



Sortie n°7

–

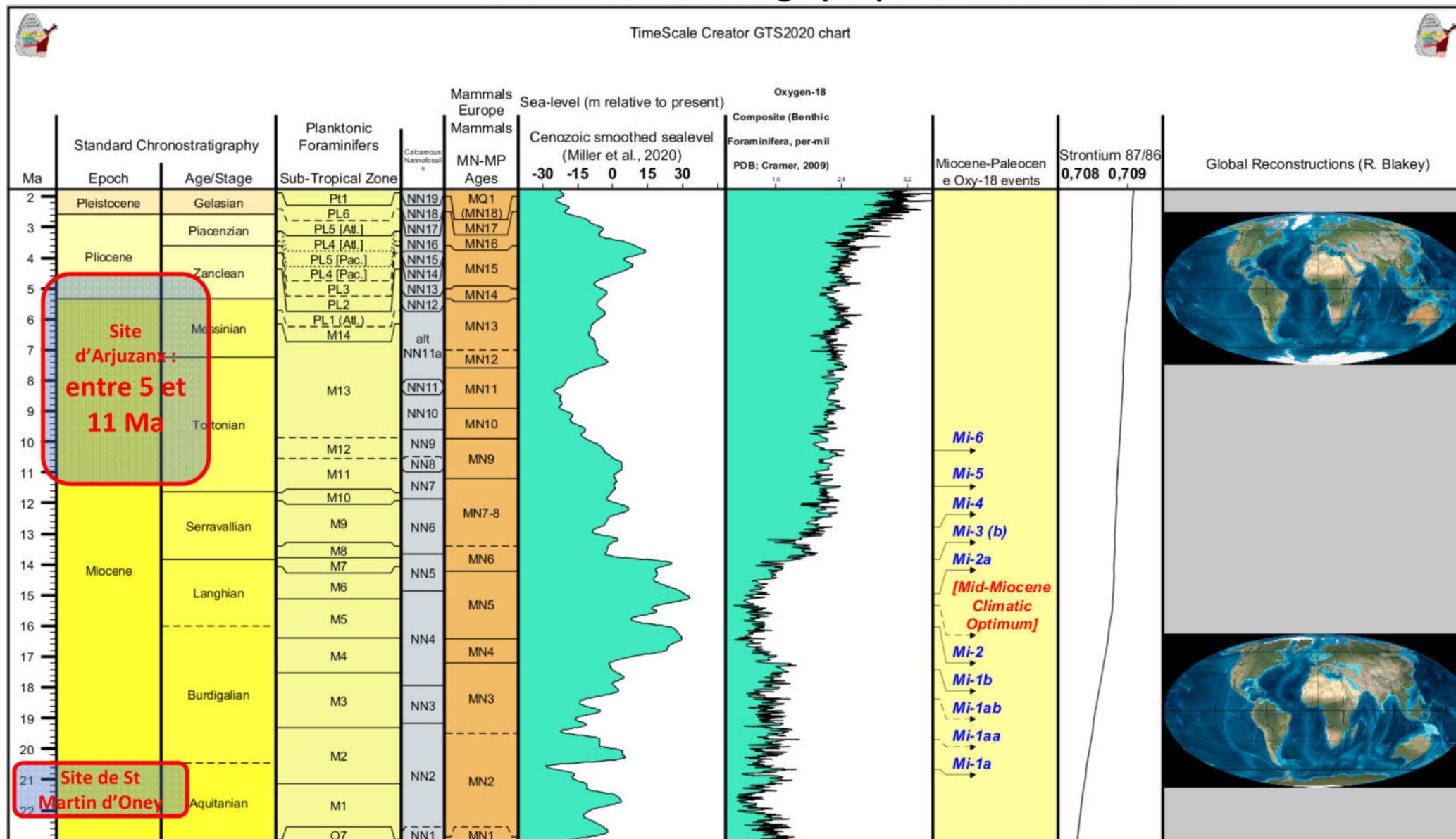
**Environnements
de dépôts et
climats
passés dans les
Landes
– Arjuzanx et
Saint Martin
d’Oney**

Vue aérienne d'une portion de l'embâcle central, 2011

Source : Maxime Boivin

<https://www.acfas.ca/publications/magazine/2011/11/lorsque-bois-n-arrive-plus-mer>

