

Recolonisation des dépôts historiques de « boues rouges » du canyon de Cassidaigne par les foraminifères benthiques : données faunistiques et géochimiques

Pauline Gély



Christian Grenz



Laetitia Licari



Sophie Sépulcre



Deny Malengros



Séminaire 2023 de l'OHM BMP
et Transition énergétique en région Sud-PACA
Meyreuil, 9 et 10 Novembre 2023





1893
Lancement de l'activité de
production d'alumine à
Gardanne

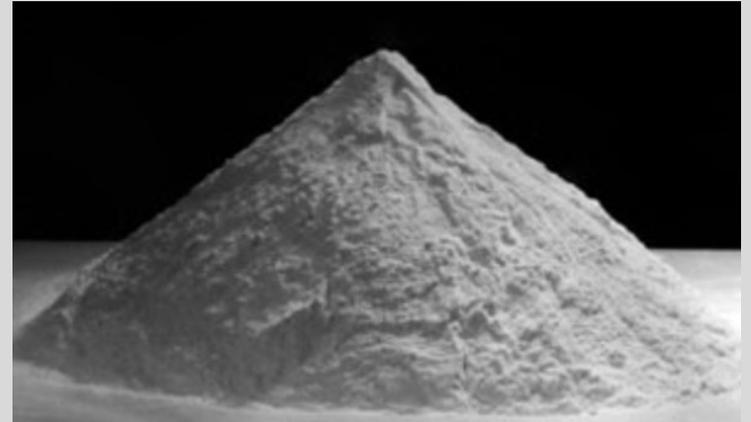
Résidu



Bauxite



Alumine (Al_2O_3)



▲
Phase liquide + solide
Particules minérales taille $<20\mu\text{m}$
Enrichissement en Al, Cr, Fe, Ti, V (Arnoux et al., 2003)

Contexte / Objectifs



1893
Lancement de l'activité de production d'alumine à Gardanne

1966
Début des rejets en mer

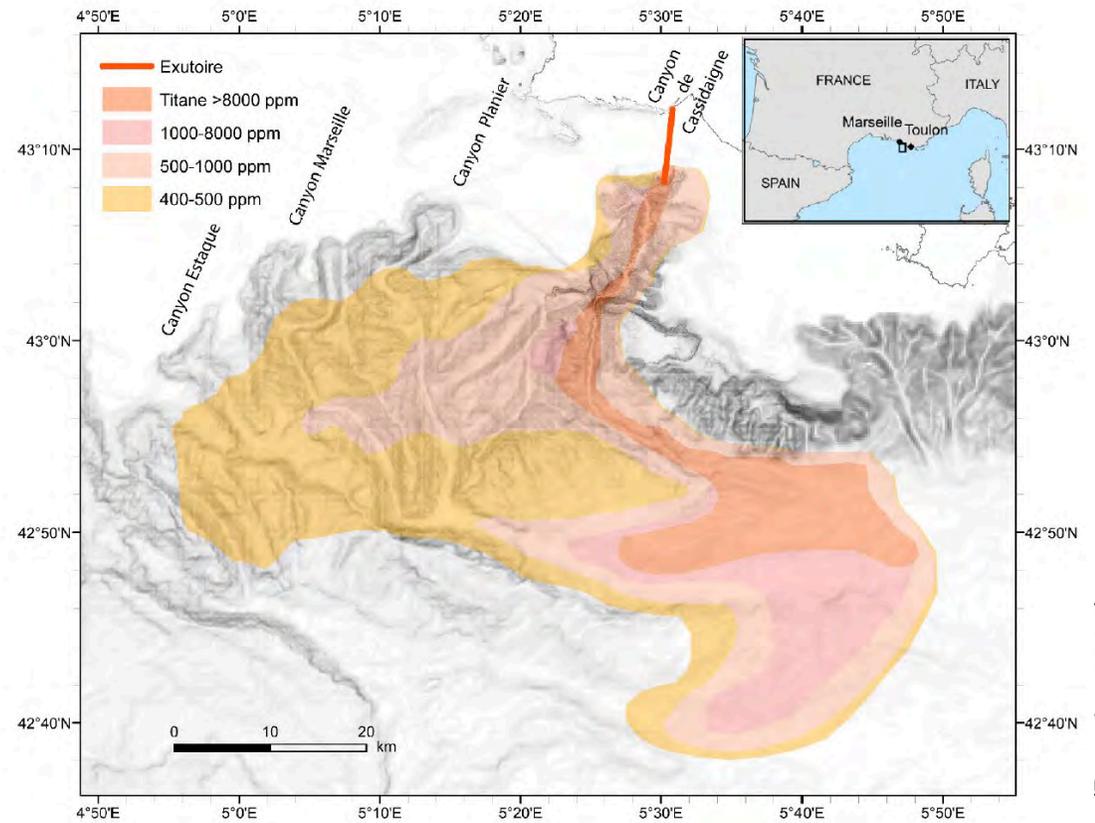


Au 31 décembre de chaque année	1986	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Quantités déposées en mer (Mt)	1,04	0,5	0,33	0,31	0,25	0,18	0

(Photos : Ville de Gardanne, Altéo environnement, Gardanne)

**Devenir des dépôts
historiques ?**

**Dynamique de recolonisation
des sédiments par les
organismes benthiques dans
l'axe du canyon, siège de
l'envasement ?
Biodisponibilité d'éléments
métalliques ?**



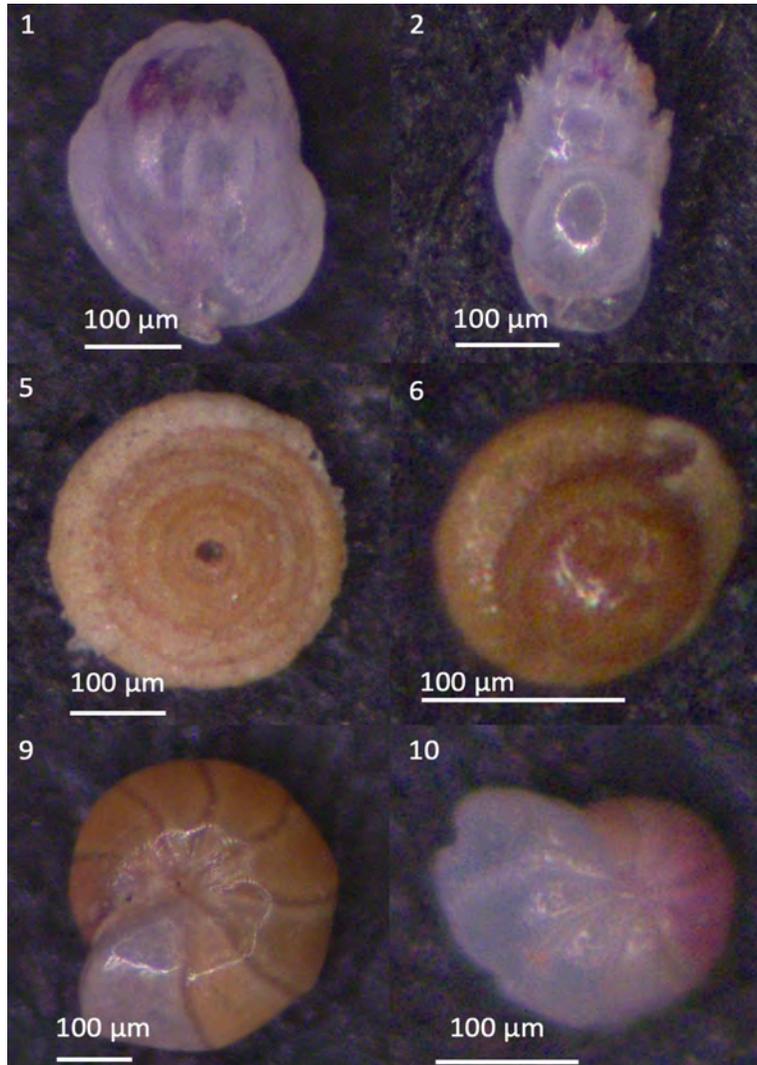
1893
Lancement de
l'activité de
production
d'alumine à
Gardanne

1966
Début des
rejets en
mer

2015
Arrêt des
rejets
solides



Les foraminifères benthiques, enregistreurs environnementaux



Photos: Lila Rutty

- Eucaryotes unicellulaires (Rhizaria), 5000 – 10 000 espèces)
- coquille = test uni- ou multiloculaire, architecture variée, minéralogie carbonatée ou agglutinée
- abondance élevée dans les sédiments
- sensibles aux conditions physico-chimiques du milieu
 - 1) caractéristiques faunistiques (*diversité, abondance, composition faunistique*)
 - 2) composition des tests carbonatés

Réponse des foraminifères benthiques 2 ans après l'arrêt des rejets solides en mer ?

