



Enregistrement de la température et formation de spropèles durant le Pliocène supérieur en Méditerranée centrale: une approche multi-proxy

Julien PLANCQ^{1,a}

Vincent GROSSI¹

Emanuela MATTIOLI¹

Bernard PITTET¹

Carme HUGUET²

Antoni ROSELL-MELE²

¹ Laboratoire de Géologie de Lyon : Terre, Planètes, Environnement, Villeurbanne, France.

² Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals and Department of Geography, Bellaterra, Spain.

^a Present address : Laboratoire de Morphodynamique Continentale et Côtière, Caen, France.

(plancq.julien@orange.fr)



Sapropèles

En Méditerranée : **dépôt cyclique de niveaux sédimentaires enrichis en matière organique**



Sapropèle dans une
carotte sédimentaire marine
(*Sancetta, 1999*)

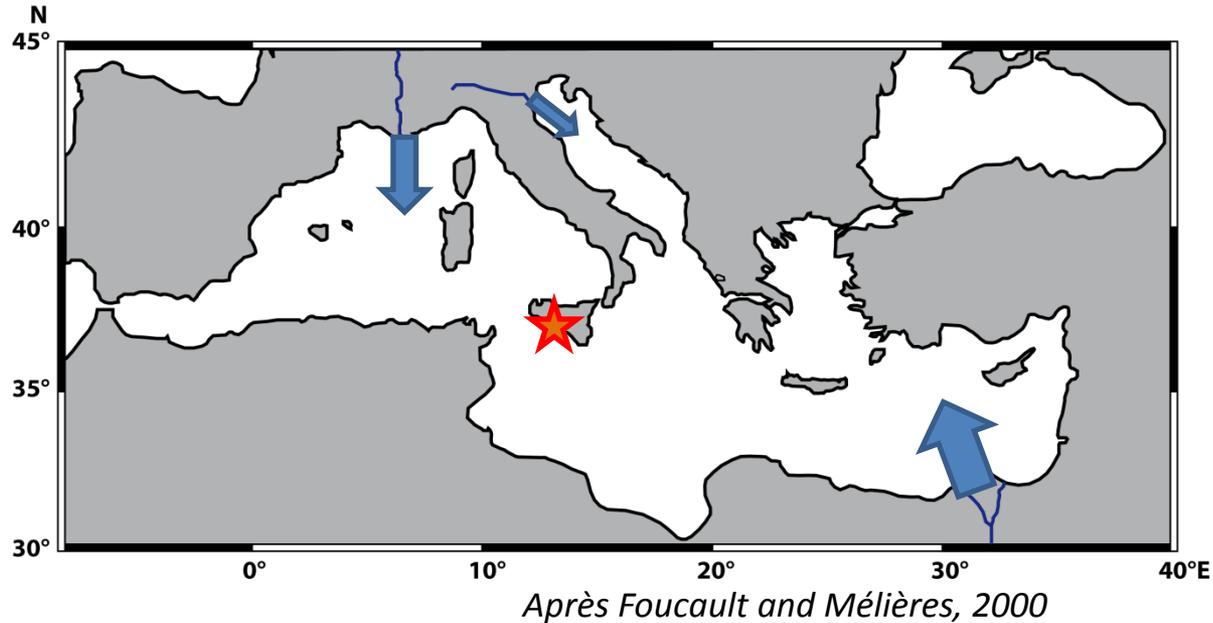


Sapropèles à Punta Piccola

En relation avec une **intensification** de la **mousson africaine** contrôlée par la précession.
(*e.g., Cita et al., 1977; Rossignol-Strick, 1985; Béthoux, 1993; Combourieu Nebout et al., 2004*)

Mécanismes de formation des sapropèles ?

Augmentation de l'apport d'eau douce dans la Méditerranée (précipitations et rivières)



Productivité primaire accrue (apport de nutriments par les rivières)
(e.g., Pedersen and Calvert, 1990; Calvert and Pedersen, 1992)

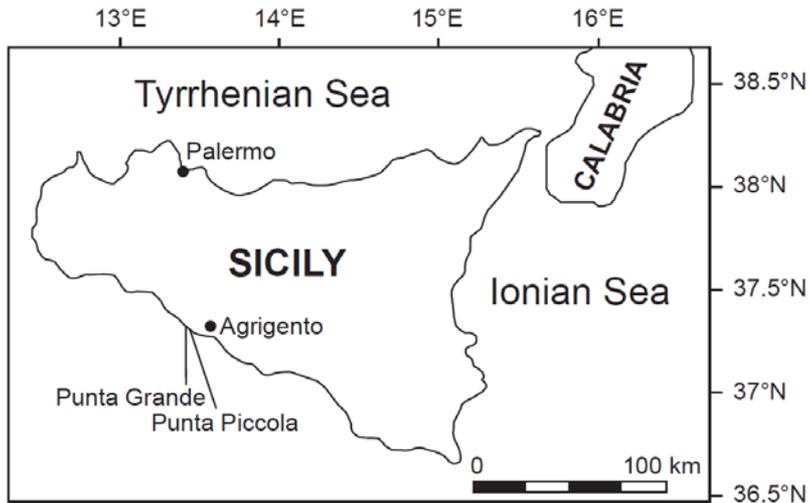


Meilleure préservation de la matière organique (stratification de la colonne d'eau, appauvrissement en oxygène des eaux de fond)
(e.g., Cita et al., 1977; Béthoux, 1993)

Objectifs

- ➔ Déterminer si les températures d'eau de surface (**SSTs**) ont **joué un rôle** dans la **formation des sapropèles** à Punta Grande/Punta Piccola pendant le Pliocène supérieur (3,6-2,6 Ma).
- ➔ Discuter, en utilisant les données sur les nannofossiles calcaires et les biomarqueurs lipidiques, du **mécanisme de formation des sapropèles** pour ce site.

Coupes Punta Grande/Punta Piccola

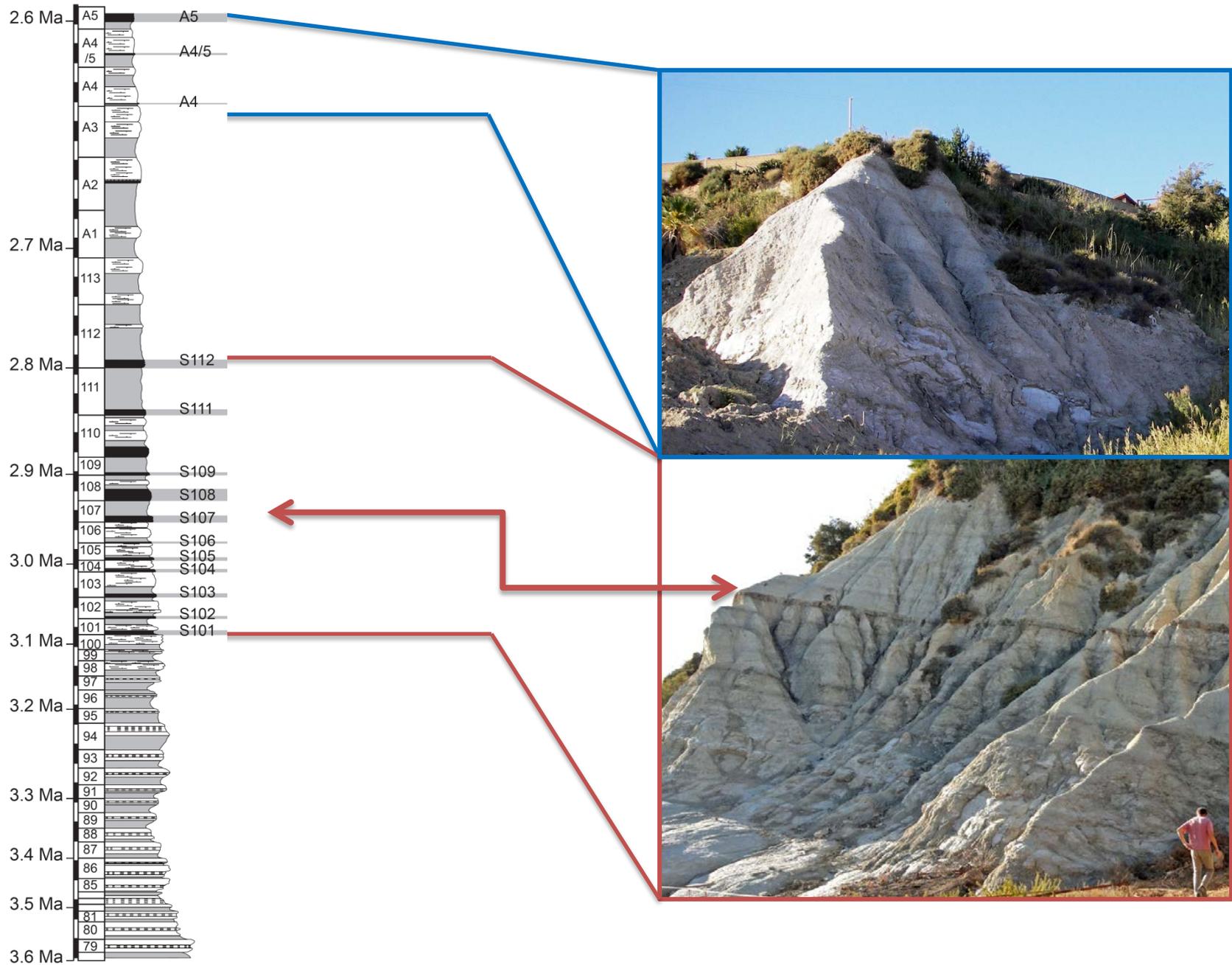


Partie supérieure de la coupe composite de Capo Rossello, considérée comme la **référence pour la calibration orbitale de l'échelle de temps du Pliocène.**

(Rio et al., 1984; Hilgen, 1991; Langereis and Hilgen, 1991; Lourens et al., 1996).

