



How to interpret the offset between marls and limestones of carbon isotopes on the bulk rocks in Zumaia GSSP (Spain)?

Sébastien **Wouters**, Etienne **Steurbaut**, Jean-Yves **Storme**, Johan **Yans** & Xavier **Devleeschouwer**

Réunion des Sciences de la Terre, 26^{ème} edition
Lille, 2018

Introduction

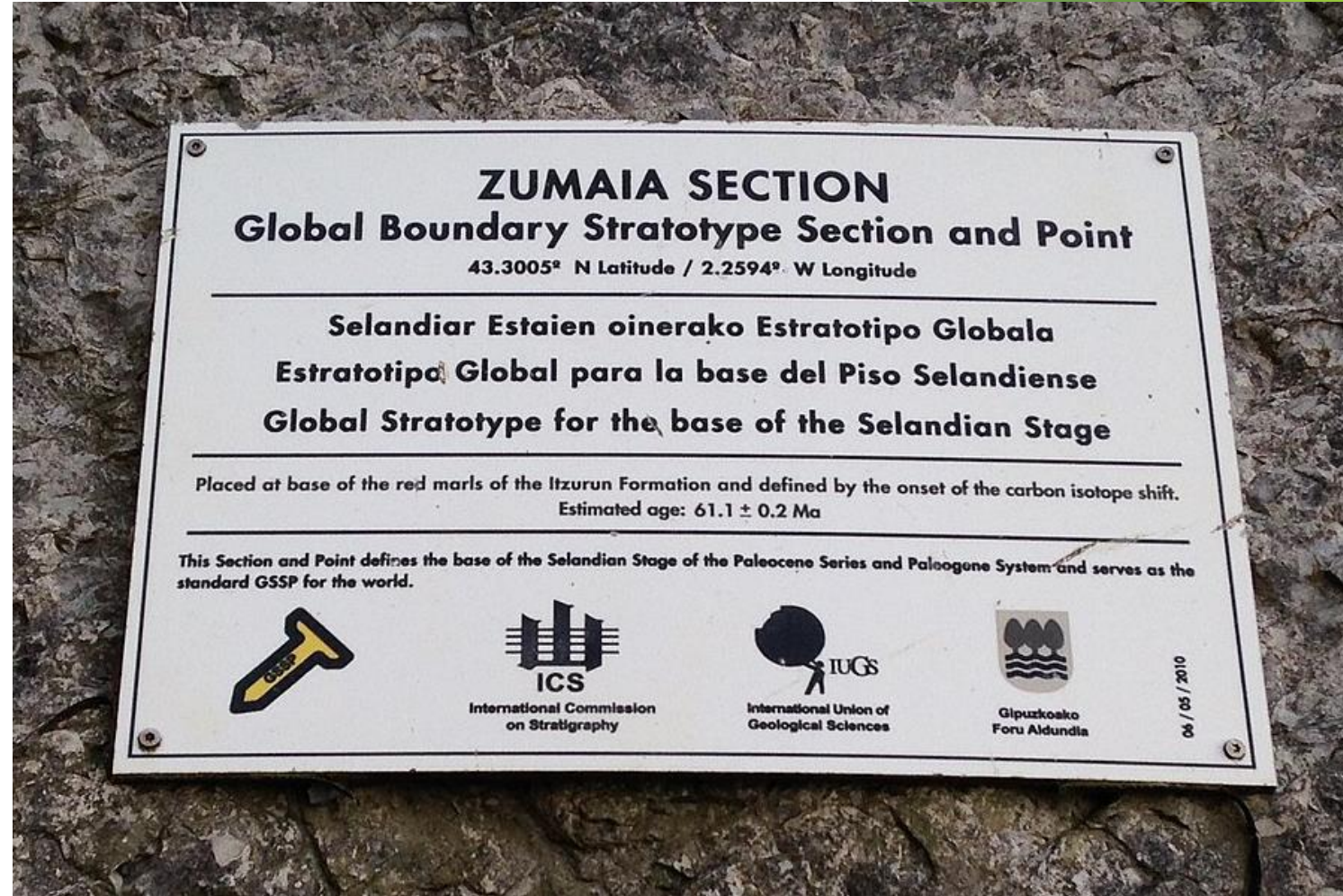
► Zumaia



Storme, 2013

Introduction

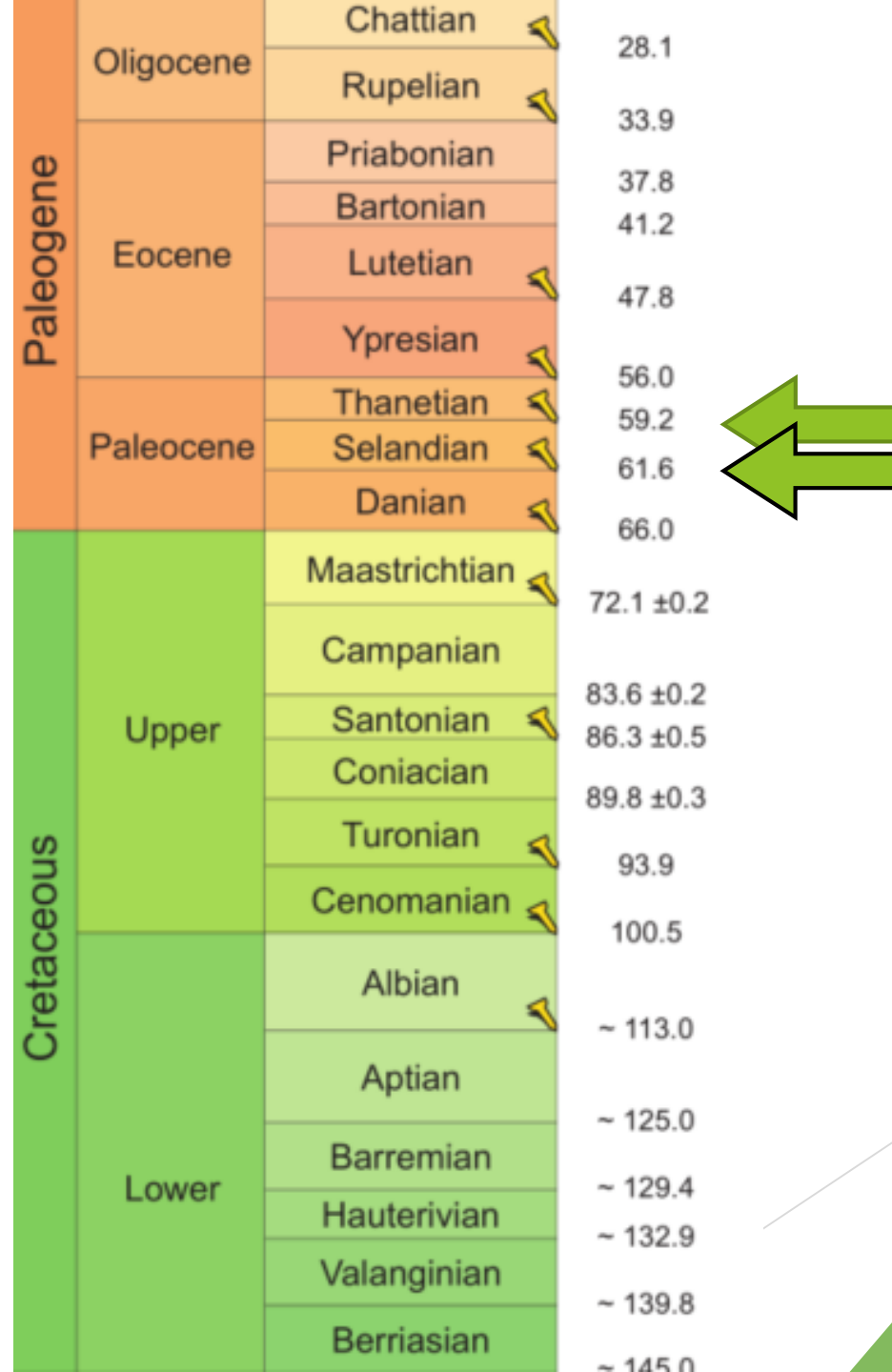
- ▶ Zumaia
 - GSSP de la base du Sélandien
 - GSSP de la base du Thanétien
- ▶ Définitions des GSSPs par Schmitz et al. (2011)



Crédits images: Wikimedia Commons

- ▶ Zumaia
- GSSP de la base du Sélandien
- GSSP de la base du Thanétien

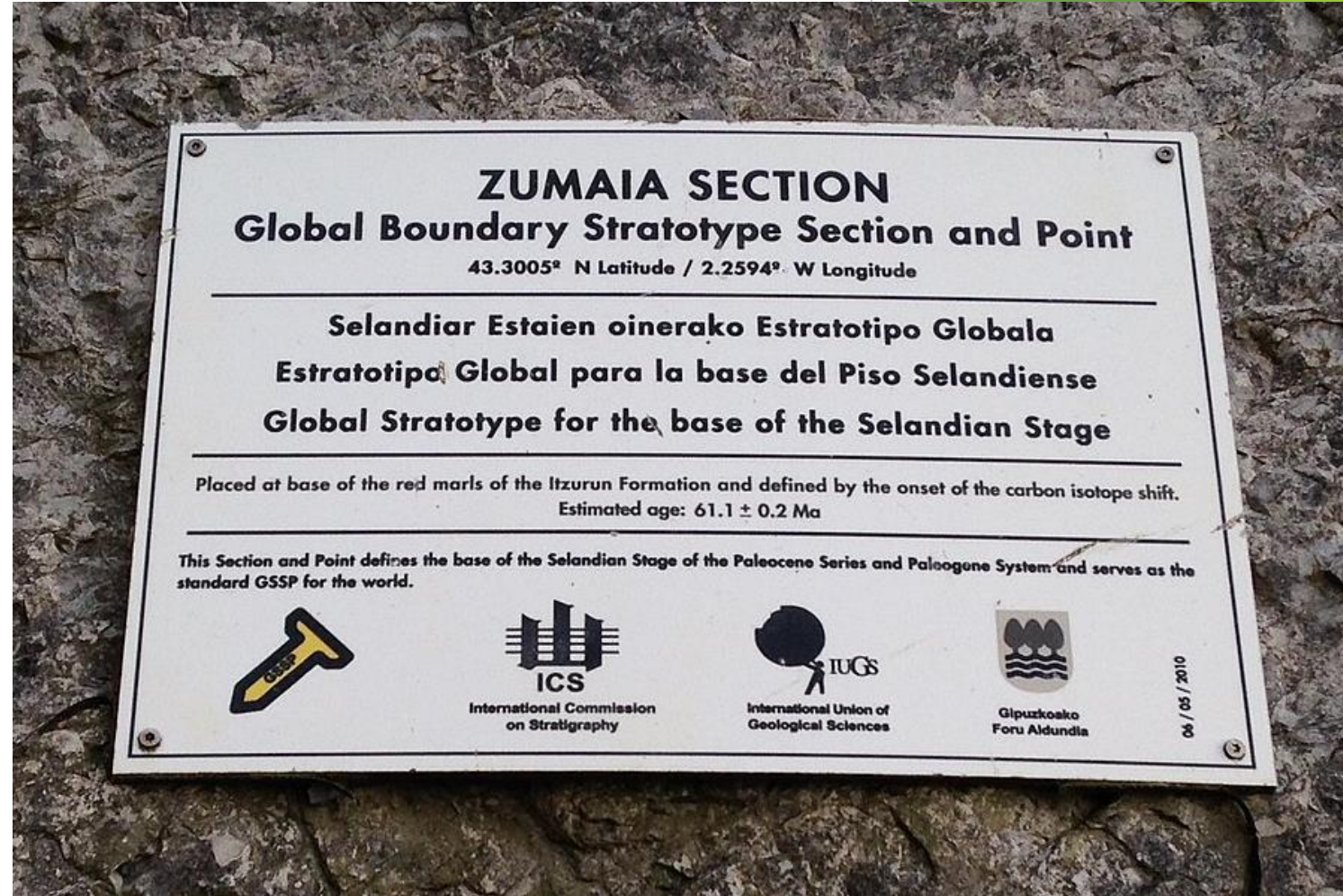
- ▶ Définitions des GSSPs par **Schmitz et al. (2011)**



Crédits images:
stratigraphy.org

Introduction

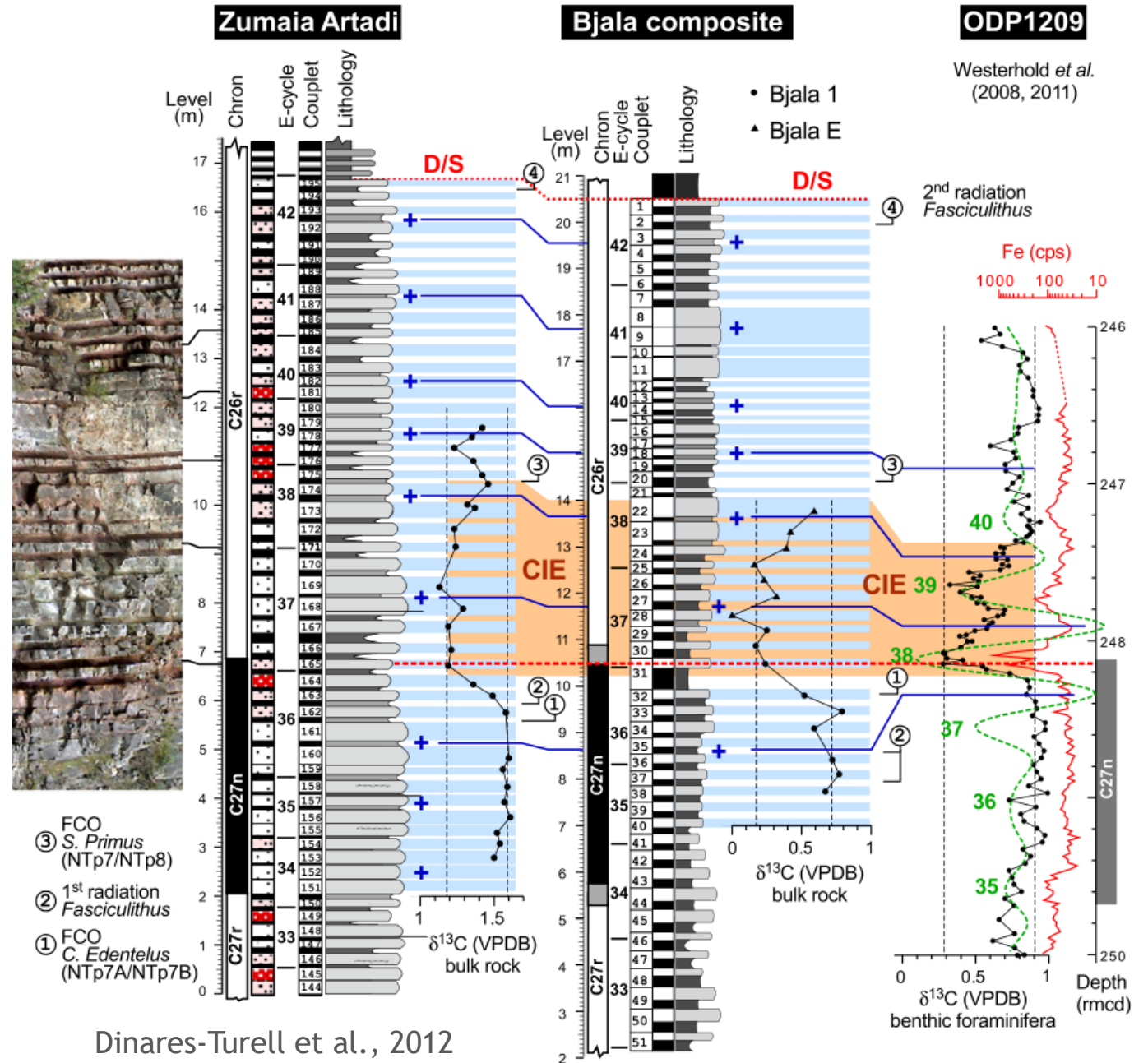
- ▶ Zumaia
 - GSSP de la base du Sélandien
 - GSSP de la base du Thanétien
- ▶ Définitions des GSSPs par **Schmitz et al. (2011)**
- ▶ Section fort étudiée, rien que pour les isotopes de C dans l'intervall Danien-Sélandien:
 - **Schmitz et al. 1997**
 - **Dinarès-Turell et al. 2012**
 - **Dinarès-Turell et al. 2014**
 - **Storme et al., 2014**



