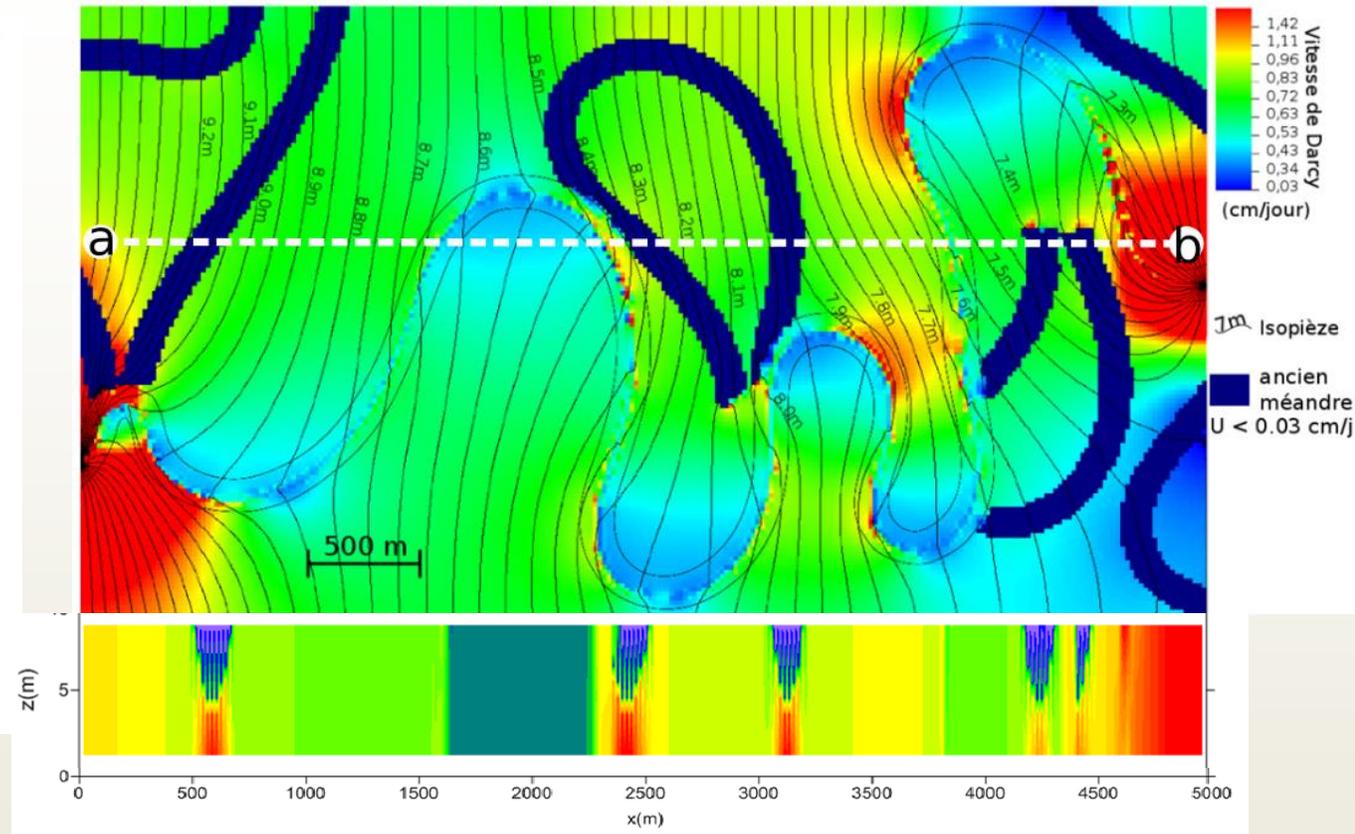
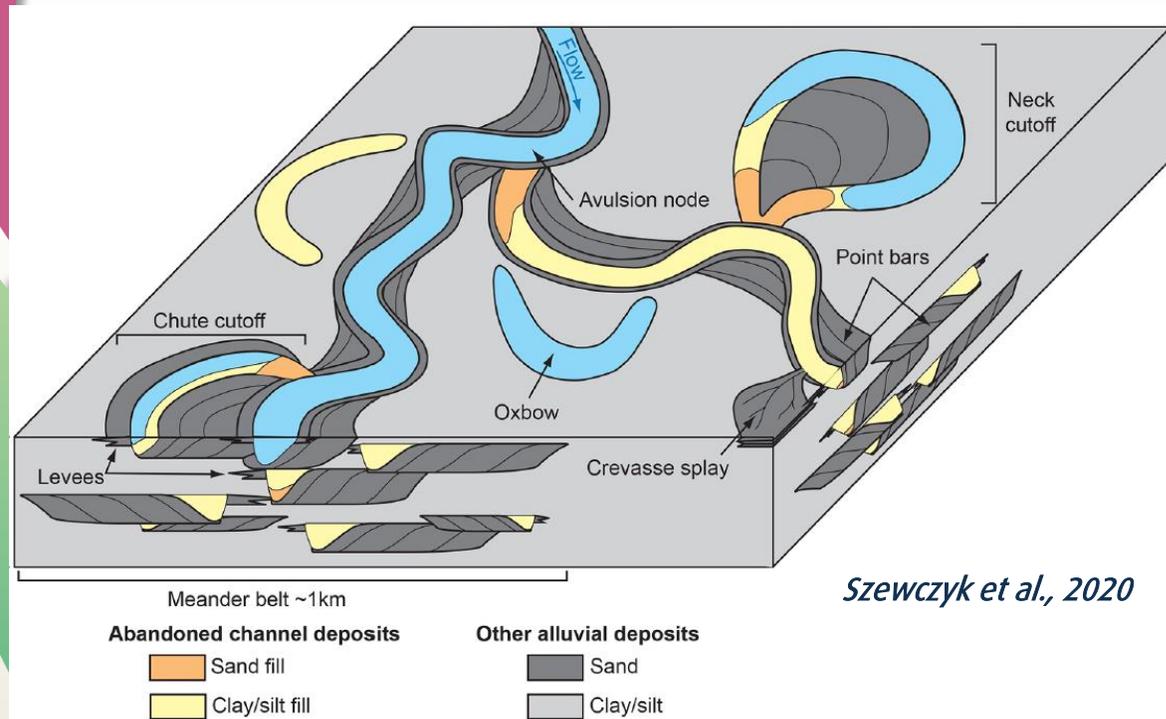


Évolution des paysages dans le territoire de la Petite Seine depuis le Néolithique, restitution des tracés fluviatiles et contexte paléoenvironnemental