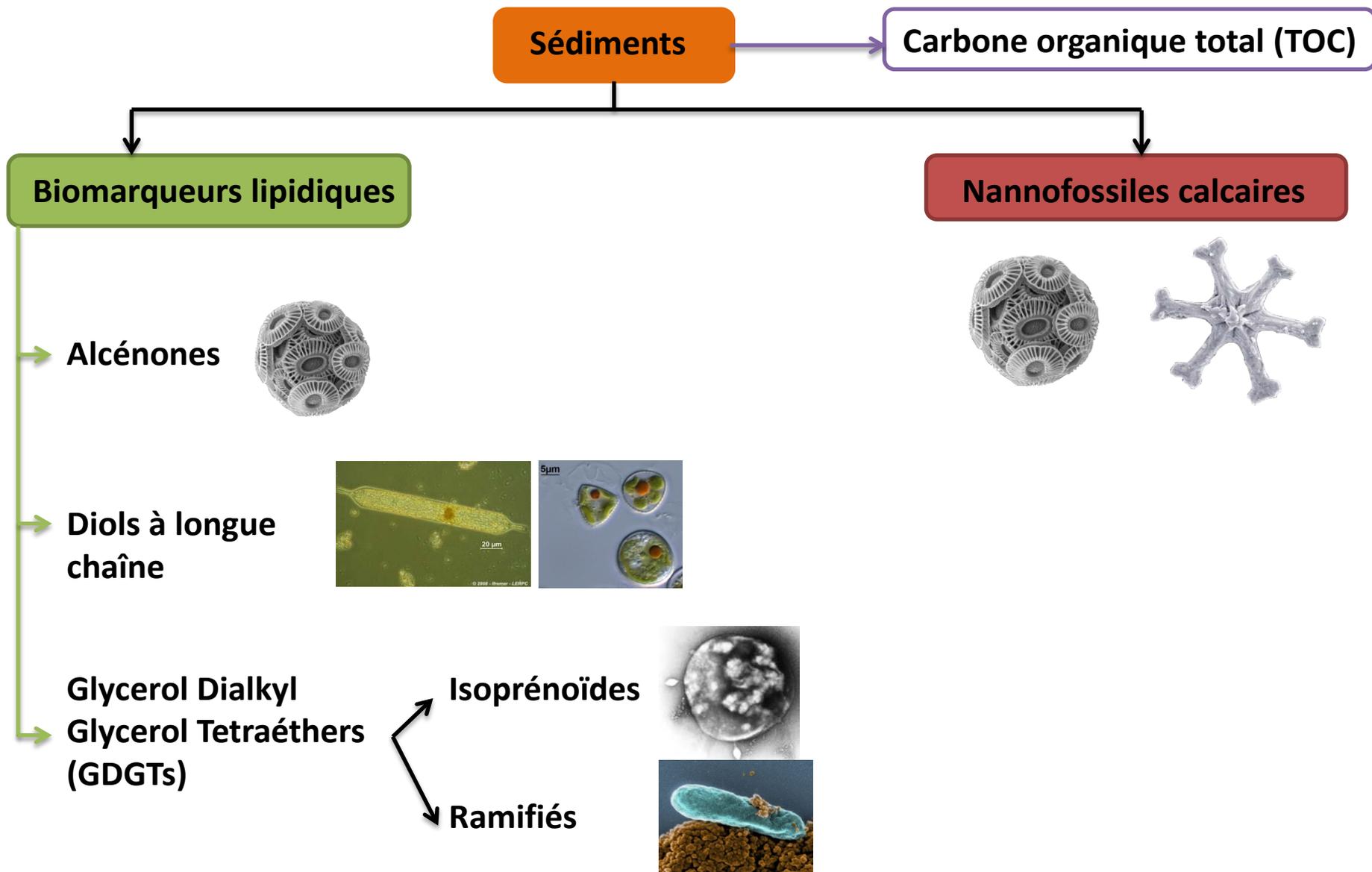


Coupes Punta Grande/Punta Piccola



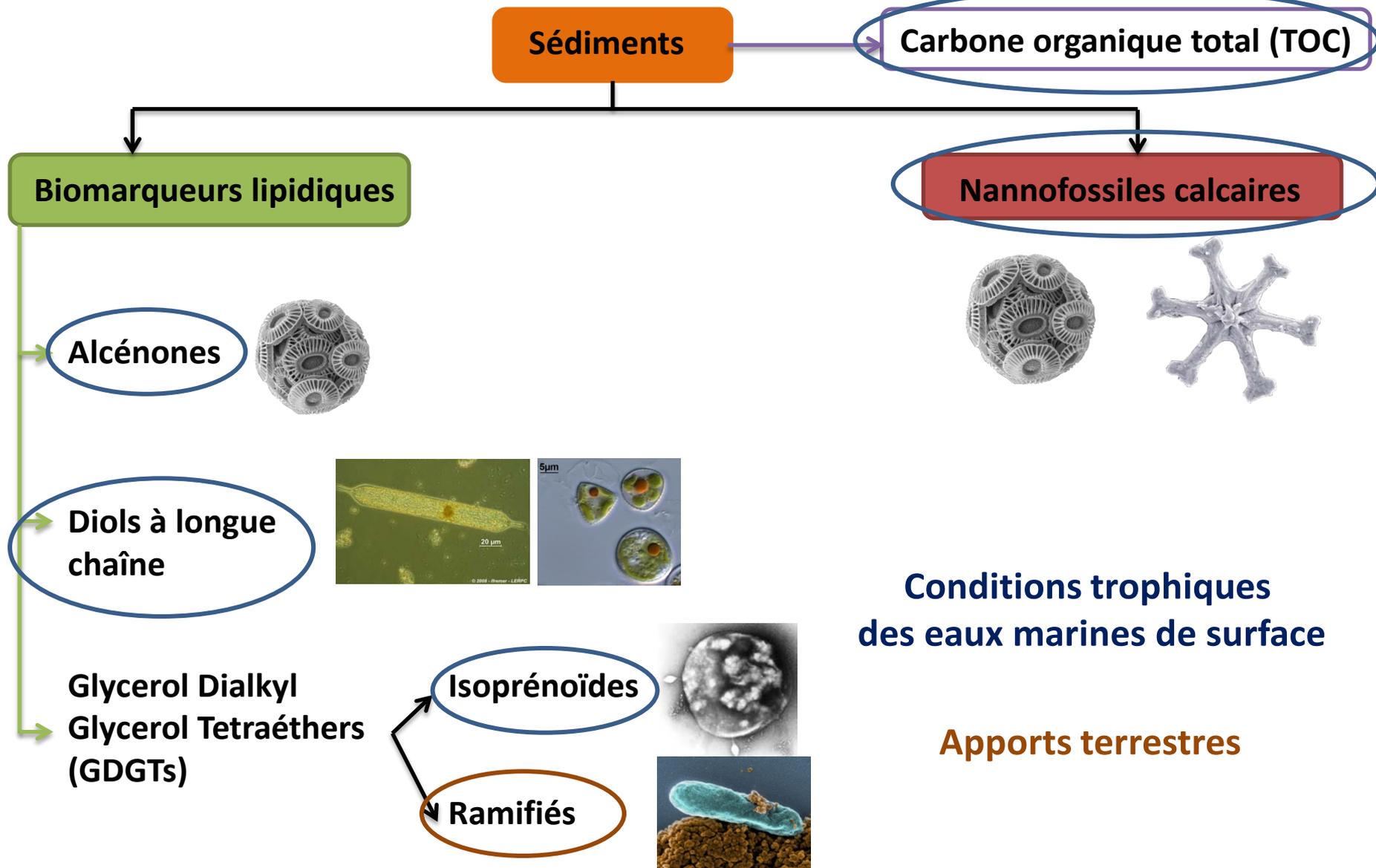
Méthodes

Approche multi-proxy



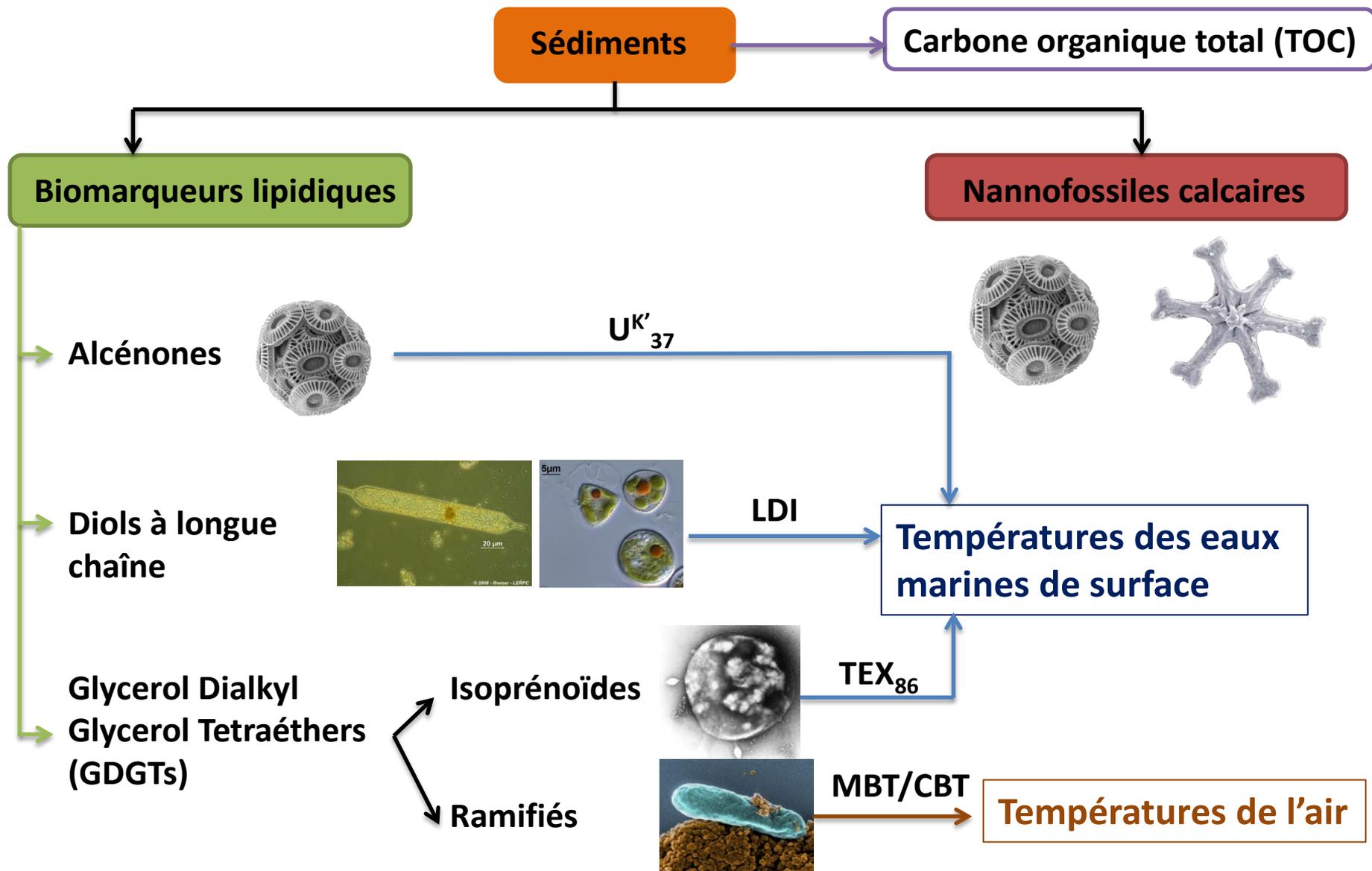
Méthodes

Approche multi-proxy

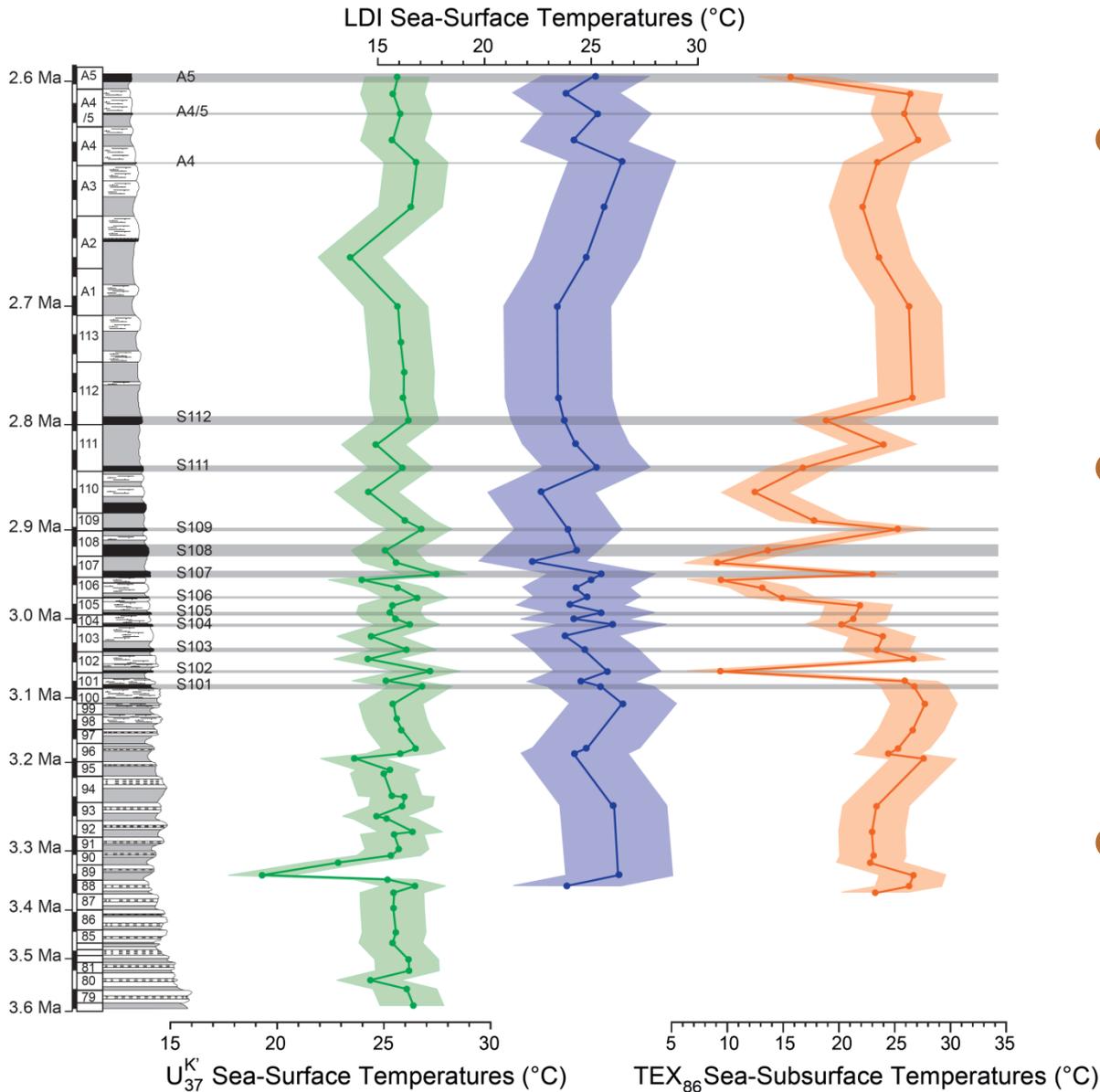


Méthodes

Approche multi-proxy