Carottage des sédiments d'interface

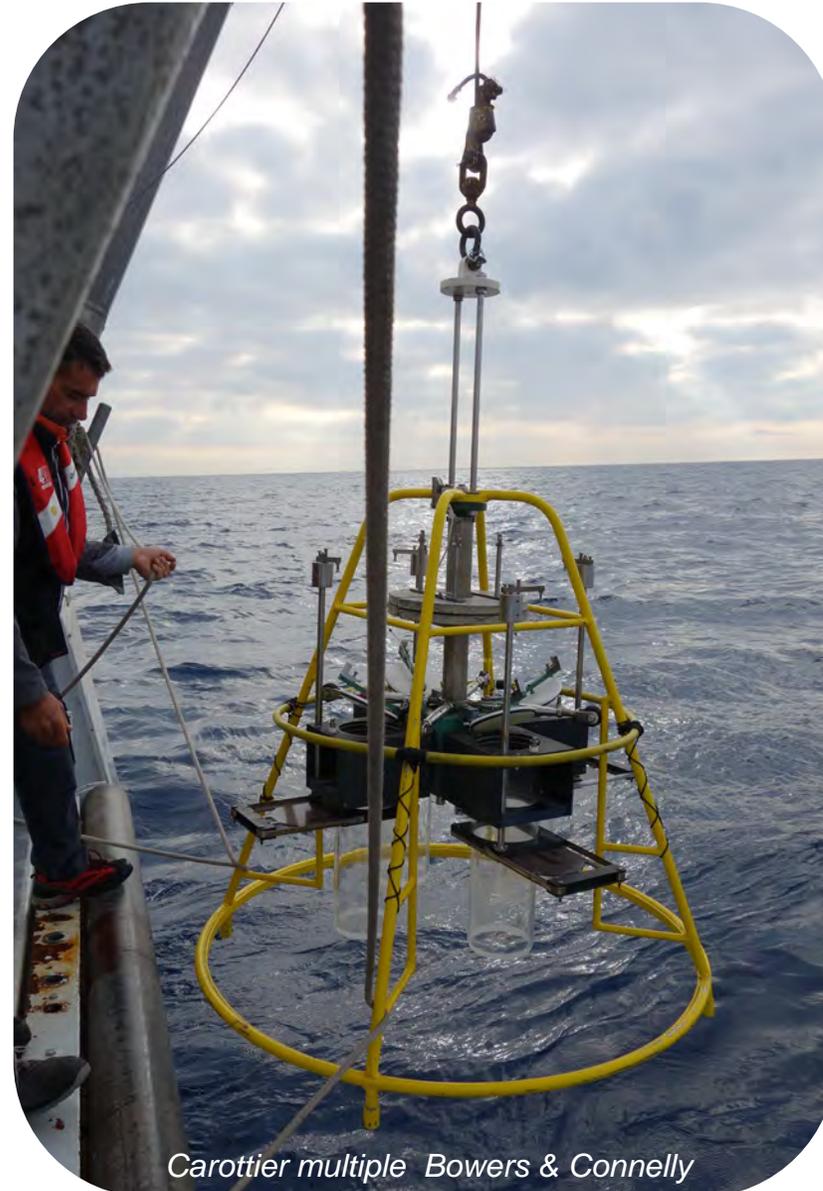
Moyens à la mer



N/O Antédon II



N/O Téthys II



Carottier multiple Bowers & Connelly

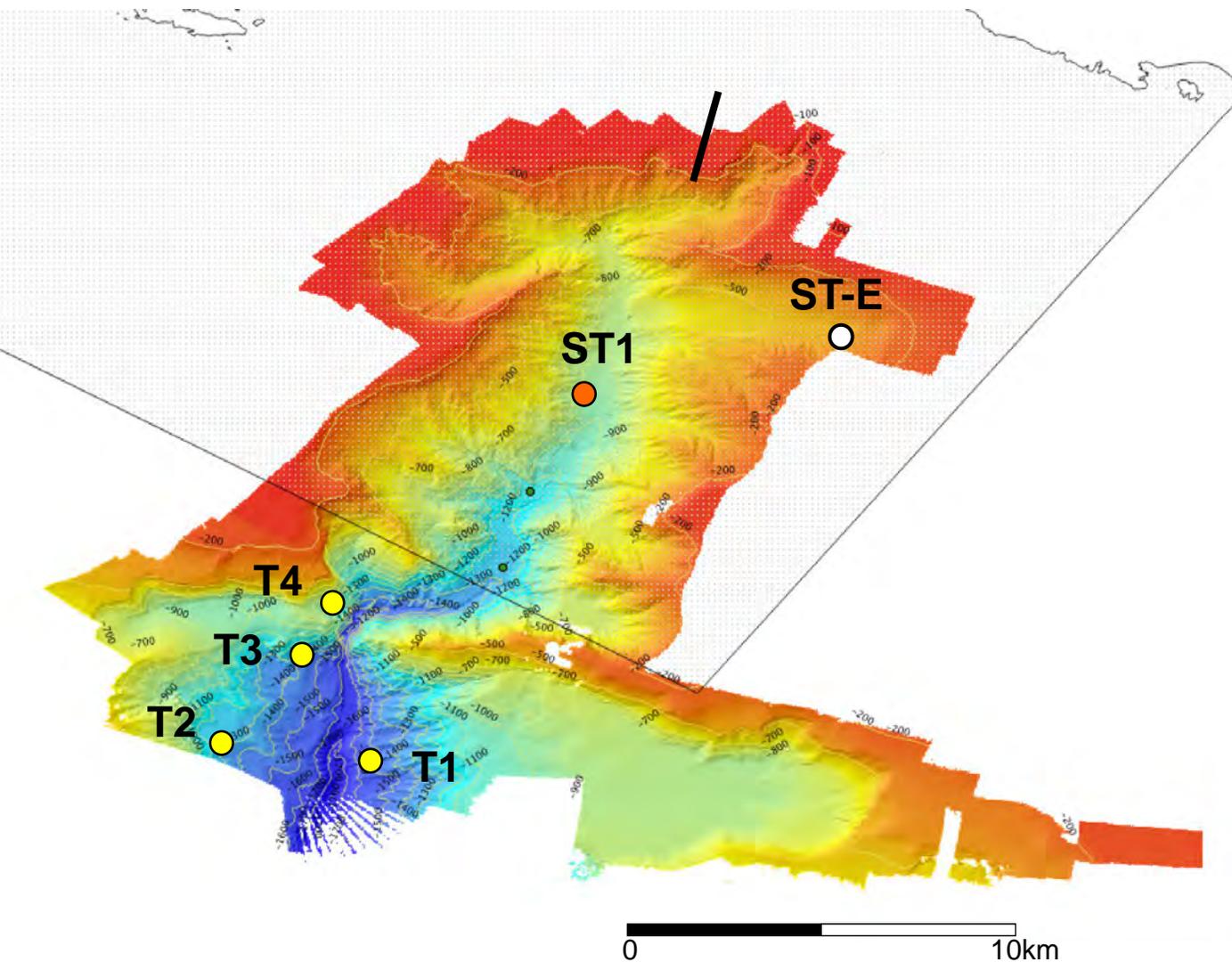
Séquences sédimentaires d'env. 30cm
Selon les analyses prévues : découpe
(1 cm) et conditionnement, ou incubation
à température contrôlée (13°C)

(1) Caractérisation physico-chimique de l'environnement sédimentaire

- couleur, CHN
- granulométrie
- teneur en métaux (bulk)
- microprofils d'O₂ (échelle sub-millimétrique)

(2) Etude des foraminifères benthiques vivants

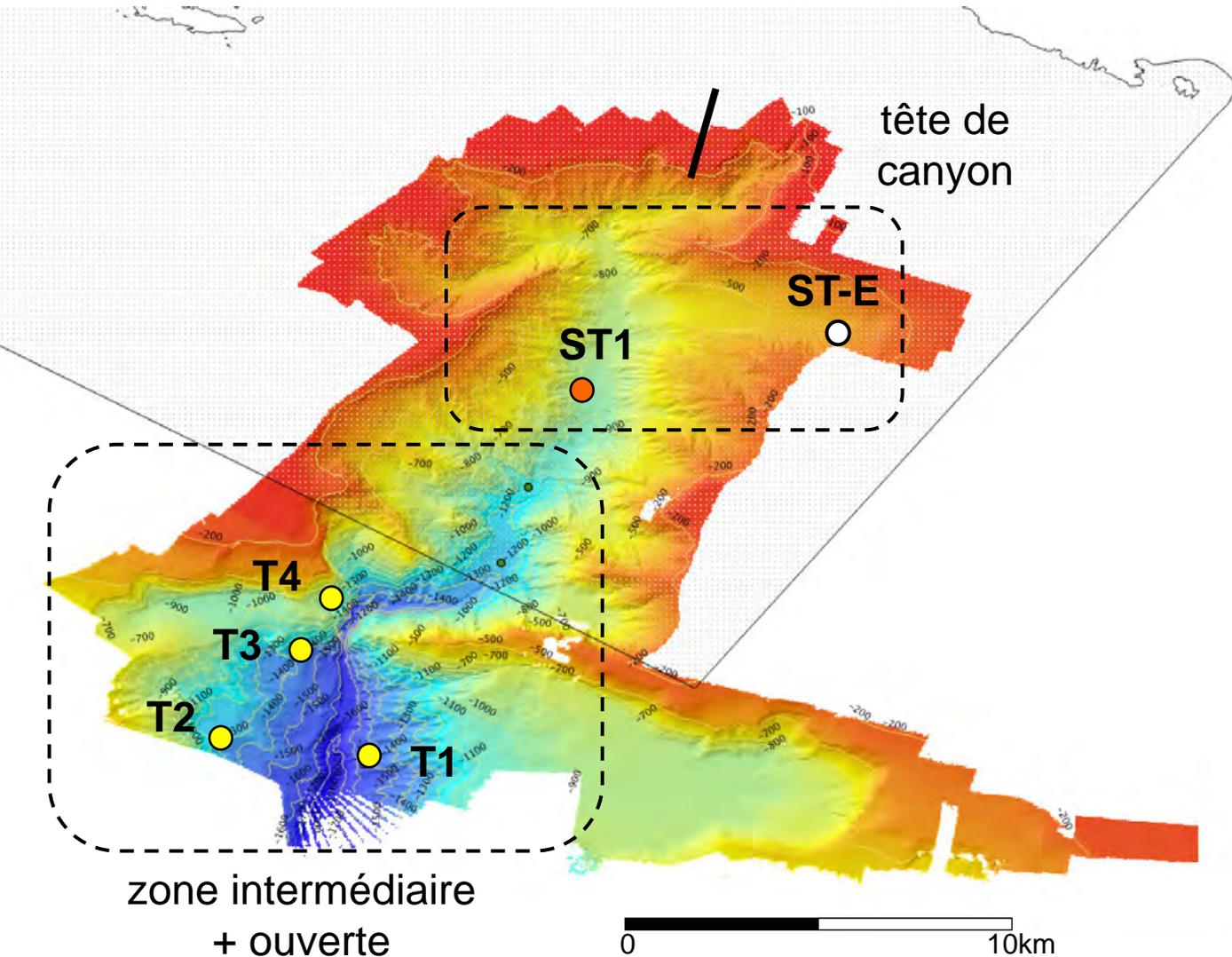
- caractéristiques faunistiques
- traçage d'éléments métalliques



oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m

(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

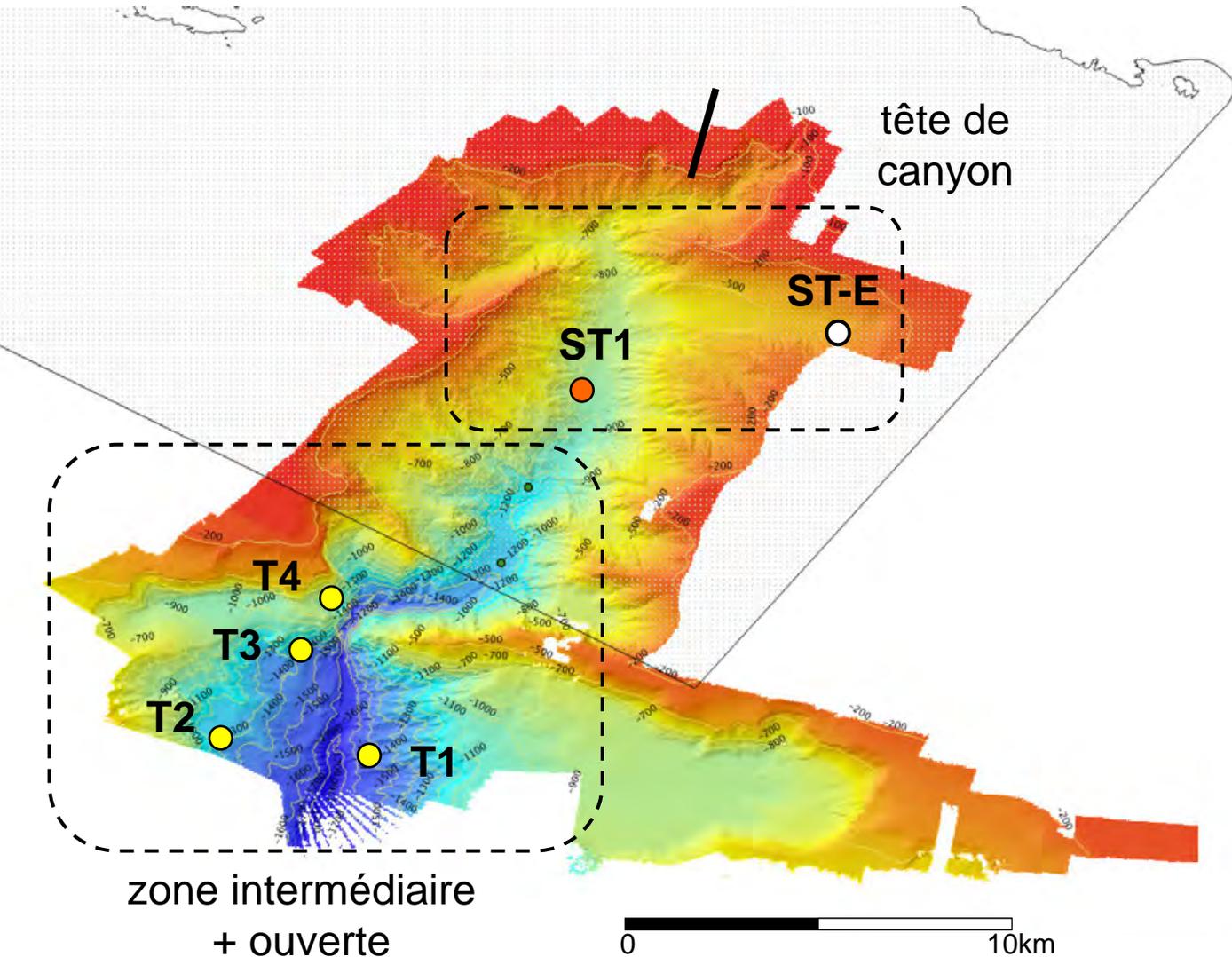
Matériel & méthodes



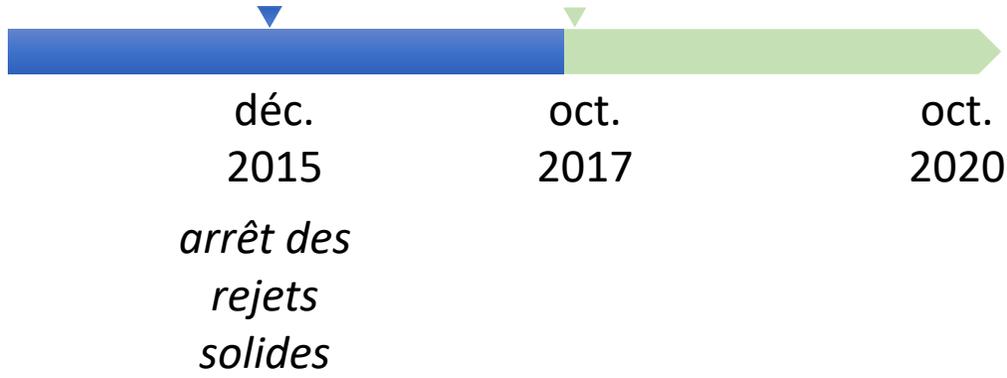
oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m

