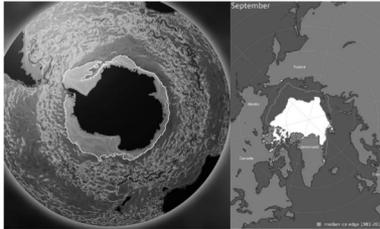


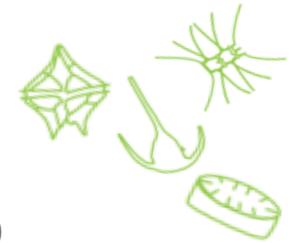
Axe transverse polaire



LES MÉTAUX TRACES ET LEURS ISOTOPES

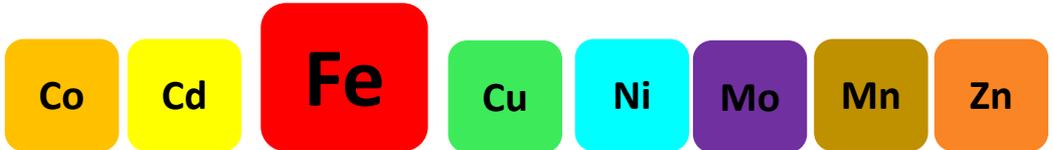
H. Planquette, E. Bucciarelli, G. Sarthou, F. Desprez de
Gésincourt, D. Gonzalez-Santana, W.-H. Liao,
C. Baudet, M.-E. Vorrath, N. van Horsten, M. Gallinari

Pourquoi s'intéresser aux métaux traces ?

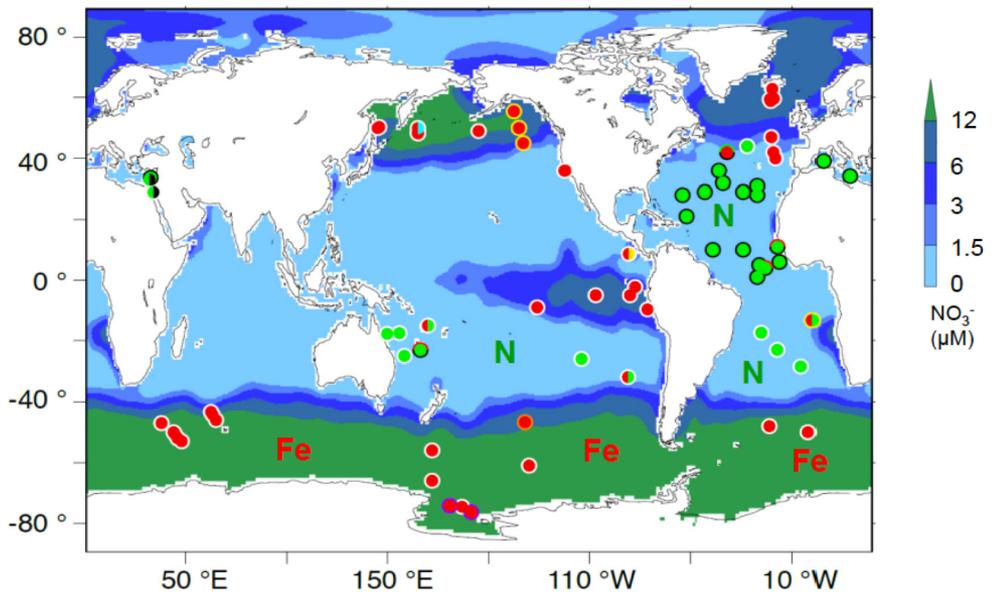


- Très faibles concentrations : pmol L^{-1} à nmol L^{-1}
- **Éléments essentiels à la vie** (Twining and Baines 2012; Ann. Rev.; Morel & Price 2003; Science)
- **Limitants ou co-limitants de la production primaire sur près de 40% des océans**
(e.g. Moore et al. 2013; Nat. Geosc.)

Pourquoi s'intéresser aux métaux traces ?