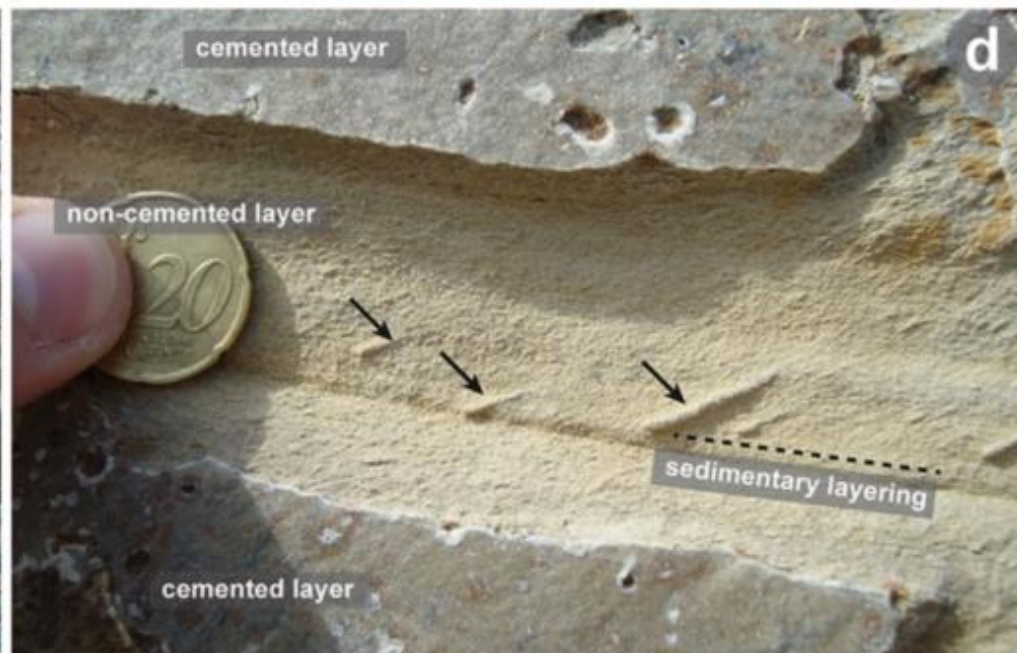
Crédits images: Wikimedia Commons

Introduction

- ▶ Le Danien supérieur est constitué d'alternances marno-calcaires
- ▶ Ces alternances ont été utilisées pour une calibration astronomique et corrélées à une coupe bulgare

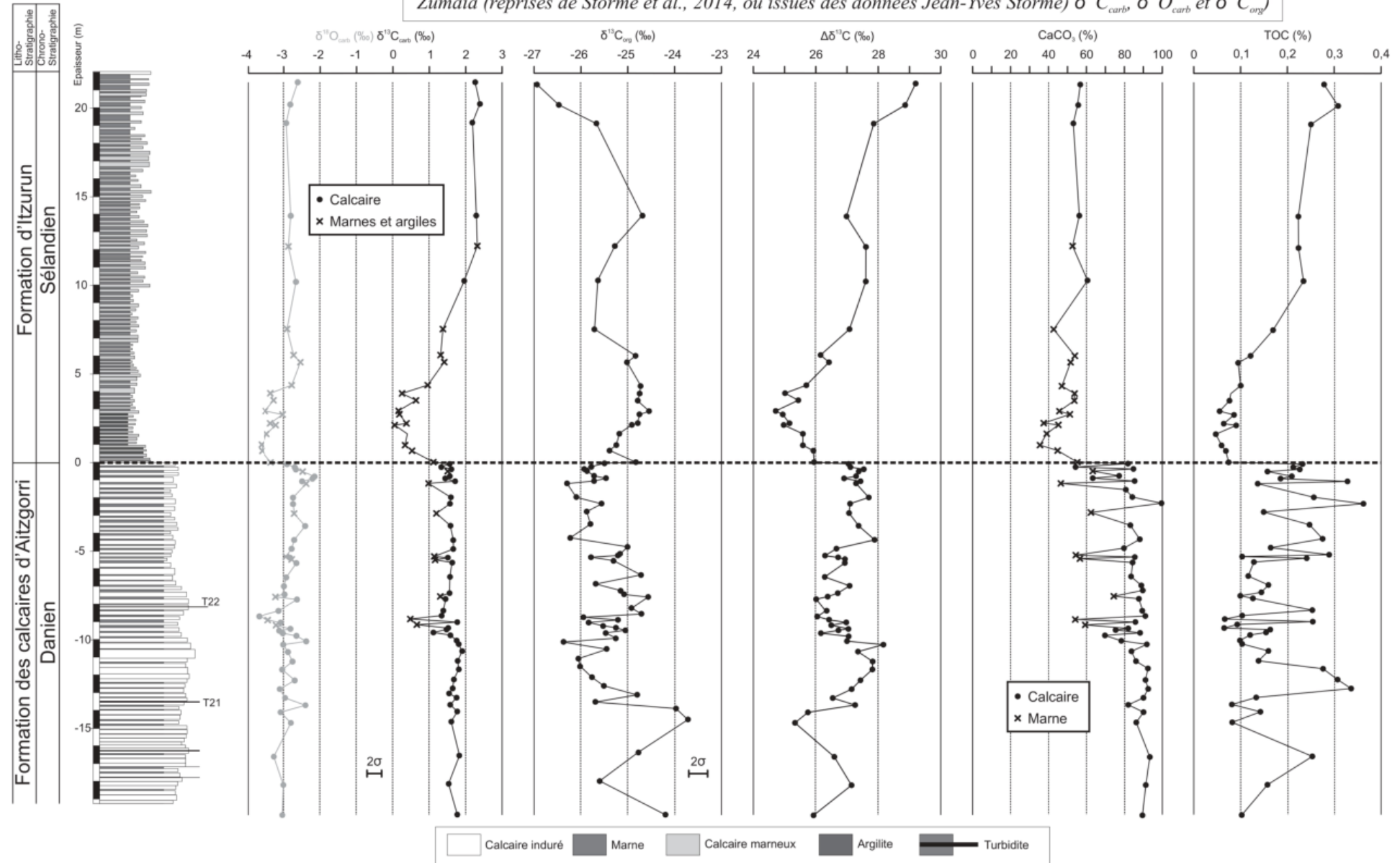


Alternances lithologiques:
Comment les interpréter ?



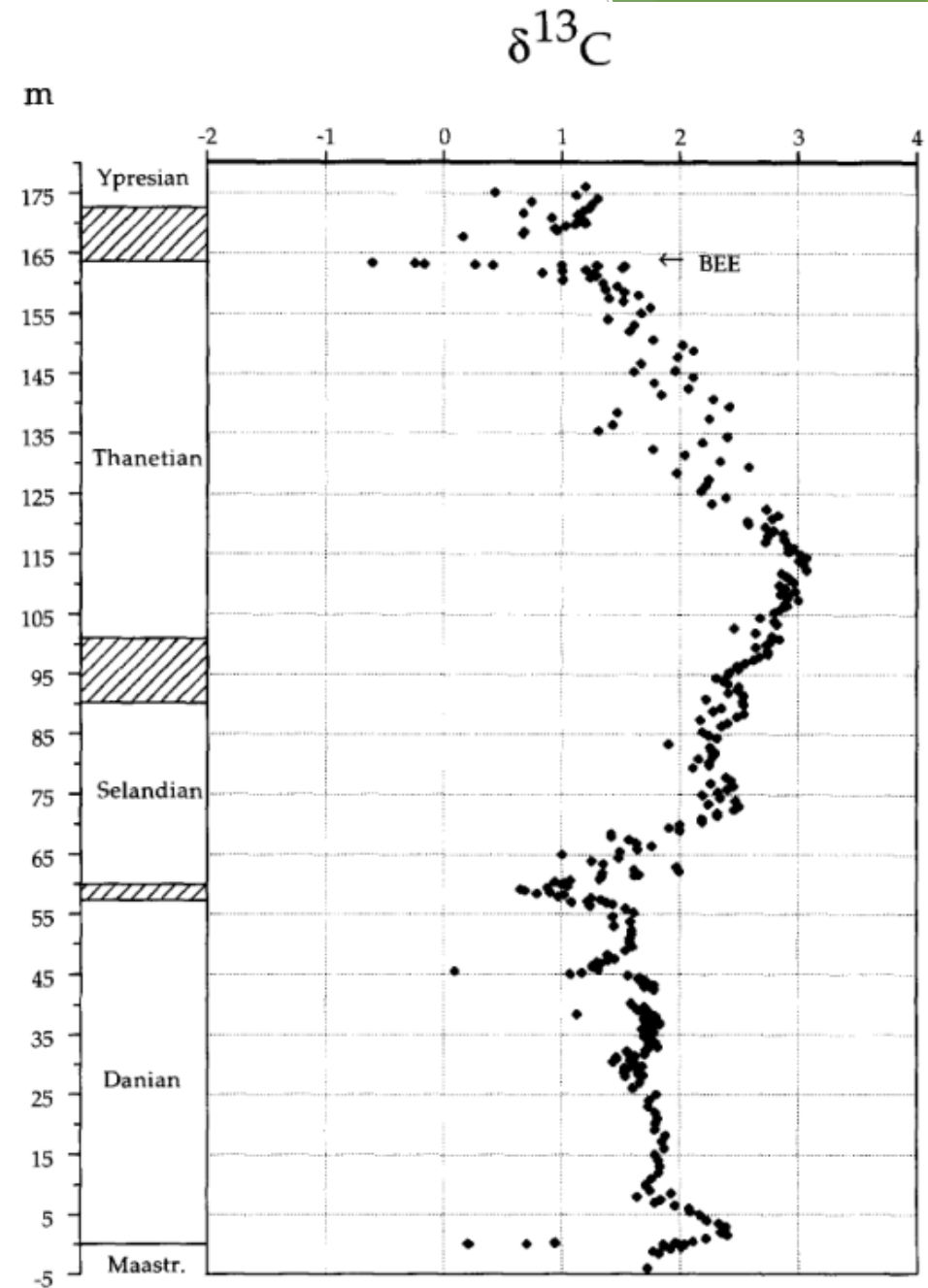
Introduction

- Nouveau data set d'isotopes de carbone et d'oxygène sur roche entière dans la suite de Storme et al. (2014)



Historique

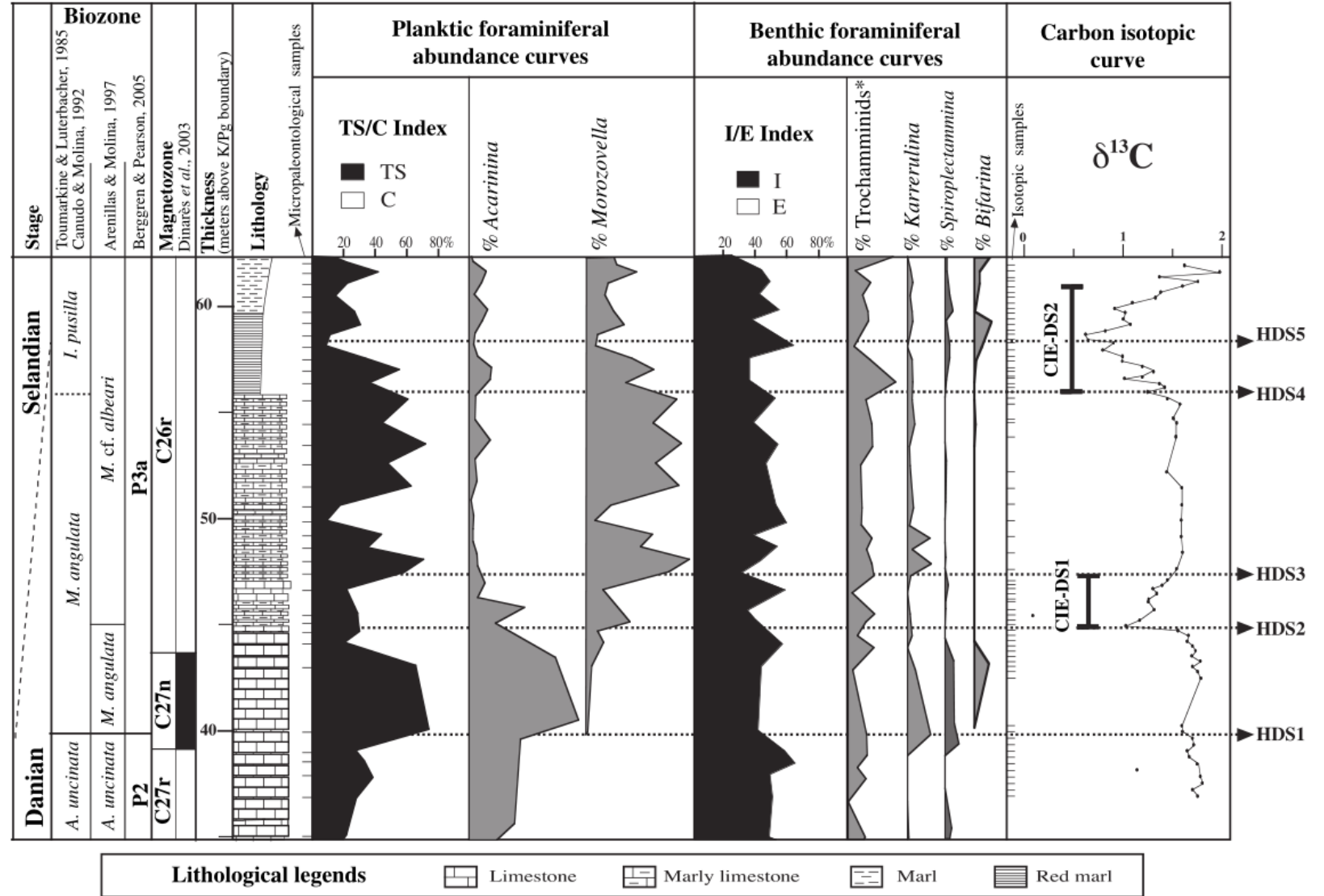
- ▶ Schmitz et al. (1997):
Premiers résultats d'isotopes de C à Zumaia
- ▶ *“traces of foraminifera occur only as internal molds or recrystallized tests infilled with diagenetic calcite”*
- ▶ *“Whenever possible (where lithologies are mixed) measurements have been performed on limestone samples rather than on marls.”*