Températures des eaux marines

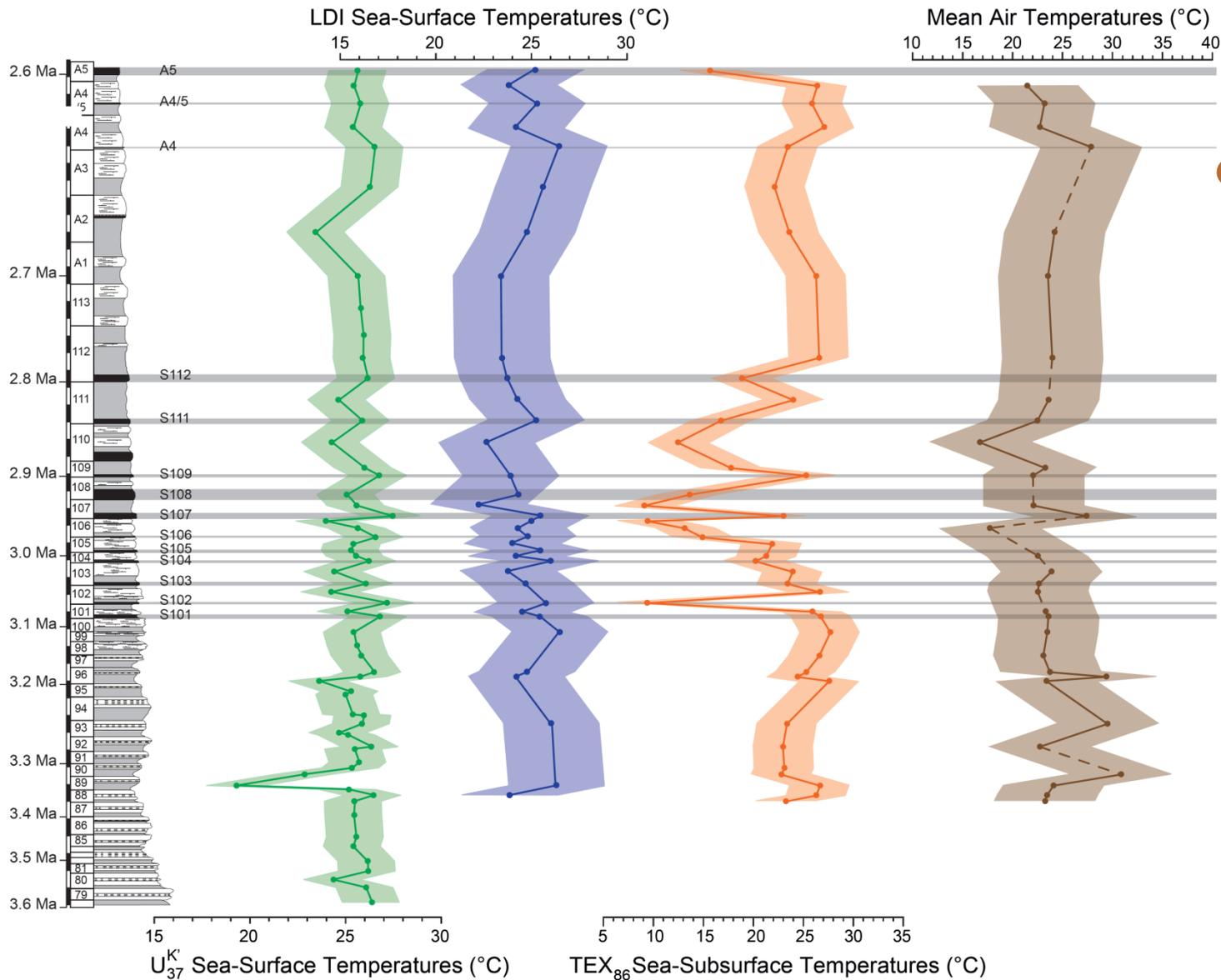


● Les SSTs dérivées de l' $U_{37}^{K'}$ ou du LDI montrent des valeurs relativement stables et homogènes .

● Une augmentation de la SST dans la plupart des sapropèles suggère un climat plus chaud durant leur formation.