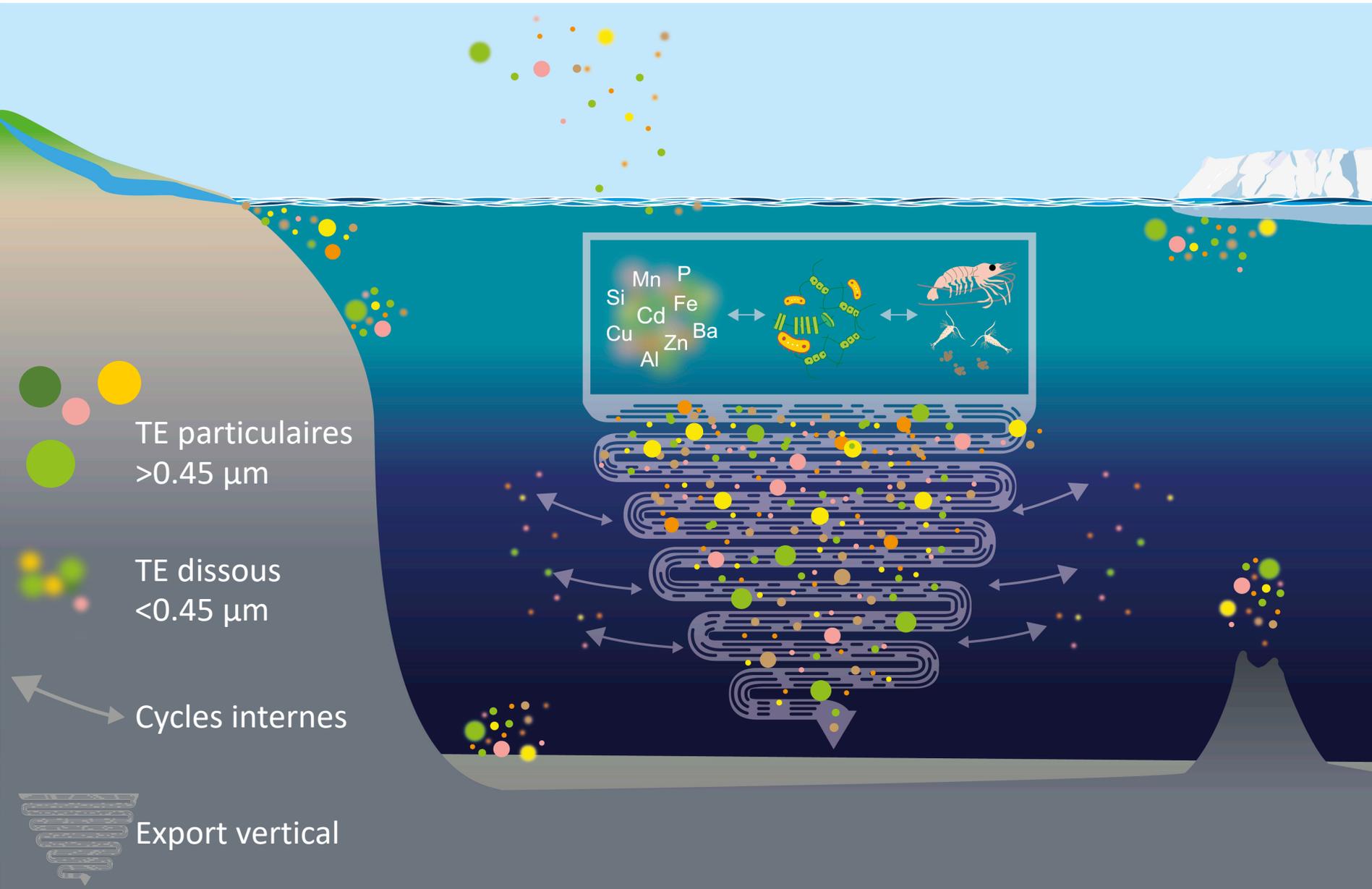


- Très faibles concentrations : pmol à nmol L⁻¹
- Eléments essentiels à la vie (Twining and Baines 2012; Ann. Rev.; Morel & Price 2003; Science)
- Limitants ou co-limitants de la production primaire sur près de 40% des océans (e.g. Moore et al. 2013; Nat. Geosc.)



Primary (or Co-) limiting nutrient(s) N Fe P
Secondary limiting nutrient Co Si Zn Vit B₁₂
Lack of secondary limitation or test

Cycles biogéochimiques des éléments traces



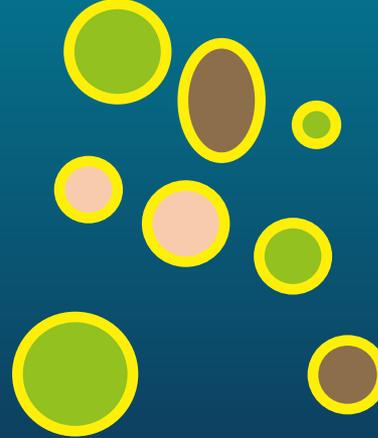
« Compartiments » et processus étudiés au LEMAR

● Biogènes
(e.g. P)

● Lithogènes
(e.g. Al, Ti)

○ Adsorbés à la surface
(e.g. Th)

● Authigènes
(e.g. barite, oxyhydroxides de Mn Fe)



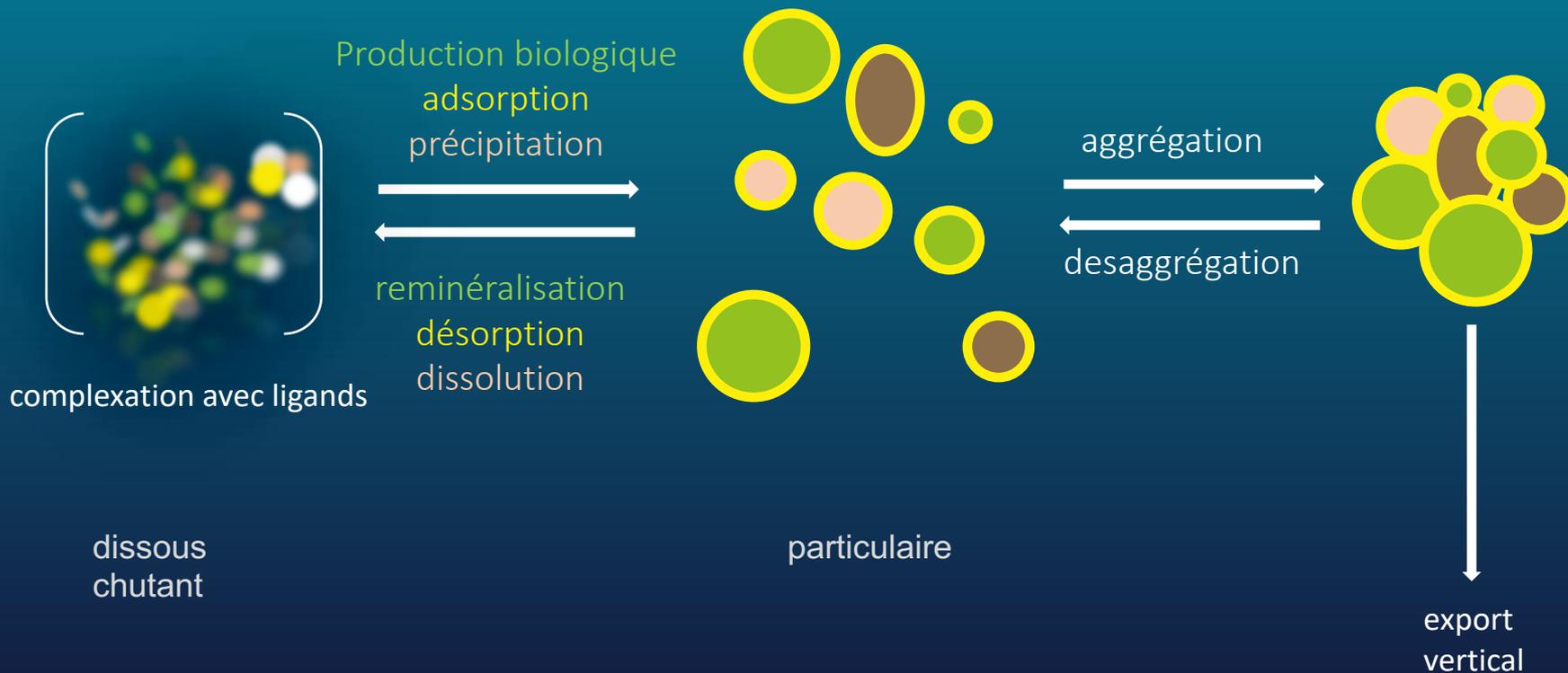
« Compartiments » et processus étudiés au LEMAR