Schmitz et al., 1997

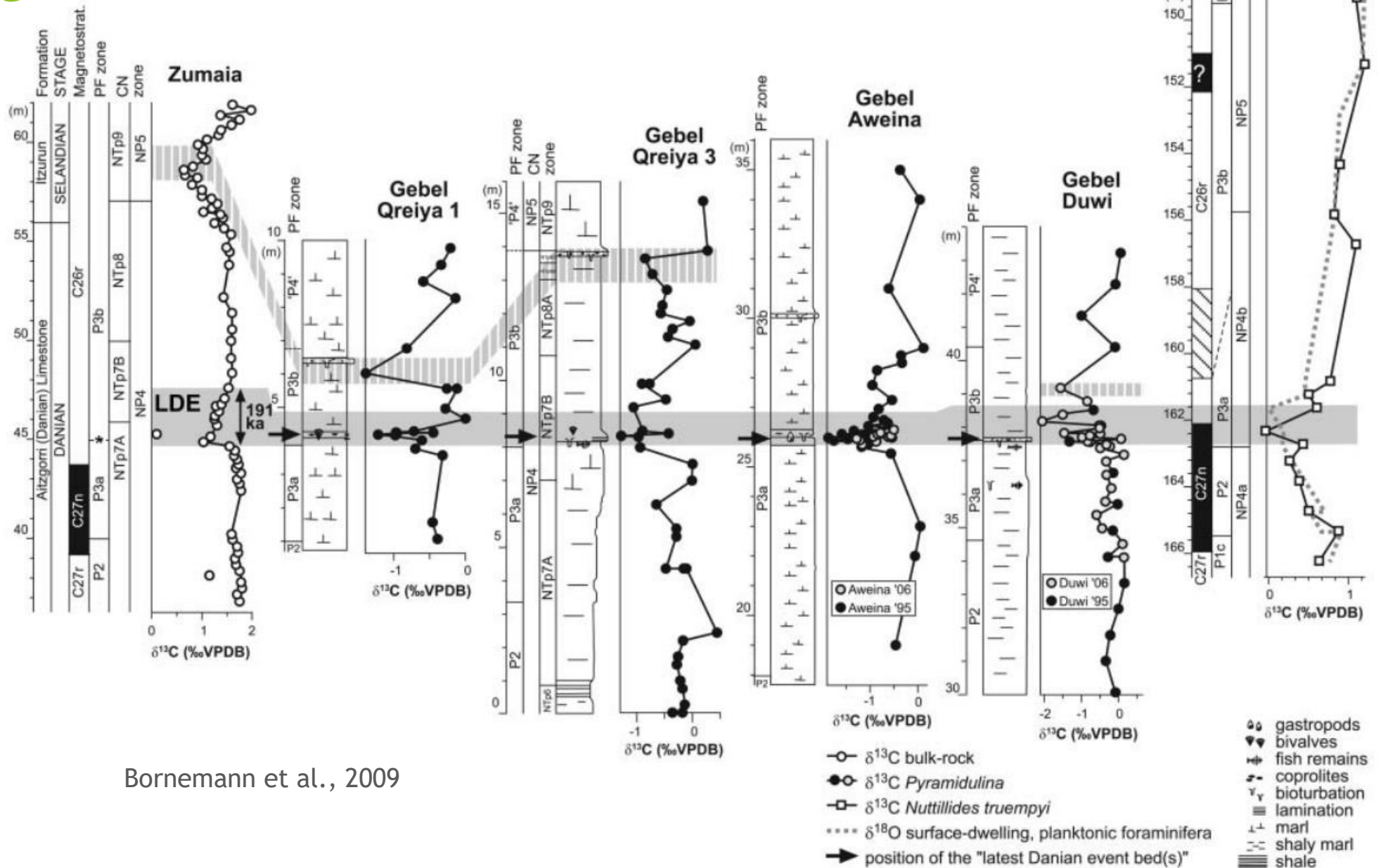
Historique

- Arenillas et al. (2008) définit CIE-DS1 et CIE-DS2



Historique

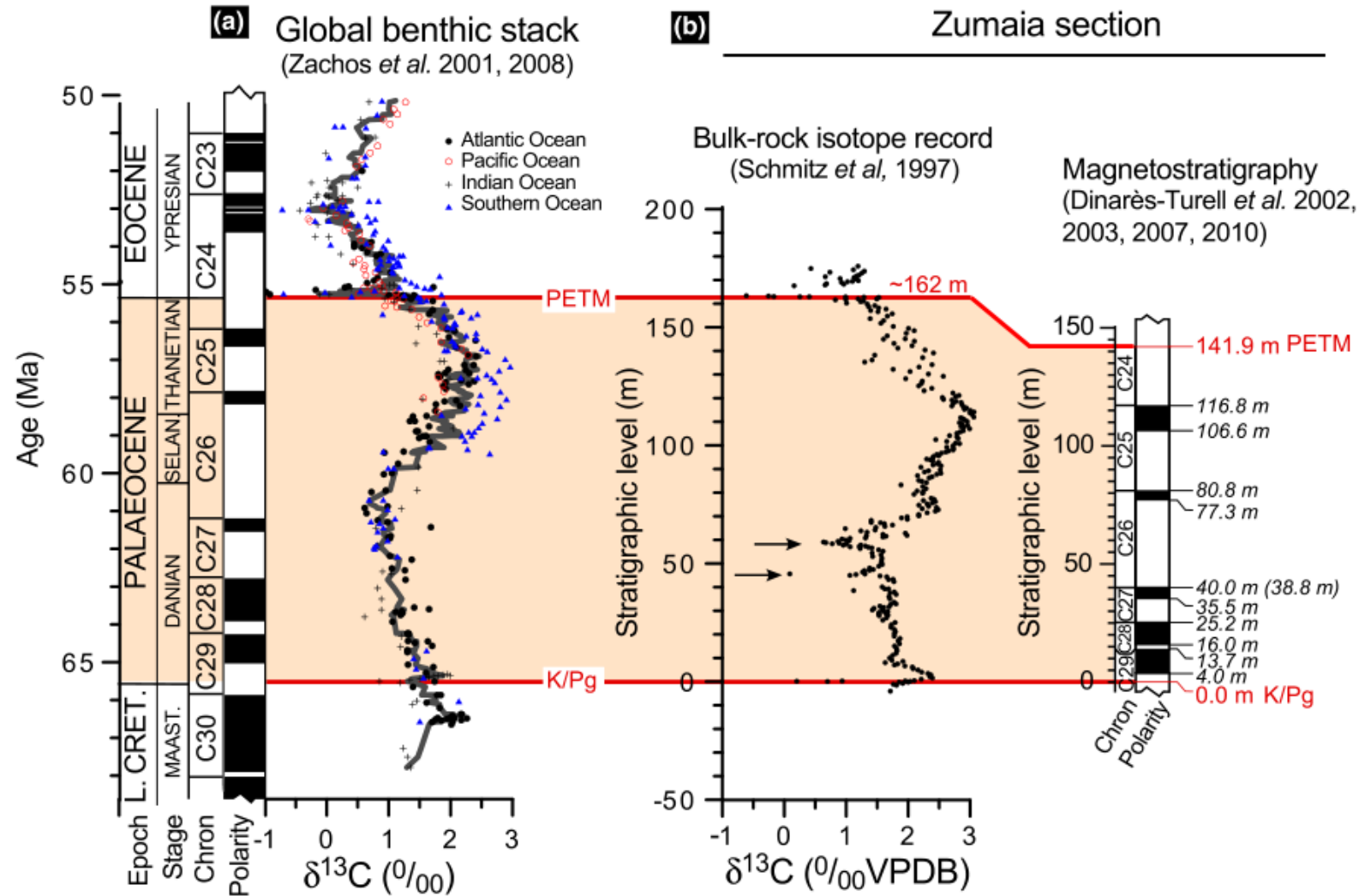
► Bornemann et al. (2009) définit le Latest Danian Event (LDE) correspondant à CIE-DS1



Bornemann et al., 2009

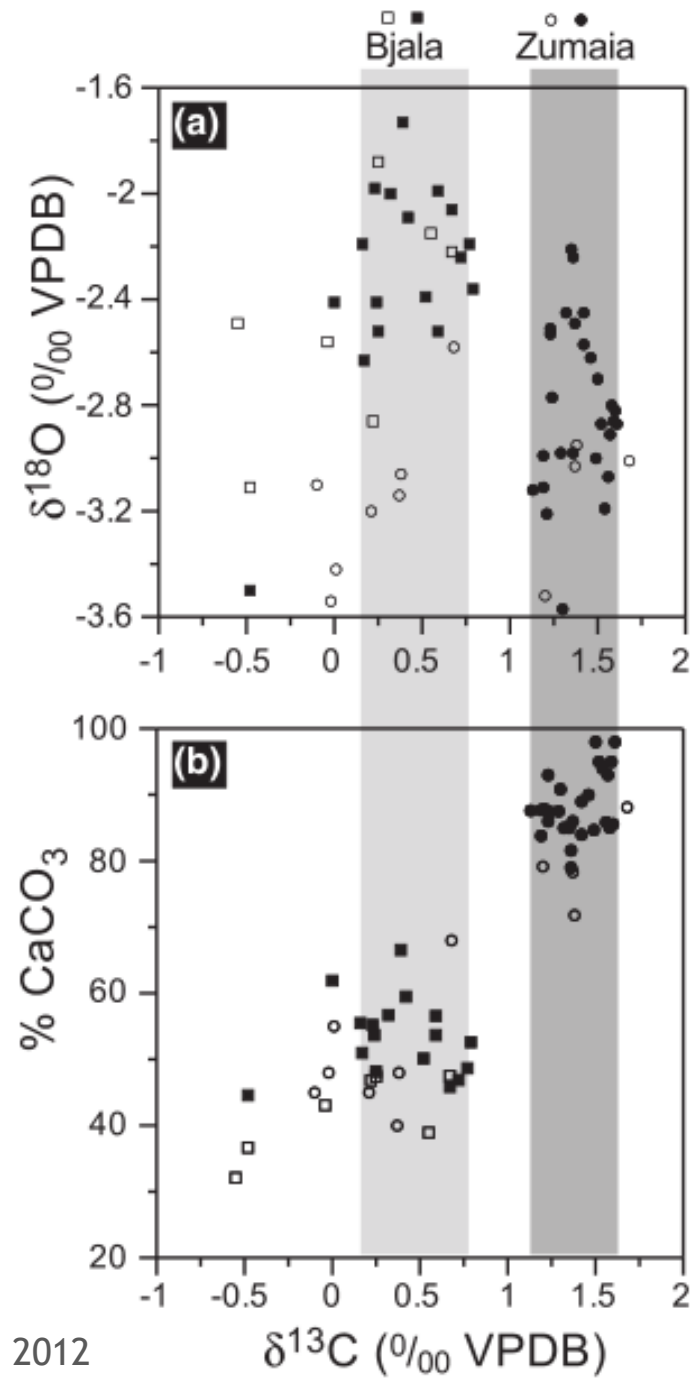
Historique

► Dinares-Turell et al. (2012)



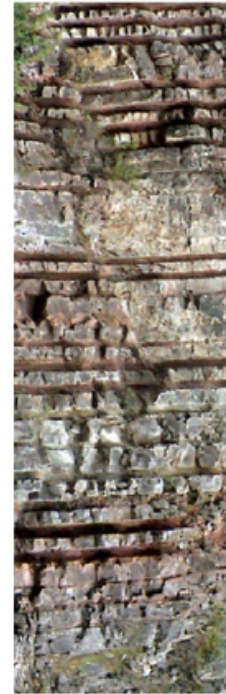
Historique

- ▶ Dinares-Turell et al. (2012)
- ▶ Teste l'effet lithologique



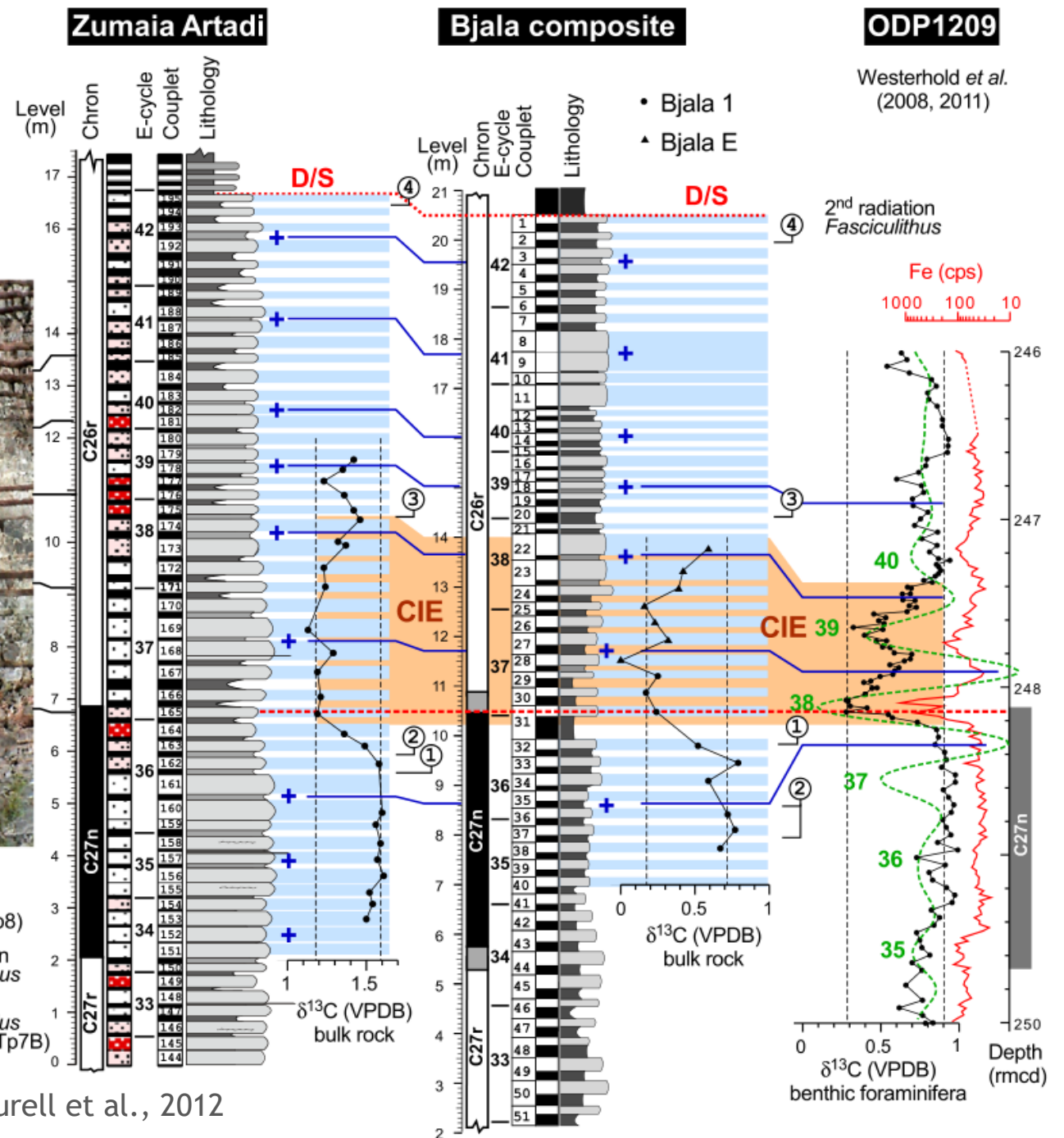
Historique

- ▶ Dinares-Turell et al. (2012)
- ▶ Teste l'effet lithologique
- ▶ Localisation du **LDE** sur base d'échantillons calcaires uniquement



- ③ FCO *S. Primus* (NTp7/NTp8)
- ② 1st radiation *Fasciculithus*
- ① FCO *C. Edentelus* (NTp7A/NTp7B)

Dinares-Turell et al., 2012



Historique

- ▶ Storme et al. (2014) montre un découplage entre $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$
- ▶ Au niveau de CIE-DS2 de Arenillas et al. (2008)