Damien Huyghe & Arnaud Huguet,

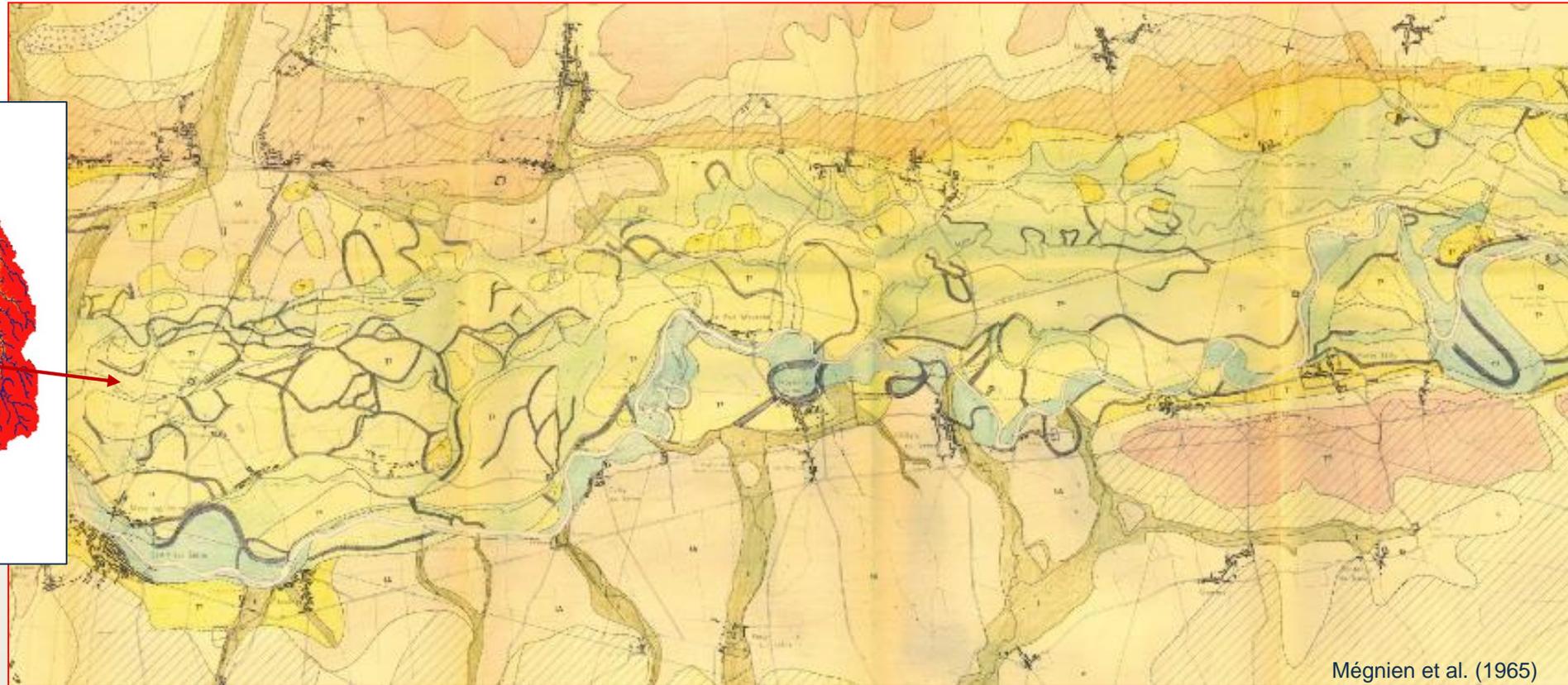
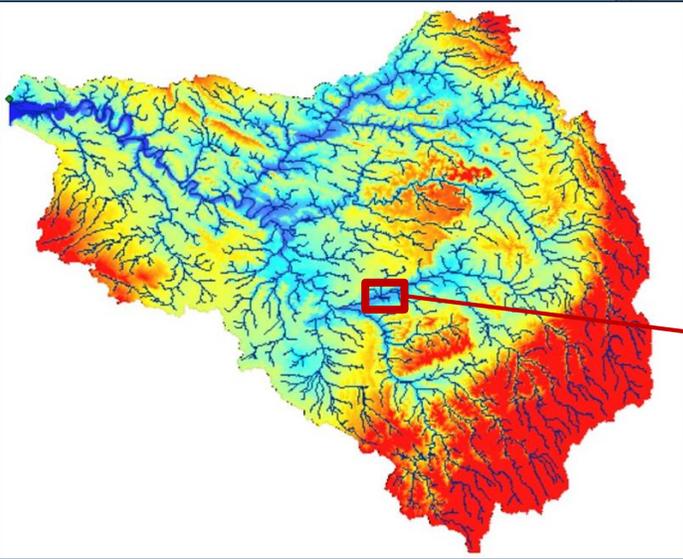
Christophe Petit, Patrick Gouge, Laurence Lestel & Jean-Louis Grimaud

Les chenaux abandonnés



- ⇒ Les plaines alluviales sont des entités géologiques **dynamiques**
- ⇒ Le transport sédimentaire et l'érosion par les rivières induisent la modification de leur cours
- ⇒ Il en résulte l'**abandon de chenaux** avec un remplissage hétérogène : **impact sur écoulements**

Chenaux abandonnés dans la Bassée



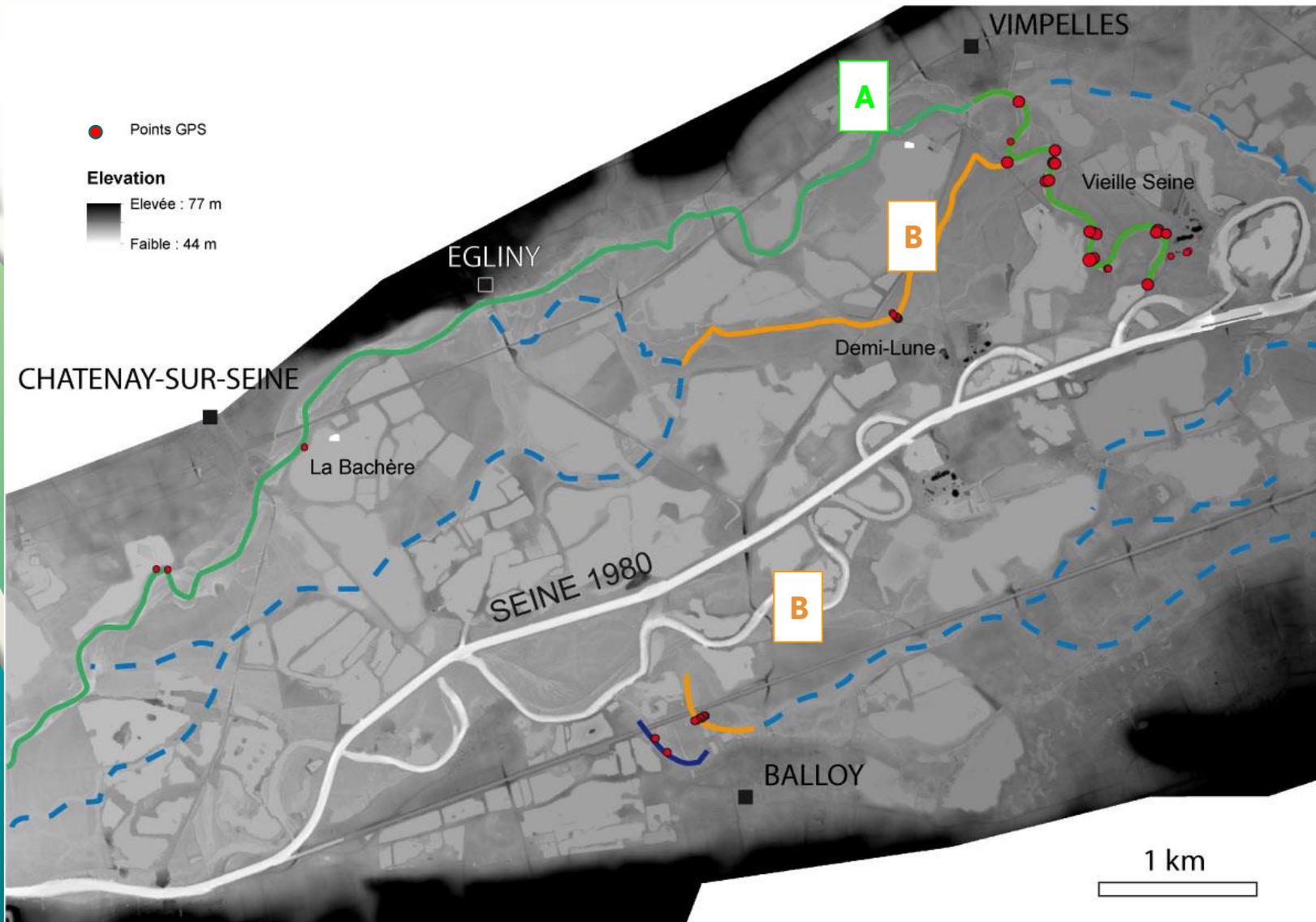
⇒ Nombreux chenaux avec un remplissage principalement argileux à la surface ; mais sur quelle profondeur et comment se sont effectués ces remplissages?

⇒ Témoignent de l'évolution du cours de la Seine ; mais à quelles échelles et dans quel contexte paléo-environnemental?