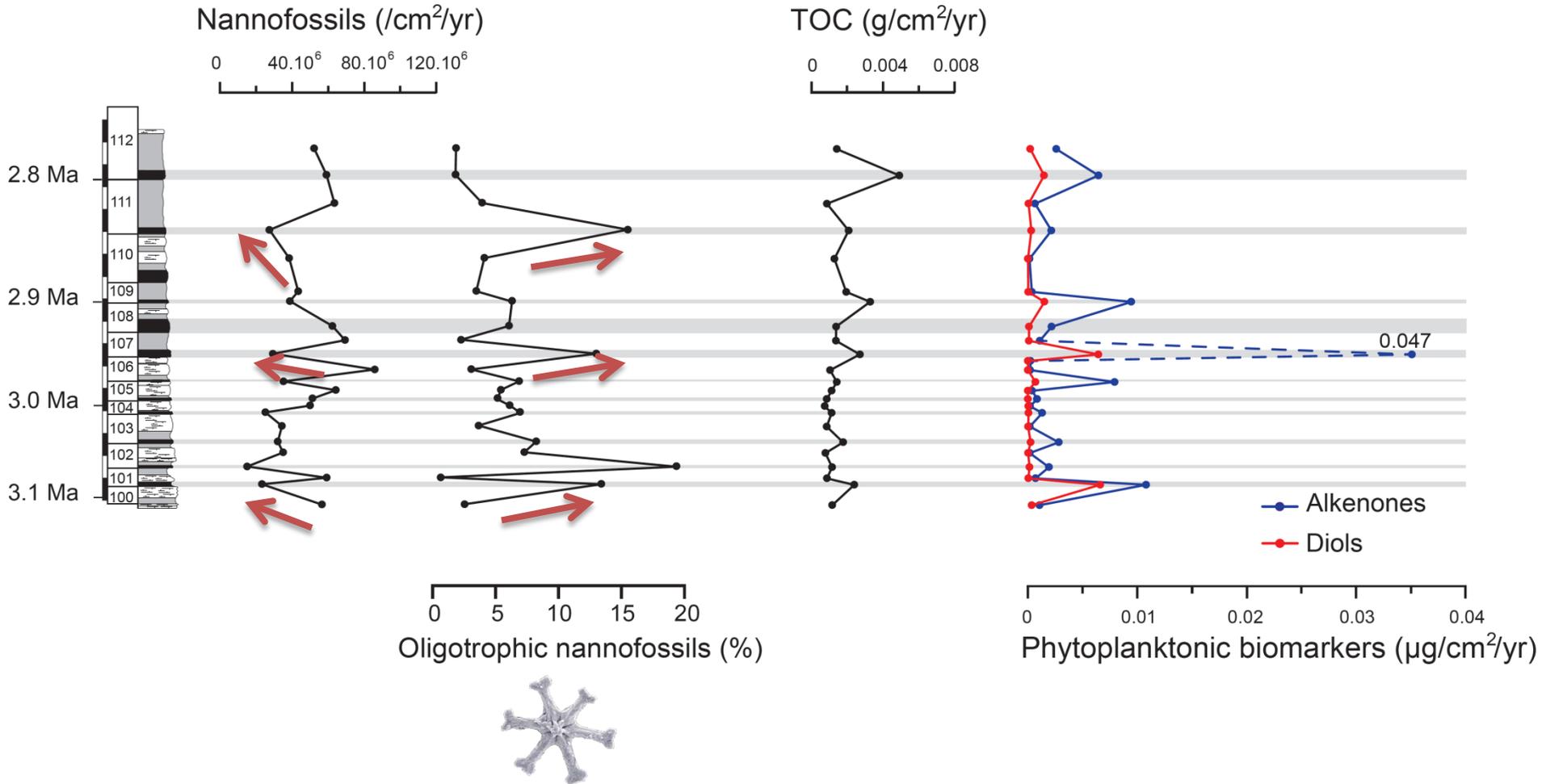
● Le TEX_{86} montre de grandes différences dans les valeurs de température entre 2,8 et 3,1 Ma.

Températures marines et de l'air



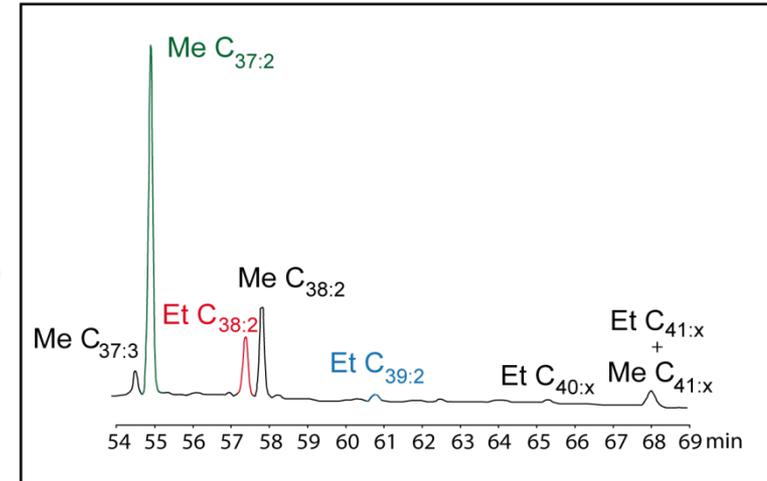
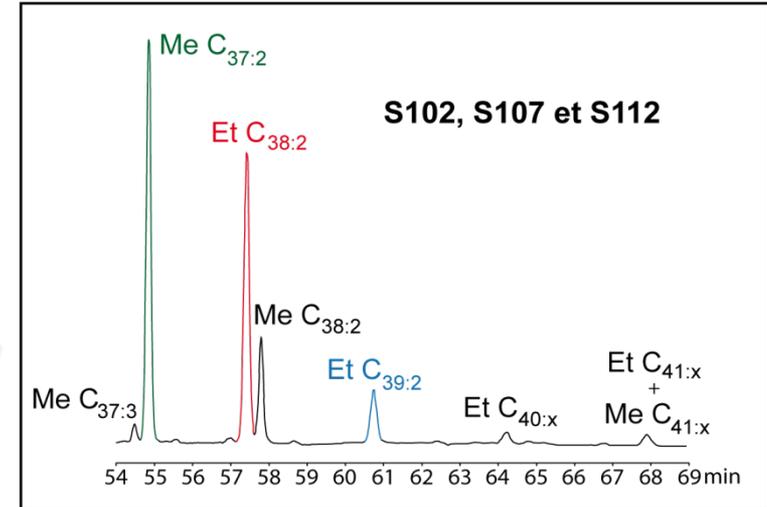
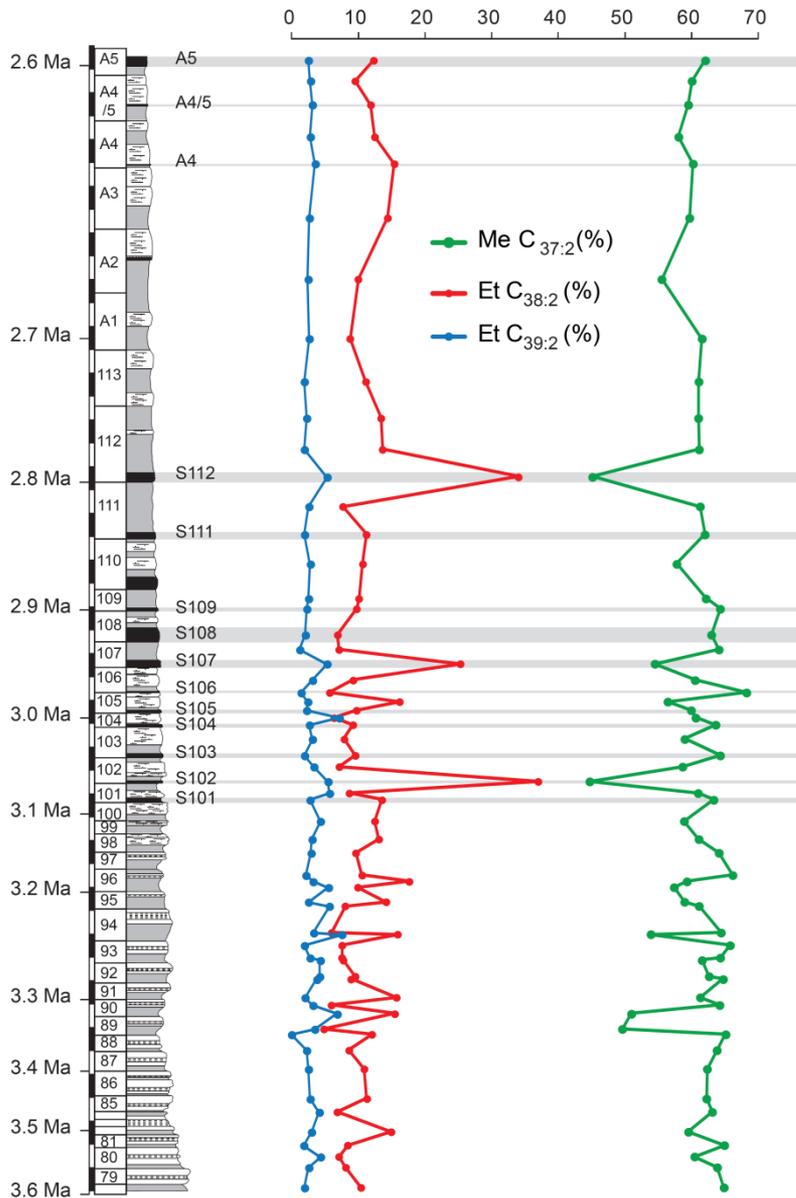
Sapropèles S101-S112

