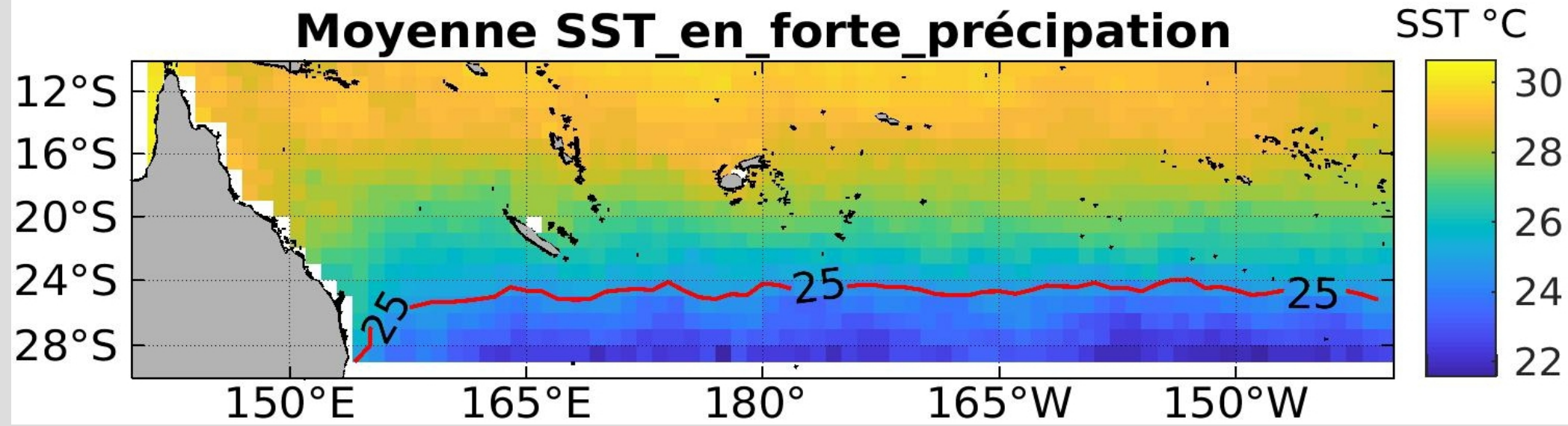
Forte pluie \longrightarrow SSChl-a \nearrow par pixel 

Corrélation_forte_precip_et_SSChl-a



Augmentation de la Chl-a à coté des îles

- **Nitracline** : > 75 m (Bonnet *et al.* 2018)
- MLD ~ 30 m : ~~nitrate~~
- Ruissellement : ~~nitrate~~ (Shiozaki *et al.* 2014)
- **Diazotrophie**
- Ruissellement : → **P** et **Fe** lors fortes pluies (Shiozaki *et al.* 2014)



Conclusion

Deux régimes :

→ **Augmentation** de la SSChl-a **partout** durant l'**hiver** austral

Via la remonté du **DCM**

→ **Augmentation** de la **SSChl-a** aux alentours des **îles** par diazotrophie lors des fortes pluies durant l'**été** austral