Le cadre chronostratigraphique et ses incertitudes



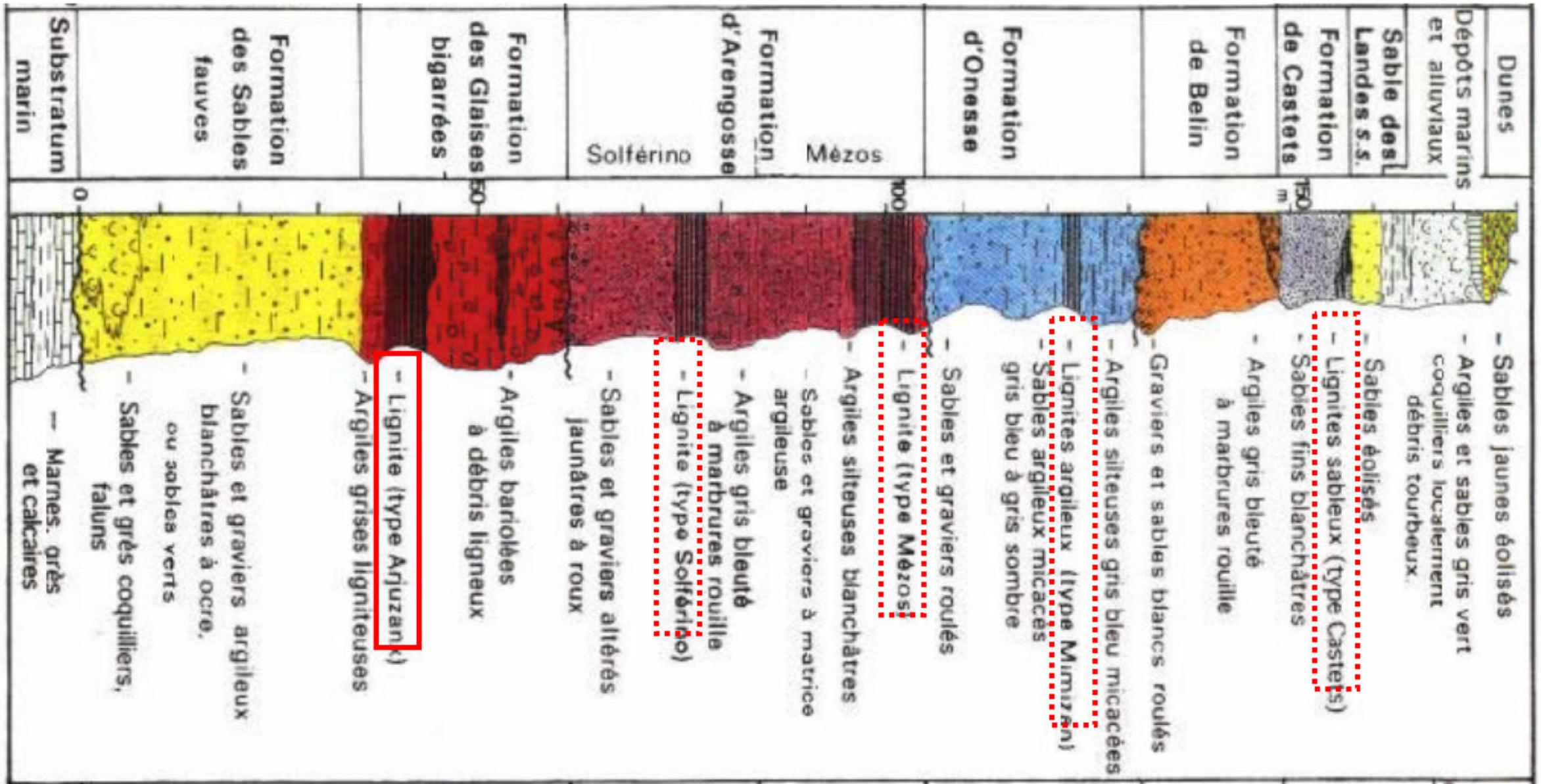
Site d'Arjuzanx :
entre 5 et 11 Ma

L'âge des dépôts de lignite à Arjuzanx est sujet à débat : entre base du Miocène supérieur et base du Pliocène