● Eaux de surface oligotrophiques



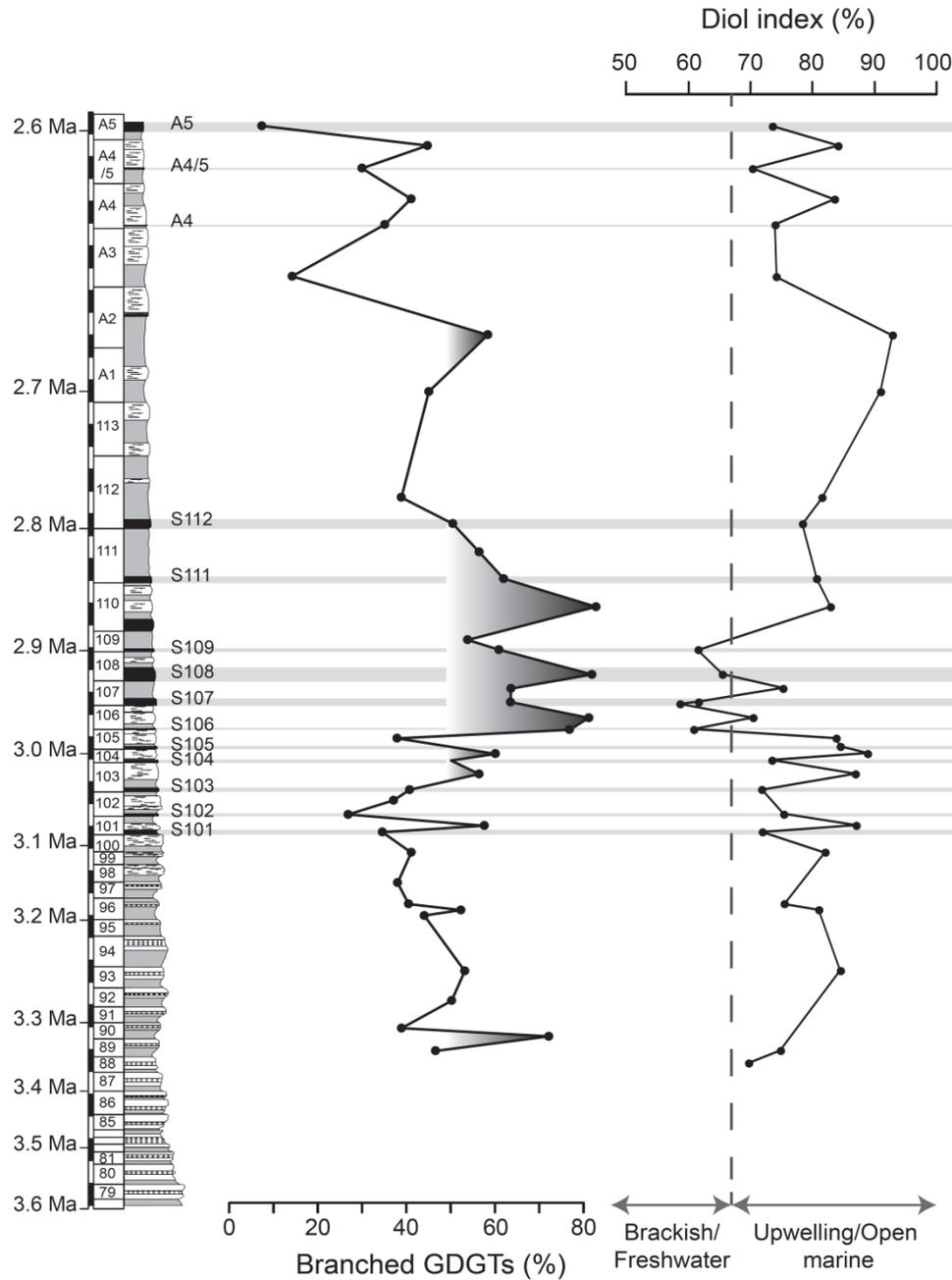
Sapropèles S101-S112

● Eaux de surface oligotrophiques



Adaptation physiologique en réponse à un manque de nutriments ?
(Prahl et al., 2003)

Sapropèles S101-S112



● Apport continental plus important

Sapropèles S101-S112

Apport continental plus important
entre 3,1 et 2,8 Ma

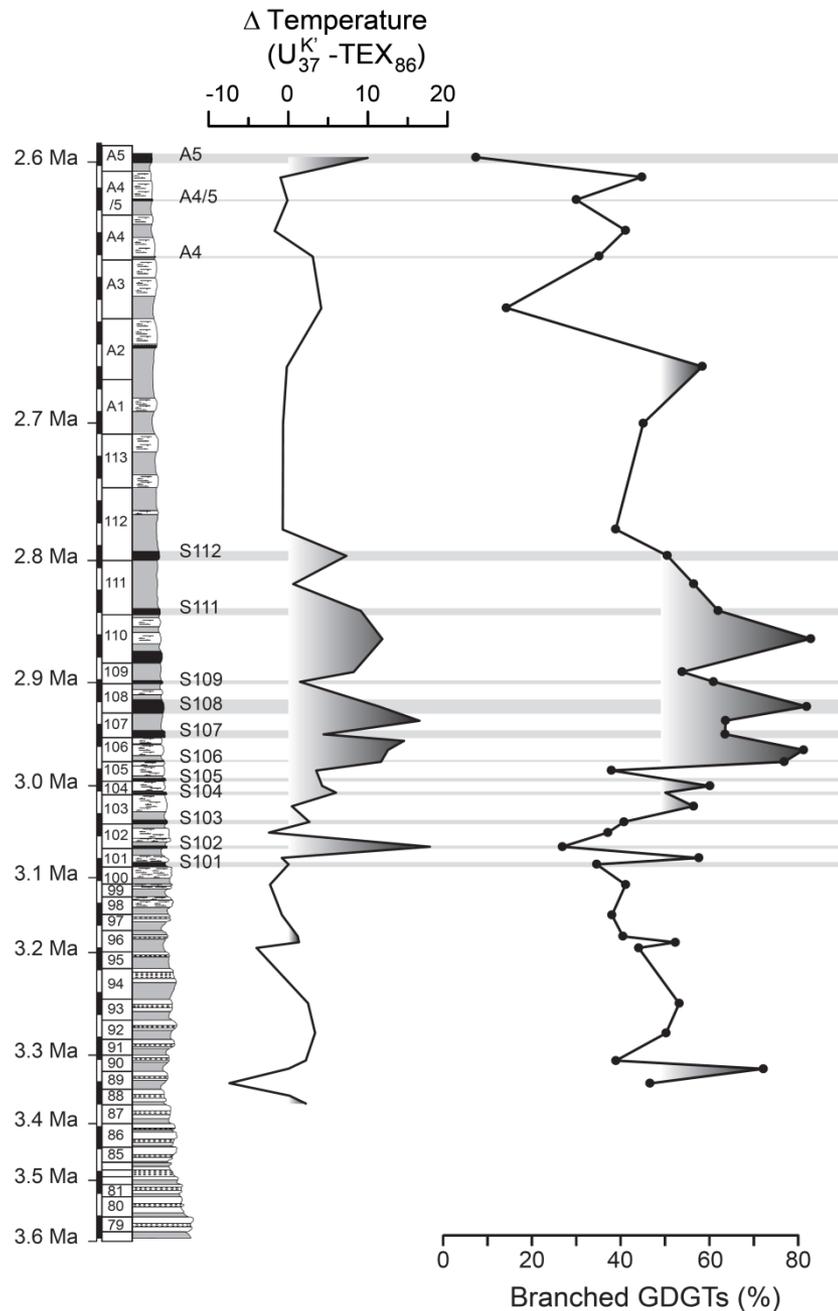
Données du TEX_{86} biaisées

Biais par des GDGTs isoprénoides terrestres
(*Weijers et al., 2006*)

baisse des valeurs de SST dans les zones
côtières
(*Leider et al., 2010*)

Approfondissement de la chemocline

migration des archées vers des eaux de
subsurface plus froides
(*Menzel et al., 2006; Huguet et al., 2007*)



Stratification thermohaline efficace

Freshwater input



-  Mesotrophic nannofossils
-  Oligotrophic nannofossils
-  Archaea (isoprenoid GDGTs)
-  Phytoplankton (Diols)

Oligotrophic sea-surface waters



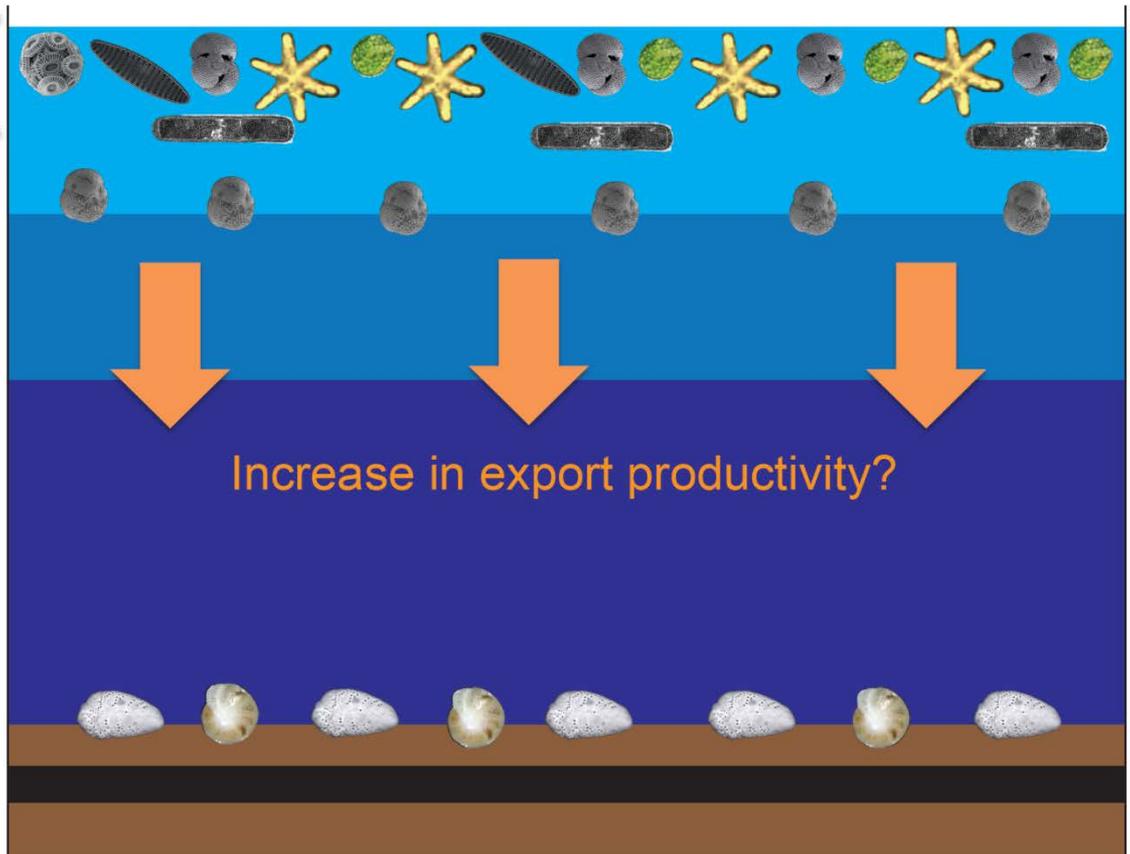
Stratification thermohaline efficace

Freshwater input



- Mesotrophic nannofossils
- Oligotrophic nannofossils
- Archaea (isoprenoid GDGTs)
- Phytoplankton (Diols)
- Prasynophyceae (fresh water algae)
- «Oligotrophic» planktonic foraminifera
- Deep-dwelling foraminifera
- Hypoxic/eutrophic benthic foraminifera
- Oxic/oligotrophic benthic foraminifera