Objectifs de l'action

- ⇒ Apporter un éclairage sur l'évolution géomorphologique de ces abandons (i) parfois grâce à des documents historiques et (ii) également par l'analyse du contenu sédimentaire
- ⇒ Caractériser les conditions paléo-environnementales d'abandon de ces chenaux et notamment la température
- ⇒ A terme les résultats permettront d'améliorer les modèles géologiques utilisés pour simuler les écoulements dans la Bassée

Sites d'étude : zone en aval de Bray



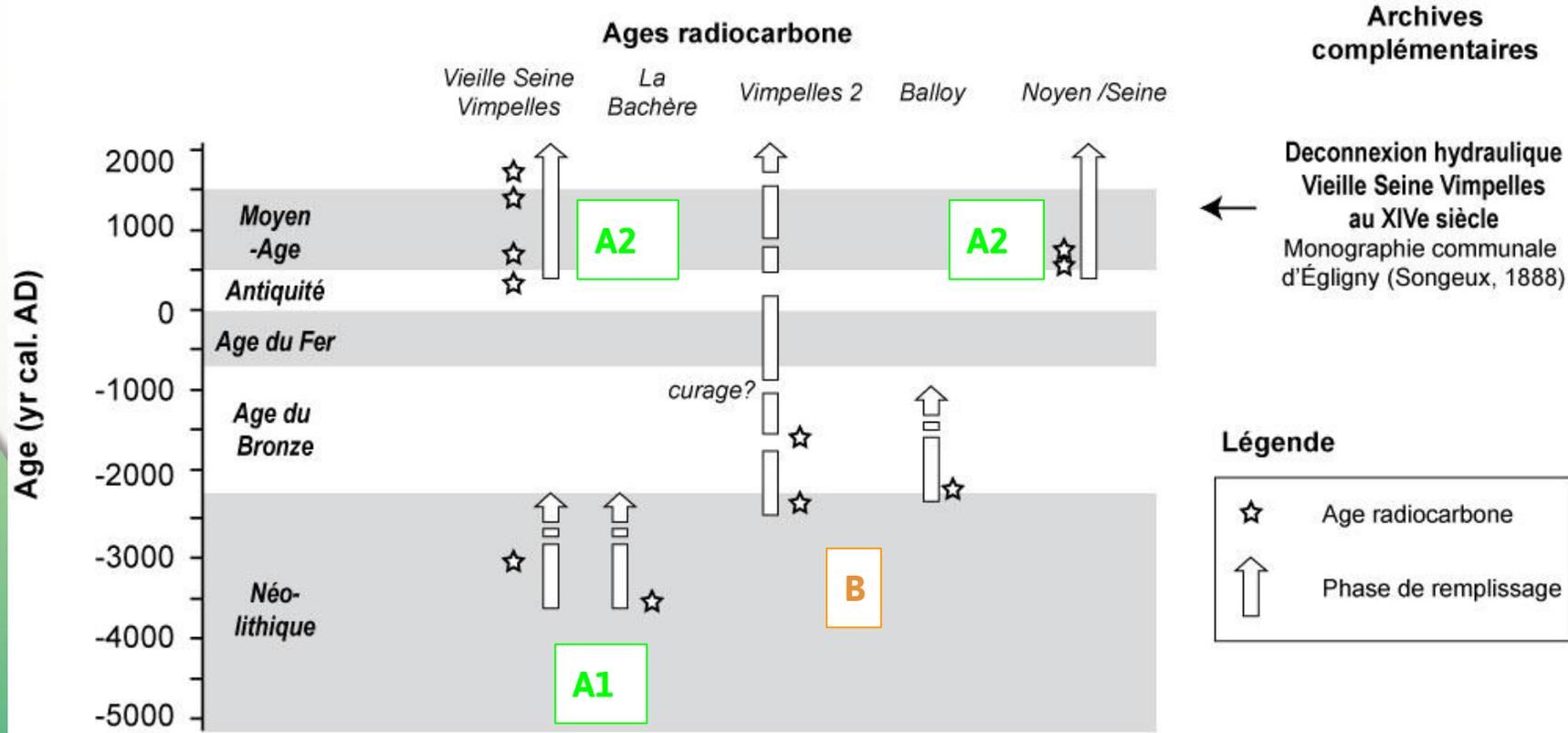
⇒ Plusieurs systèmes de paléo-chenaux étudiés, avec notamment la Vieille Seine de Vimpeles

⇒ Description des remplissages sédimentaires et datations radiocarbone

⇒ Restitution des paléo-débits grâce à l'analyse des morphologies

⇒ Analyse du contenu des chenaux (MO, pollens, coquilles) en cours

Résultats principaux : datation des abandons



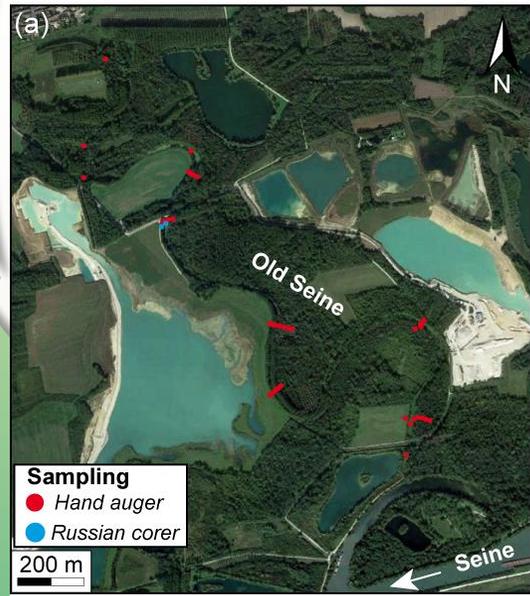
Wever, 1963

⇒ Un même système peut être actif plusieurs fois => **réactivation** des anciens bras (ex : système Vieille Seine- La Bachère)

⇒ On recense des systèmes abandonnés simultanément (Vieille Seine- Noyen (en amont de Bray)) + paléo-débits plus faibles qu'à l'actuel => système probablement **anabranché**

⇒ Au sein des remplissages, des dépôts plus vieux se retrouvent au dessus de plus jeunes, ce qui peut indiquer des curages => **entretien par l'Homme**

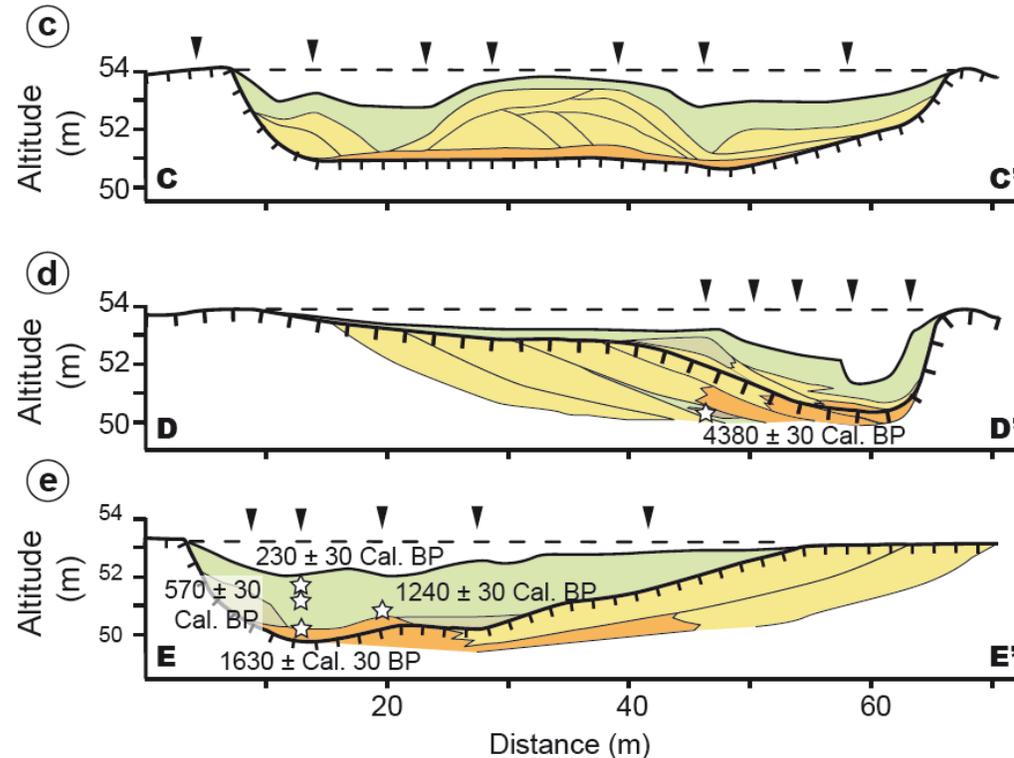
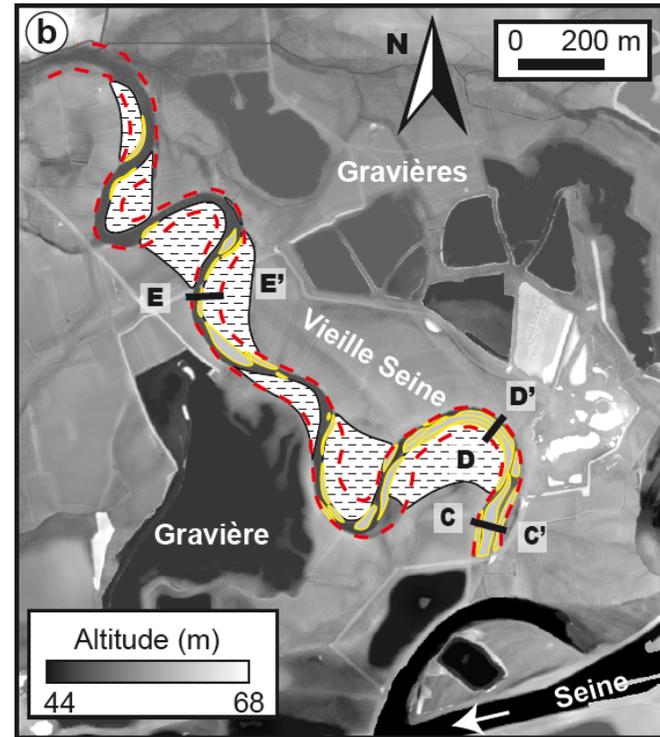
Etude de détail : la Vieille Seine à Vimpelles