Perspectives

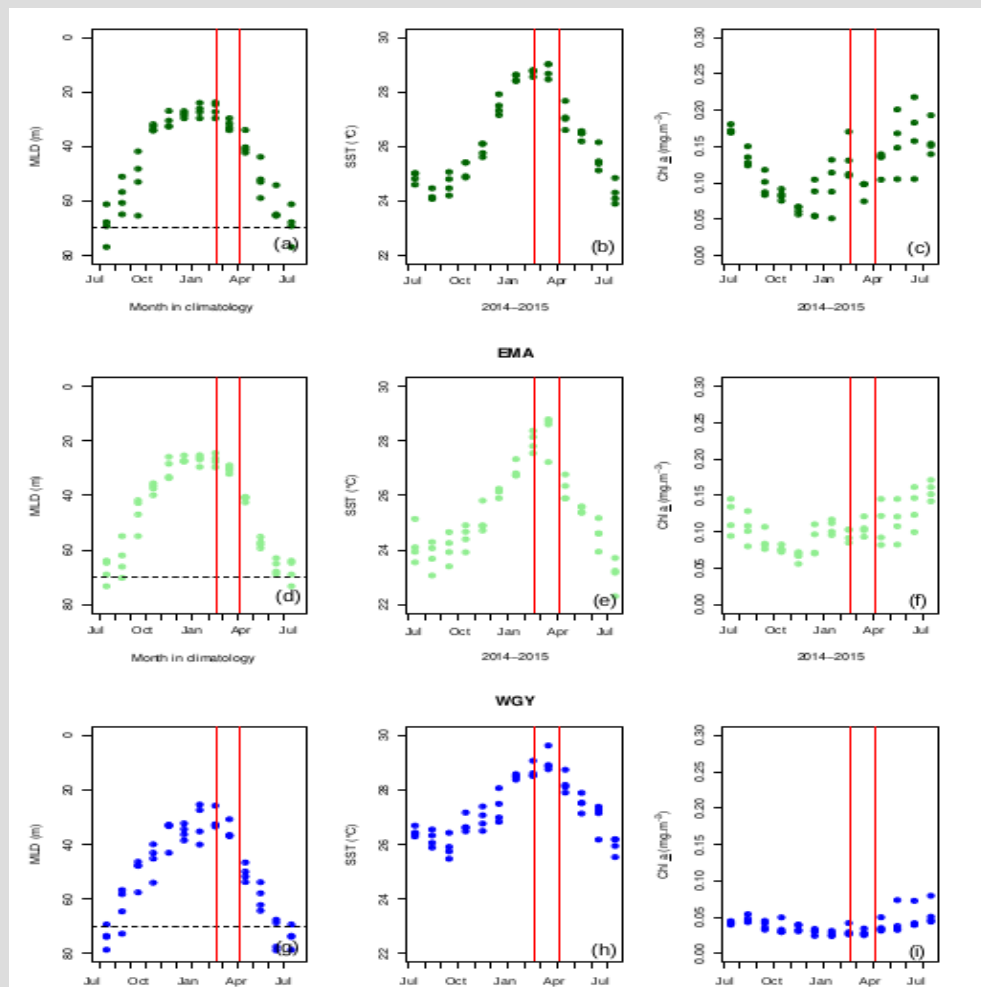
- **Origine** des masses d'eau pendant les périodes de fortes pluies
- **MLD interannuelle** et non utilisation de la **SST** comme **proxy**