(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

Matériel & méthodes

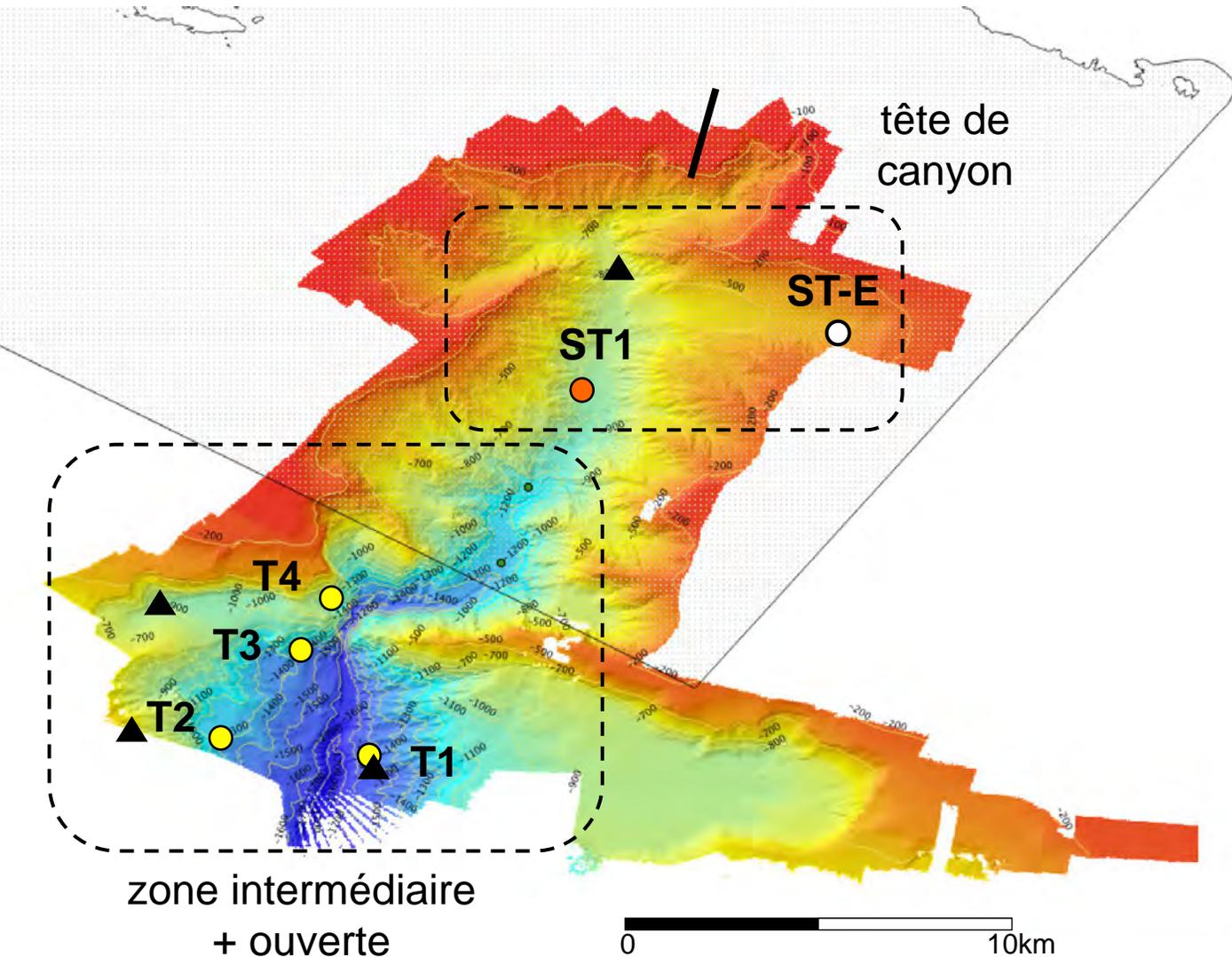


oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m

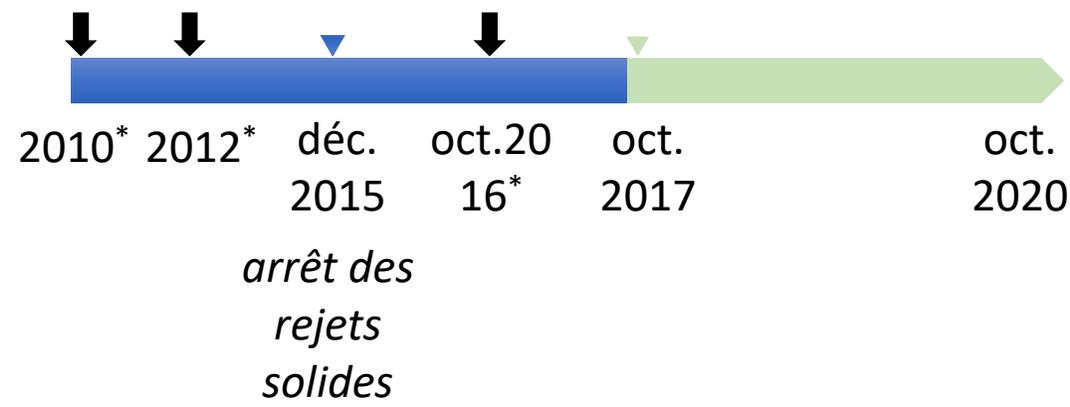


(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

Matériel & méthodes



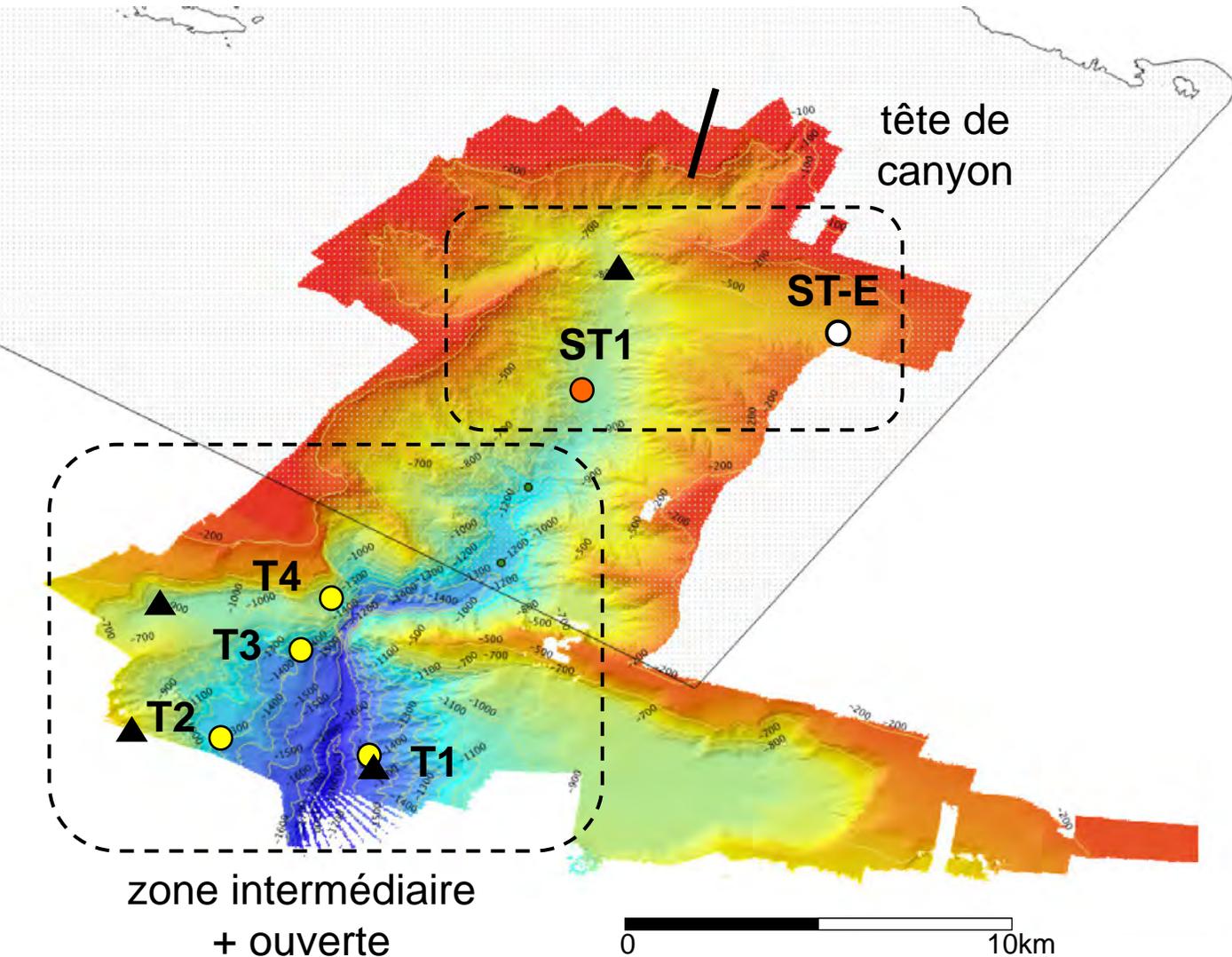
oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m



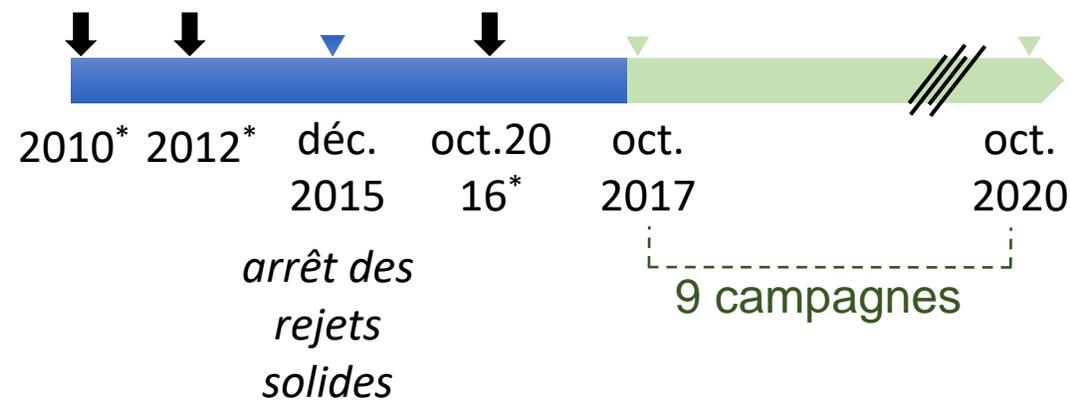
(*Fontanier et al., 2012, 2014, 2020)