● Biogènes
(e.g. P)

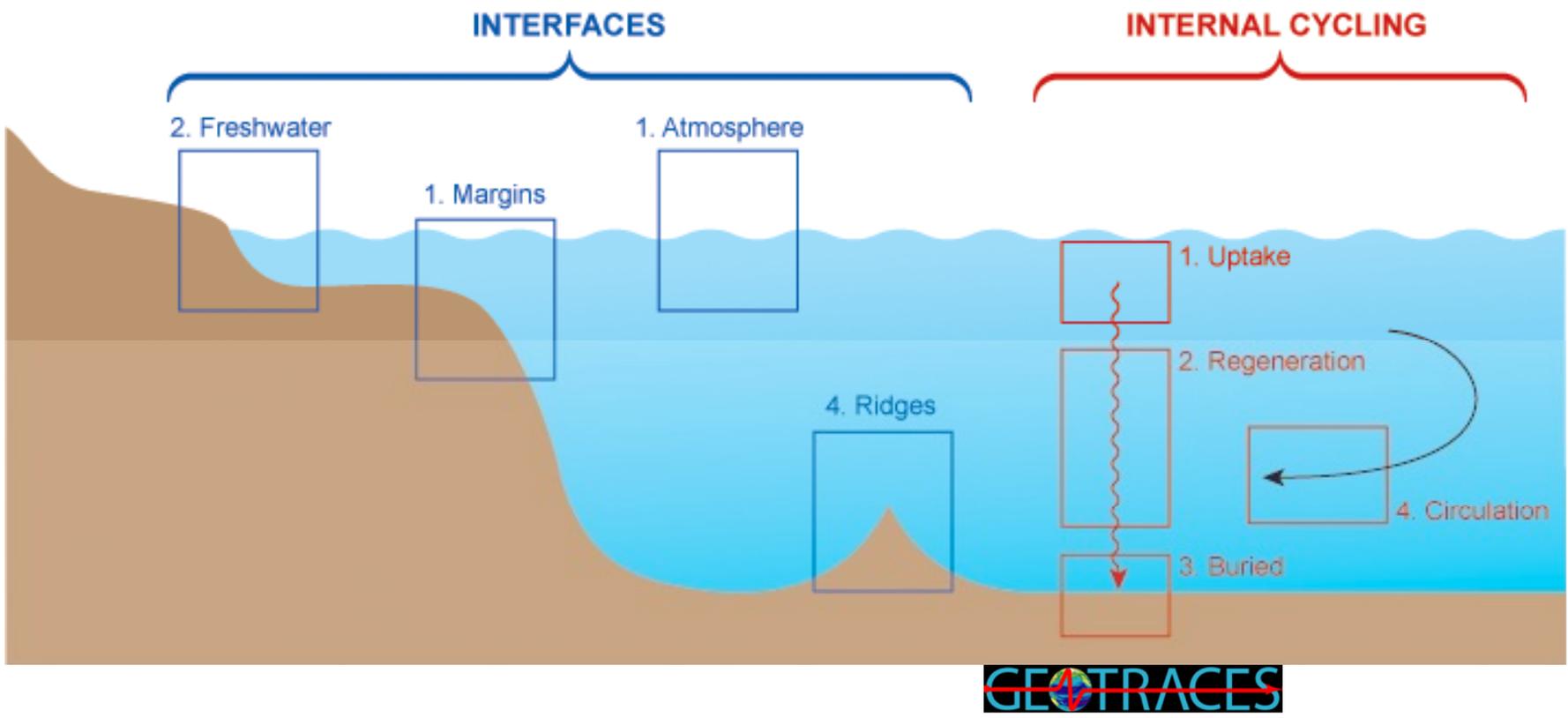
● Lithogènes
(e.g. Al, Ti)

○ Adsorbés à la surface
(e.g. Th)