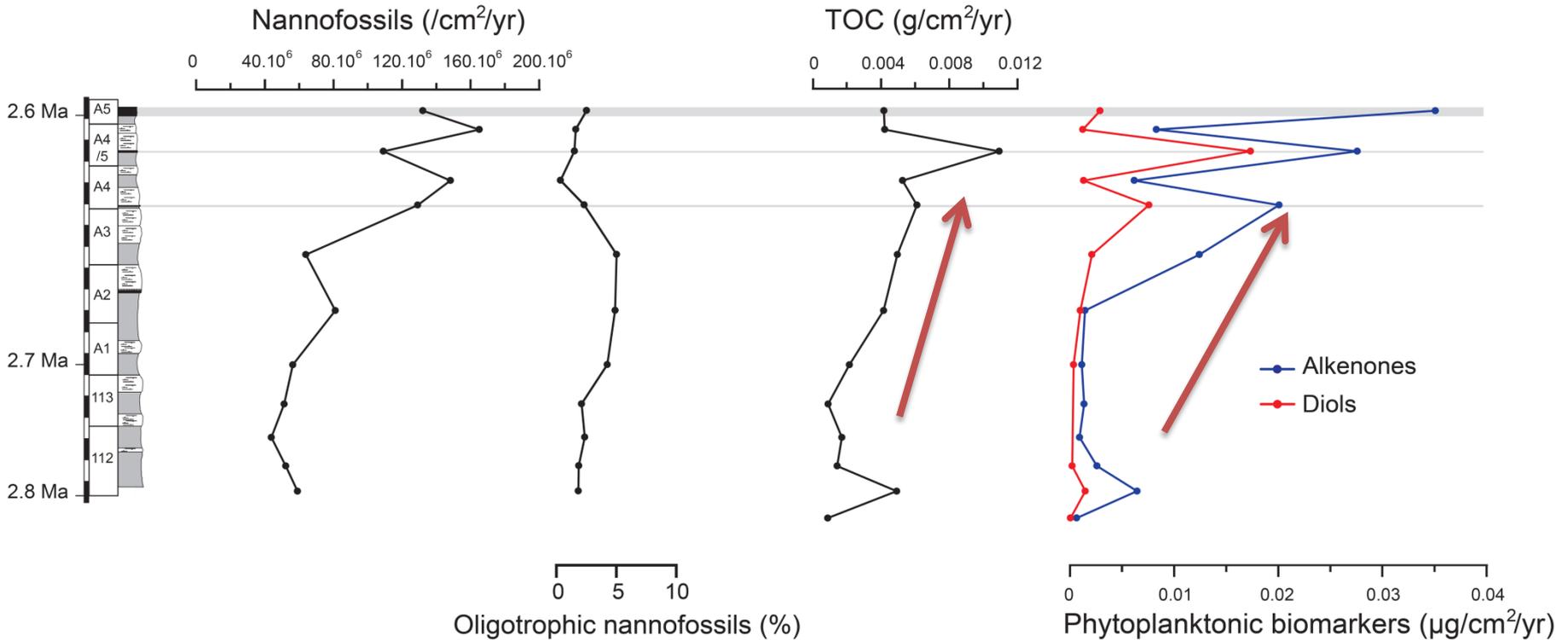
Oligotrophic sea-surface waters



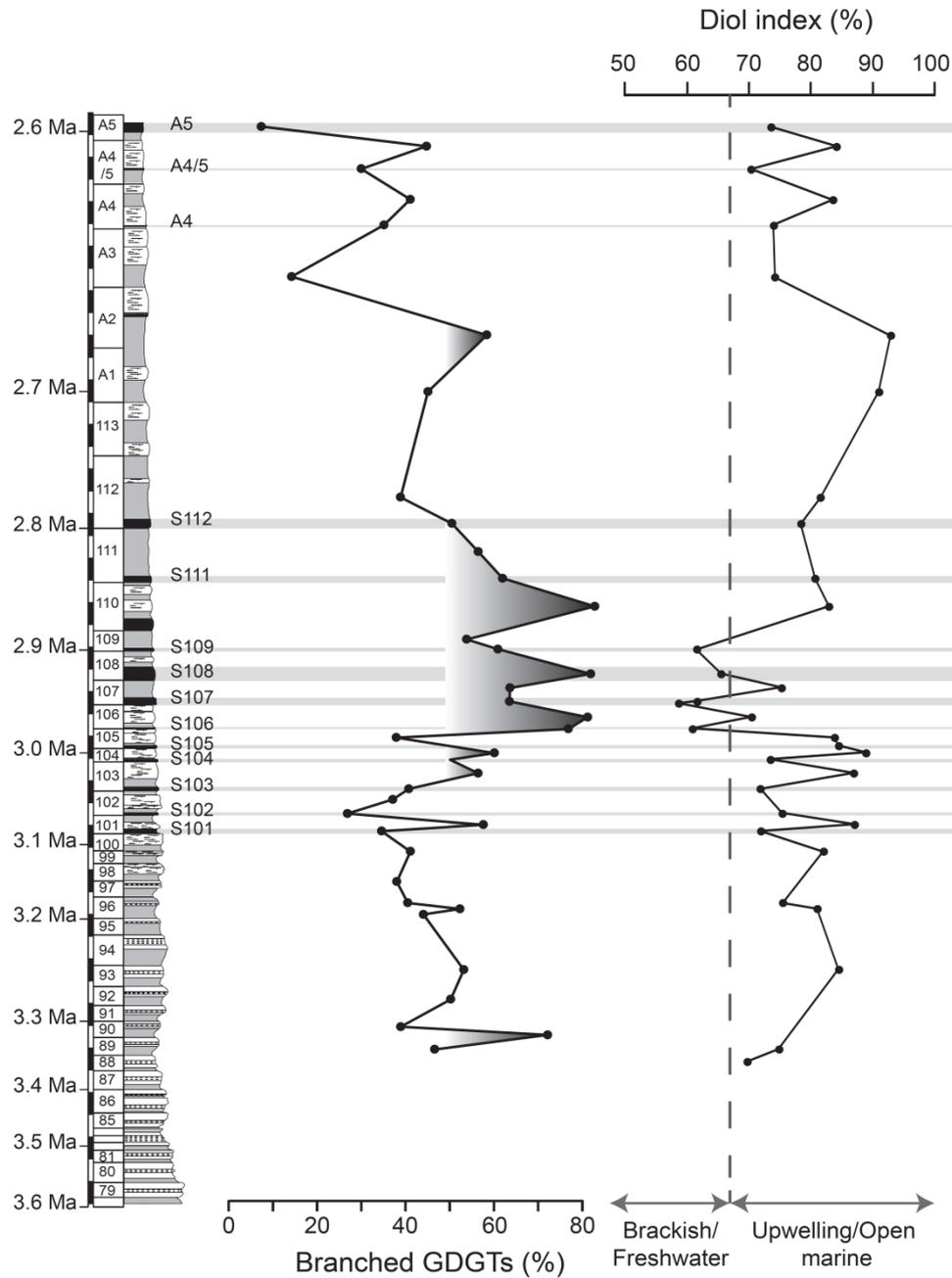
Oxygen-depleted bottom waters

Sapropèles A4-A5

● Eaux de surface eutrophiques ?



Sapropèles A3-A5



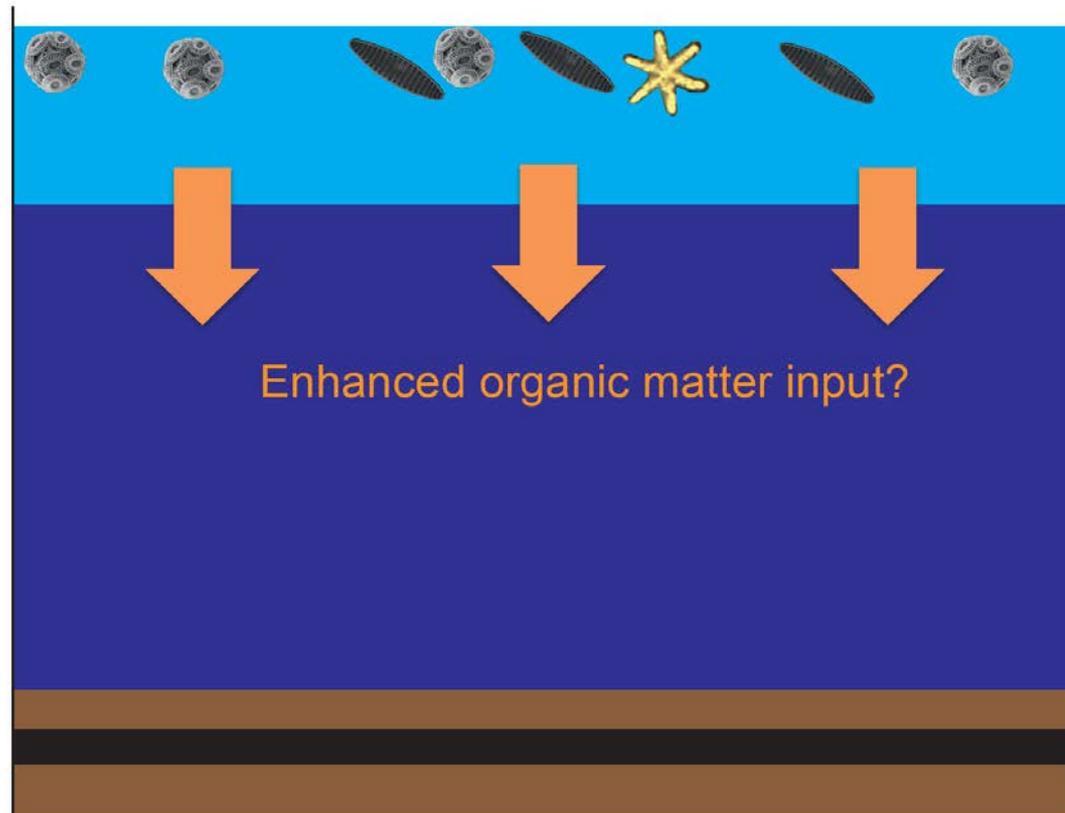
● Pas d'augmentation de l'apport continental