(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

Matériel & méthodes



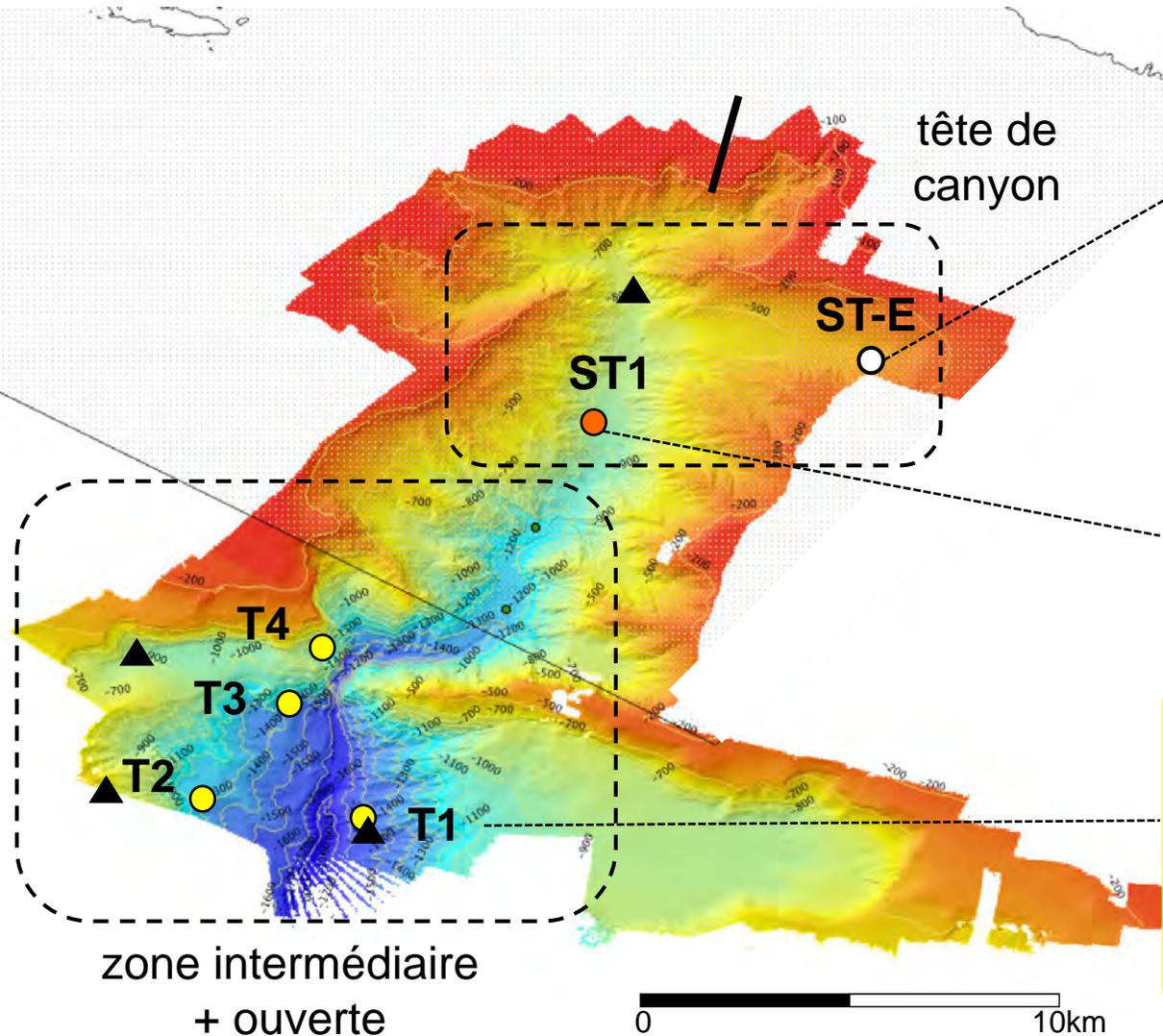
oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m



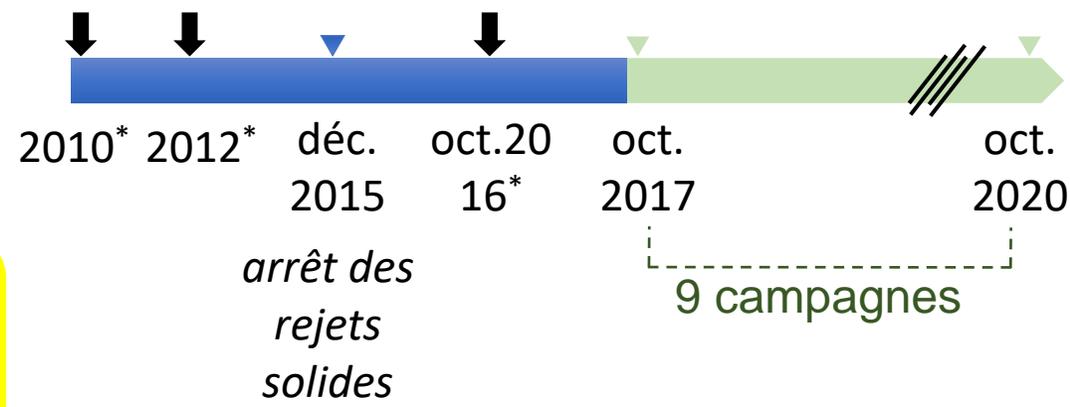
(*Fontanier et al., 2012, 2014, 2020)

(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

Matériel & méthodes



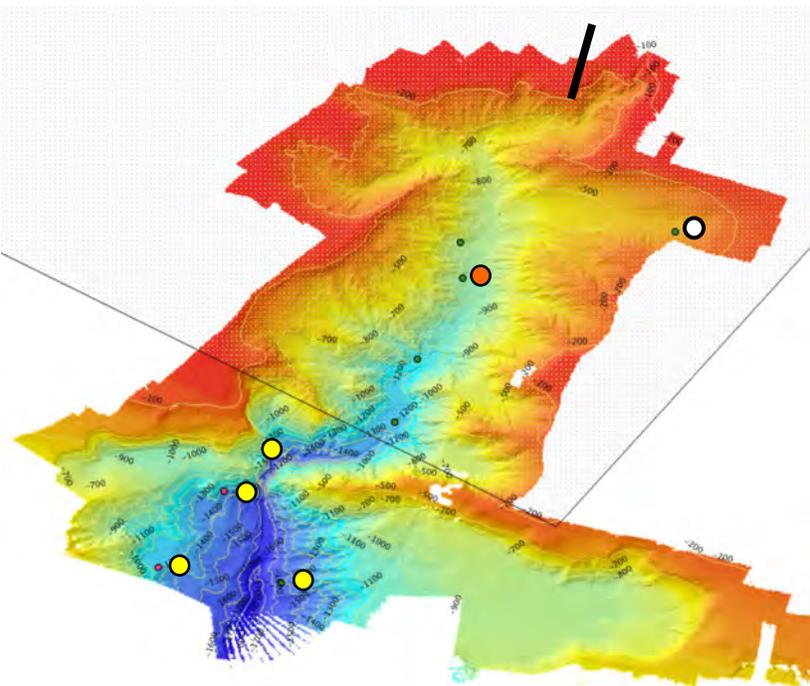
oct. 2017 – oct. 2020
suivi saisonnier
6 stations
axe N-S
5 à 20 km de l'émissaire
prof. 350 – 1500m



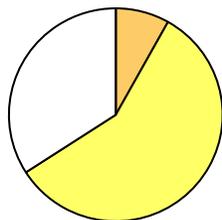
(*Fontanier et al., 2012, 2014, 2020)

(données bathymétriques : Fabri et al., 2015)

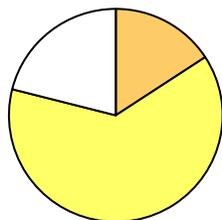
Caractérisation de l'environnement sédimentaire granulométrie, traçage de l'influence des rejets (Ti)



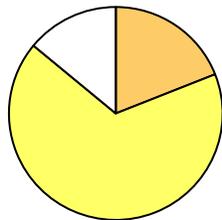
STE
(350m)



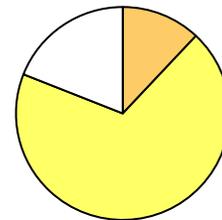
STI
(900m)



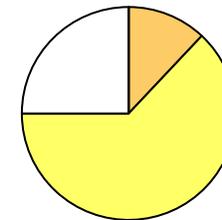
T1
(1500m)



T2
(1200m)



T4
(1000m)



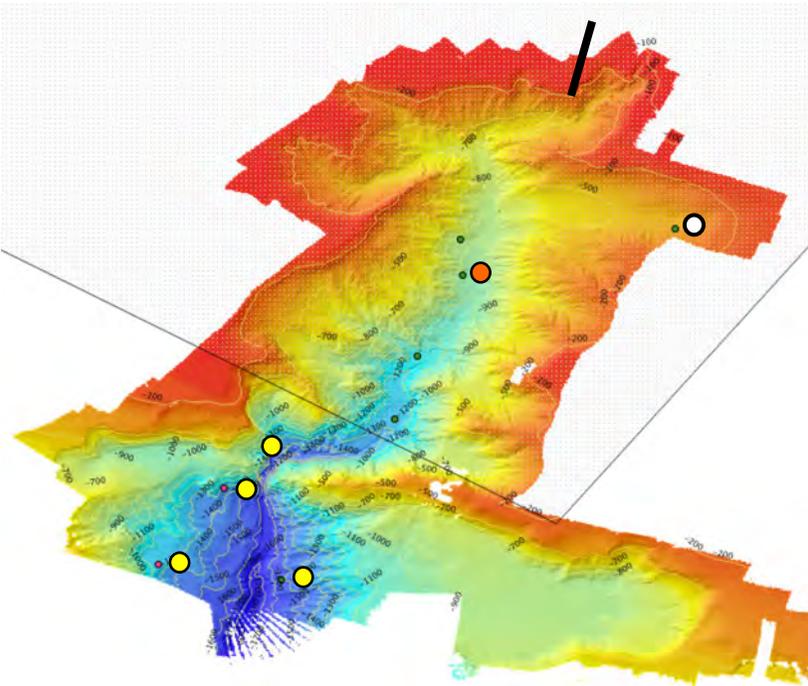
12 000 – 15 000 µg/g

- argiles (<2µm)
- limons (<20µm)
- limons (>20µm)

Contexte sédimentaire vaseux à toutes les stations (0-1 cm)

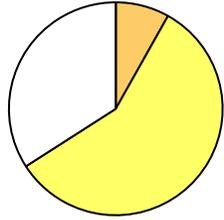
% d'argiles et limons fins plus faibles à STE

Caractérisation de l'environnement sédimentaire granulométrie, traçage de l'influence des rejets (Ti)



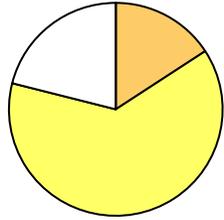
Discrimination des stations
le long du gradient N-S
(idem Fe, Cr, V)

STE
(350m)



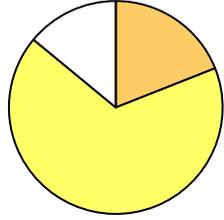
●
5000 µg/g

STI
(900m)

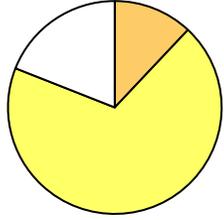


●
49 000 µg/g

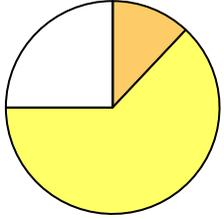
T1
(1500m)



T2
(1200m)



T4
(1000m)