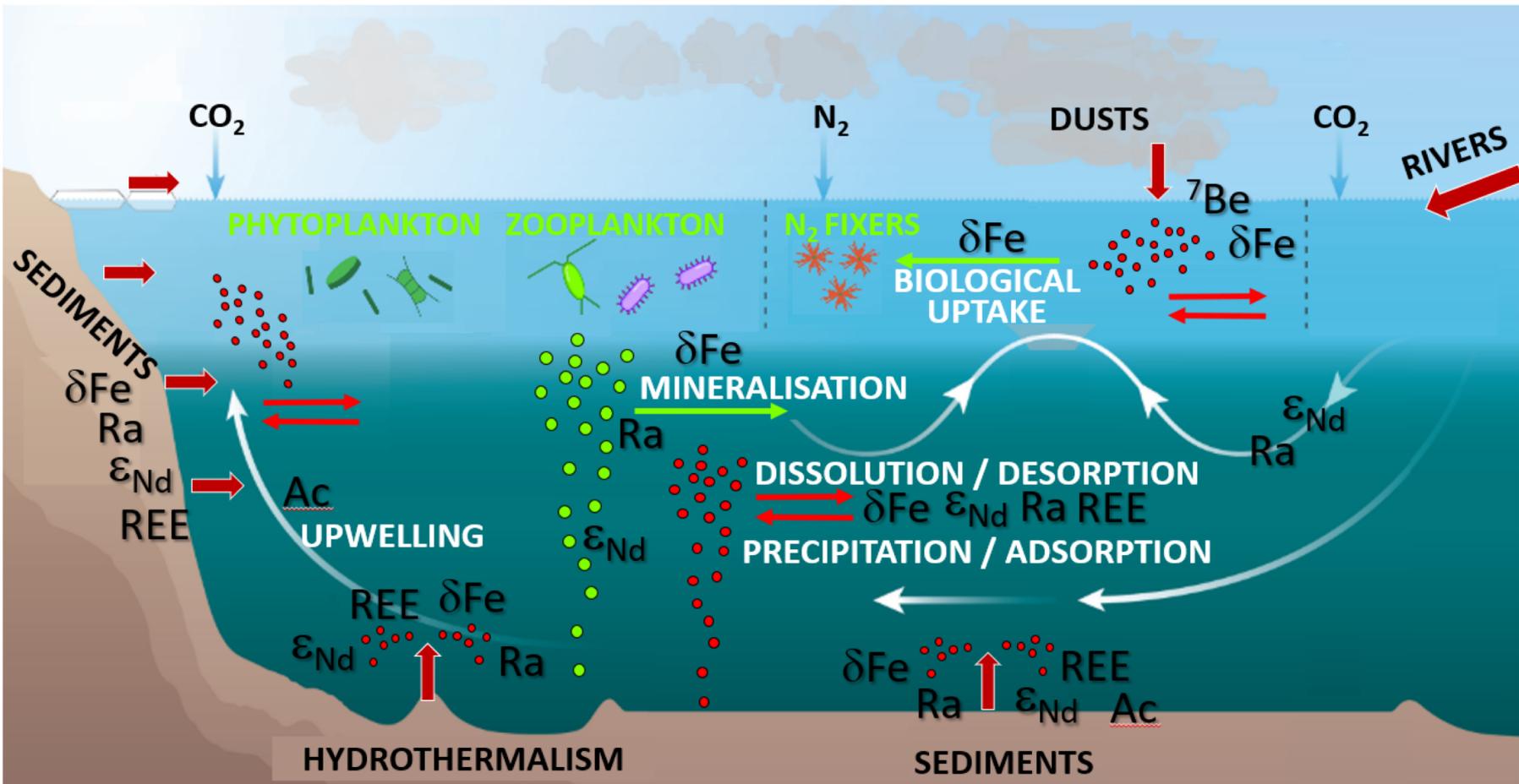
● Authigènes
(e.g. barite, oxyhydroxides de Mn Fe)



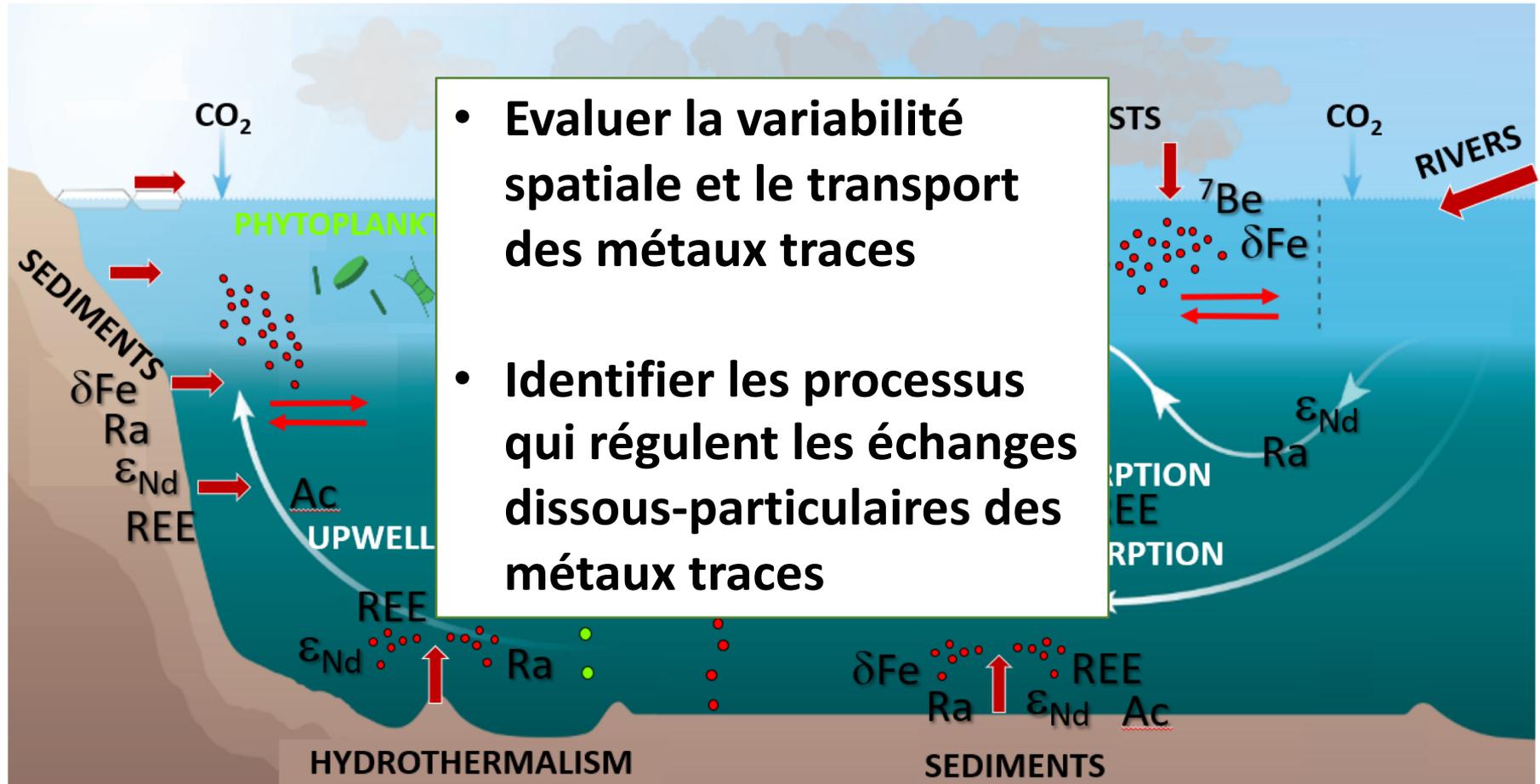
Comprendre le cycle des métaux traces dans l'océan requiert plusieurs types d'investigations