Faible stratification thermohaline

Freshwater input

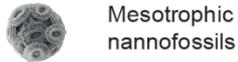
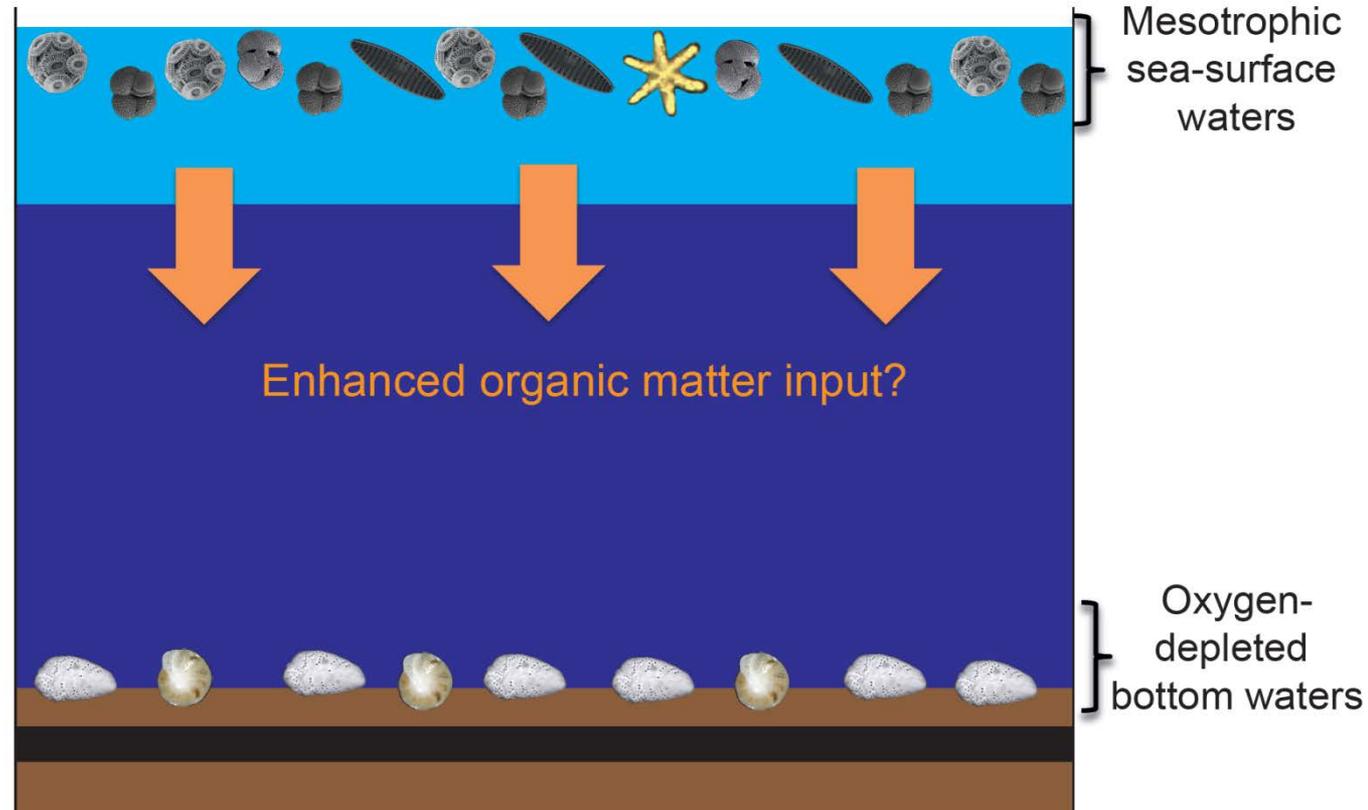


-  Mesotrophic nanofossils
-  Oligotrophic nanofossils
-  Phytoplankton (Diatoms)



Faible stratification thermohaline

Freshwater input



Mesotrophic nannofossils



Oligotrophic nannofossils



Phytoplankton (Diatoms)



«Eutrophic» planktonic foraminifera



«Oligotrophic» planktonic foraminifera



Hypoxic/eutrophic benthic foraminifera



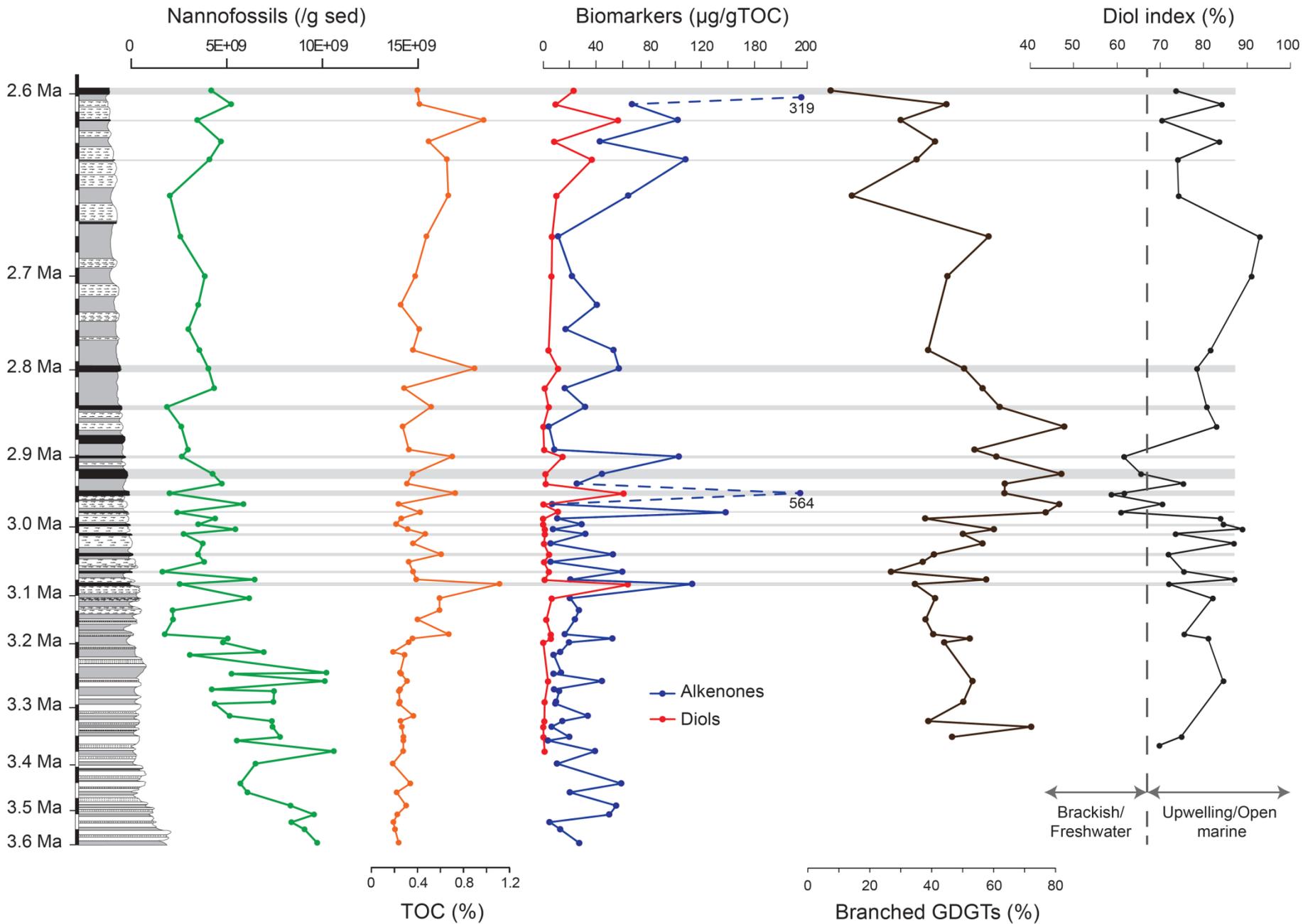
Oxic/oligotrophic benthic foraminifera

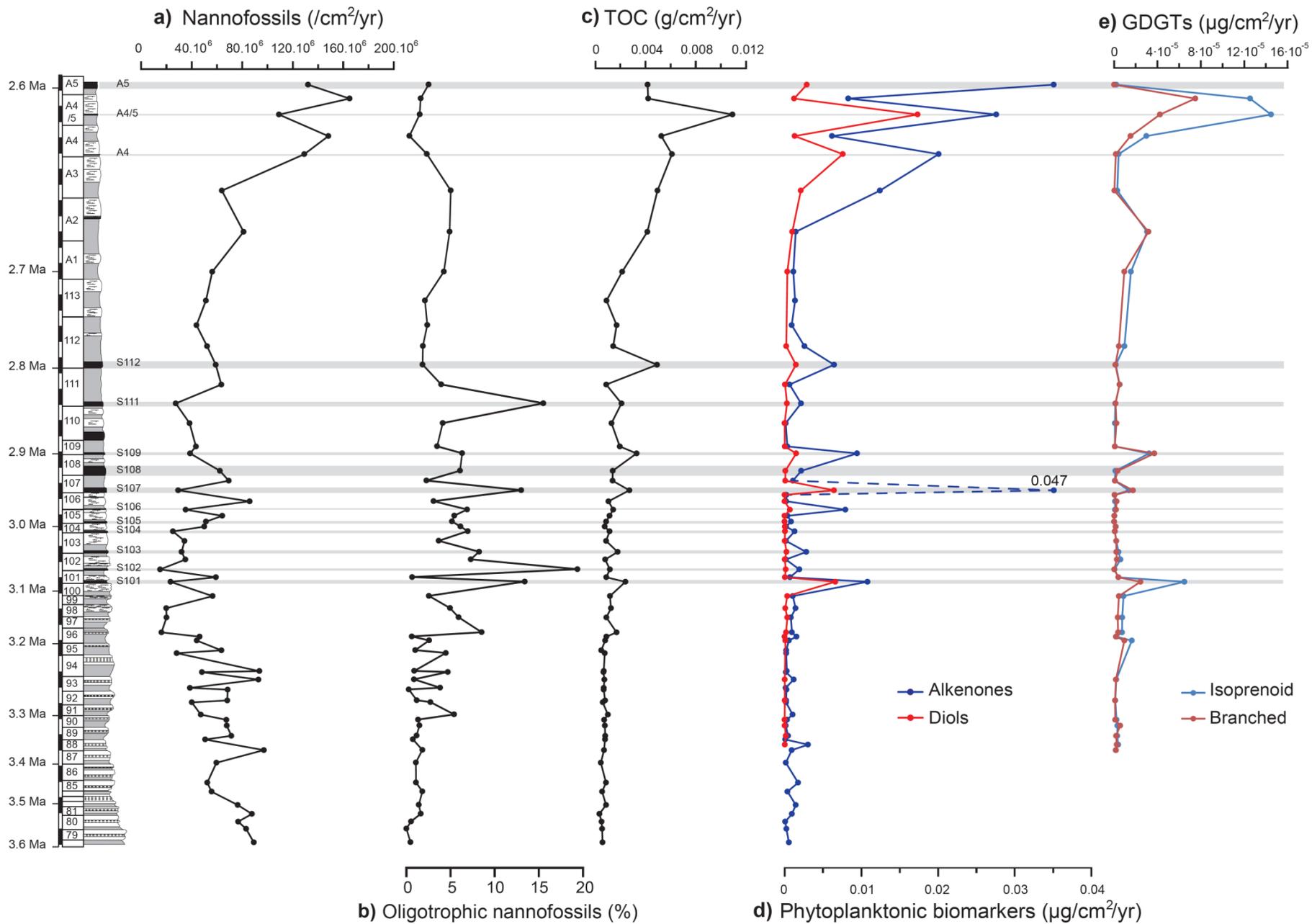
Conclusions

- **Augmentation de la SST**, couplée à des apports accrus d'eau douce, a **certainement joué un rôle** dans la formation des sapropèles.
- **Apports continentaux** (apports d'eau douce) **entre 3,1 et 2,8 Ma mis en évidence** pour la première fois par les **GDGTs ramifiés**.
- **Formation des sapropèles:**
 - S101-S112: **Meilleure préservation de la MO**
 - A4-A5: **Augmentation de la productivité primaire**