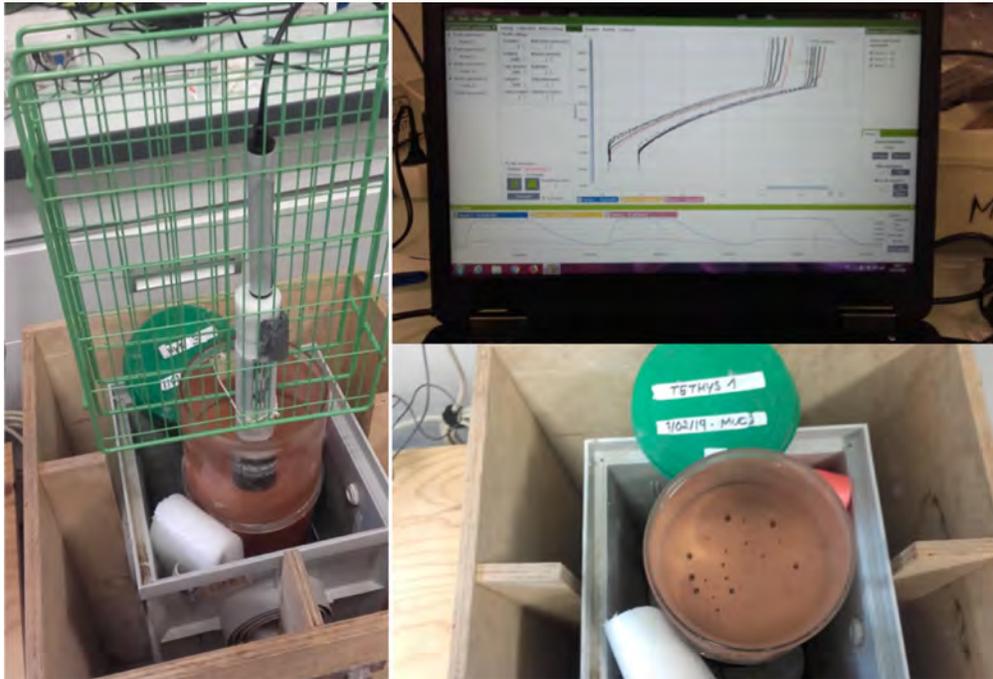
● ● ● ●

12 000 – 15 000 µg/g

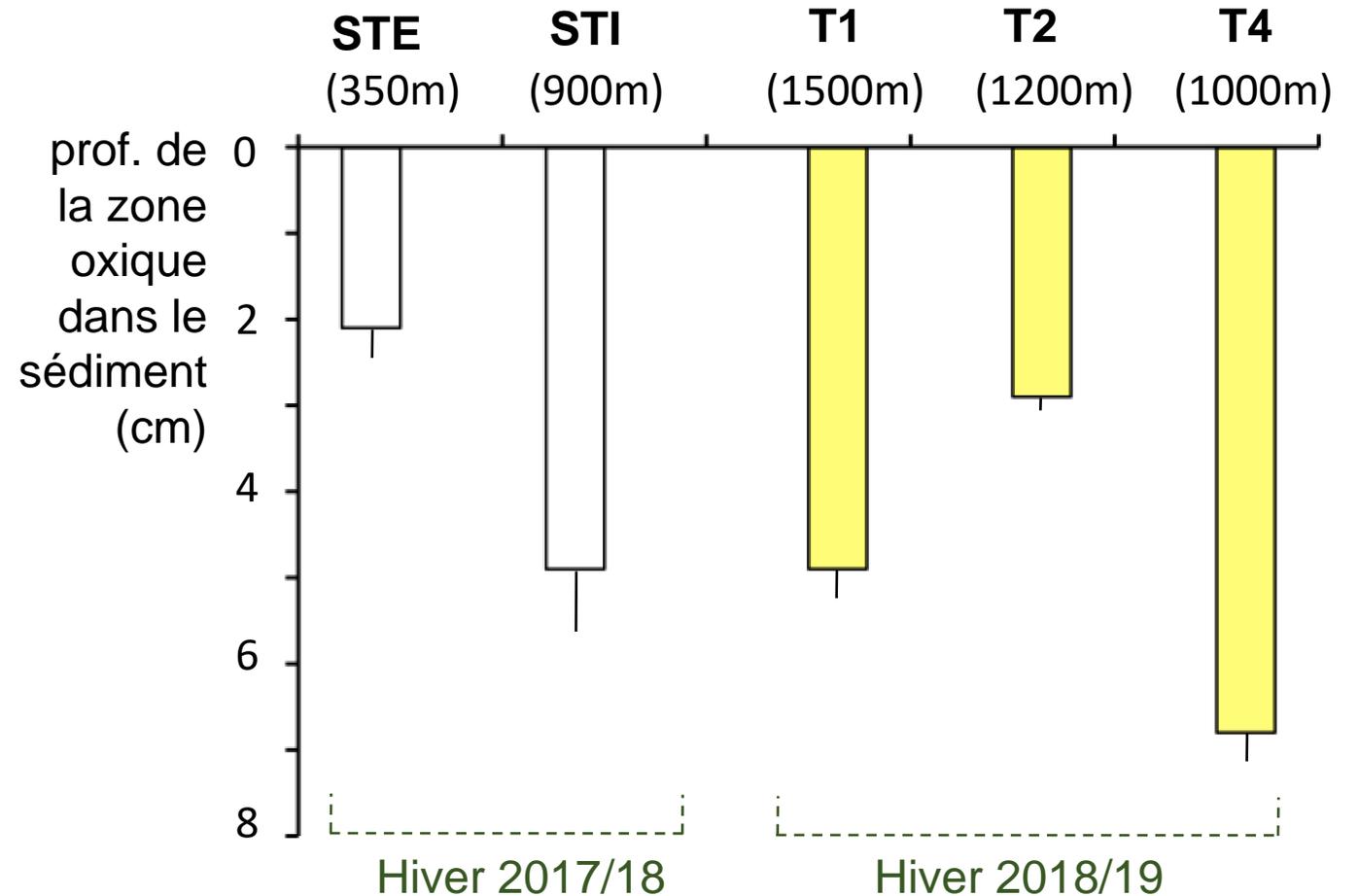
- argiles (<2µm)
- limons (<20µm)
- limons (>20µm)
- Ti

Caractérisation de l'environnement sédimentaire métabolisme benthique

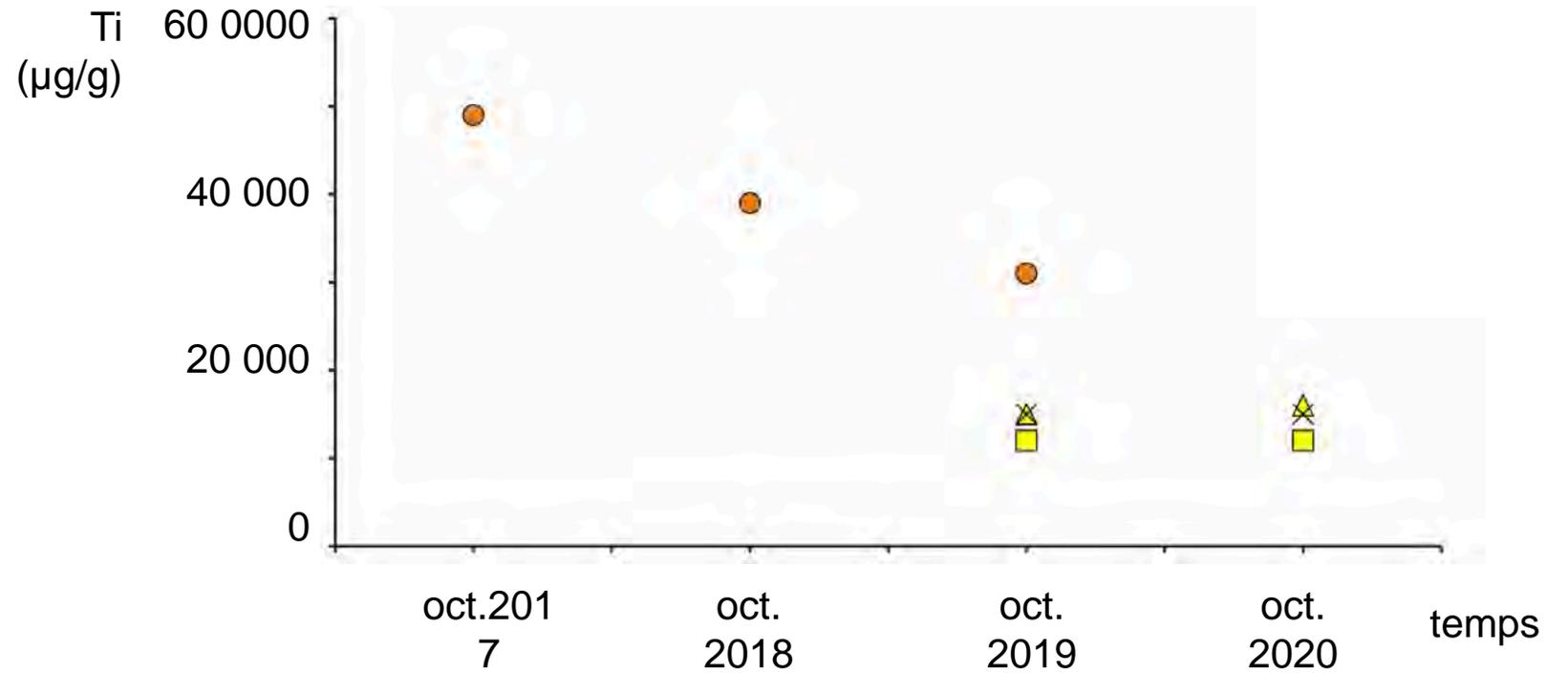
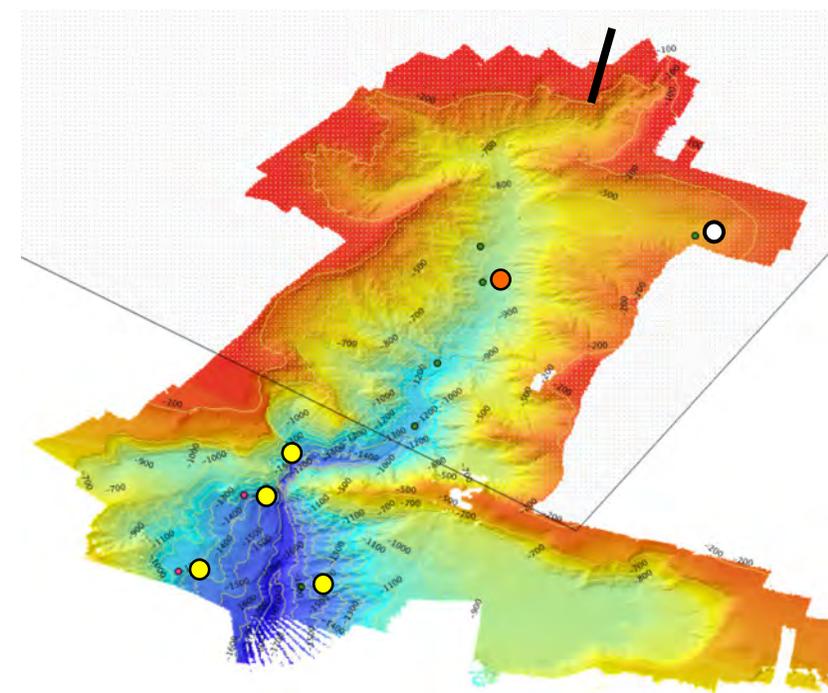
Réalisation des profils d'O₂ dissous et estimation de l'épaisseur de la zone oxique



(1) mesure de la teneur en O₂; (2) mesures brutes obtenues après profilage (3) vue de l'interface après profilage

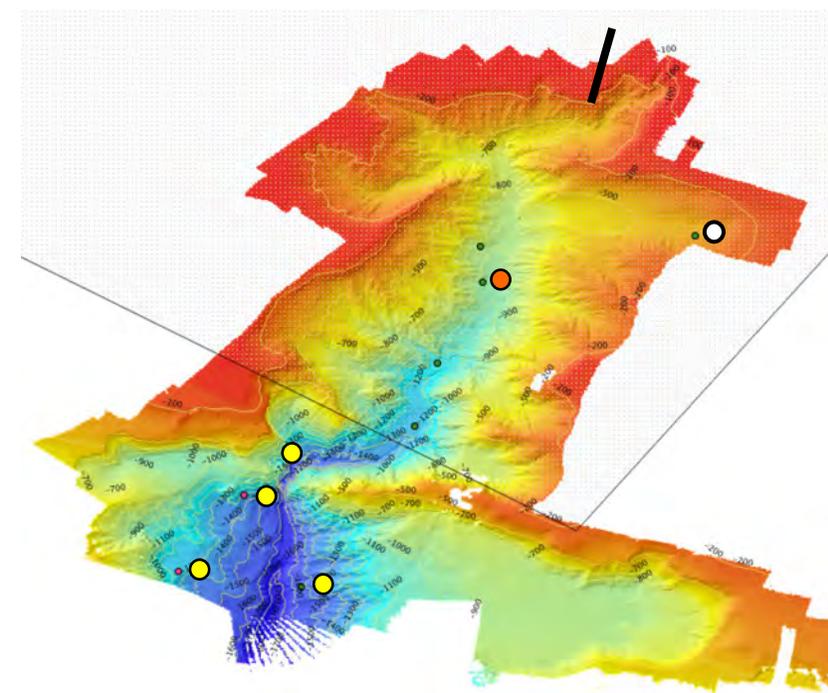


Caractérisation de l'environnement sédimentaire évolution temporelle ?