Approche multiproxies en collaboration avec de nombreux partenaires en France et à l'étranger



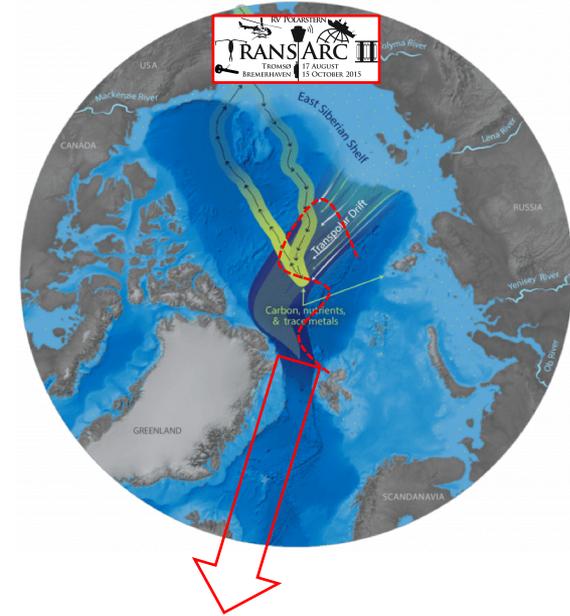
Approche multiproxies en collaboration avec de nombreux partenaires en France et à l'étranger



Arctique

Participation à un effort sans précédent pan-arctique dans le cadre du programme international (Canada, USA, Germany) pour les métaux traces particulaires

Financement: LEFE CYBER EXPATE



- Sédiments au niveau des différentes marges et rivières sont les sources prédominantes de métaux traces
- Cette source de métaux traces est susceptible d'être plus importante avec le changement climatique, puisque la couverture de glace diminue
- La dérive transpolaire, riche en matière organique dissoute, facilite le transport à distance des métaux traces jusqu'à 1000 km de leur source (notamment vers Atlantique Nord)

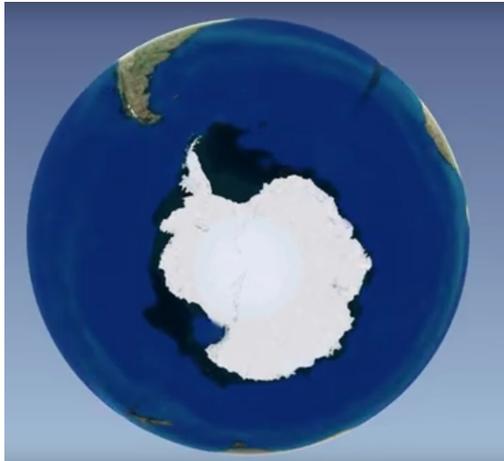
Paffrath et al., submitted; Whitmore et al., submitted; Charrette et al., 2020

Projet futur (selon financements) : Mackenzie river, Groënland est, à des saisons différentes
coordination H. Whitby, Univ Liverpool, SCARFS project, submitted to NERC

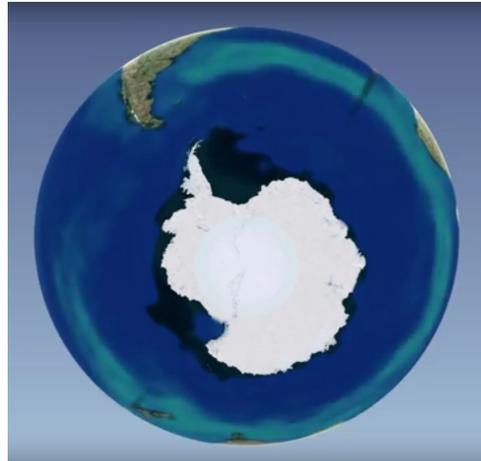
Océan Austral

- **Sensible** au changement climatique, sorte de « **hub** » pour la **circulation océanique** et le **transport d'éléments chimiques**
- **Le fer (Fe)**, micronutriment essentiel à la vie, limite la production primaire océanique dans l'Océan Austral (Boyd and Ellwood, 2010).

Hiver (juillet)



Printemps (octobre)



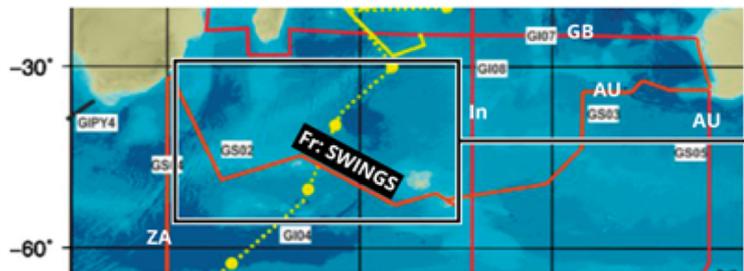
(Huang et al. 2021, Global estimates of marine gross primary production based on machine-learning upscaling of field observations)