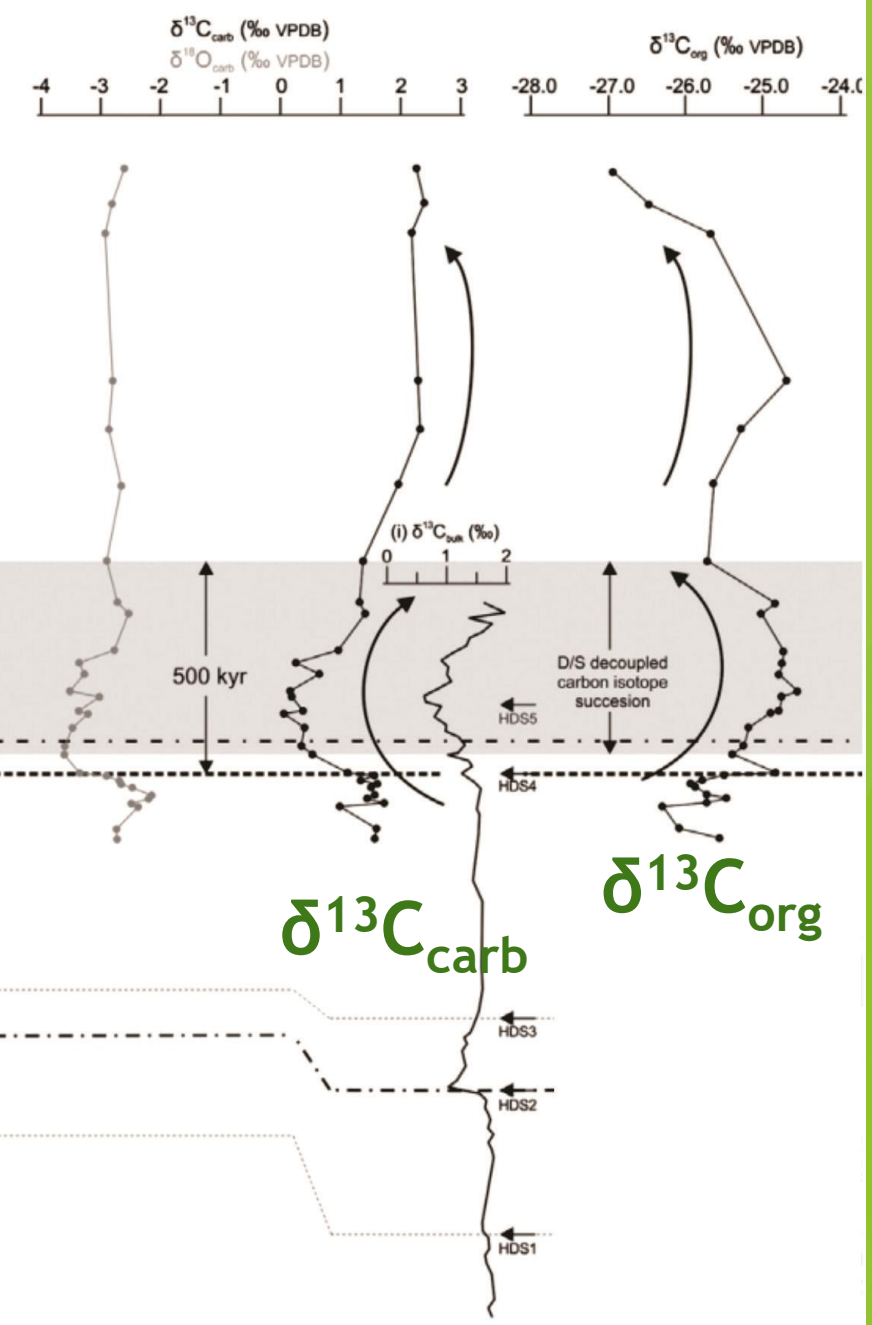
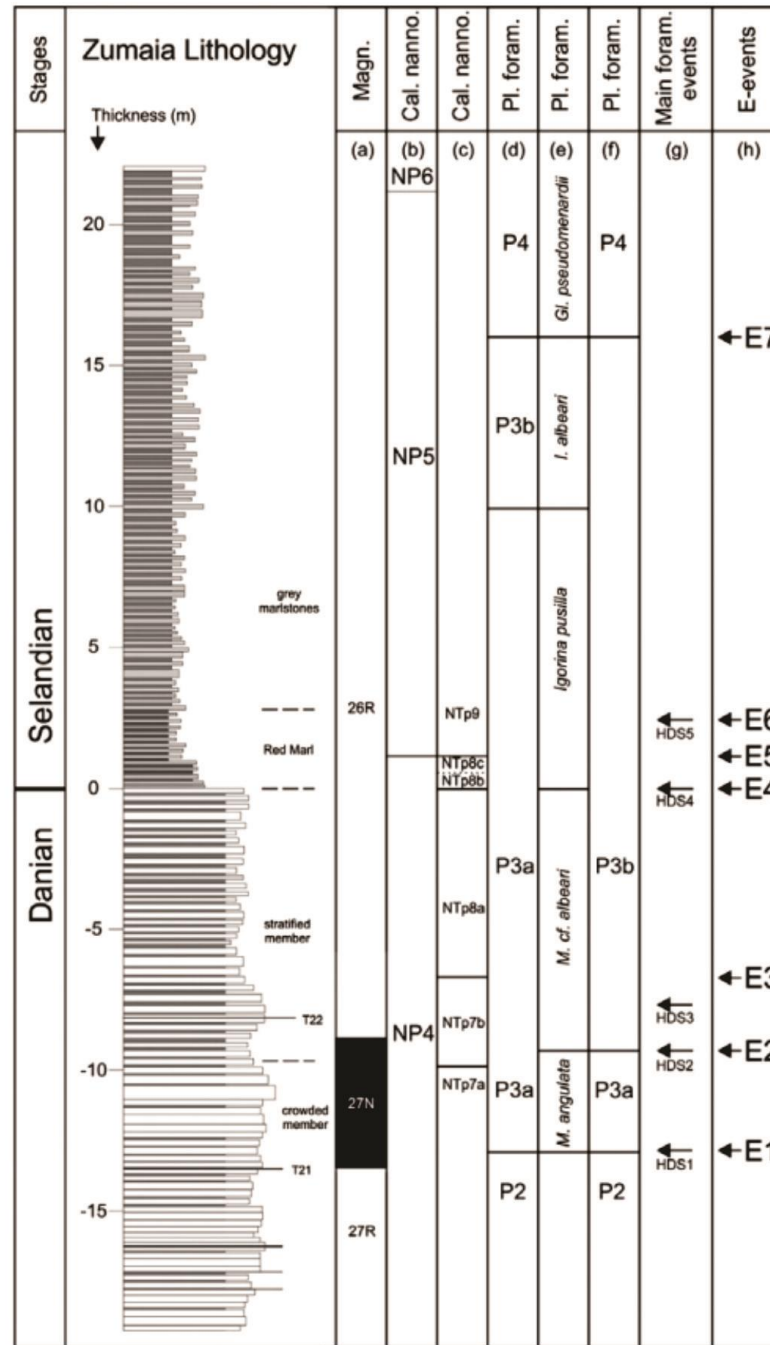
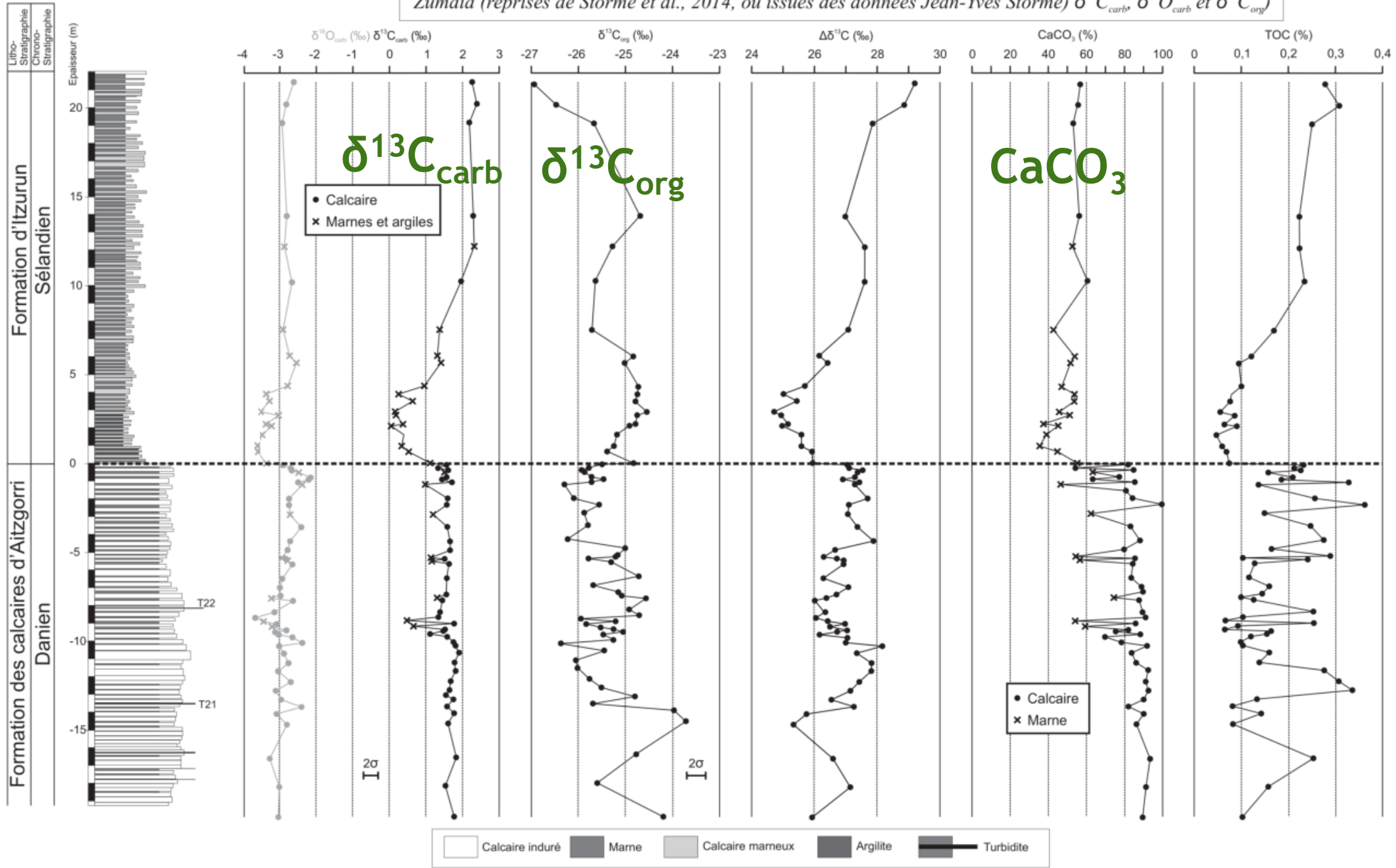
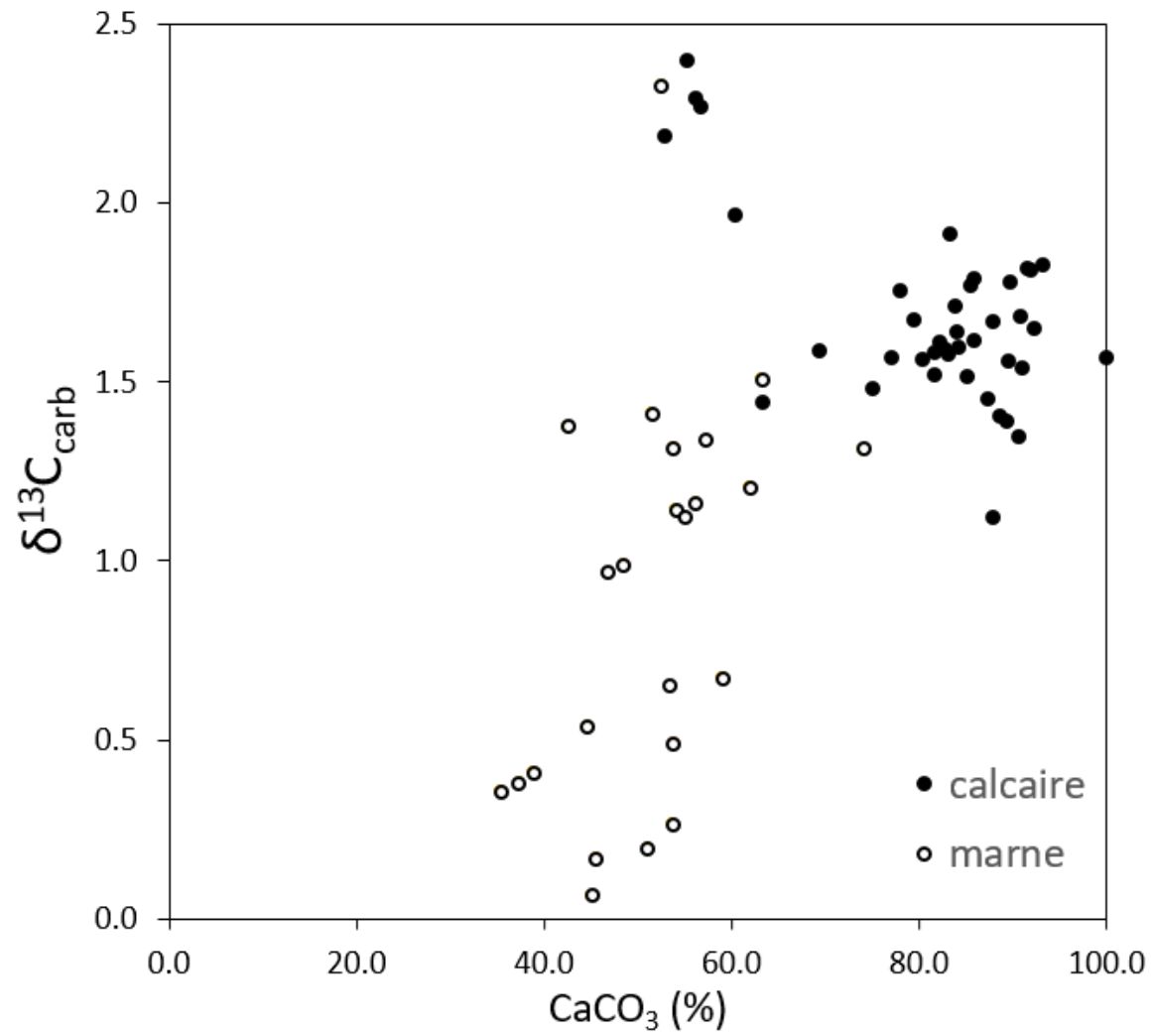


Figure 39 : Courbes de géochimie isotopique ($\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$, $\delta^{13}C_{org}$ et $\Delta\delta^{13}C$), $CaCO_3$ et TOC pour Zumaia (reprises de Storme et al., 2014, ou issues des données Jean-Yves Storme) $\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$ et $\delta^{13}C_{org}$)



$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3



$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3

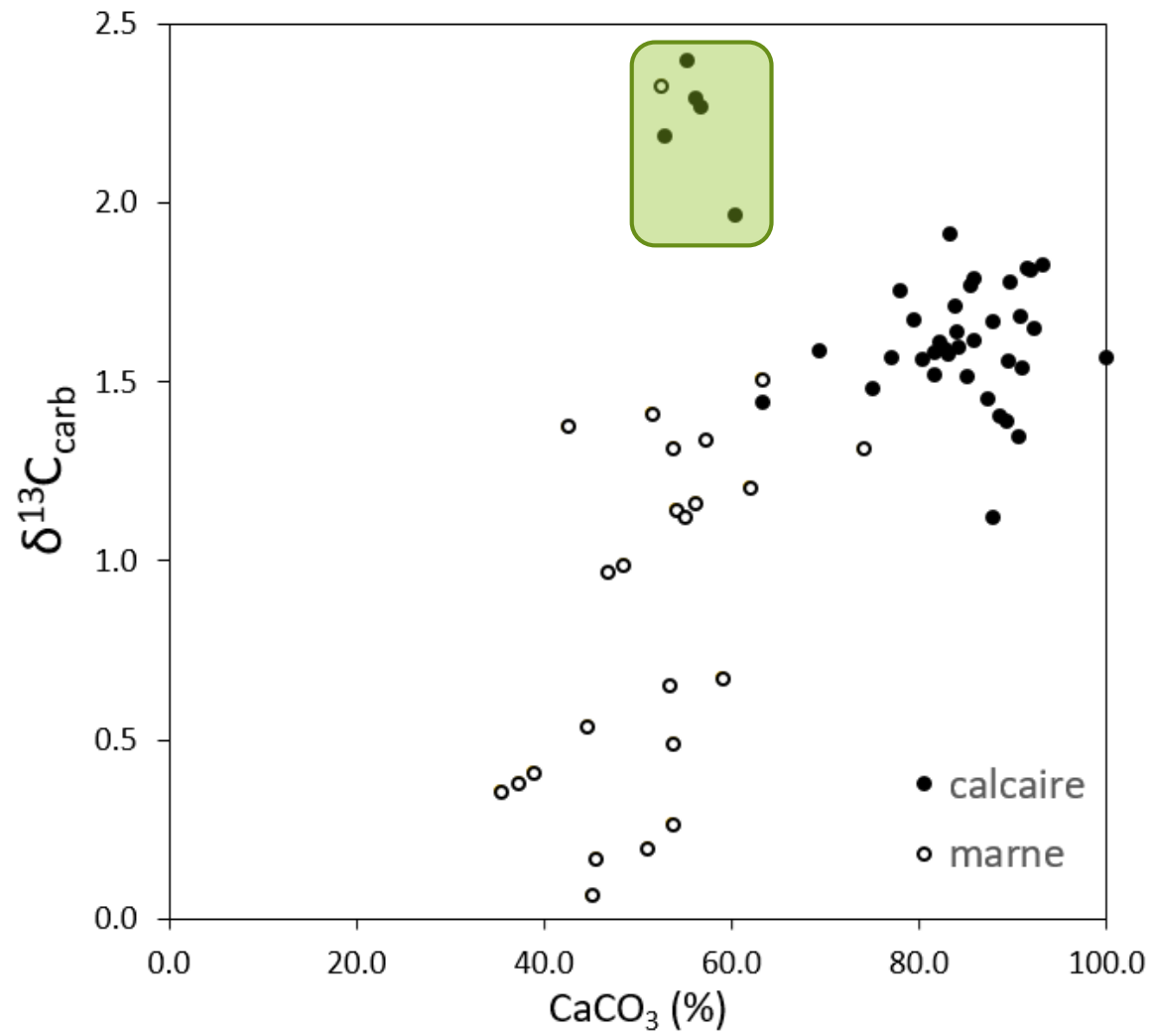
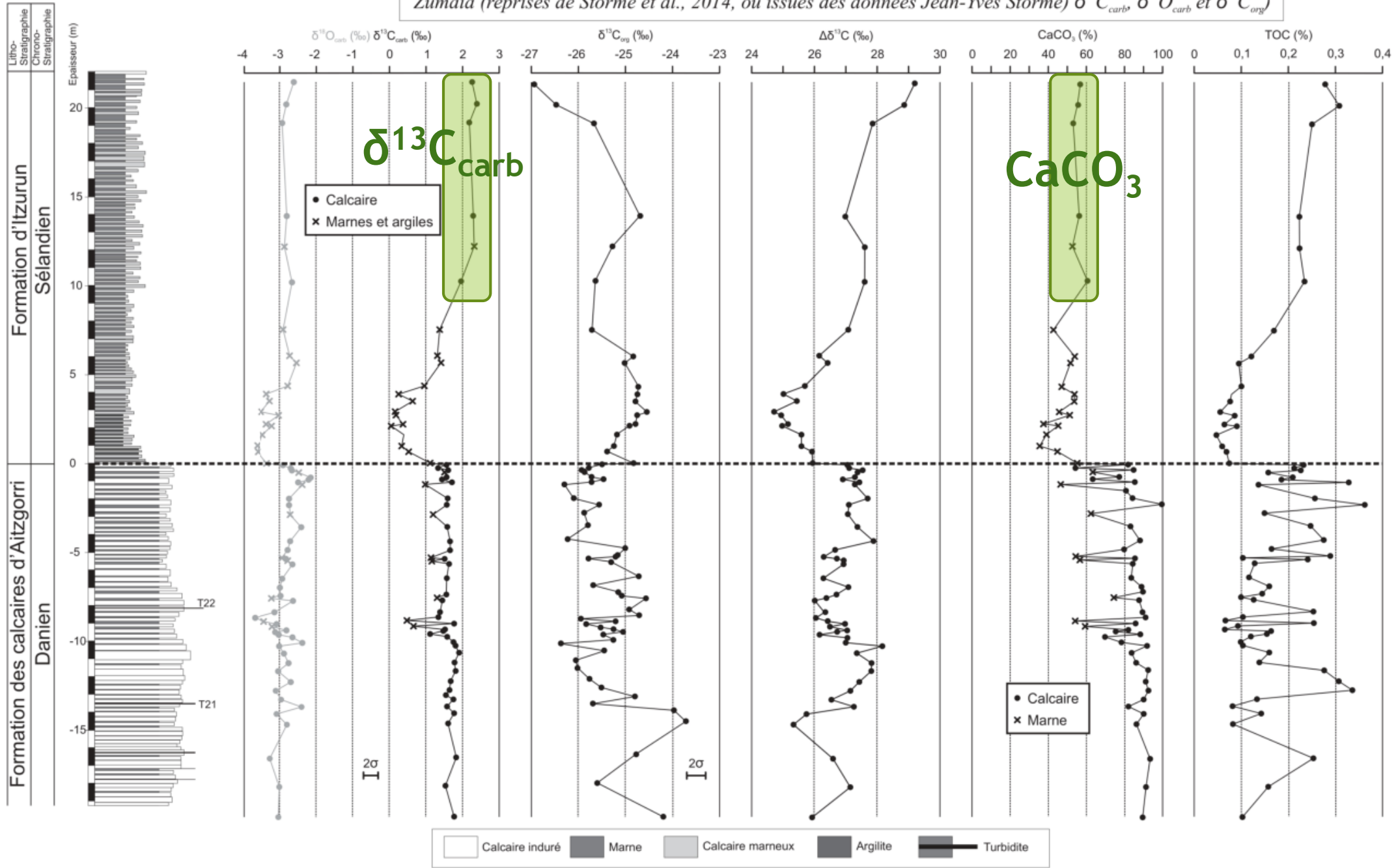