Bibliographie

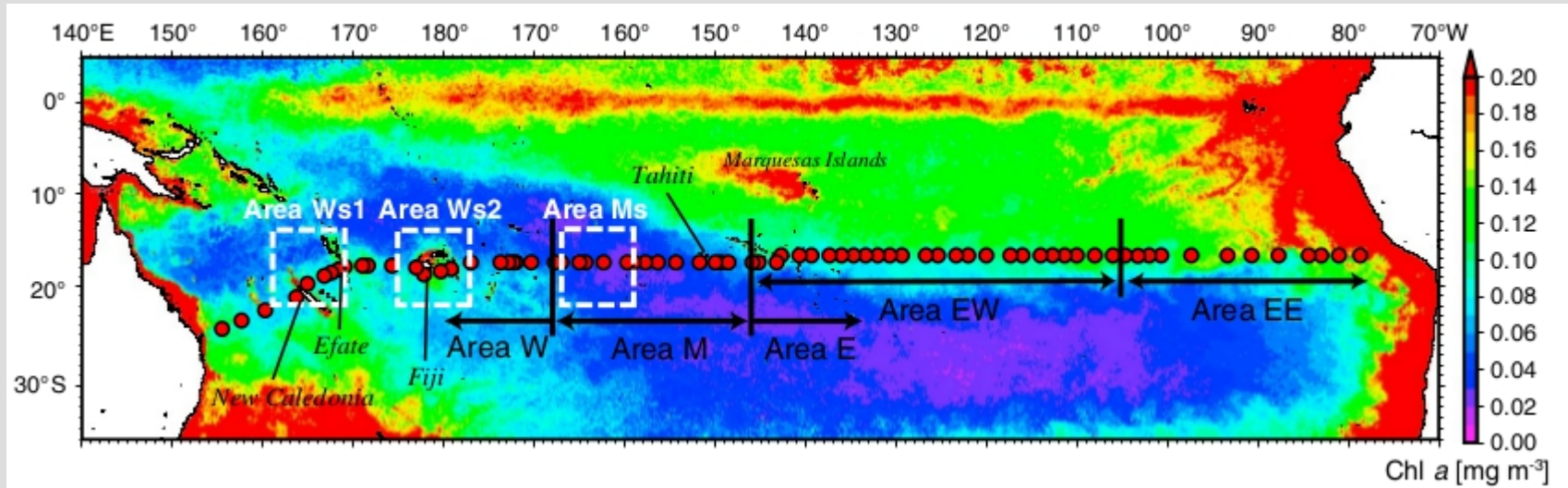
- Bonnet, S., Caffin, M., Berthelot, H., & Moutin, T. (2017). Hot spot of N₂ fixation in the western tropical South Pacific pleads for a spatial decoupling between N₂ fixation and denitrification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(14), E2800-E2801.
- Bonnet, S., Caffin, M., Berthelot, H., Grosso, O., Benavides, M., Helias-Nunige, S., ... & Foster, R. A. (2018). In-depth characterization of diazotroph activity across the western tropical South Pacific hotspot of N₂ fixation (OUTPACE cruise). *Biogeosciences*, 15(13), 4215-4232.
- Calil, P. H., Doney, S. C., Yumimoto, K., Eguchi, K., & Takemura, T. (2011). Episodic upwelling 26 and dust deposition as bloom triggers in low-nutrient, low-chlorophyll regions. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 116(C6).
- Gove, J. M., McManus, M. A., Neuheimer, A. B., Polovina, J. J., Drazen, J. C., Smith, C. R., ... & Dillon, A. K. (2016). Near-island biological hotspots in barren ocean basins. *Nature communications*, 7, 10581.
- Guieu, C., Bonnet, S., Petrenko, A., Menkes, C., Chavagnac, V., Desboeufs, K., ... & Moutin, T. (2018). Iron from a submarine source impacts the productive layer of the Western Tropical South Pacific (WTSP). *Scientific reports*, 8(1), 9075.
- Holte, J., & Talley, L. (2009). A new algorithm for finding mixed layer depths with applications to Argo data and Subantarctic Mode Water formation. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 26(9), 1920-1939.
- Holte, J., Talley, L. D., Gilson, J., & Roemmich, D. (2017). An Argo mixed layer climatology and database. *Geophysical Research Letters*, 44(11), 5618-5626.
- Moutin, T., Wagener, T., Caffin, M., Fumenia, A., Gimenez, A., Baklouti, M., ... & Nunige, S. H. (2018). Nutrient availability and the ultimate control of the biological carbon pump in the western tropical South Pacific Ocean. *Biogeosciences*, 15(9).
- Moutin, T., Van Den Broeck, N., Beker, B., Dupouy, C., Rimmelin, P., & Le Bouteiller, A. (2005). Phosphate availability controls *Trichodesmium* spp. biomass in the SW Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 297, 15-21.
- Raven, J. A. (1988). The iron and molybdenum use efficiencies of plant growth with different energy, carbon and nitrogen sources. *New Phytologist*, 109(3), 279-287.
- Shiozaki, T., Kodama, T., & Furuya, K. (2014). Large scale impact of the island mass effect through nitrogen fixation in the western South Pacific Ocean. *Geophysical Research Letters*, 41(8), 2907-2913.