- **Région très peu explorée => distributions mal caractérisées**

Océan Austral : distributions dans le secteur indien

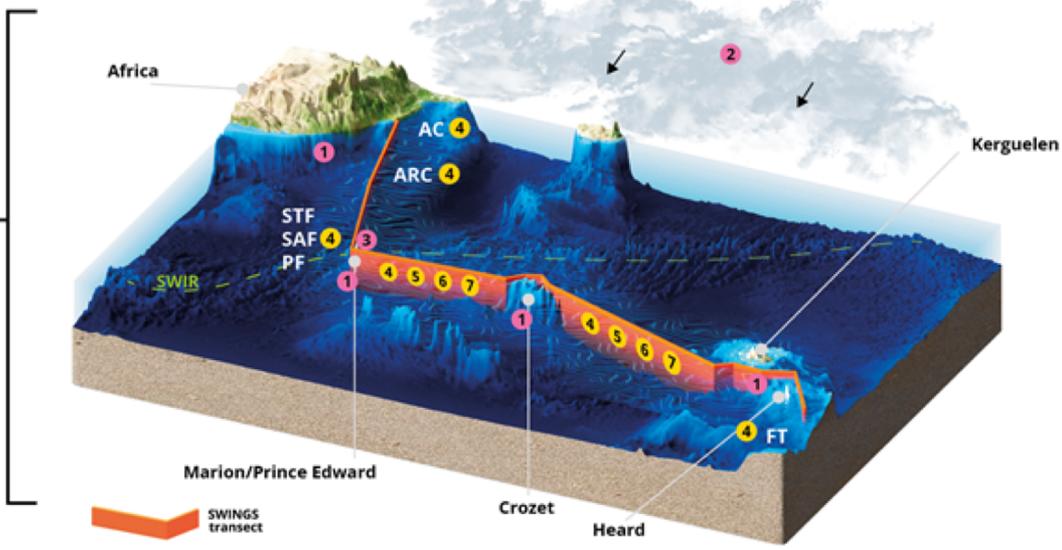


Contribution majeure au programme GEOTRACES, co-pilotage LEMAR/LEGOS, 18 laboratoires, dont 6 à l'étranger



GEOTRACES section implementation & country commitment

- not done
- - - partially done



SOURCE TRACKING

- 1 LAND-OCEAN: δFe , δZn , δCd , Ra, ^{227}Ac , ϵNd , Th, Pa, Pb, REE
- 2 ATMOSPHERIC: Hg, $^{232}\text{Th}/^{230}\text{Th}$, Pb
- 3 HYDROTHERMAL: δFe , δZn , δCd , Ra, ^{227}Ac , ϵNd , REE, Hg, Pb, $\delta^7\text{Li}$, Cr, Sr

PROCESSES

- 4 CIRCULATION: ^{13}C , ^{15}N , $\Delta^{30}\text{Si}$, ϵNd , REE, Ra, ^{227}Ac , Th/Pa, Pb
- 5 MICROBIAL ACTIVITY: ^{13}C , Th, Pa, Ba_{xs} , Fe&Cu org. speciation
- 6 BIOLOGICAL UPTAKE: δFe , δZn , δCd , $\Delta^{30}\text{Si}$
- 7 PARTICLE-SOLUTION EXCHANGES: δFe , δZn , δCd , Th/Pa, ϵNd , Ra, Pb, REE

+ MEASURED IN ALL FRACTIONS, IN DUST, RAIN, WATER COLUMN & SEDIMENTS: Al, Mn, Fe, Ni, Cu, Co, Cd, Ba, REE

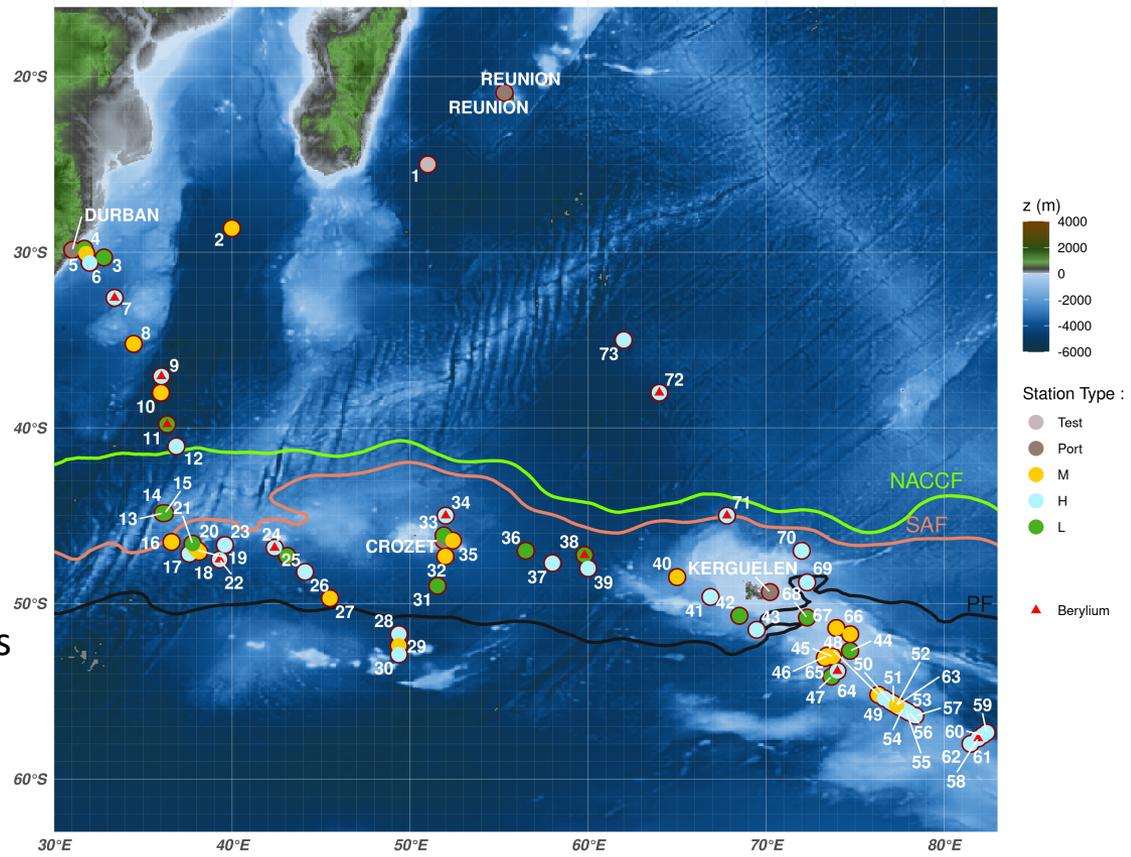
Océan Austral : distributions dans le secteur indien