Figure 39 : Courbes de géochimie isotopique ($\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$, $\delta^{13}C_{org}$ et $\Delta\delta^{13}C$), $CaCO_3$ et TOC pour Zumaia (reprises de Storme et al., 2014, ou issues des données Jean-Yves Storme) $\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$ et $\delta^{13}C_{org}$)



$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3

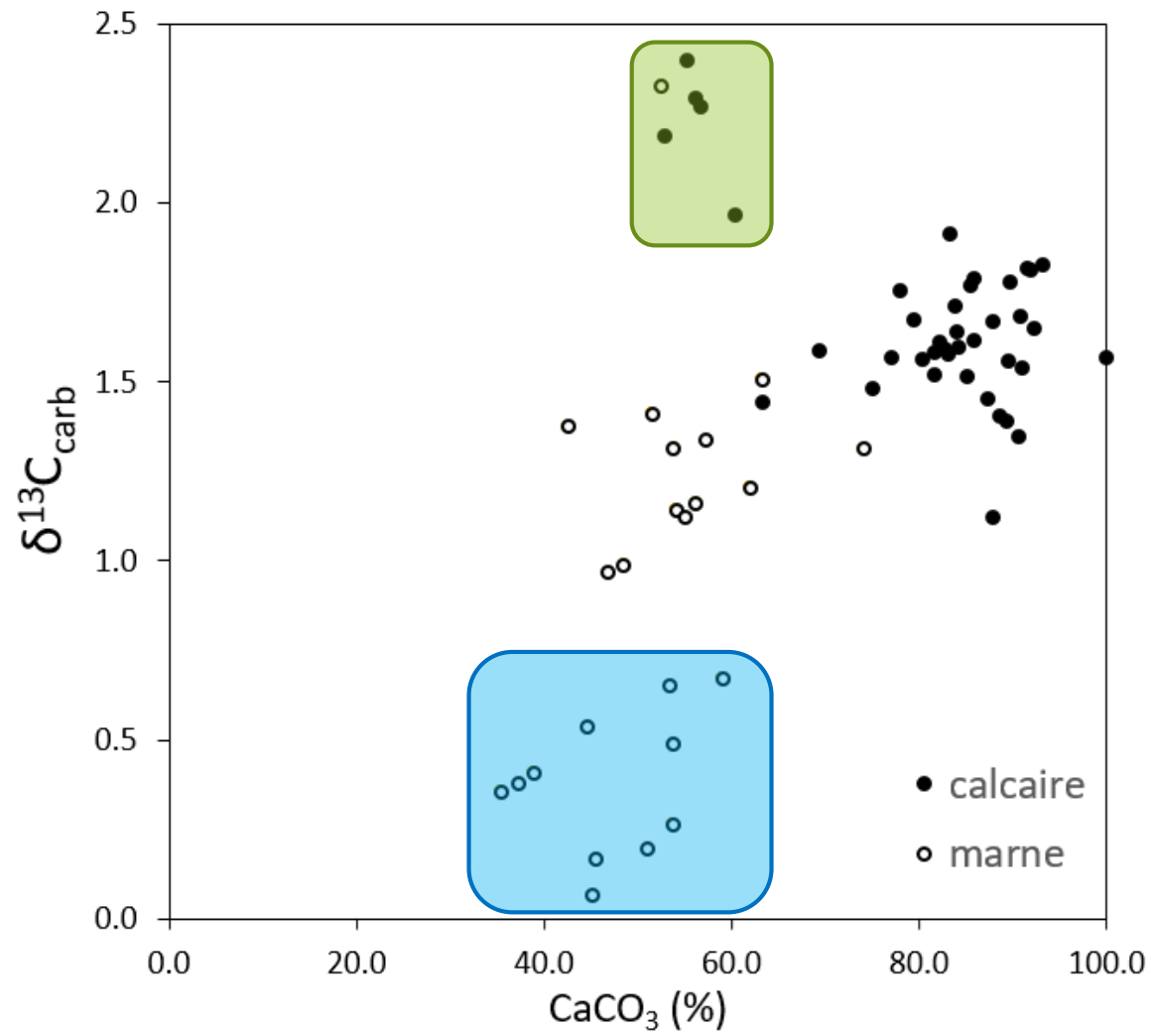
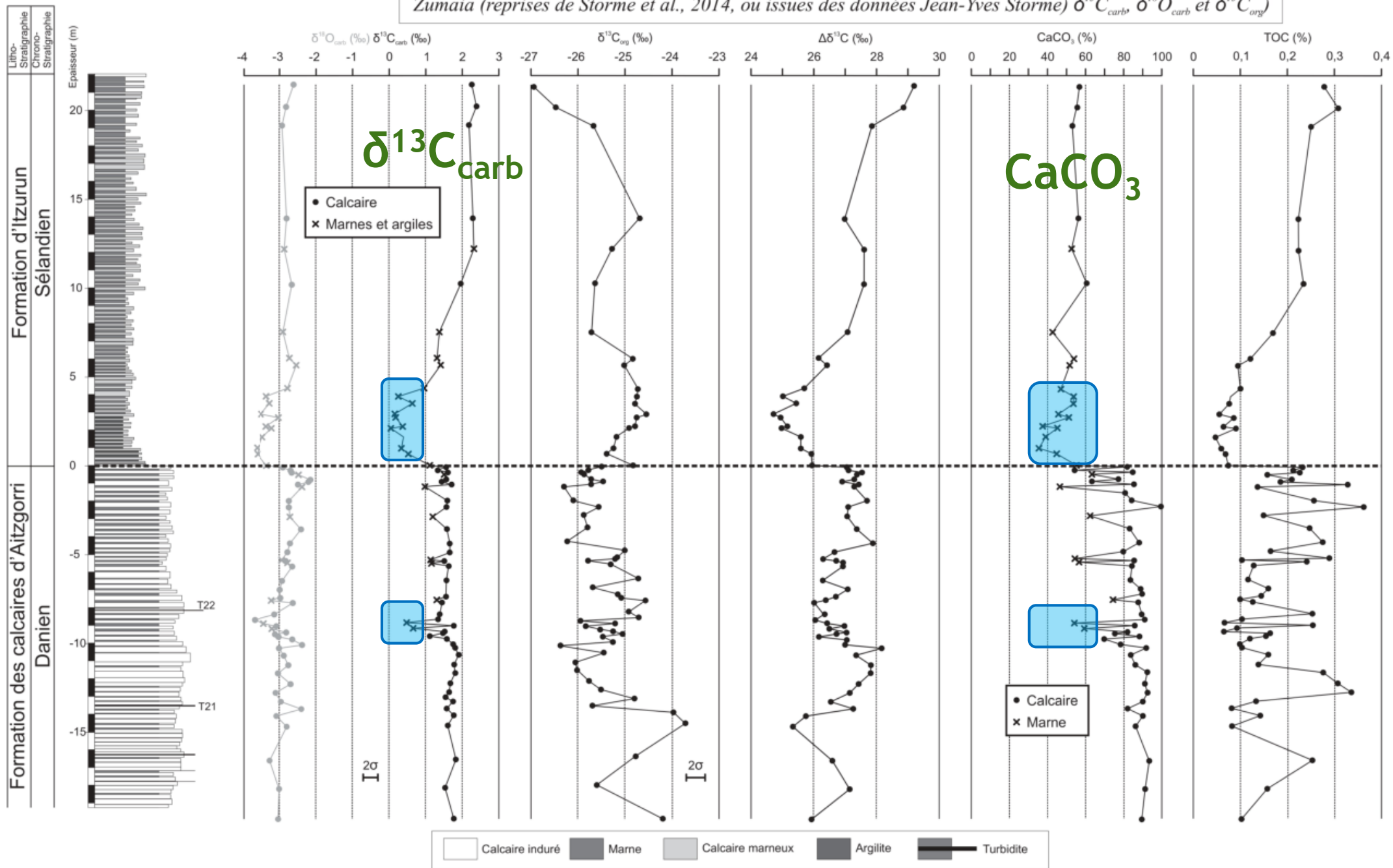
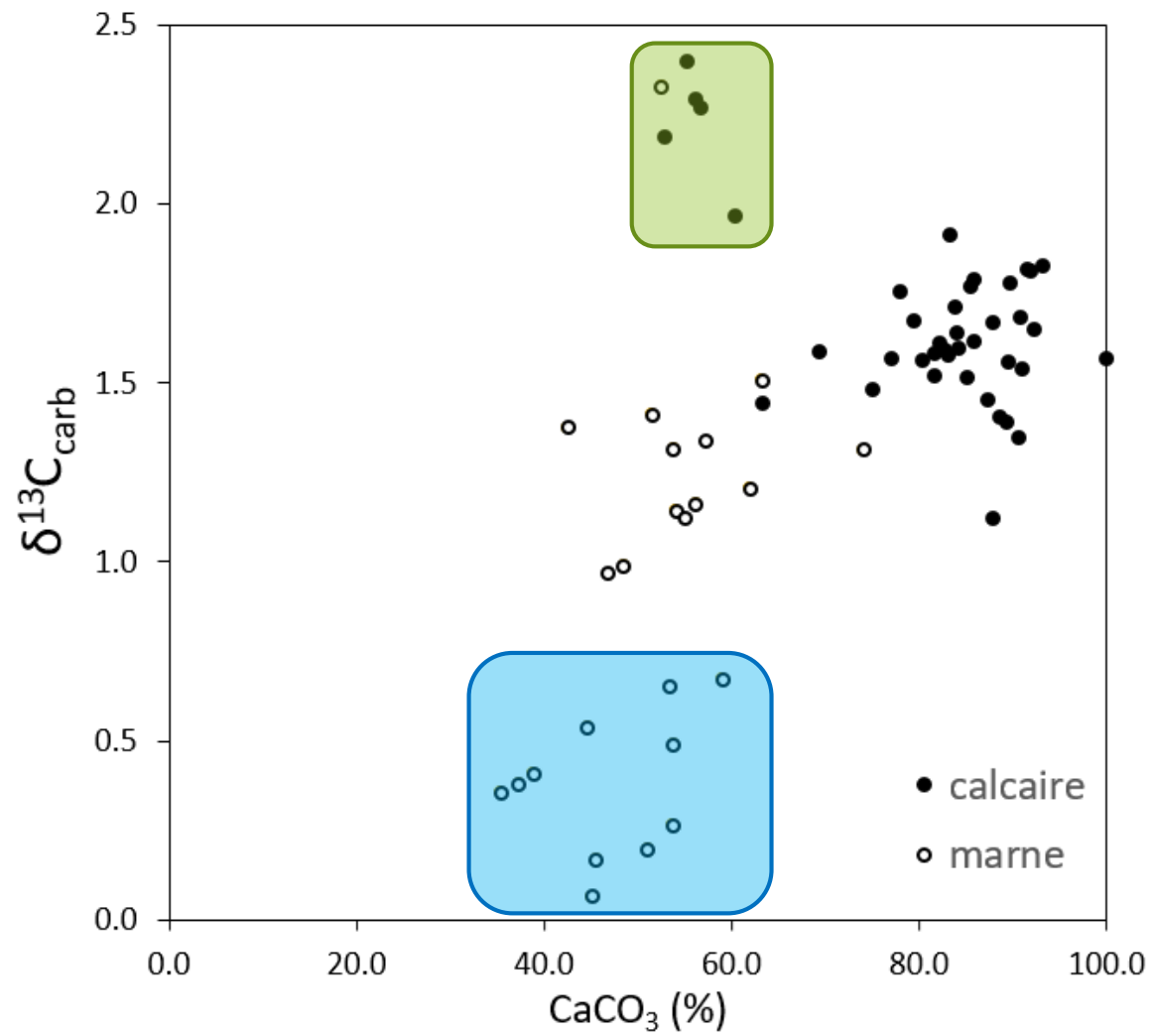


Figure 39 : Courbes de géochimie isotopique ($\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$, $\delta^{13}C_{org}$ et $\Delta\delta^{13}C$), $CaCO_3$ et TOC pour Zumaia (reprises de Storme et al., 2014, ou issues des données Jean-Yves Storme) $\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$ et $\delta^{13}C_{org}$)



$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3



$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$

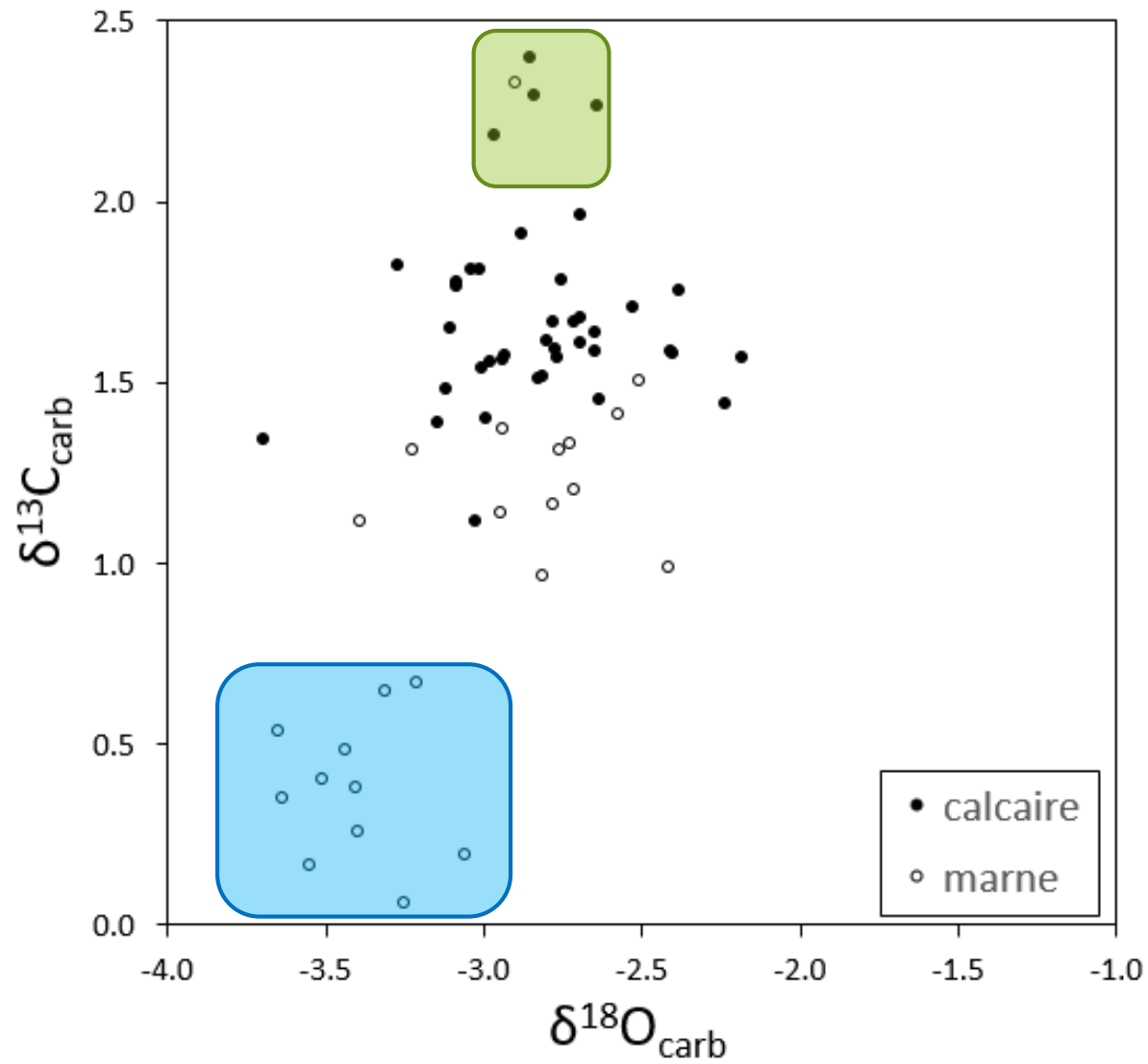
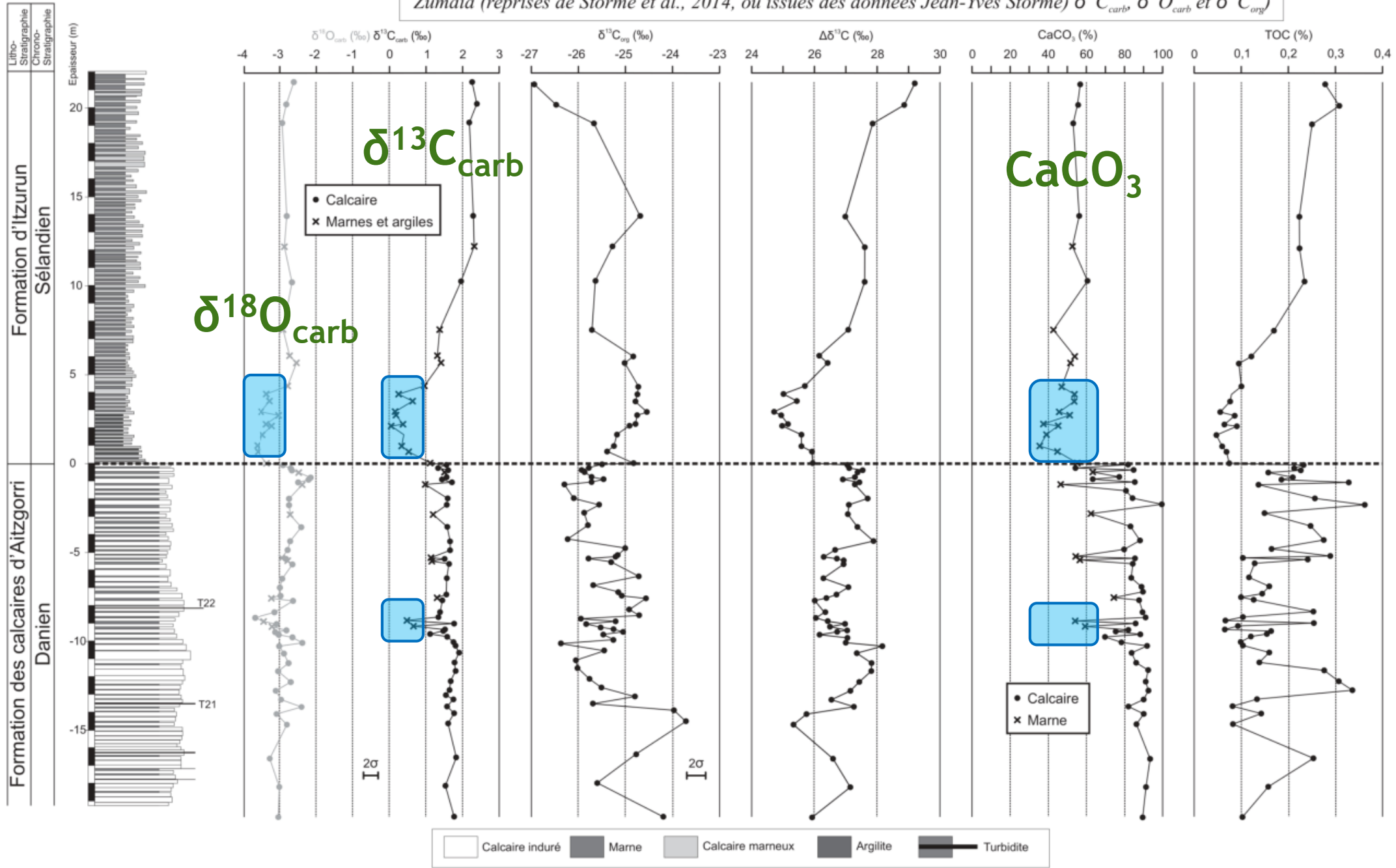