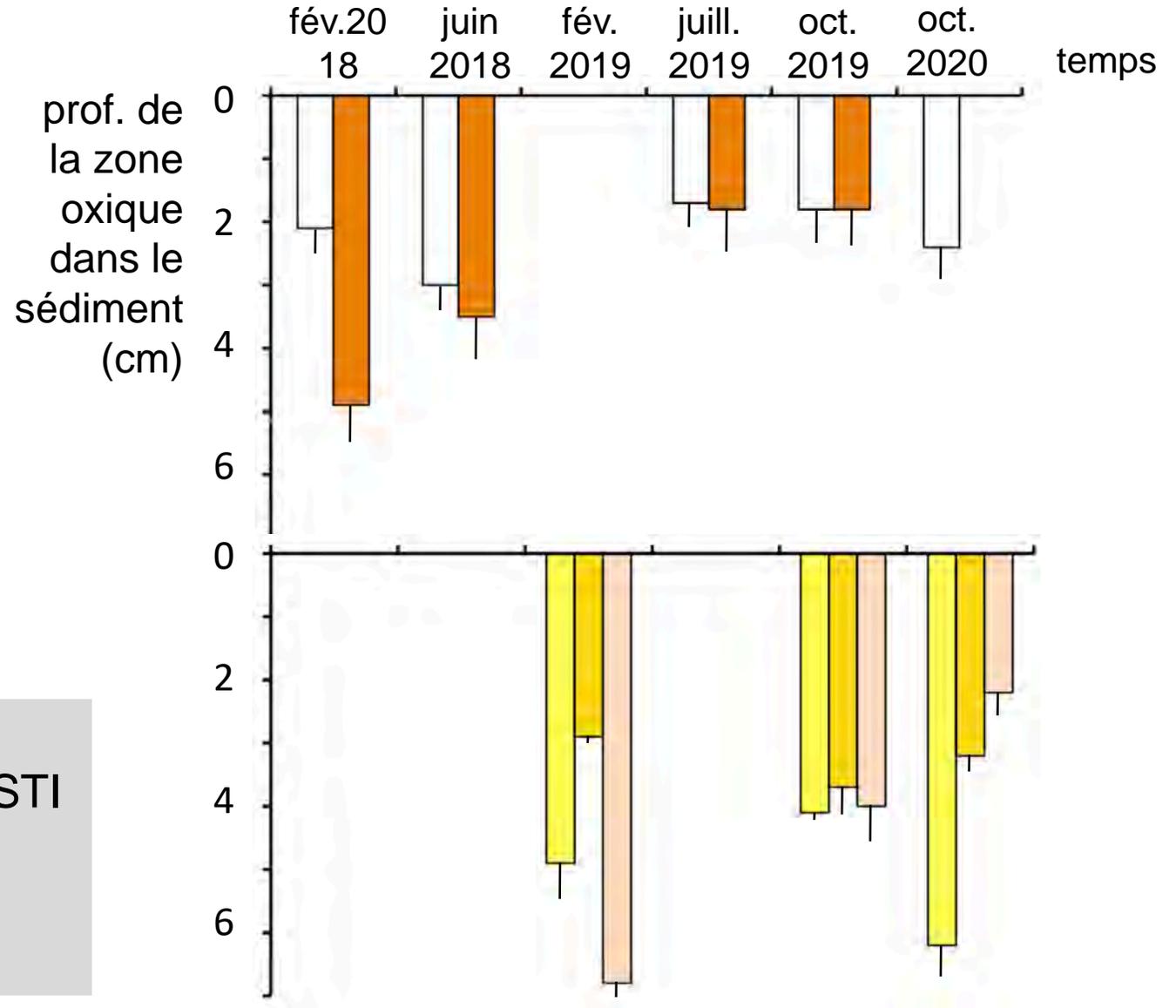


Trop peu de données disponibles sur les concentrations de métaux dans les sédiments....

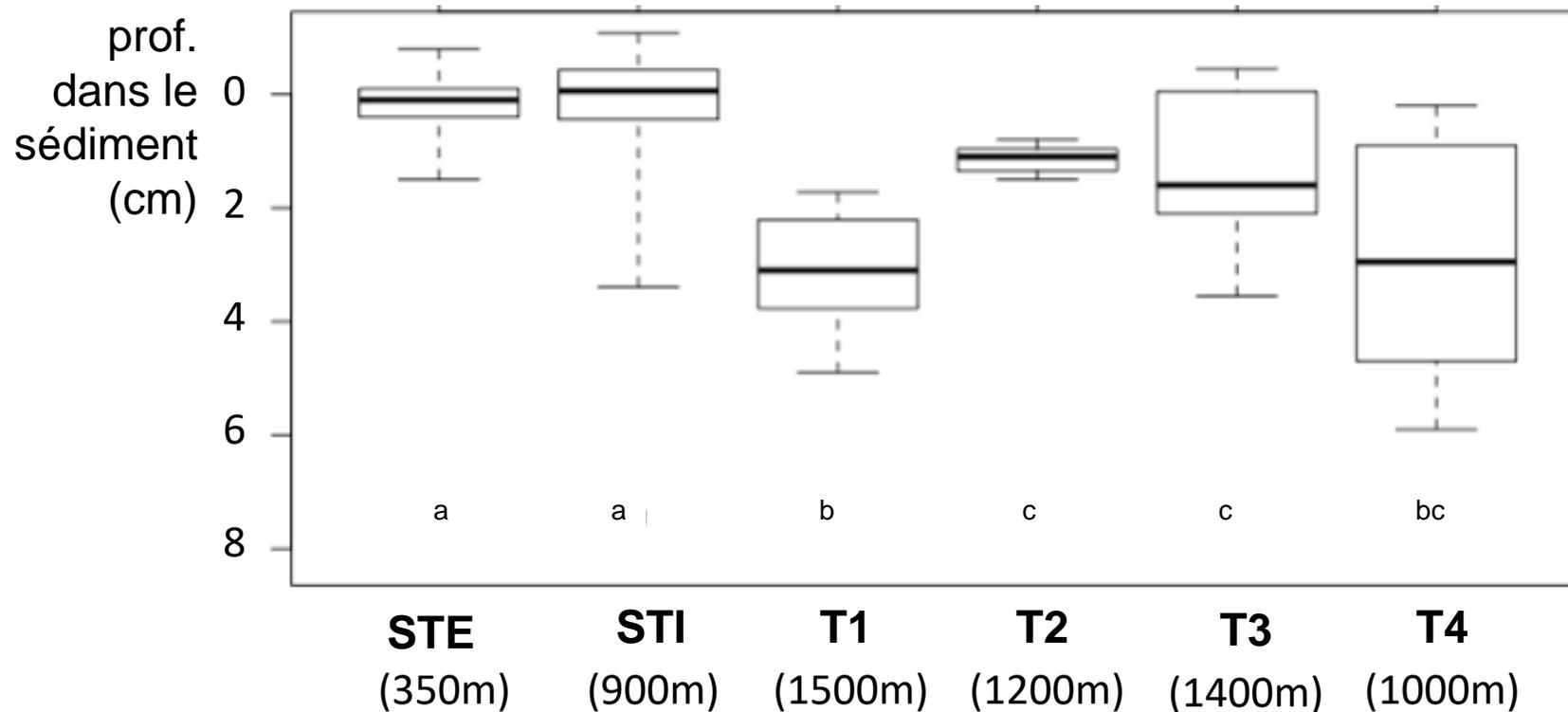
Caractérisation de l'environnement sédimentaire évolution temporelle du métabolisme benthique ?



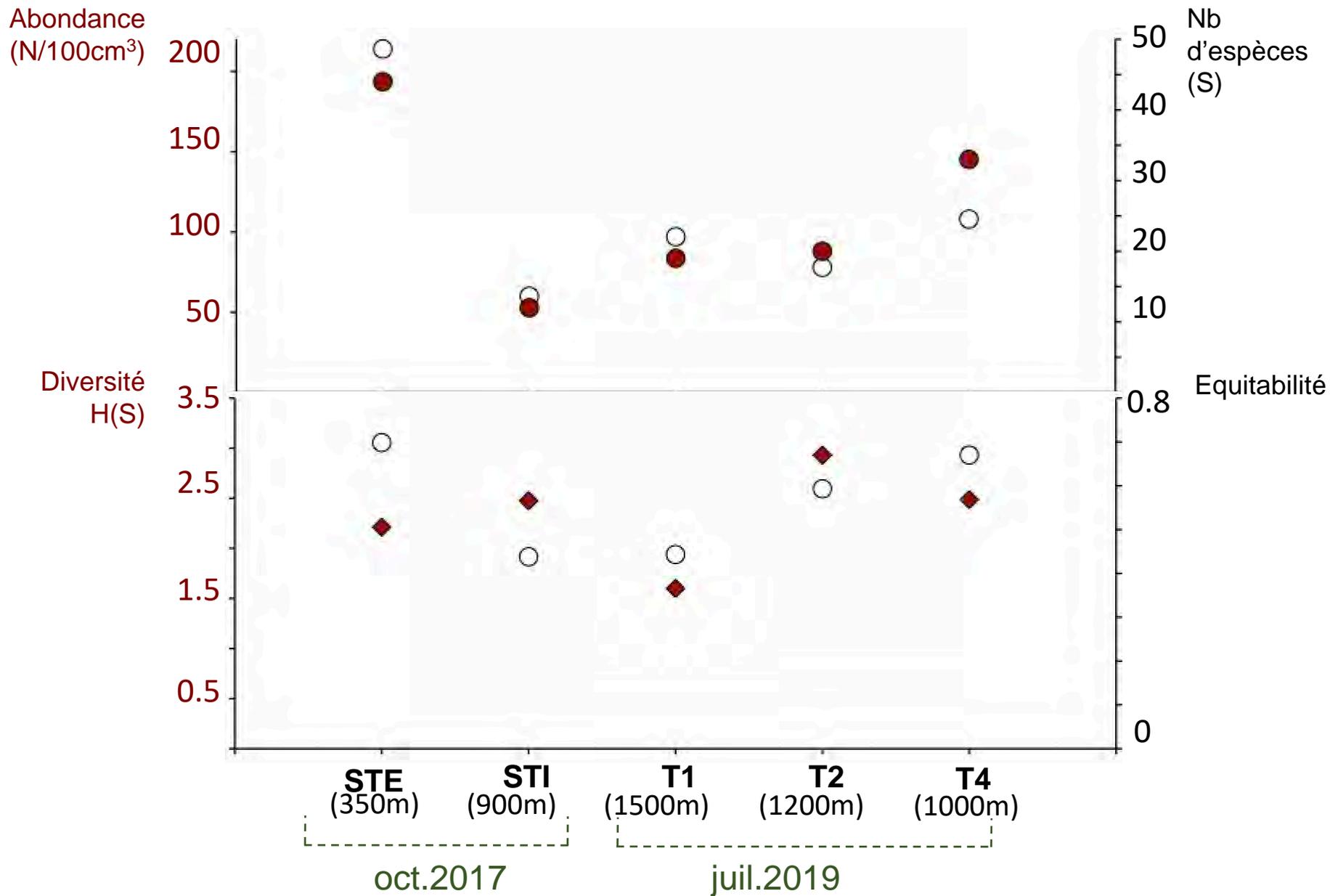
Situation stable à STE
Diminution statistiquement significative à STI
Différence significative T1/T2/T4
Saisonnalité plus marquée ?