- ⇒ Site exceptionnel bien marqué dans la topographie sur 3 km de long
- ⇒ Cartographie de la morphologie du chenal
- ⇒ Une trentaine de sondages réalisés à la tarière dans le chenal

- ⇒ Localement, sondage effectué en continu dans les parties tourbeuses
- ⇒ Support des analyses géochimiques, palynologiques et organiques pour préciser les paléo-environnements

Etude de détail : la Vieille Seine à Vimpelles



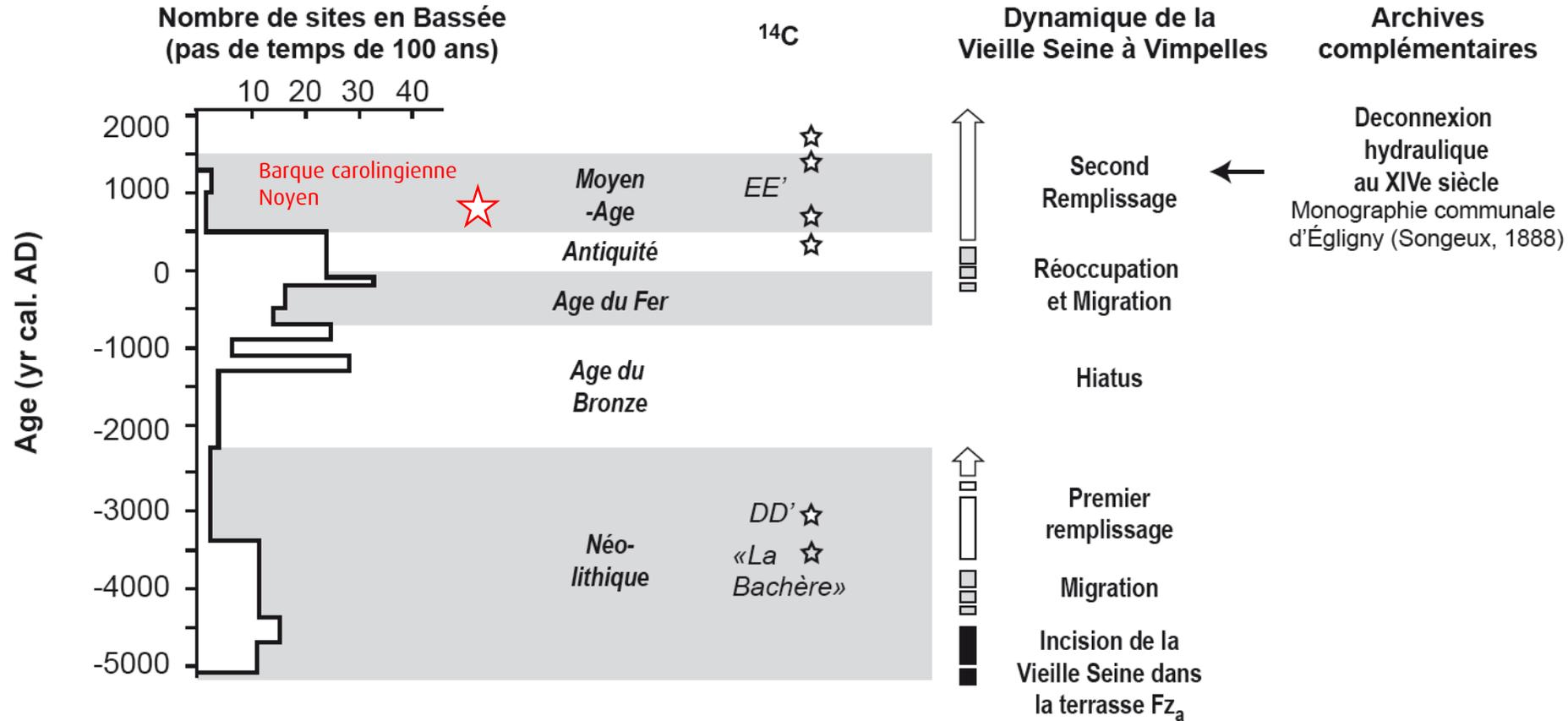
Petit et al. (in press)



⇒ Remplissage hétérogène avec une partie plus sableuse en amont : bouchon de remplissage pendant la déconnexion => partie plus perméable facilitant les échanges avec la rivière

⇒ Le reste est très argileux et enregistre le temps long depuis l'Antiquité (taux 0,8 mm/an)

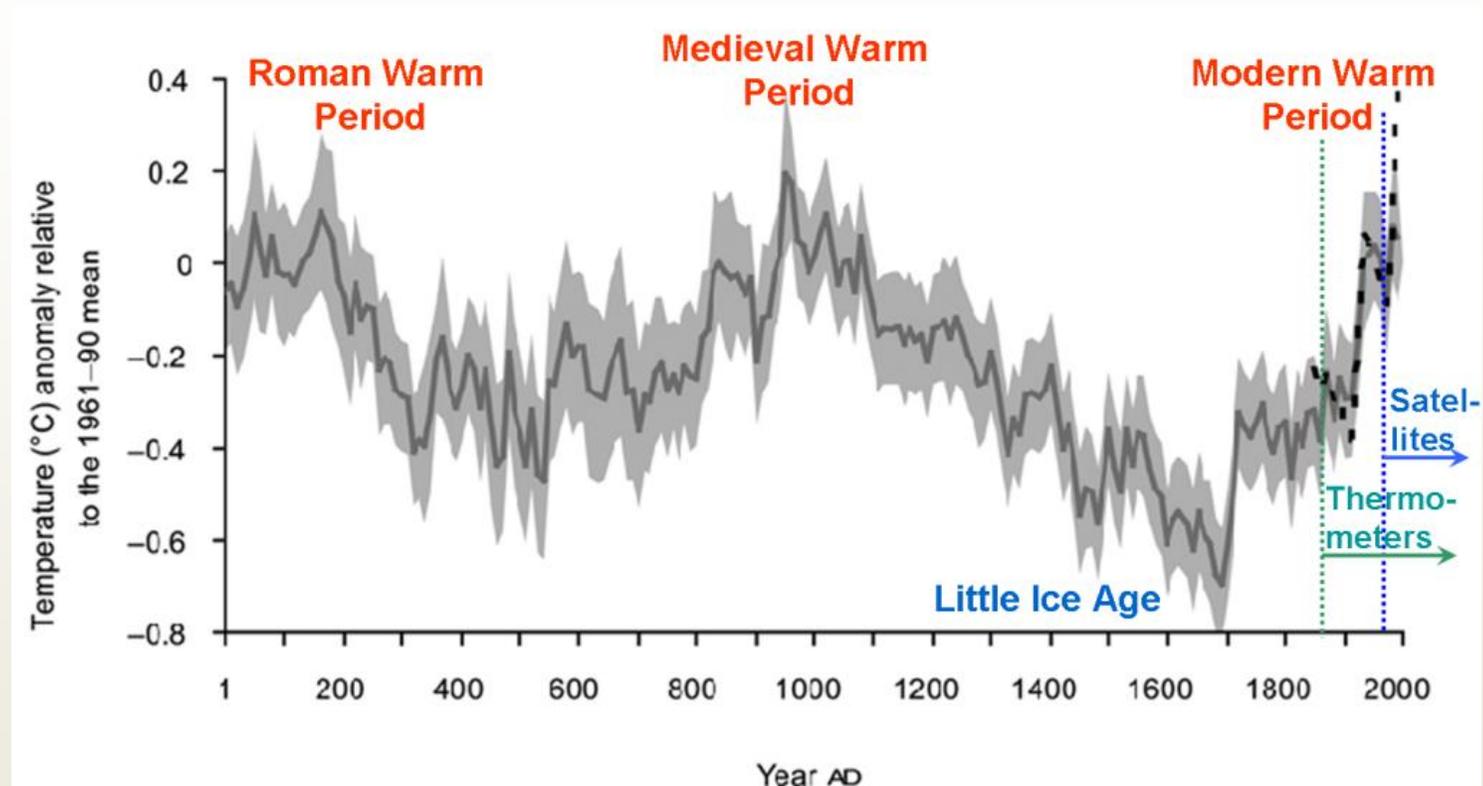
Etude de détail : la Vieille Seine à Vimpelles