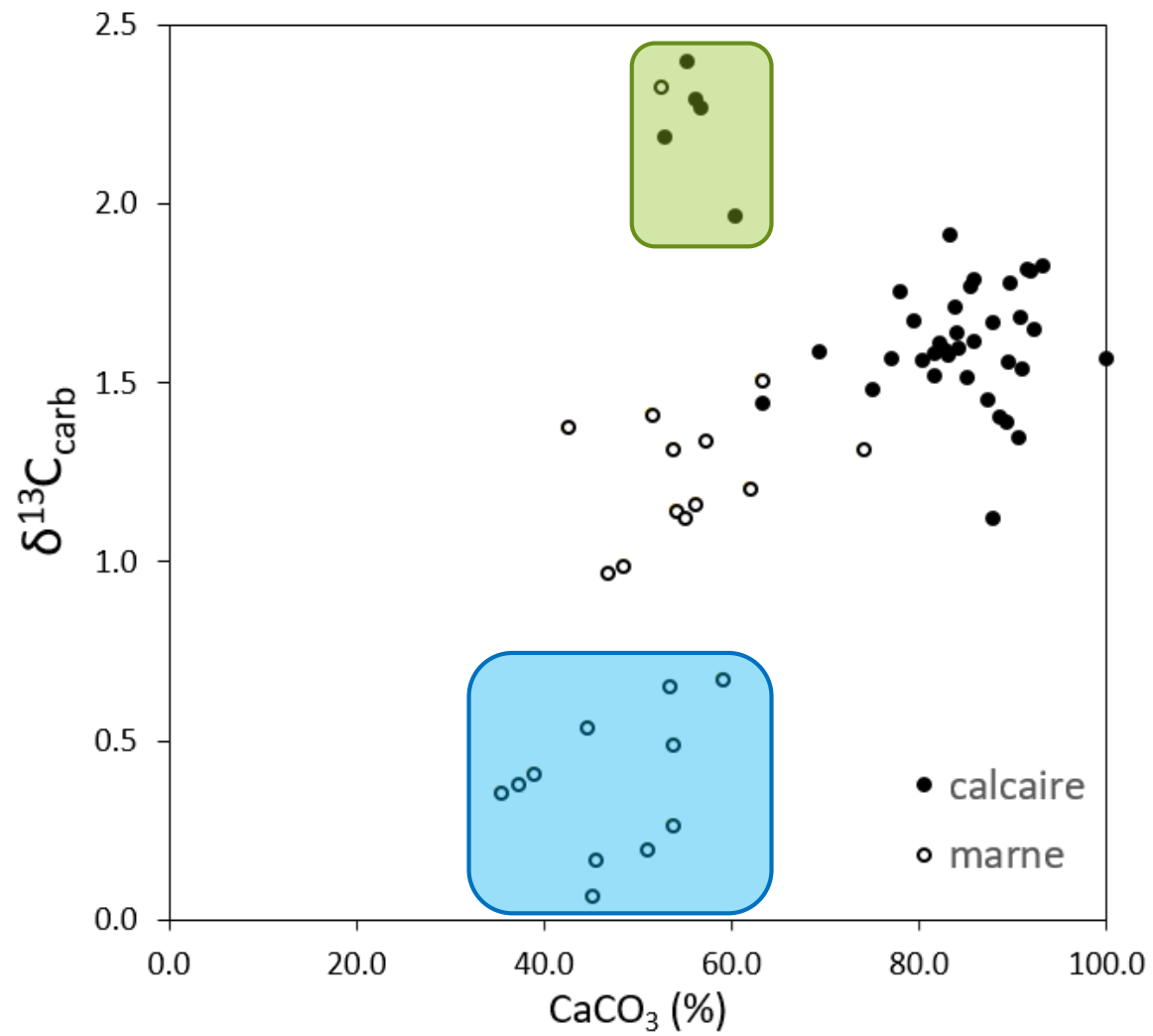
Figure 39 : Courbes de géochimie isotopique ($\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$, $\delta^{13}C_{org}$ et $\Delta\delta^{13}C$), $CaCO_3$ et TOC pour Zumaia (reprises de Storme et al., 2014, ou issues des données Jean-Yves Storme) $\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$ et $\delta^{13}C_{org}$)



Résultats

- ▶ Lien entre lithologie, contenu en carbonate et isotopes de C dans les alternances marno-calcaires
- ▶ Valeurs particulièrement faibles en $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ au niveau du LDE et de la base du Sélandien, même en considérant un effet lithologique

$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3



Trouver la causalité

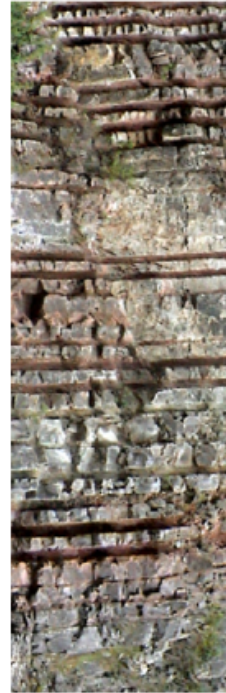
- ▶ Distinguer les effets sédimentaires et diagénétiques dans les alternances marno-calcaires est très difficile
- ▶ Pourrait être primaire: les alternances et les isotopes du C seraient liés au climat
- ▶ Mais la mise en place diagénétique d'alternances marno-calcaires affecte également les isotopes de C (voir Westphal et al., 2015 et les références y figurant)

Trouver la causalité

- ▶ Distinguer les effets sédimentaires et diagénétiques dans les alternances marno-calcaires est très difficile
- ▶ Pourrait être primaire: les alternances et les isotopes du C seraient liés au climat
- ▶ Mais la mise en place diagénétique d'alternances marno-calcaires affecte également les isotopes de C (voir Westphal et al., 2015 et les références y figurant)
- ▶ La composition initiale des sédiments affecte la diagenèse: renforcement ou modification d'un effet sédimentaire par diagenèse

Trouver la causalité

- Pour le LDE: les isotopes de C montrent une excursion négative de ca. 0.7 ‰



- ③ FCO
S. Primus
(NTp7/NTp8)
- ② 1st radiation
Fasciculithus
- ① FCO
C. Edentelus
(NTp7A/NTp7B)

Dinares-Turell et al., 2012

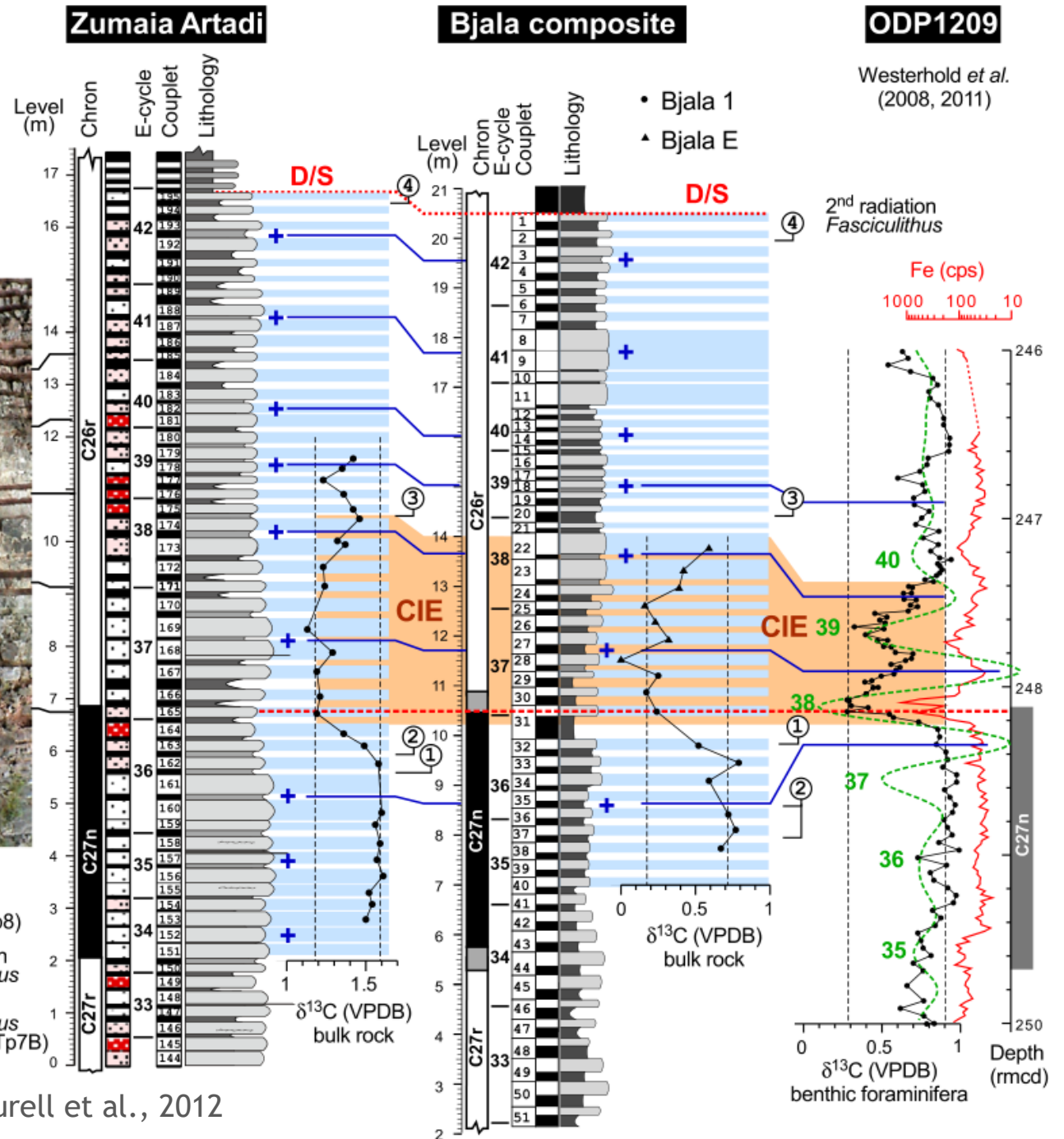
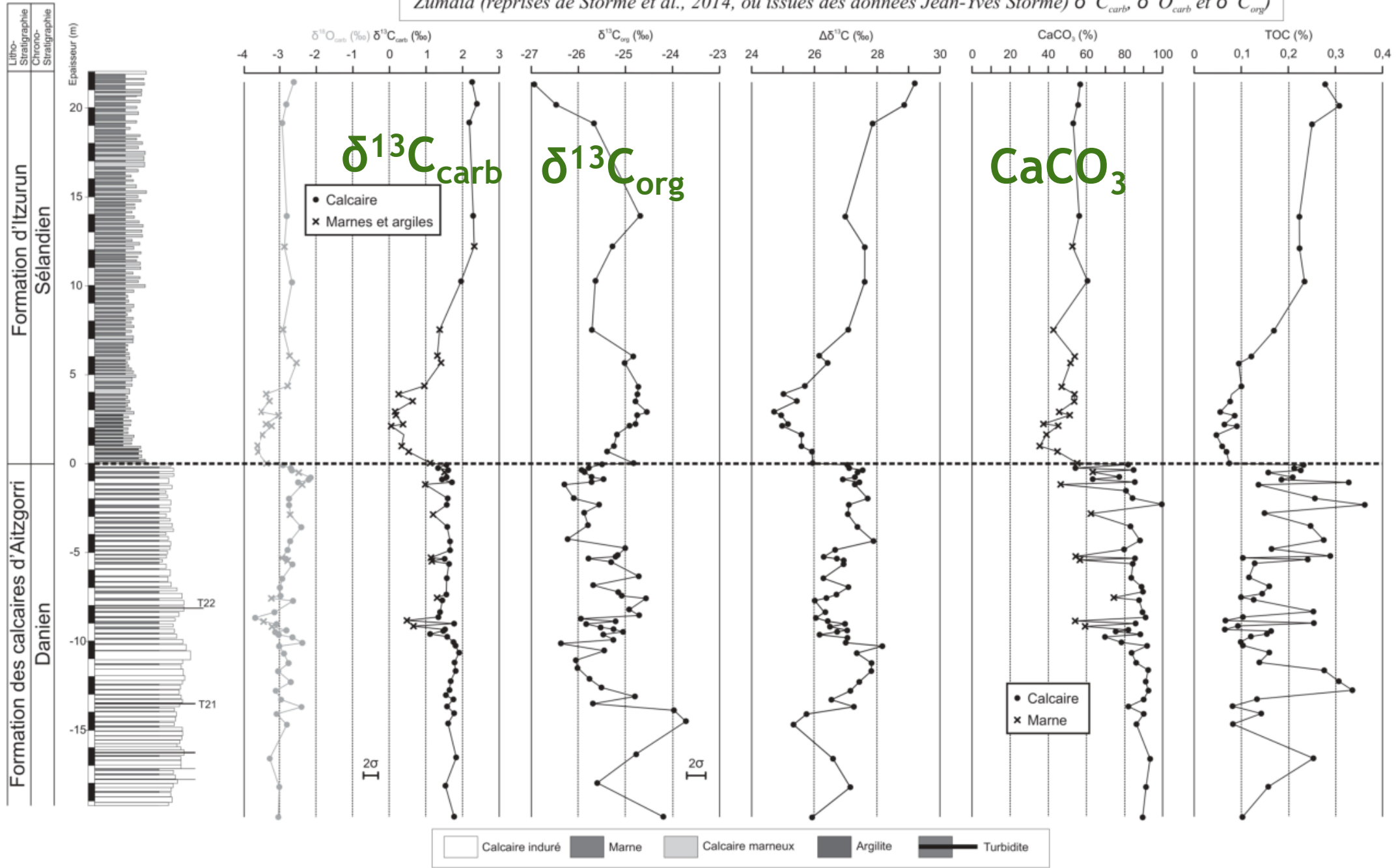


Figure 39 : Courbes de géochimie isotopique ($\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$, $\delta^{13}C_{org}$ et $\Delta\delta^{13}C$), $CaCO_3$ et TOC pour Zumaia (reprises de Storme et al., 2014, ou issues des données Jean-Yves Storme) $\delta^{13}C_{carb}$, $\delta^{18}O_{carb}$ et $\delta^{13}C_{org}$)