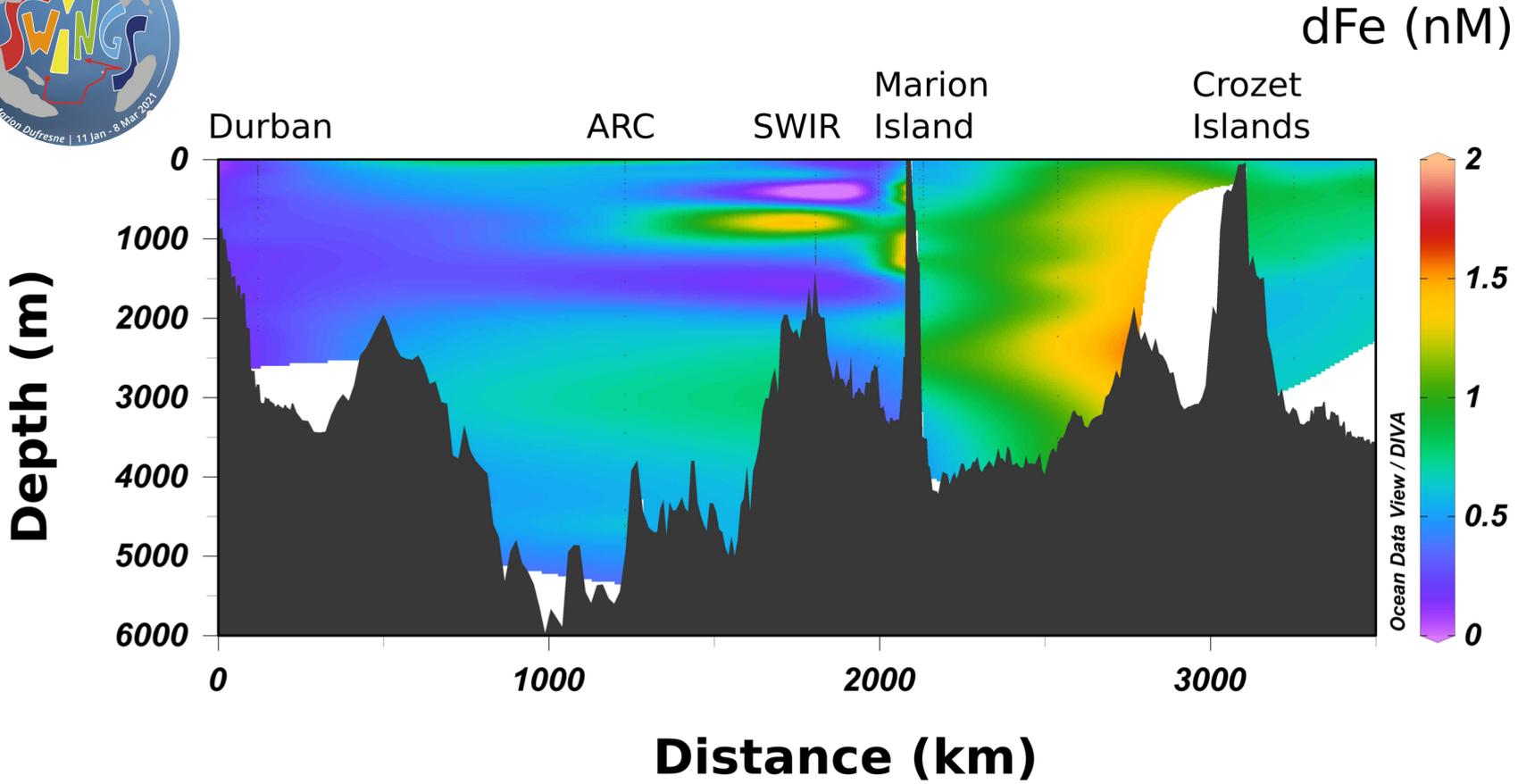
N/O Marion Dufresne, 13/01/2021- 09/03/2021



- Distribution des éléments traces et de leurs isotopes
- Processus de fertilisation au niveau des îles sub-antarctiques
- Sources hydrothermales ?



Océan Austral : distributions dans le secteur indien



@ David Gonzalez-Santana

Océan Austral : saisonnalité

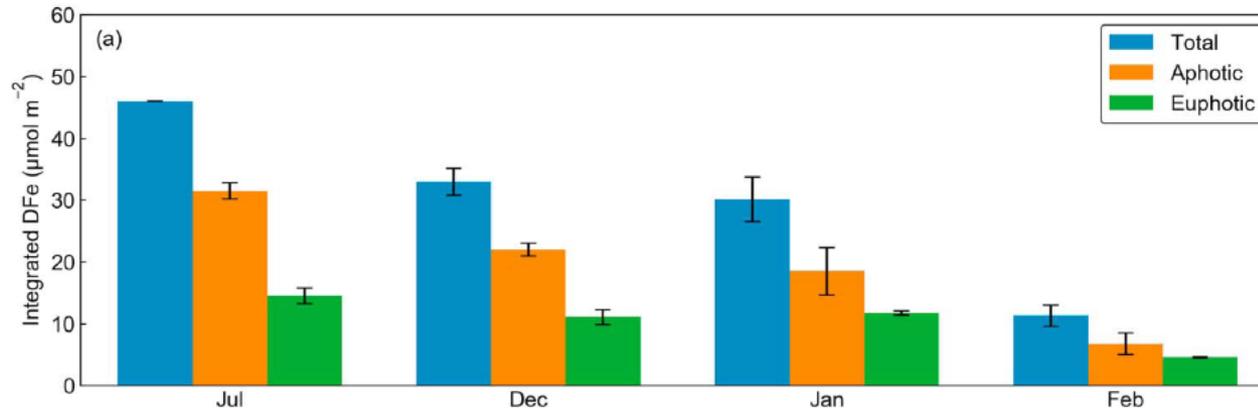
- **La variabilité saisonnière du Fe**, et par suite la production primaire dans l'Océan Austral **est très mal contrainte**: manque de données dans cette région océanique extrême, **notamment en hiver** (Tagliabue et al., 2012, Kessler and Tjiputra 2016)
- Seulement 2 études hivernales de fer dissous (dFe) dans l'Océan Austral (Tasman Sea, Ellwood et al., 2008; Atlantic sector, Mtshali et al., 2019), aucune de fer particulaire (PFe) ni de fer organique (Fe-L), ni **aucune donnée de flux d'export**

Quelles sont les distributions hivernales de Fe et les processus qui les contrôlent ?