Petit et al. (in press)

- ⇒ Enregistrement cohérent avec les données archéologiques
 - ⇒ Archives locales
 - ⇒ Site de fouille en aval
- ⇒ Réoccupations séparées par un hiatus
- ⇒ Paléo-débit estimé inférieur à l'actuel, suggère un réseau anabranché

Contexte climatique historique



Ljungqvist, 2010

Biomarqueurs et reconstruction des paléoenvironnements



⇒ **Biomarqueurs (marqueur biologique, fossile géochimique):**

Molécule qui possède la propriété de résister au cycle biochimique et de s'intégrer à la géosphère tout en conservant une structure permettant d'établir un lien avec son produit naturel précurseur.

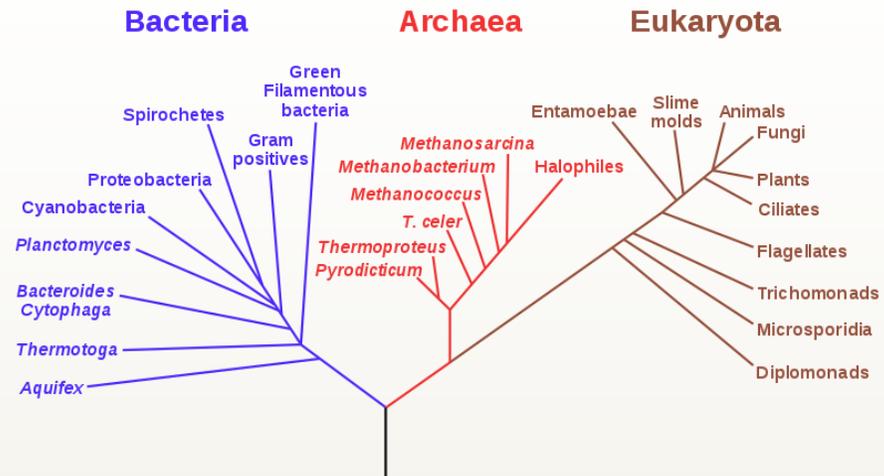
Composés chimiques liés à des organismes spécifiques, fournissant des informations écologiques, (paléo)environnementales (température, salinité...) ou sur l'âge.

→ Biomarqueurs issus des tissus des (micro)organismes (membranes cellulaires, cuticules des feuilles, pigments ou résines...)

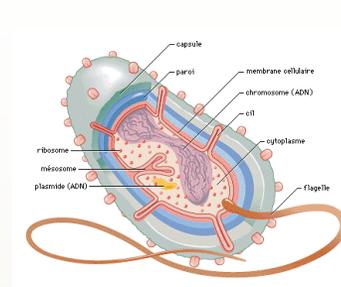
Molécules résistantes qui sont préservées et s'altèrent peu au cours du temps. Permettent d'identifier les organismes sources dont elles sont issues et/ou les conditions dans lesquelles elles ont été produites.

Biomarqueurs microbiens

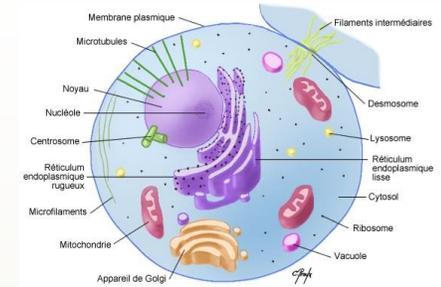
Arbre phylogénétique montrant les trois domaines de la vie



Prokaryotes

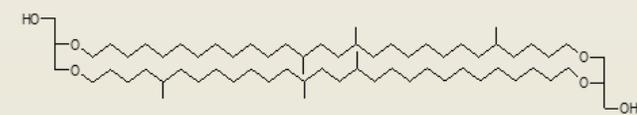
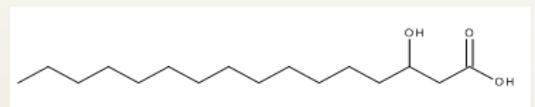


Eucaryotes



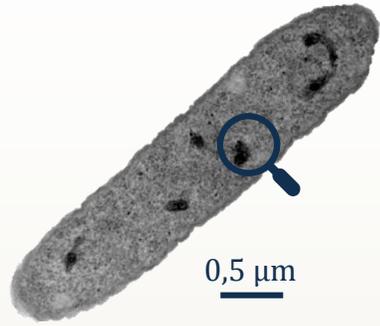
Micro-organismes

Modification de la membrane lipidique (adaptation homéovisqueuse)

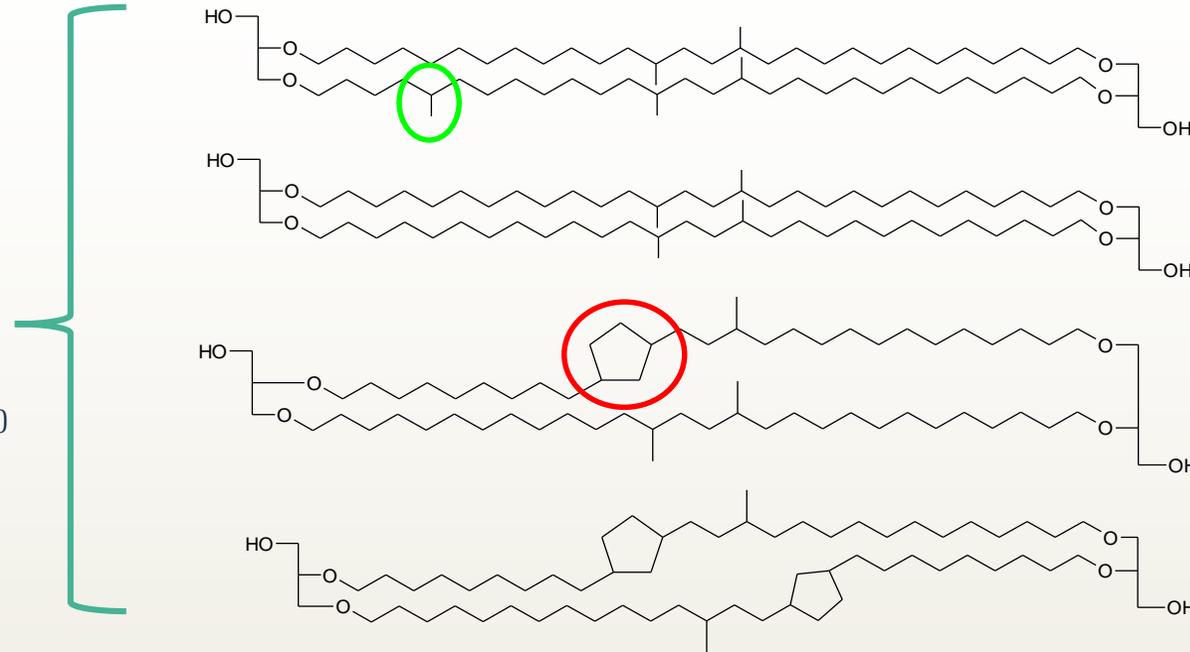


→ Marqueurs (proxies) microbiens : estimation des paramètres environnementaux durant la biosynthèse des molécules