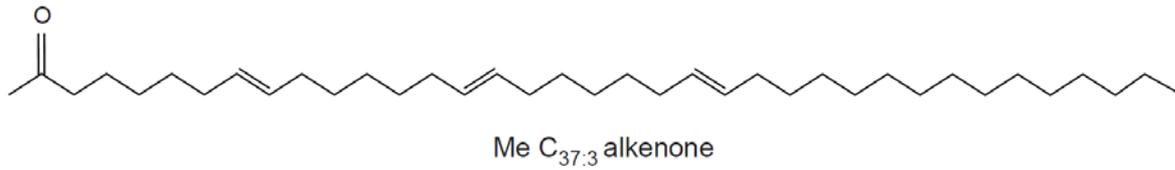
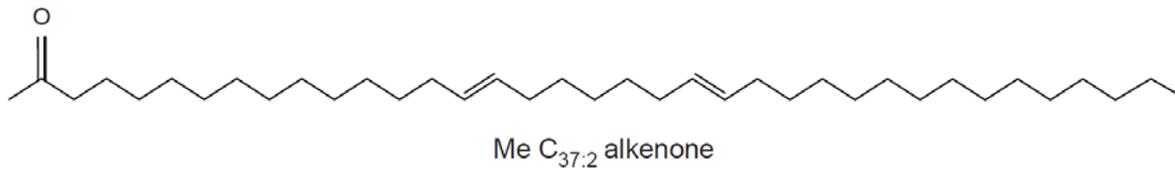


Changements environnementaux à long-terme





Alkenones

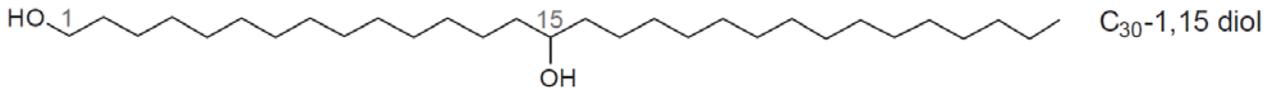
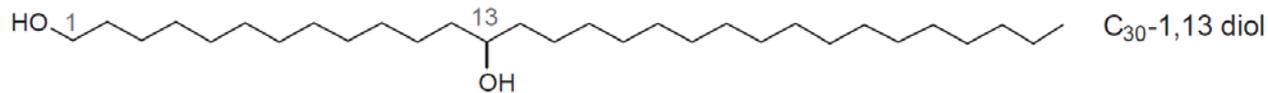
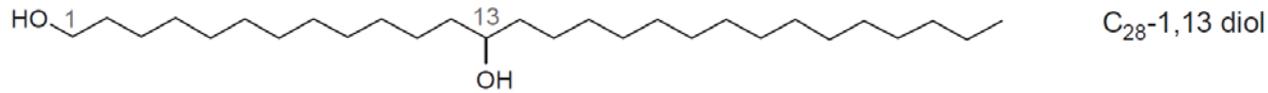


$$U^{K'37} = \frac{[C_{37:2}]}{[C_{37:2}] + [C_{37:3}]}$$

$$SST = -0.957 + 54.293(U^{K'_{37}}) - 52.894(U^{K'_{37}})^2 + 28.321(U^{K'_{37}})^3$$

Conte et al. (2006)

Diols

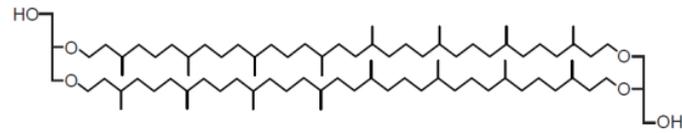


$$LDI = \frac{[C_{30-1, 15}]}{[C_{28-1, 13}] + [C_{30-1, 13}] + [C_{30-1, 15}]}$$

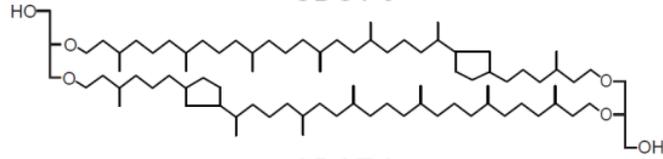
$$LDI = 0.033(SST) + 0.095$$

Rampen et al. (2012)

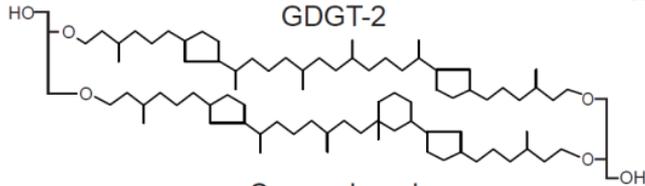
Isoprenoid GDGTs



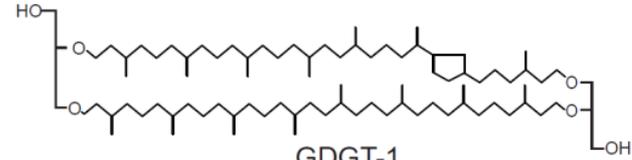
GDGT-0



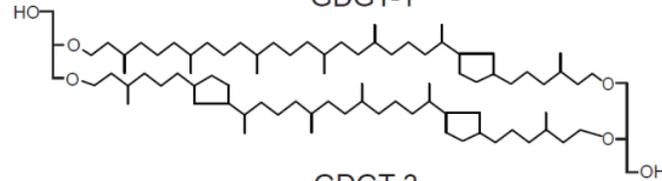
GDGT-2



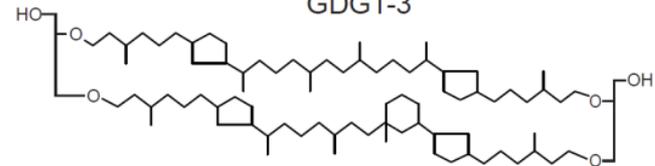
Crenarchaeol
(Cren)



GDGT-1



GDGT-3



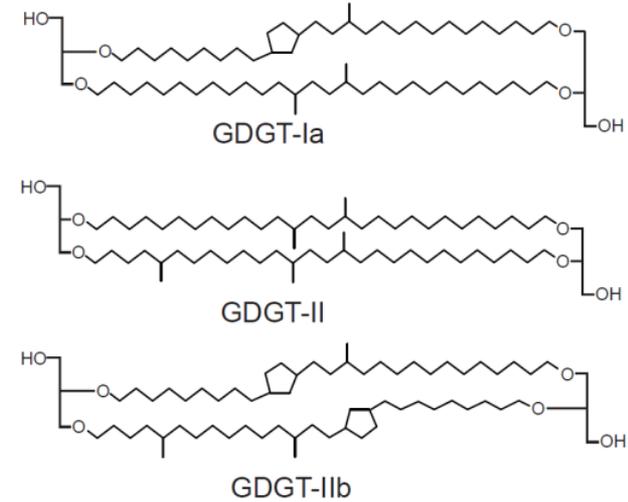
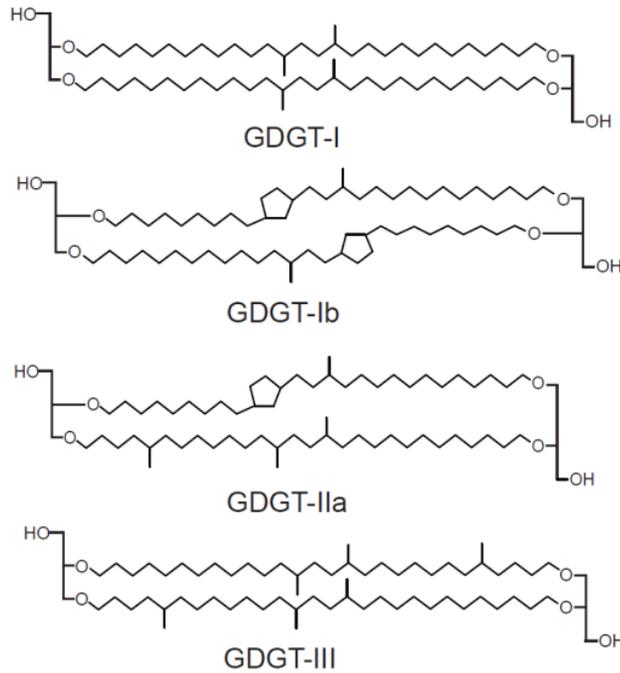
Crenarchaeol regio-isomer
(Cren')

$$\text{TEX}^{\text{H}}_{86} = \log \left(\frac{[\text{GDGT-2}] + [\text{GDGT-3}] + [\text{Cren}']}{[\text{GDGT-1}] + [\text{GDGT-2}] + [\text{GDGT-3}] + [\text{Cren}']} \right)$$

$$T = 68.4 \times \text{TEX}^{\text{H}}_{86} + 38.6$$

Kim et al. (2010)

Branched GDGTs



Peterse et al., 2012

$$\text{MAT} = 0.81 - 5.67(\text{CBT}) + 31.0(\text{MBT}'))$$

$$\text{CBT} = -\log \left(\frac{[\text{GDGT-Ia}] + [\text{GDGT-IIa}]}{[\text{GDGT-I}] + [\text{GDGT-II}]} \right)$$

$$\text{MBT}' = \left(\frac{[\text{GDGT-I}] + [\text{GDGT-Ia}] + [\text{GDGT-Ib}]}{[\text{GDGT-I}] + [\text{GDGT-Ia}] + [\text{GDGT-Ib}] + [\text{GDGT-II}] + [\text{GDGT-IIa}] + [\text{GDGT-IIb}] + [\text{GDGT-III}]} \right)$$