STE et STI statistiquement non différentes entre elles, mais distinction d'avec T1/T2/T3/T4

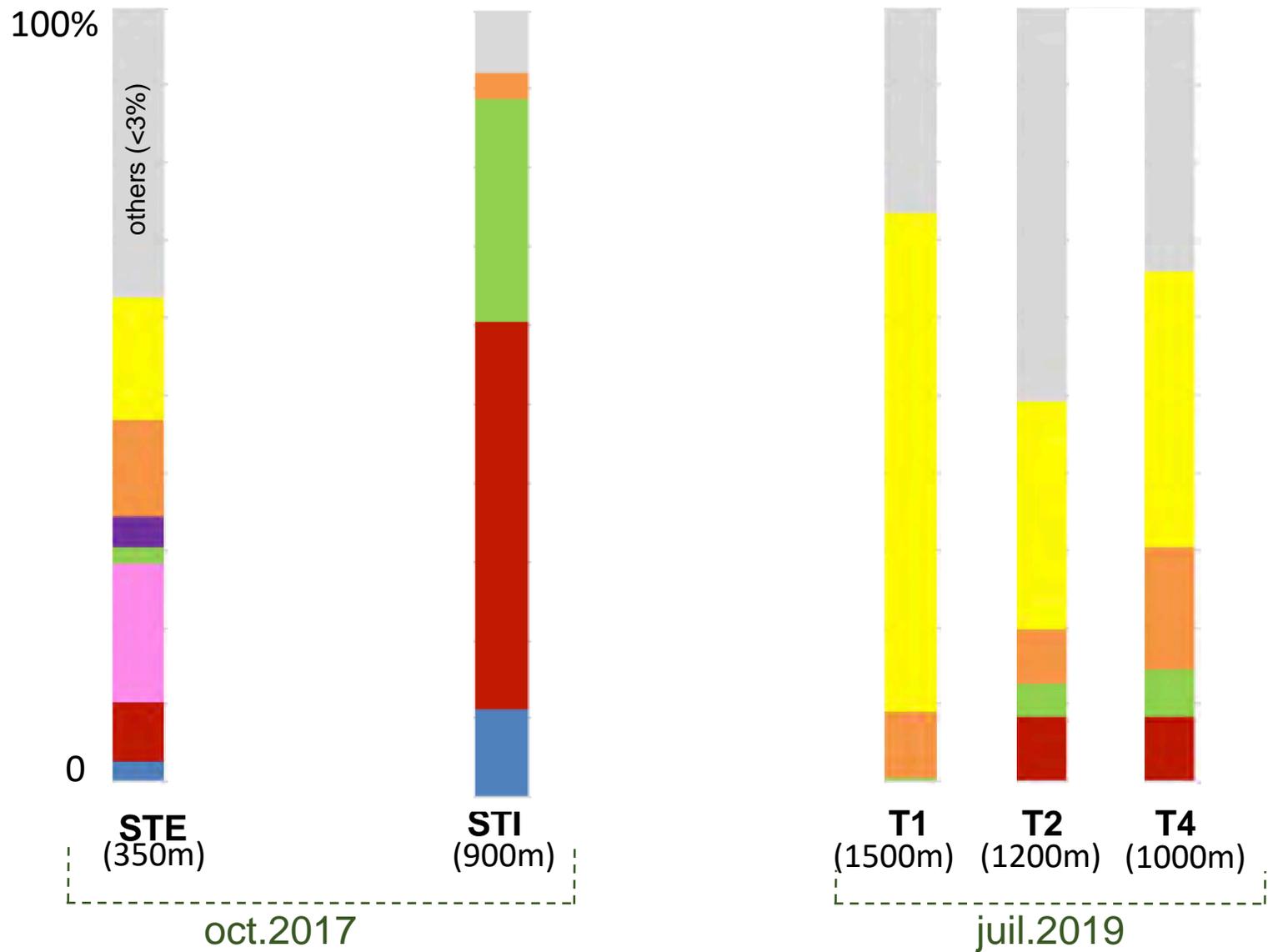


Faunes de foraminifères benthiques abondance, diversité

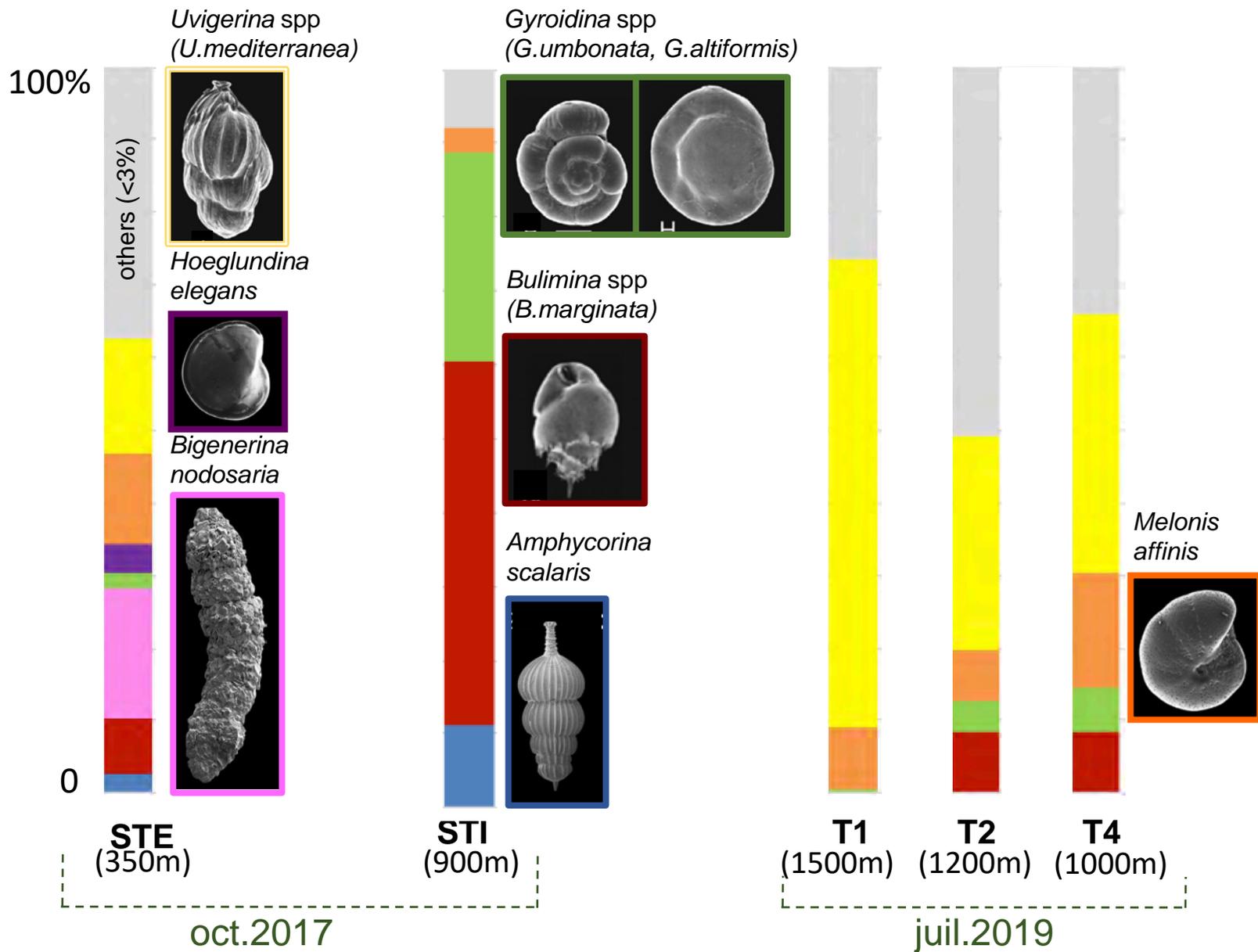


Situation à STI toujours atypique, comparable à la situation en 2016

Faunes de foraminifères benthiques composition spécifique

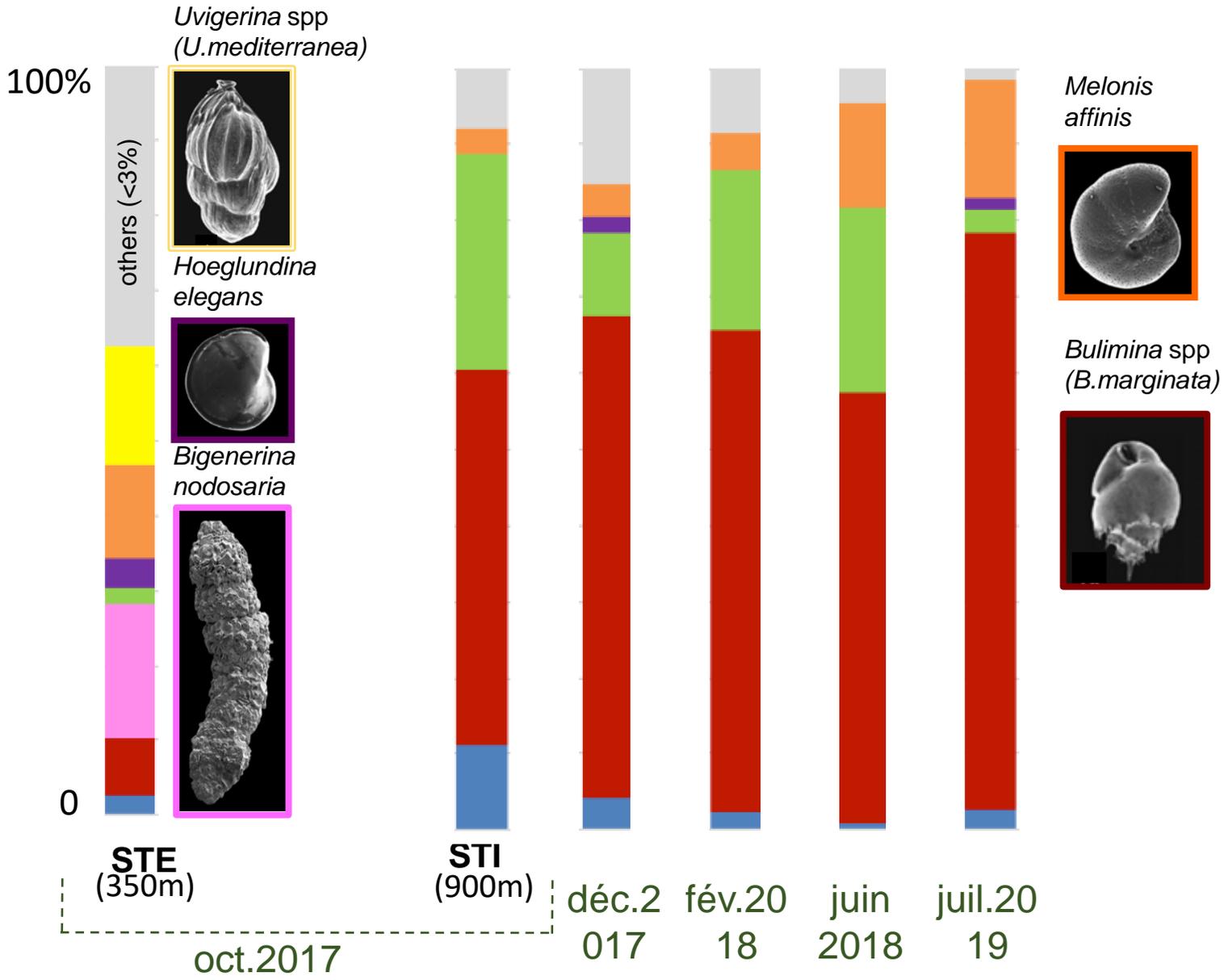


Faunes de foraminifères benthiques composition spécifique



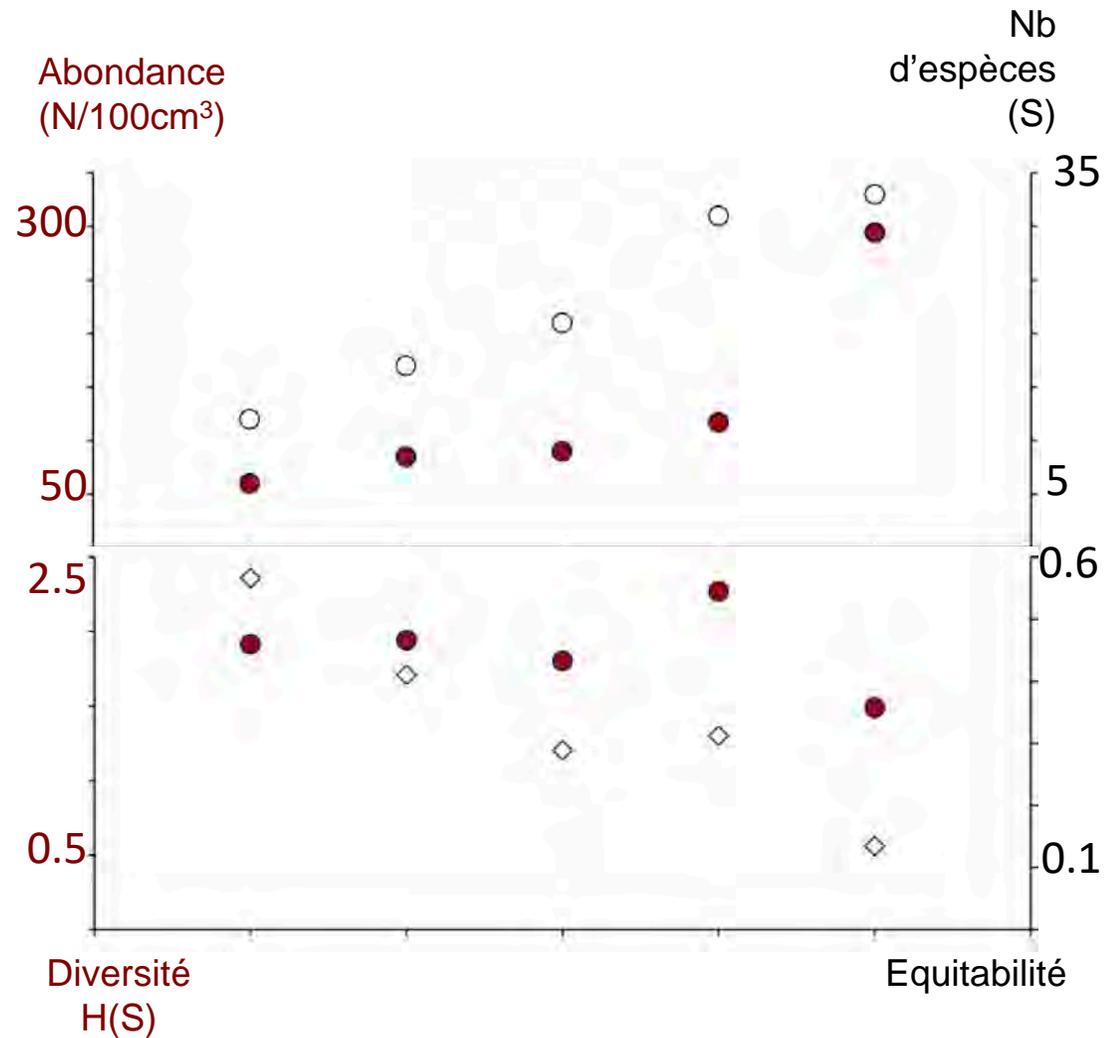
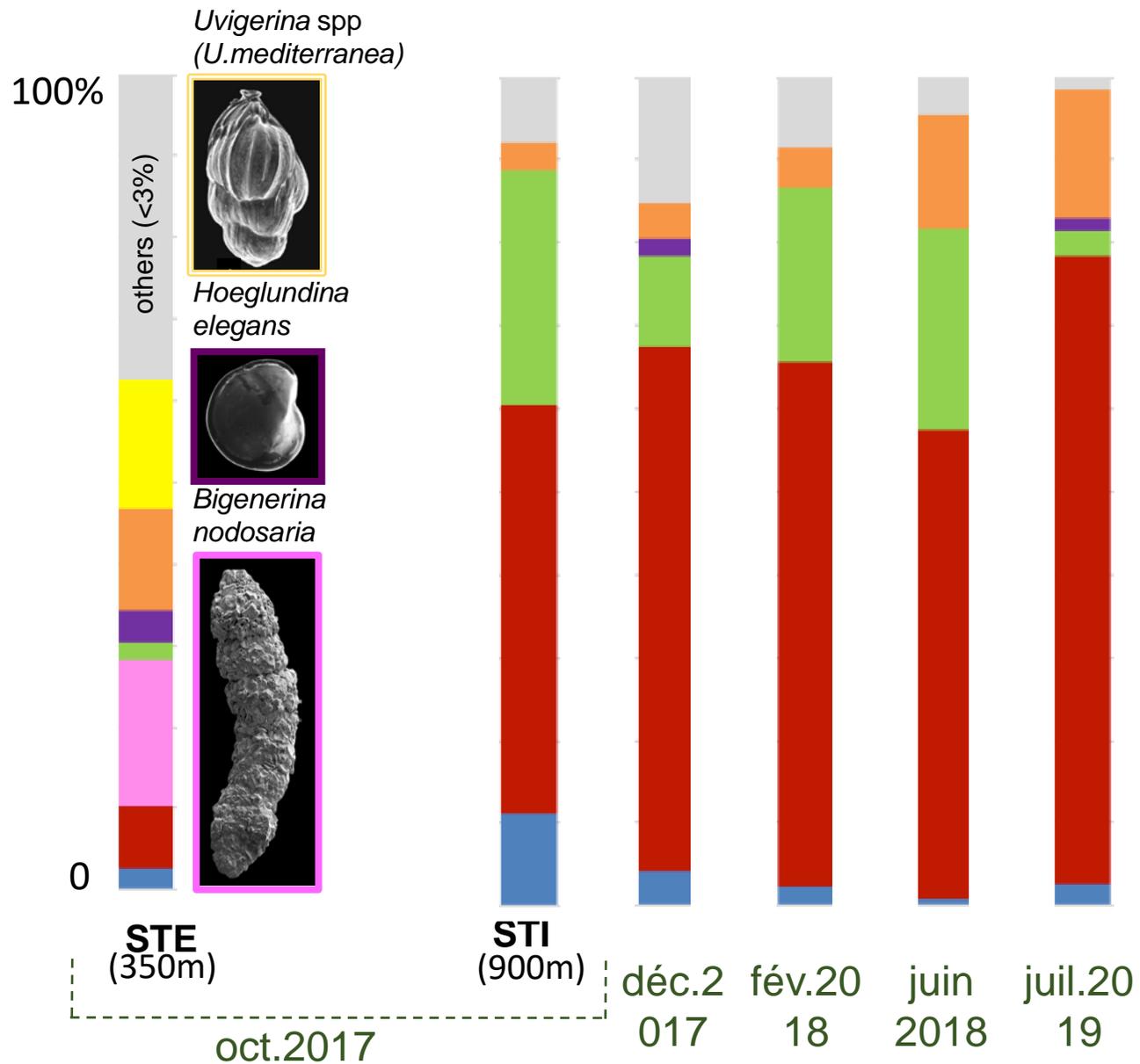
Situation à STI toujours atypique, comparable à la situation en 2016

Faunes de foraminifères benthiques évolution temporelle ?



Composition faunistique stable à l'échelle inter-annuelle, dominance forte d'espèces opportunistes