Quels sont les vecteurs majeurs (biologiques ou non) qui contrôlent l'export des métaux traces essentiels à la croissance phytoplanctonique ?

Océan Austral : saisonnalité

- SOSCEx III (2015 & 2016, *Mtshali et al., 2019*)



1 station visitée à 4 reprises (SAF: 43°S; 8.5°E)

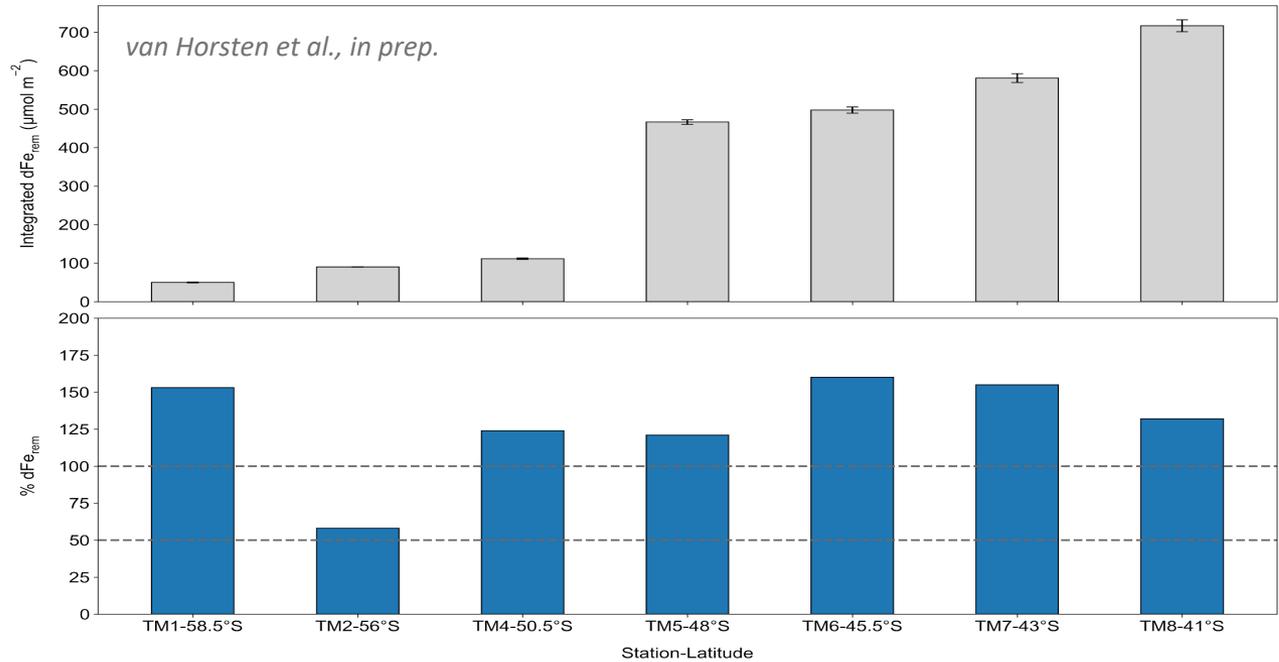
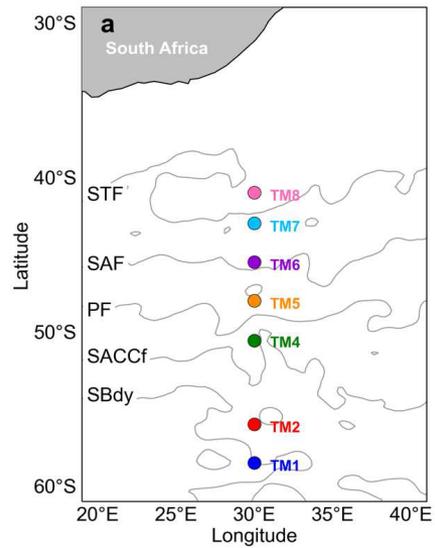
Déplétion saisonnière des stocks de DFe entre Jul et Feb, dûe à l'activité biologique

Fin de l'été (Jan-Feb): déplétion ++ suggère un mécanisme supplémentaire, le scavenging de DFe



Océan Austral : saisonnalité

○ **Mission IO6** (GEOTRACES process study G1pr07, **Hiver 2017**)



Forte reminéralisation, même en hiver



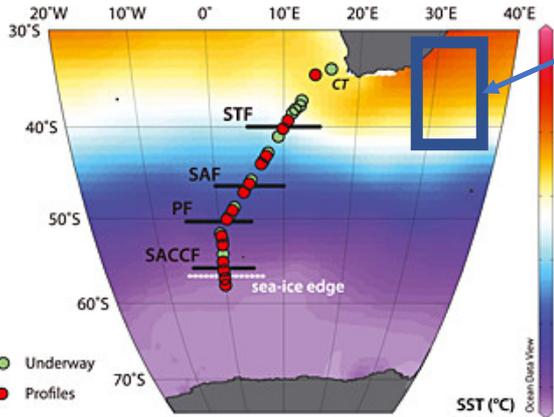
Océan Austral : saisonnalité



SA Brise glace
Agulhas II

○ Missions SCALE
Hiver et printemps 2019

○ 2022-2023: SISSO, Marion & Gough
Islands



Variations des distributions de DFe, PFe et spéciation organique à différentes saisons