Les tetraéthers bactériens : marqueurs de température/pH



Terriglobus saanensis, Acidobacteria (Rawat et al., 2012)



Exemples de
tetraéthers
(GDGTs)
bactériens

⇒ Produits par des bactéries encore non identifiées dans les environnements terrestres et aquatiques

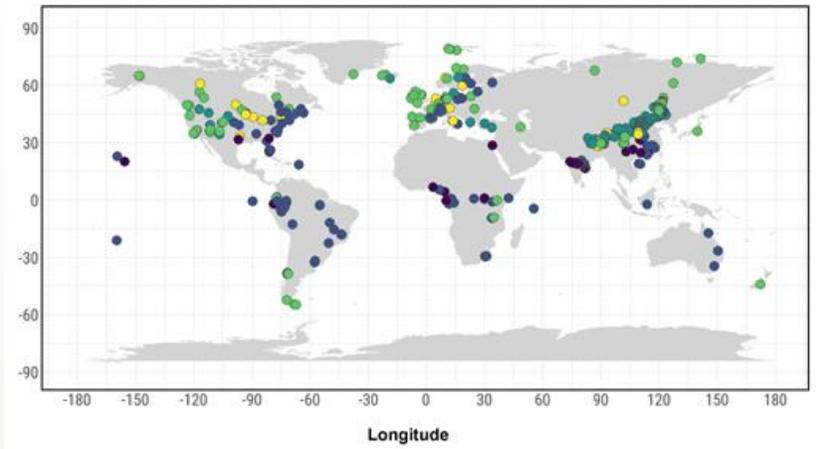
Structure liée aux paramètres environnementaux :

→ Degré de **méthylation** (indice MBT'_{5Me}) = f (T)

→ Degré de **cyclisation** (indice CBT) = f (pH)

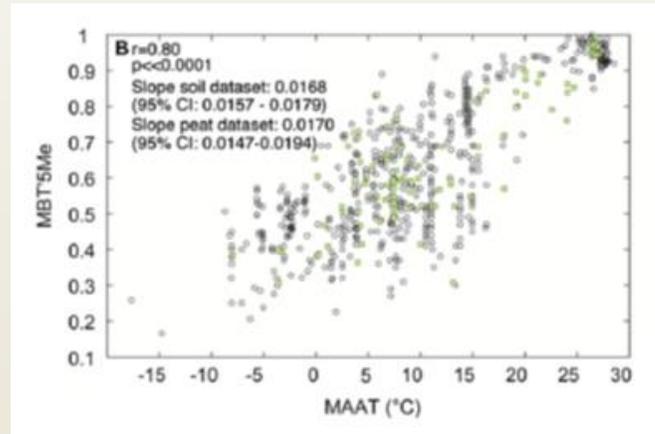
Seul marqueur organique de température et de pH disponible en milieu terrestre

Les tetraéthers bactériens : marqueurs de température/pH



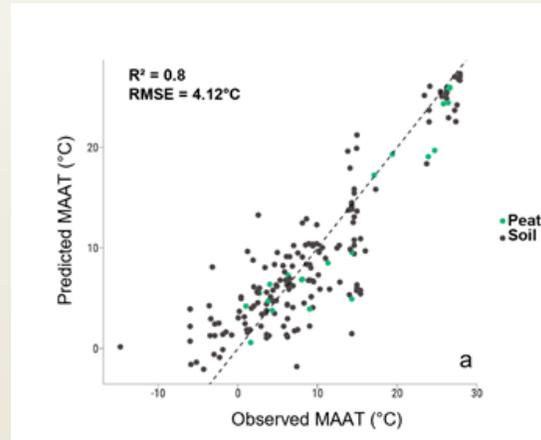
Calibrations entre la structure des tetraéthers et la température/le pH développées à partir d'échantillons de sols/tourbes (milieu terrestre) ou sédiments lacustres (milieu aquatique)

Différents modèles proposés au niveau mondial ou régional



Modèle bayésien, 660 échantillons sol/tourbe
Erreur : 6,0 °C

Dearing Crampton-Flood et al., 2020



Modèle random forest, 775 échantillons sol/tourbe

Erreur : 4,1 °C

Véquaud et al., soumis

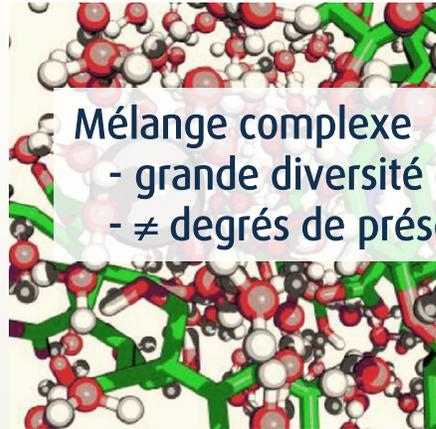
→ Erreur résiduelle : influence d'autres facteurs environnementaux (humidité, végétation...) sur la distribution des tetraéthers, production saisonnière des lipides...