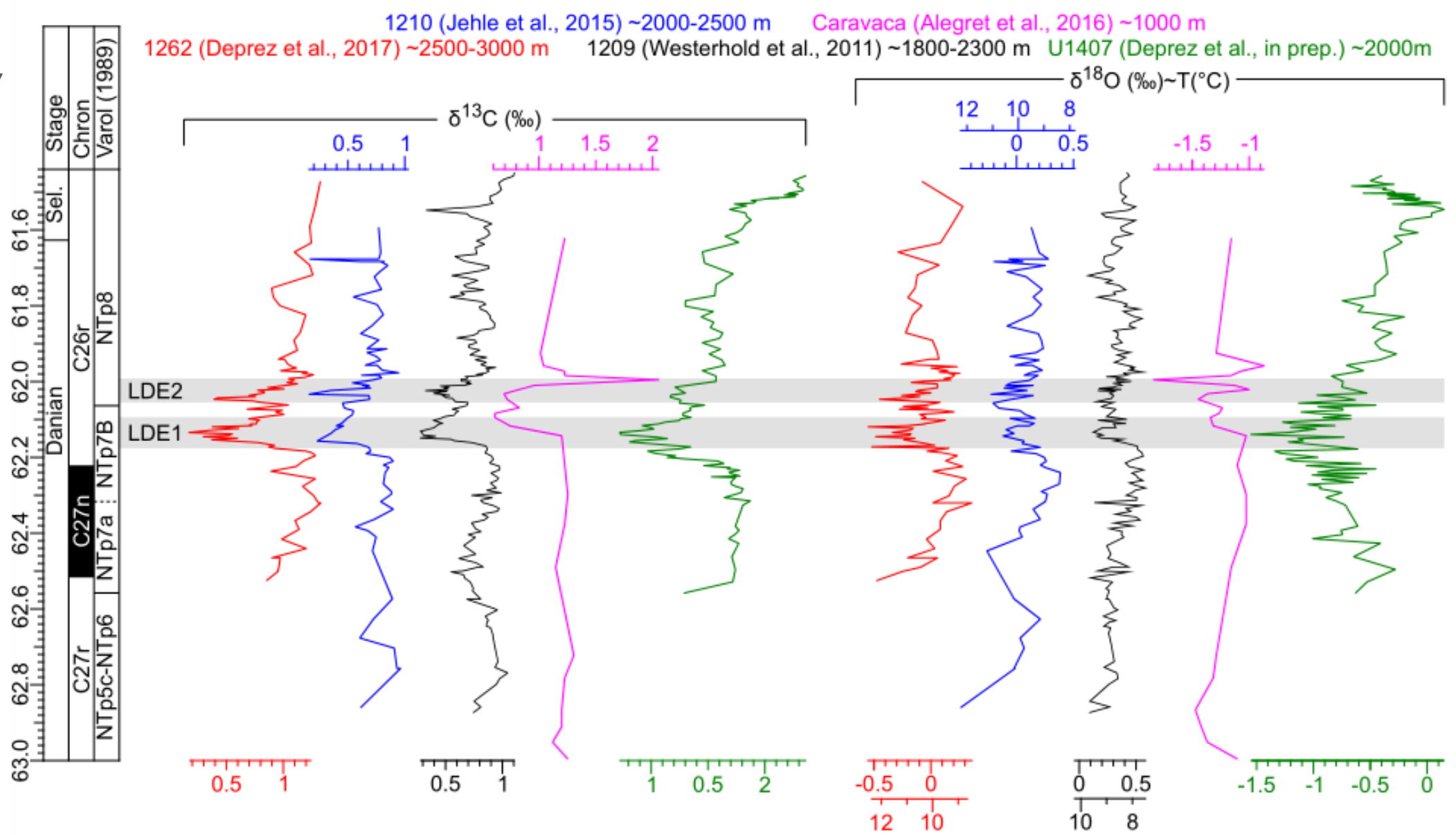
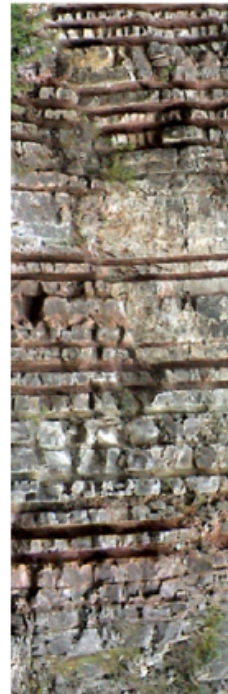


Figure 7.10. Carbon (left) and oxygen (right) *N. truempyi* isotope patterns for Walvis Ridge Site 1262, Shatsky Rise Sites 1210 and 1209, Caravaca and bulk record for Newfoundland Ridge Site U1407. Oxygen isotope patterns are in the order: Caravaca, U1407 (bulk), 1262, 1210, 1209.

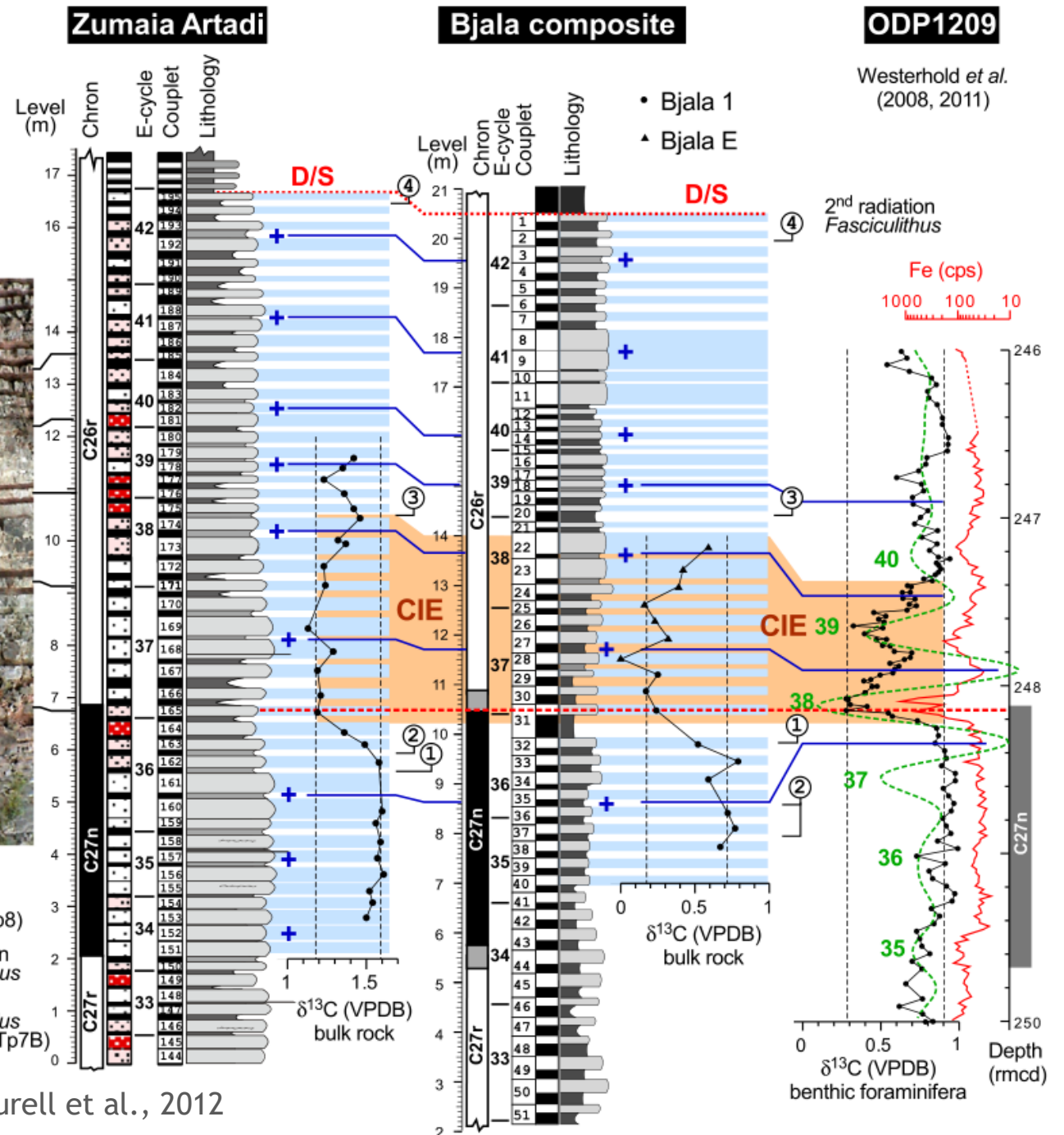
Trouver la causalité

- Pour le LDE: les isotopes de C montrent une excursion négative de ca. 0.7 ‰
- Mais la structure en double pics observée dans plusieurs coupes n'est pas retrouvée



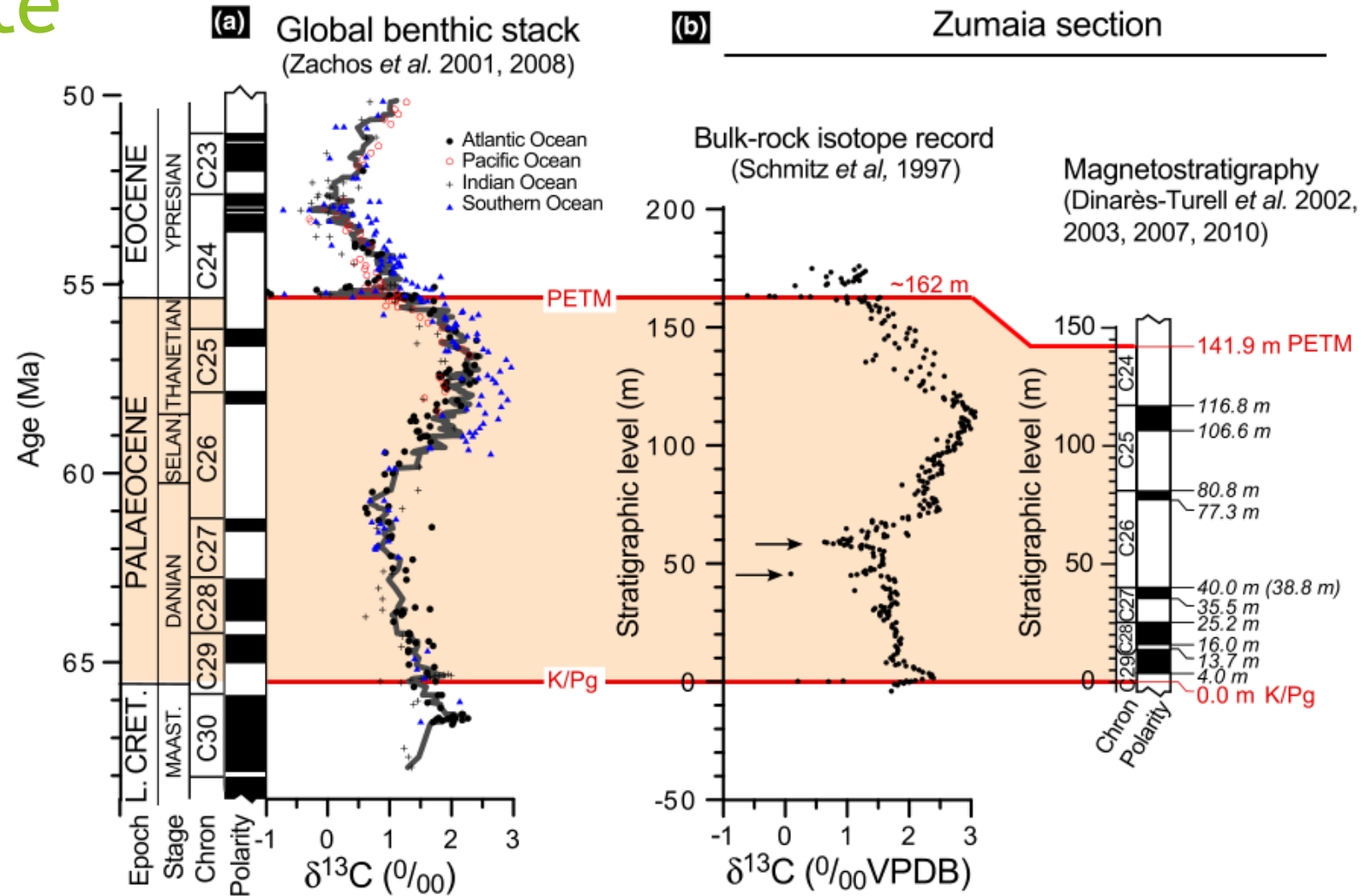
- ③ FCO
S. Primus
(NTP7/NTp8)
- ② 1st radiation
Fasciculithus
- ① FCO
C. Edentelus
(NTP7A/NTp7B)