**MERCI DE
VOTRE ATTENTION**

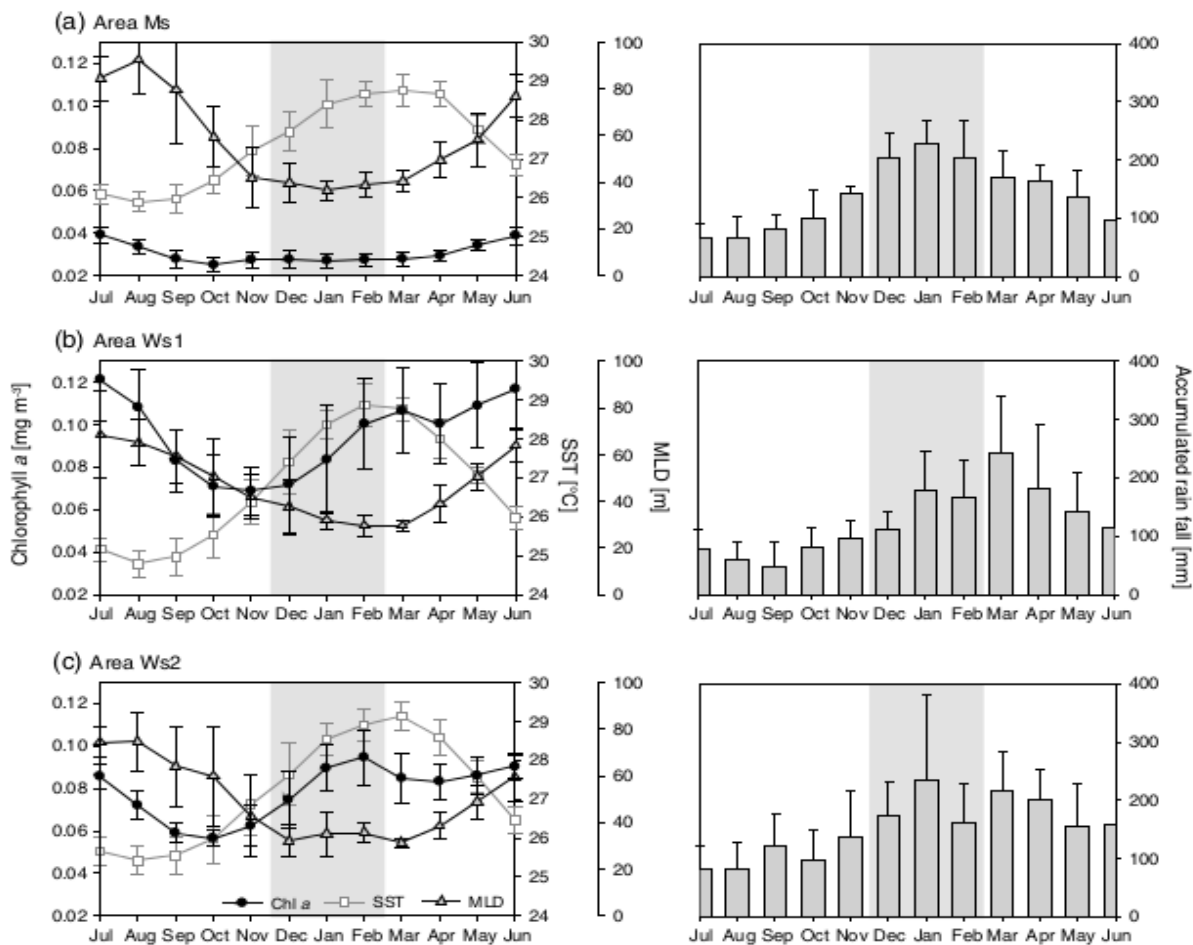
Moutin et al. 2018



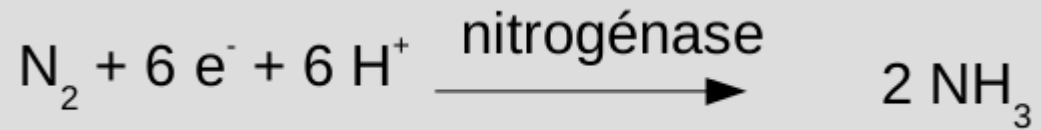
Shiozaki et al. 2014



Shiozaki et al. 2014

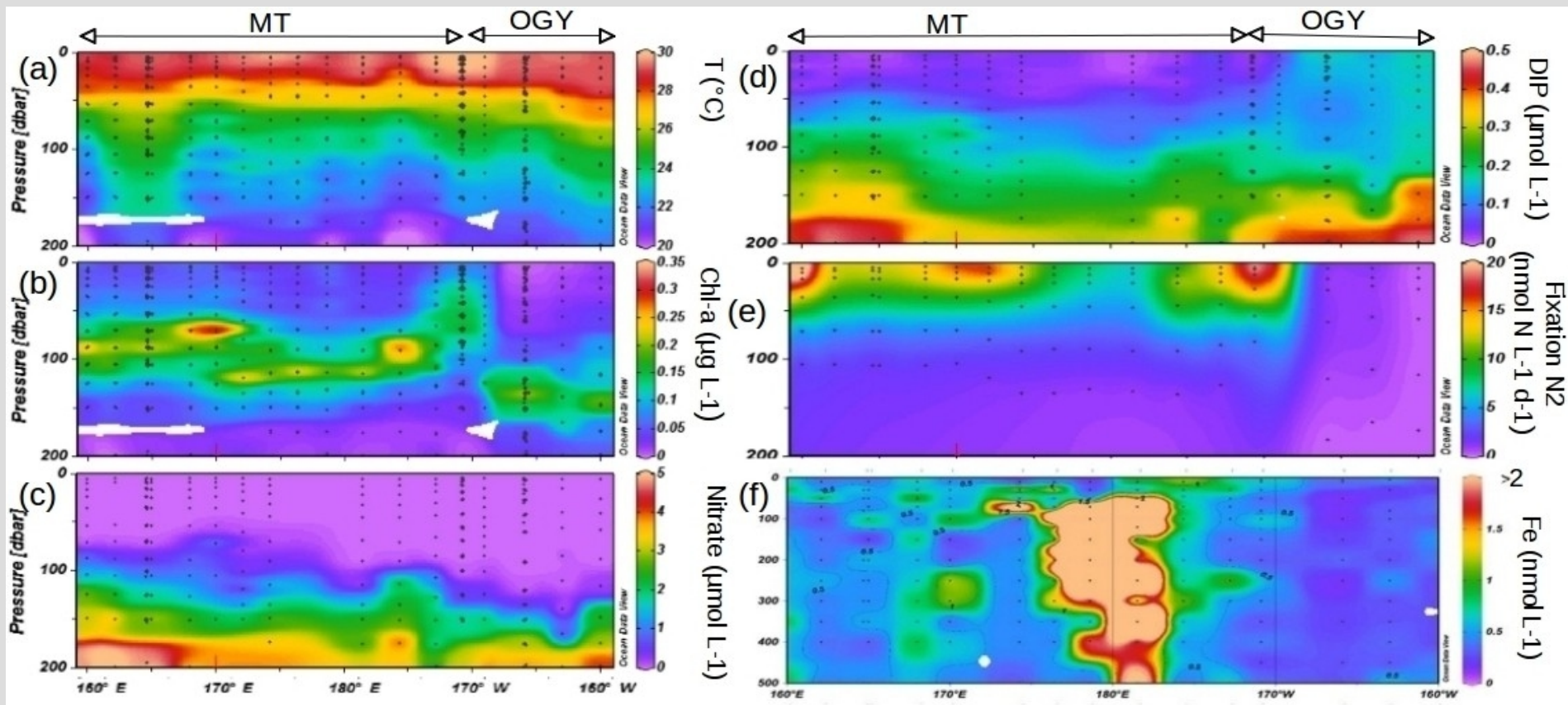


Équation de la diazotrophie

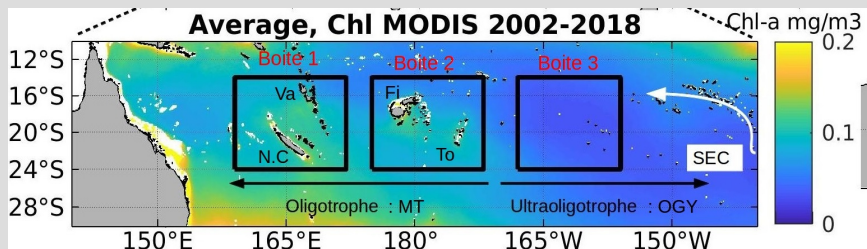


La nitrogénase composée essentiellement de fer : (Raven, 1988)

Bonnet et al. 2018



Lien entre la MLD et SSChl-a



- ✓ SST : proxy de la MLD
- ✓ $p < 0.05$ significatif
- ✓ Significatif synchrone en Juillet : données