Préparation des échantillons

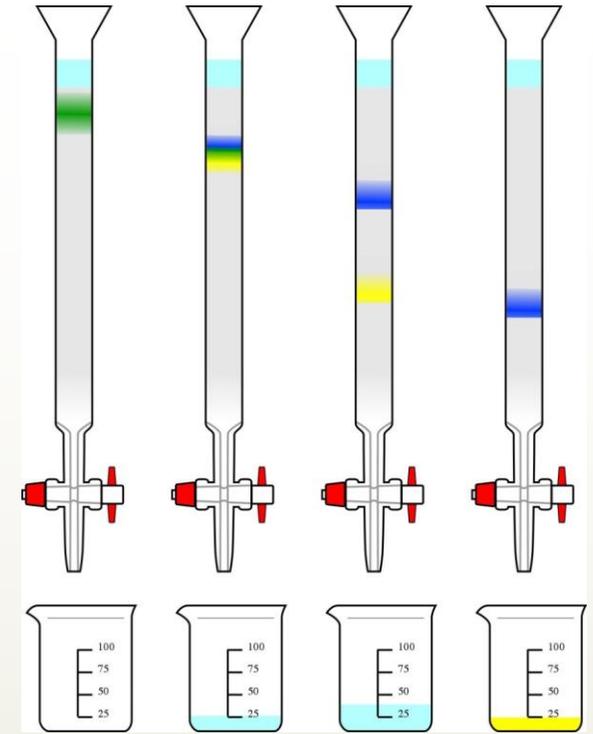
Extraction aux solvants organiques



Extrait lipidique

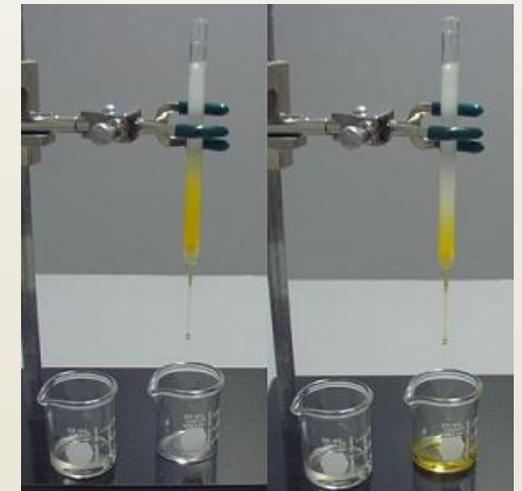


Séparation sur silice/alumine

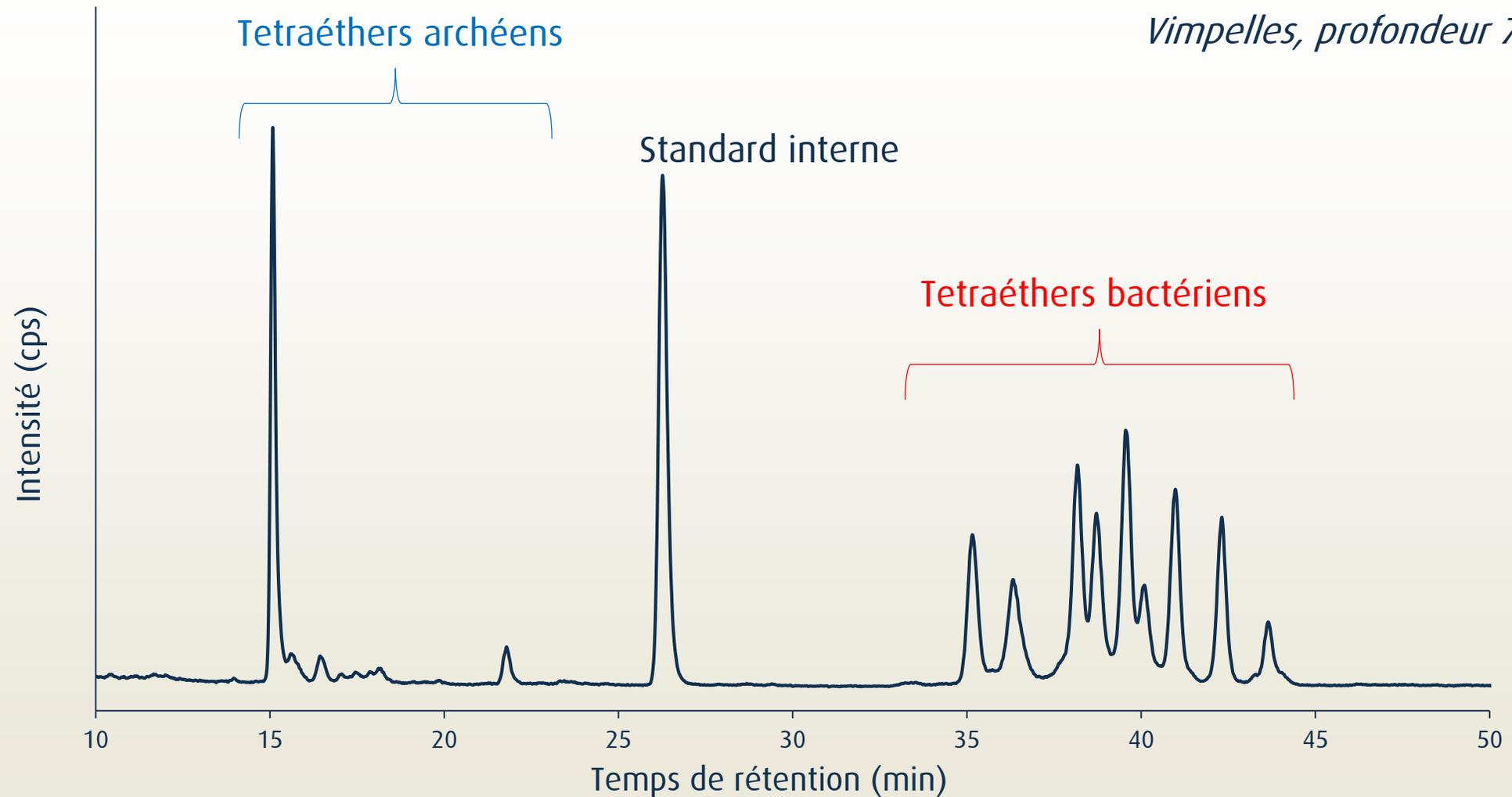


Analyse des fractions par chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (GDGTs)

Fractions lipidiques de plus faible complexité



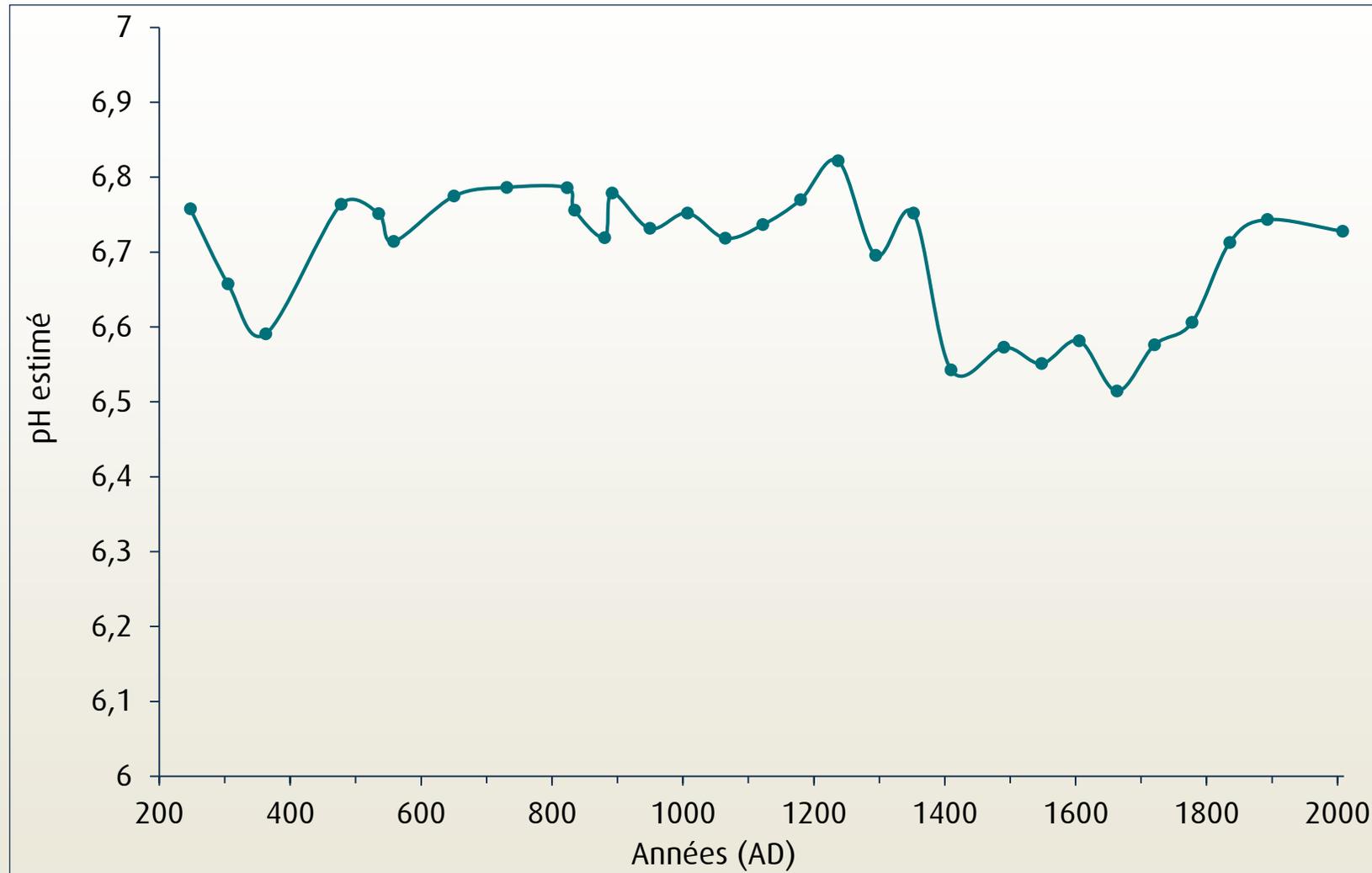
Chromatogramme - tetraéthers



→ Intégration de l'aire de chaque pic, puis application des fonctions de transfert pour la reconstruction des paramètres environnementaux