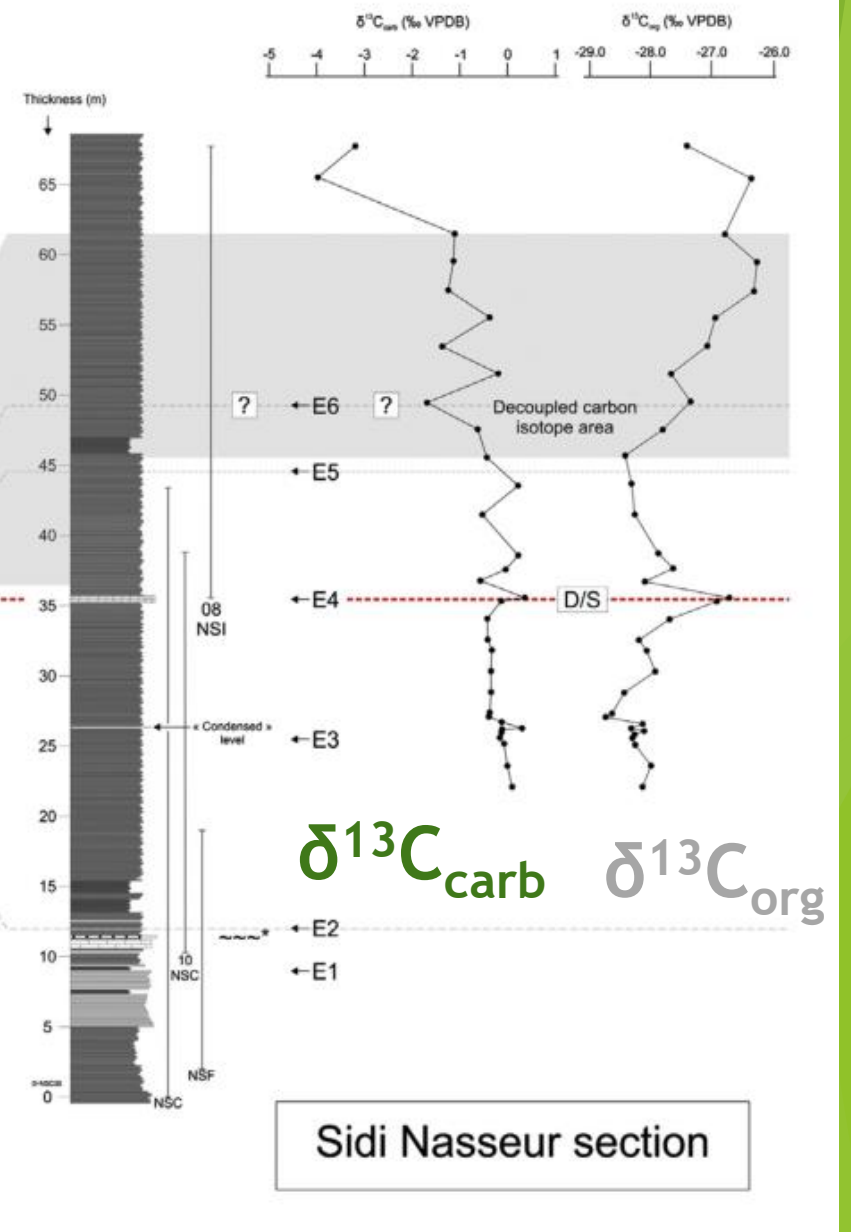
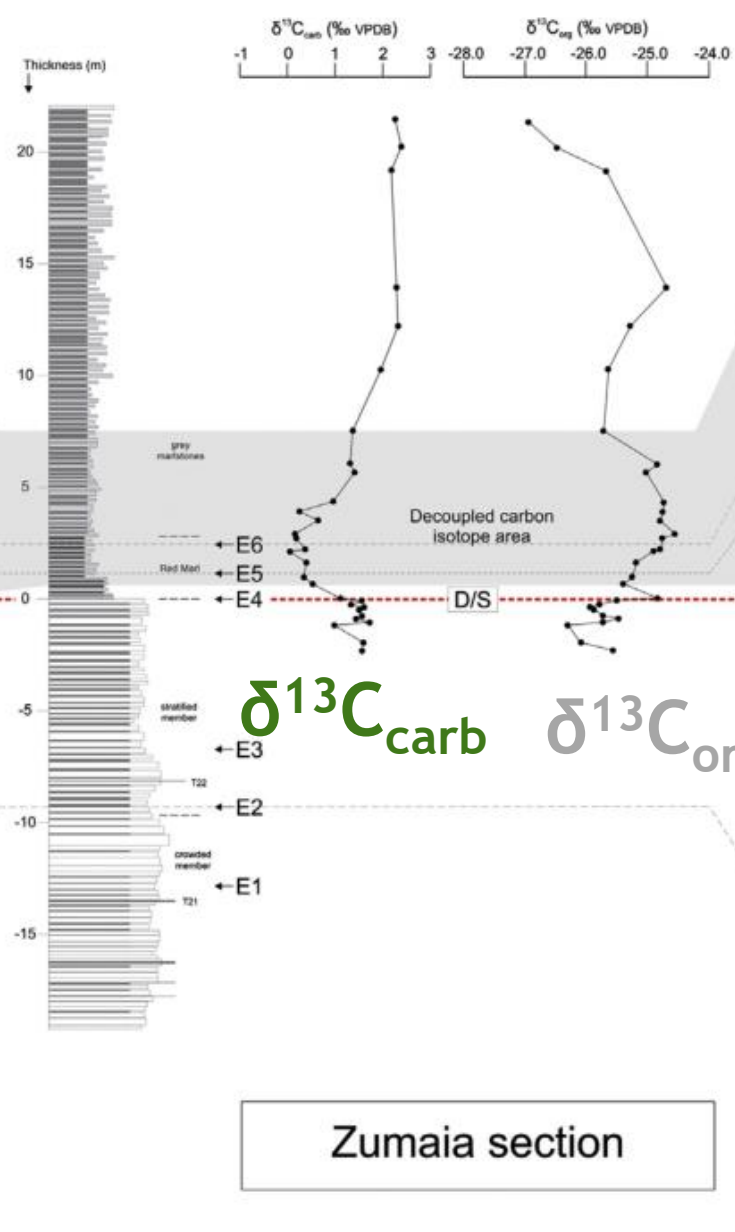
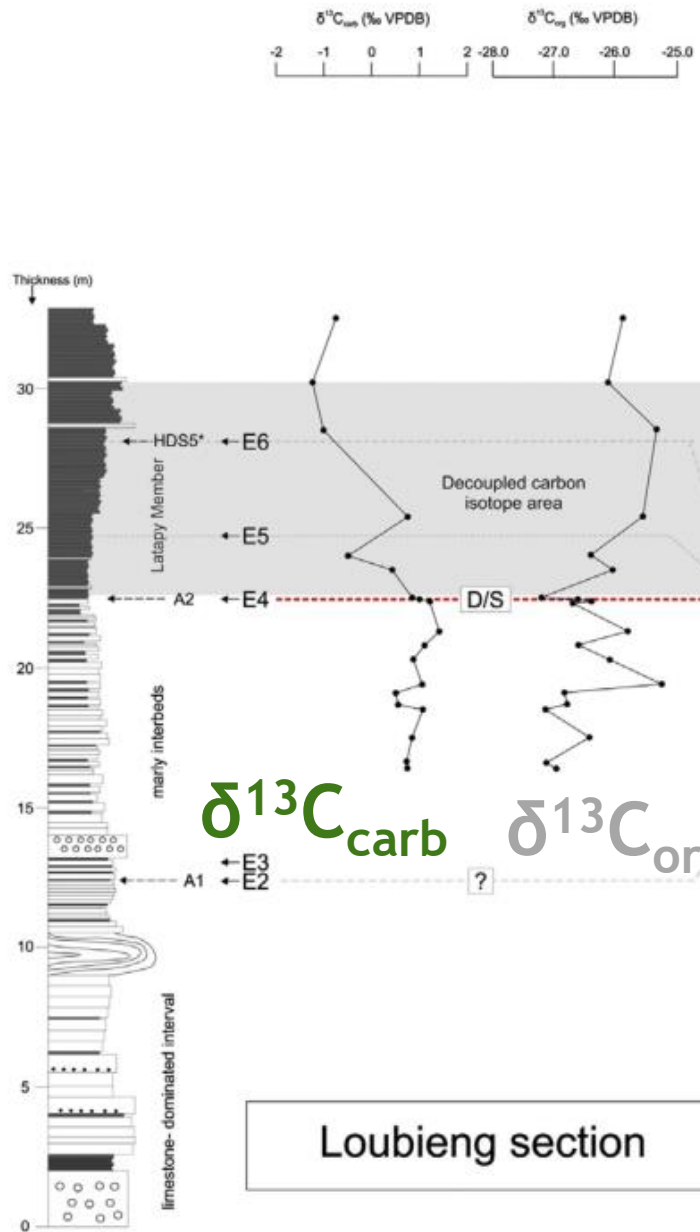
Dinares-Turell et al., 2012



Trouver la causalité

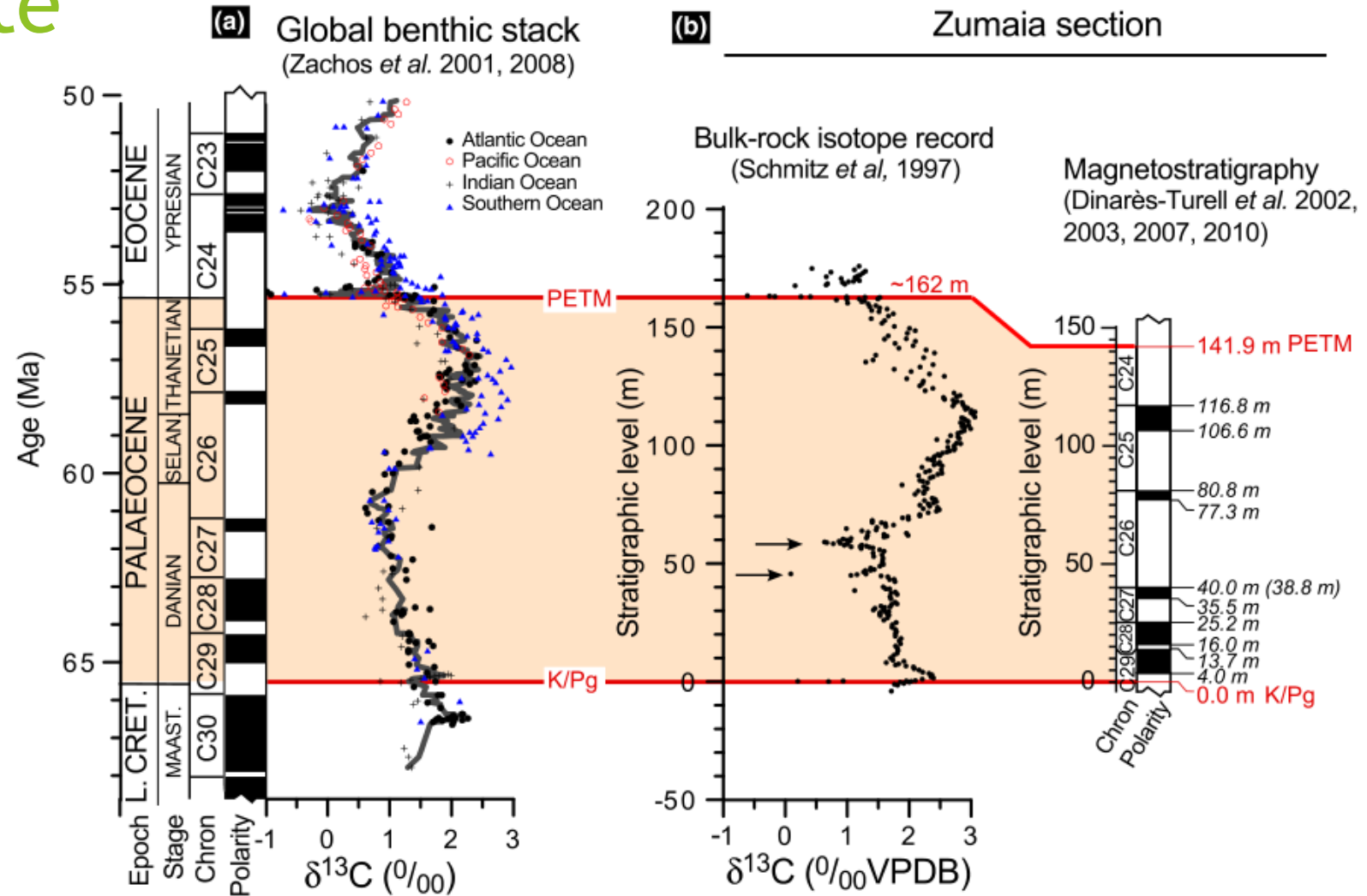
- ▶ **CIE-DS2**: pas d'équivalent clair dans la littérature





Trouver la causalité

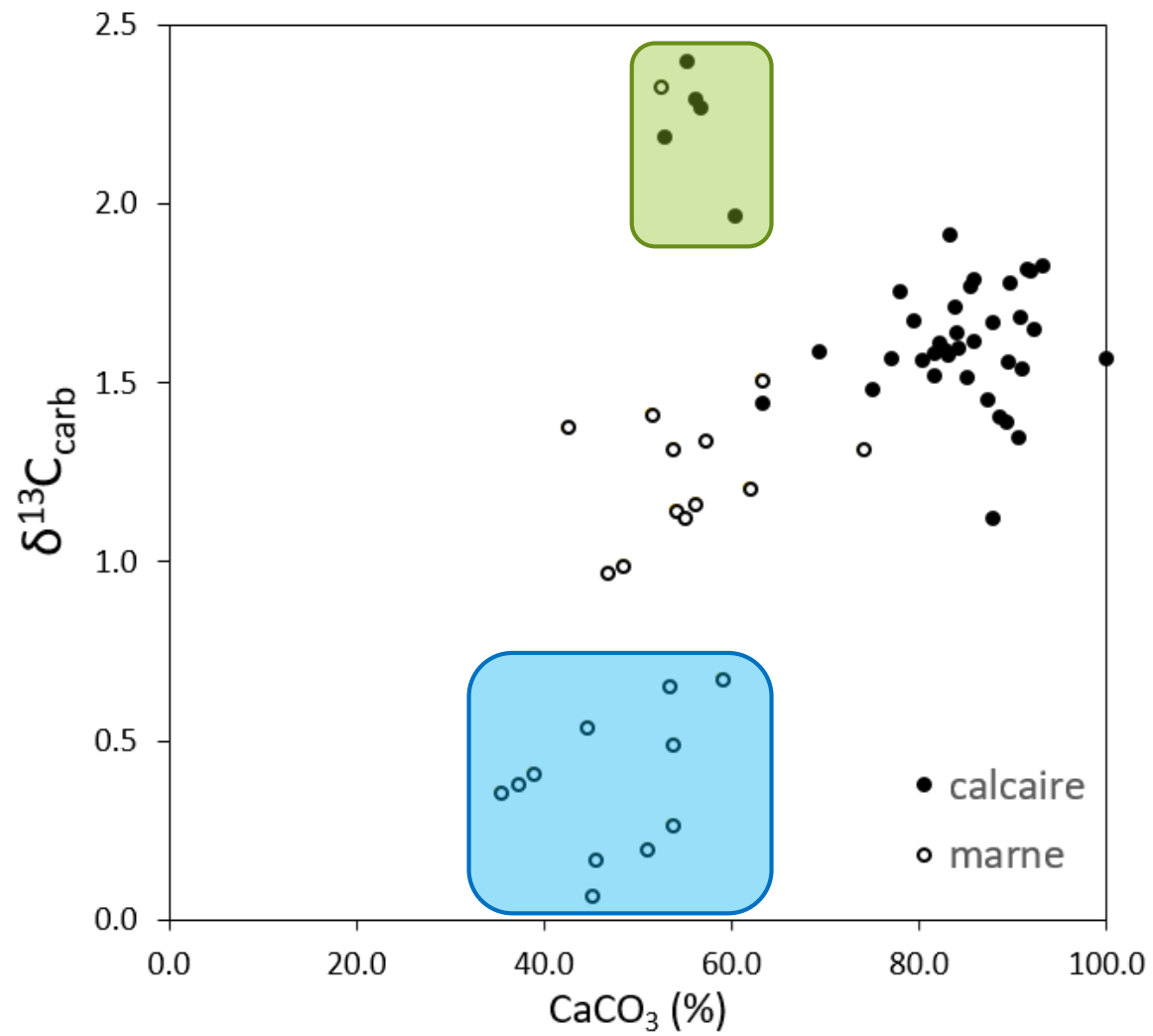
- ▶ **CIE-DS2**: pas d'équivalent clair dans la littérature
- ▶ Forts changements dépositionnels à la limite Danien-Sélandien
- ▶ Absence de bancs calcaires



Conclusions

- ▶ Fort lien entre lithologie et $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ dans la coupe de Zumaia

$\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ et CaCO_3



Conclusions

- ▶ Fort lien entre lithologie et $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ dans la coupe de Zumaia

- ▶ Cet effet pourrait être **sédimentaire**:

Les processus environnementaux contrôlant les alternances marno-calcaires influenceraient également le $\delta^{13}\text{C}$

- ▶ Cet effet pourrait être **diagénétique**:

La diagenèse affectant différemment les marnes et les calcaires, créant et renforçant les différences

- ▶ Difficulté de différencier les deux et peuvent être présents tous les deux
- ▶ **Causalité difficile à mettre en évidence**
- ▶ **Conservation de signal primaire dans les marnes à confirmer**

Merci de votre attention !



Crédits images: sudouest.fr

Bibliographie

- ▶ Arenillas, I., E. Molina, S. Ortiz, and B. Schmitz. 2008. 'Foraminiferal and $\Delta^{13}\text{C}$ Isotopic Event-Stratigraphy across the Danian-Selandian Transition at Zumaya (Northern Spain): Chronostratigraphic Implications'. *Terra Nova* 20 (1): 38-44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2007.00784.x>.
- ▶ Bornemann, André, Peter Schulte, Jorinde Sprong, Etienne Steurbaut, Mohamed Youssef, and Robert P. Speijer. 2009. 'Latest Danian Carbon Isotope Anomaly and Associated Environmental Change in the Southern Tethys (Nile Basin, Egypt)'. *Journal of the Geological Society*, 2009, 166 edition.
- ▶ Deprez, Arne, Sofie Jehle, André Bornemann, and Robert P. Speijer. 2017. 'Pronounced Biotic and Environmental Change across the Latest Danian Warming Event (LDE) at Shatsky Rise, Pacific Ocean (ODP Site 1210)'. *Marine Micropaleontology* 137 (December): 31-45. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2017.10.001>.
- ▶ Dinarès-Turell, Jaume, Victoriano Pujalte, Kristalina Stoykova, Juan I. Baceta, and Marin Ivanov. 2012. 'The Palaeocene "Top Chron C27n" Transient Greenhouse Episode: Evidence from Marine Pelagic Atlantic and Peri-Tethyan Sections'. *Terra Nova* 24 (6): 477-86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2012.01086.x>.
- ▶ Dinarès-Turell, Jaume, Thomas Westerhold, Victoriano Pujalte, Ursula Röhl, and Dick Kroon. 2014. 'Astronomical Calibration of the Danian Stage (Early Paleocene) Revisited: Settling Chronologies of Sedimentary Records across the Atlantic and Pacific Oceans'. *Earth and Planetary Science Letters* 405 (November): 119-31. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.08.027>.
- ▶ Schmitz, Birger, Frank Asaro, Eustoquio Molina, Simonetta Monechi, Katharina von Salis, and Robert P. Speijer. 1997. 'High-Resolution Iridium, ^{613}C , ^{618}O , Foraminifera and Nannofossil Profiles across the Latest Paleocene Benthic Extinction Event at Zumaya, Spain'. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1997, 133 edition.
- ▶ Schmitz, Birger, Victoriano Pujalte, Eustoquio Molina, Simonetta Monechi, Xabier Orue-Etxebarria, Robert P. Speijer, Laia Alegret, et al. 2011. 'The Global Stratotype Sections and Points for the Bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) Stages at Zumaia, Spain'. *Episodes* 34 (4): 220-43.
- ▶ Steurbaut, Etienne, and Károly Sztrákos. 2008. 'Danian/Selandian Boundary Criteria and North Sea Basin-Tethys Correlations Based on Calcareous Nannofossil and Foraminiferal Trends in SW France'. *Marine Micropaleontology* 67 (1): 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2007.08.004>.
- ▶ Storme, Jean-Yves. 2013. 'Organic Carbon and Nitrogen Isotopes of the Palaeocene-Early Eocene: Implications on Stratigraphy, Palaeoenvironment and Palaeoclimatology'. PhD. Presses universitaires de Namur.
- ▶ Storme, Jean-Yves, Etienne Steurbaut, Xavier Devleeschouwer, Christian Dupuis, Paola Iacumin, Gaëtan Rochez, and Johan Yans. 2014. 'Integrated Bio-Chemostratigraphical Correlations and Climatic Evolution across the Danian-Selandian Boundary at Low Latitudes'. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 414 (November): 212-24. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.09.002>.
- ▶ Westphal, Hildegard, Jonathan Lavi, and Axel Munnecke. 2015. 'Diagenesis Makes the Impossible Come True: Intersecting Beds in Calcareous Turbidites'. *Facies* 61 (2): 3. <https://doi.org/10.1007/s10347-015-0427-7>.