Faunes de foraminifères benthiques évolution temporelle ?

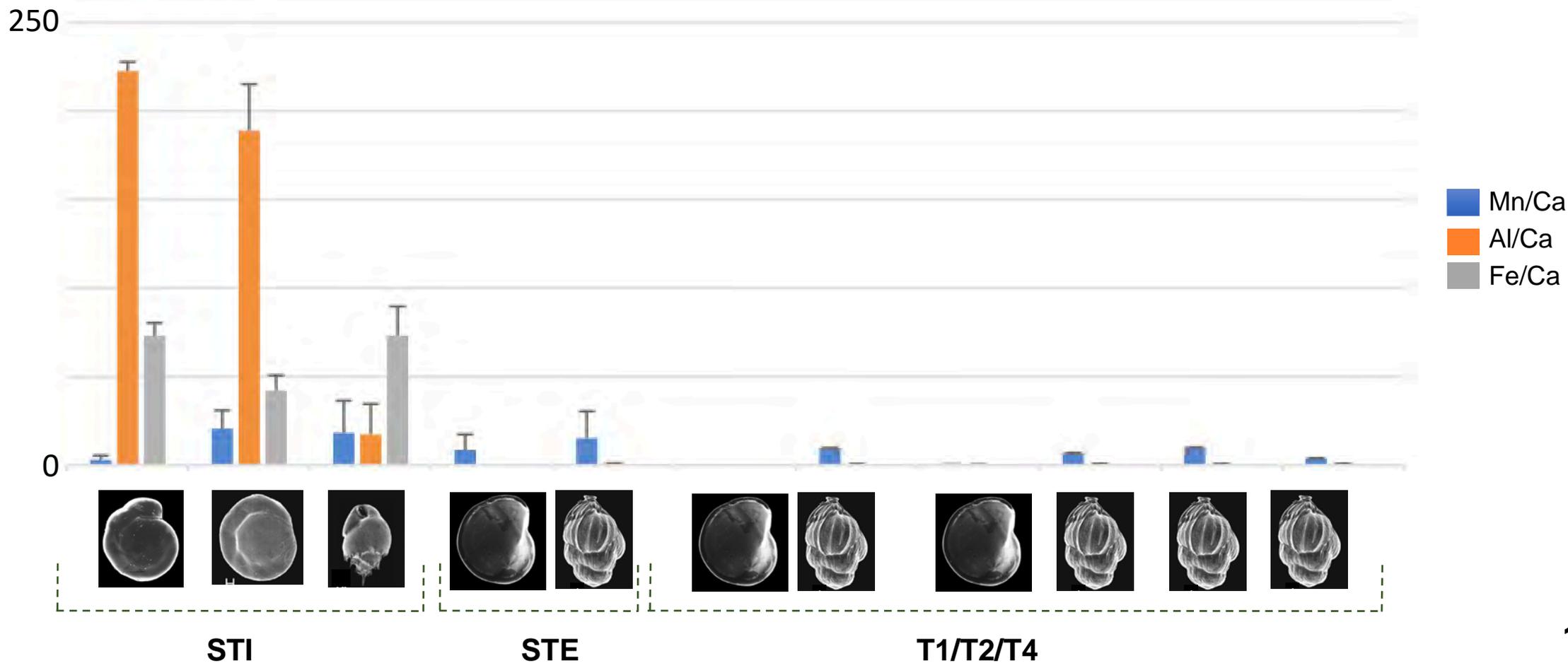


Quid de la composition des tests ?

Mo, Sn, Cr, Ni, Cu, As, Zn et V indétectables, Cd et U faible (différence avec conditions normales non significative)

Signature environnementale Al/Ca et Fe/Ca ? Peu de données, et absence d'espèces présentes partout...

Rapport
élémentaire
($\mu\text{mol/mol}$)



Mise en évidence d'une dynamique saisonnière de la faune dans l'axe du canyon, mais pas de changement de communauté dans cette zone 5 ans après l'arrêt des rejets solides

- => recolonisation en cours mais lente
- => intérêt à poursuivre le suivi

Peu de données sur l'évolution géochimique des tests, mais à ce jour pas de remobilisation avérée

- => comparaison tests/cellules
- => analyses ultrastructurales