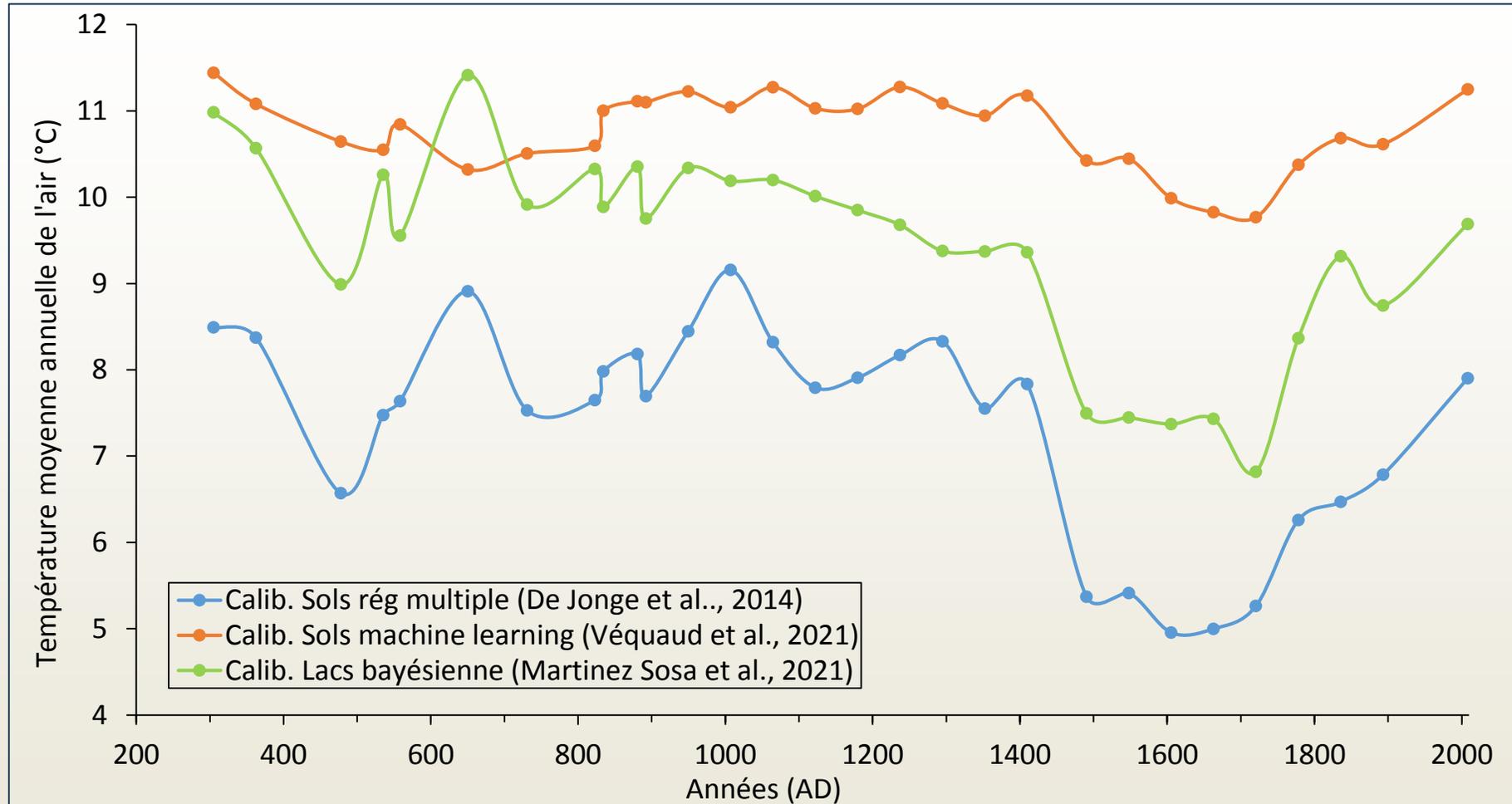
Reconstruction du pH

Calibration globale sols; De Jonge et al., 2014



→ Pas de variation significative du pH de l'archive sédimentaire et de l'origine des composés

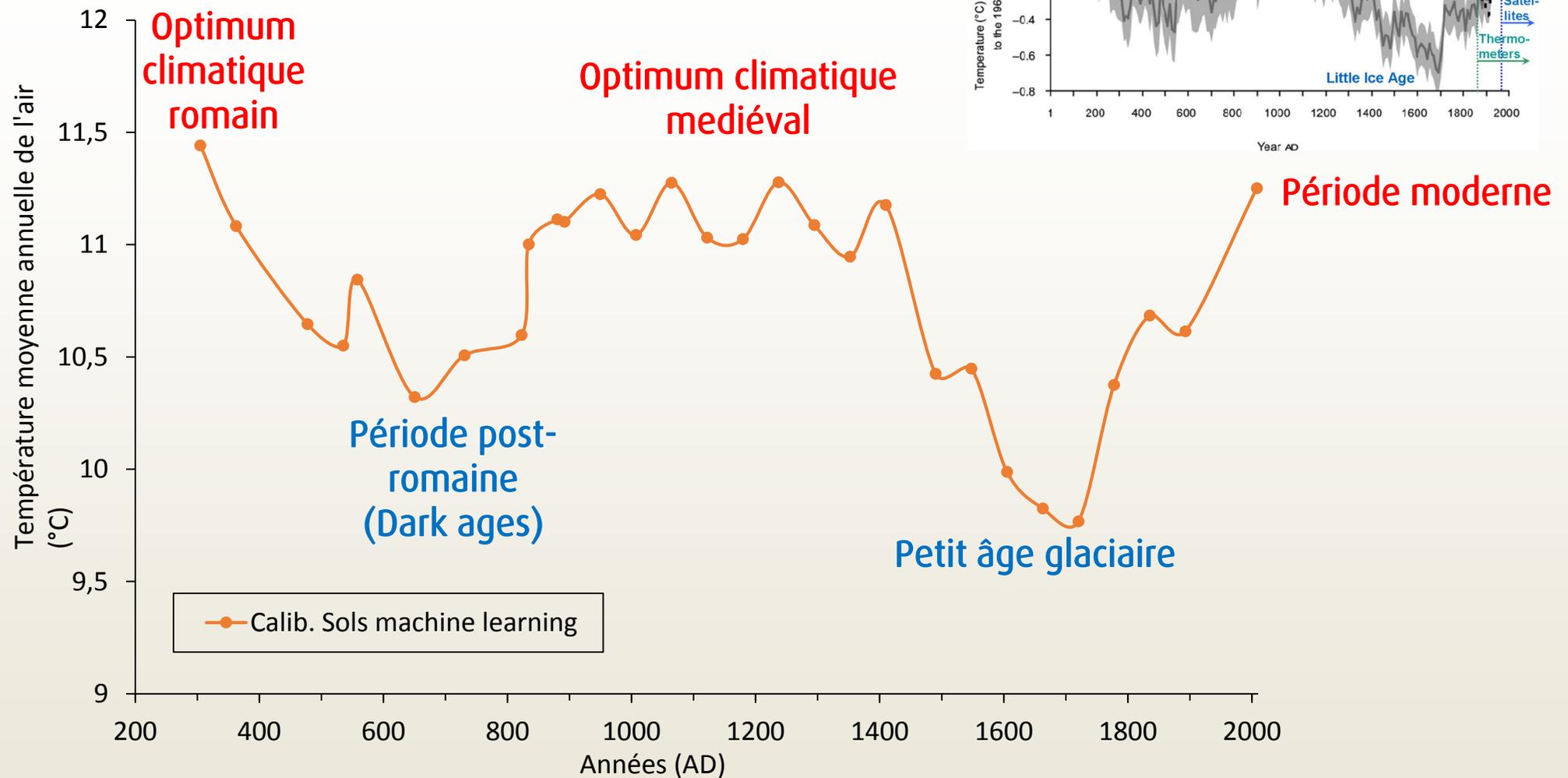
Reconstruction de la température



→ **Mêmes tendances qualitatives, mais valeurs absolues de T et amplitude différent** en fonction de la calibration utilisée.

→ **Modèle machine learning (sols)** fournit les températures actuelles les plus proches de celles attendues.

Reconstruction de la température



⇒ Principaux événements climatiques reconstruits par les tétraéthères à Vimpelles

Conclusions

- ⇒ Première application des tétraéthers comme marqueurs de température sur une archive sédimentaire dans le bassin de la Seine
- ⇒ Reconstruction des conditions climatiques au niveau des chenaux abandonnés de la Bassée, principaux événements identifiés
- ⇒ Amélioration de la robustesse des reconstructions via une approche multi-marqueurs (clumped isotopes des carbonates $\Delta 47$)
- ⇒ Contexte paléo-environnemental : reconstruction à venir de la végétation (pollen, *n*-alcanes)
- ⇒ Eclairage sur l'évolution géomorphologique et les conditions paléo-environnementales et climatiques d'abandon des chenaux de la Bassée



Merci pour votre attention !