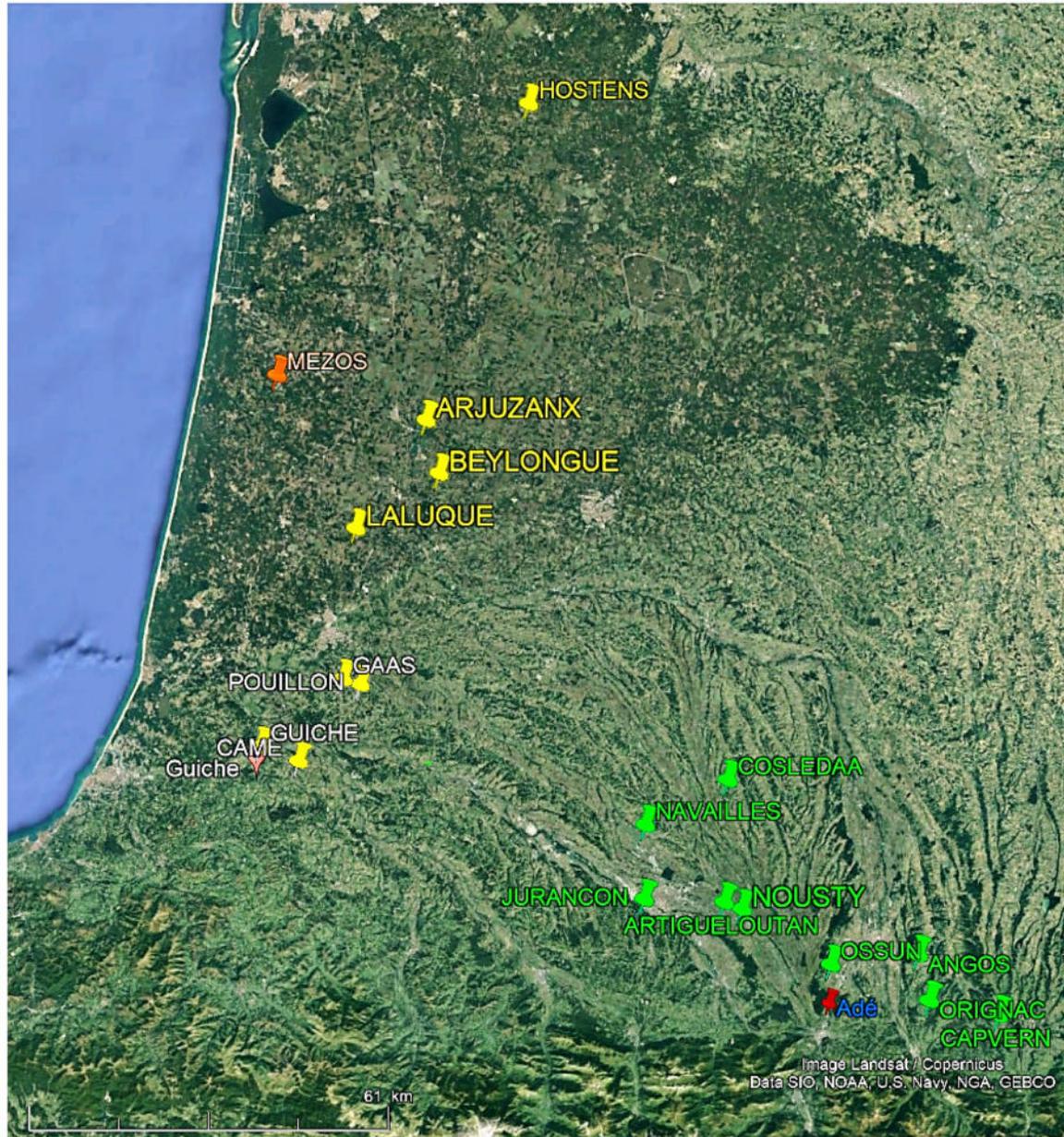
Site de St Martin d'Oney

L'âge des calcaires à St Martin d'Oney est établie par plusieurs méthodes (paléontologie, isotopie Sr) : Aquitanien supérieur

Le cadre lithostratigraphique

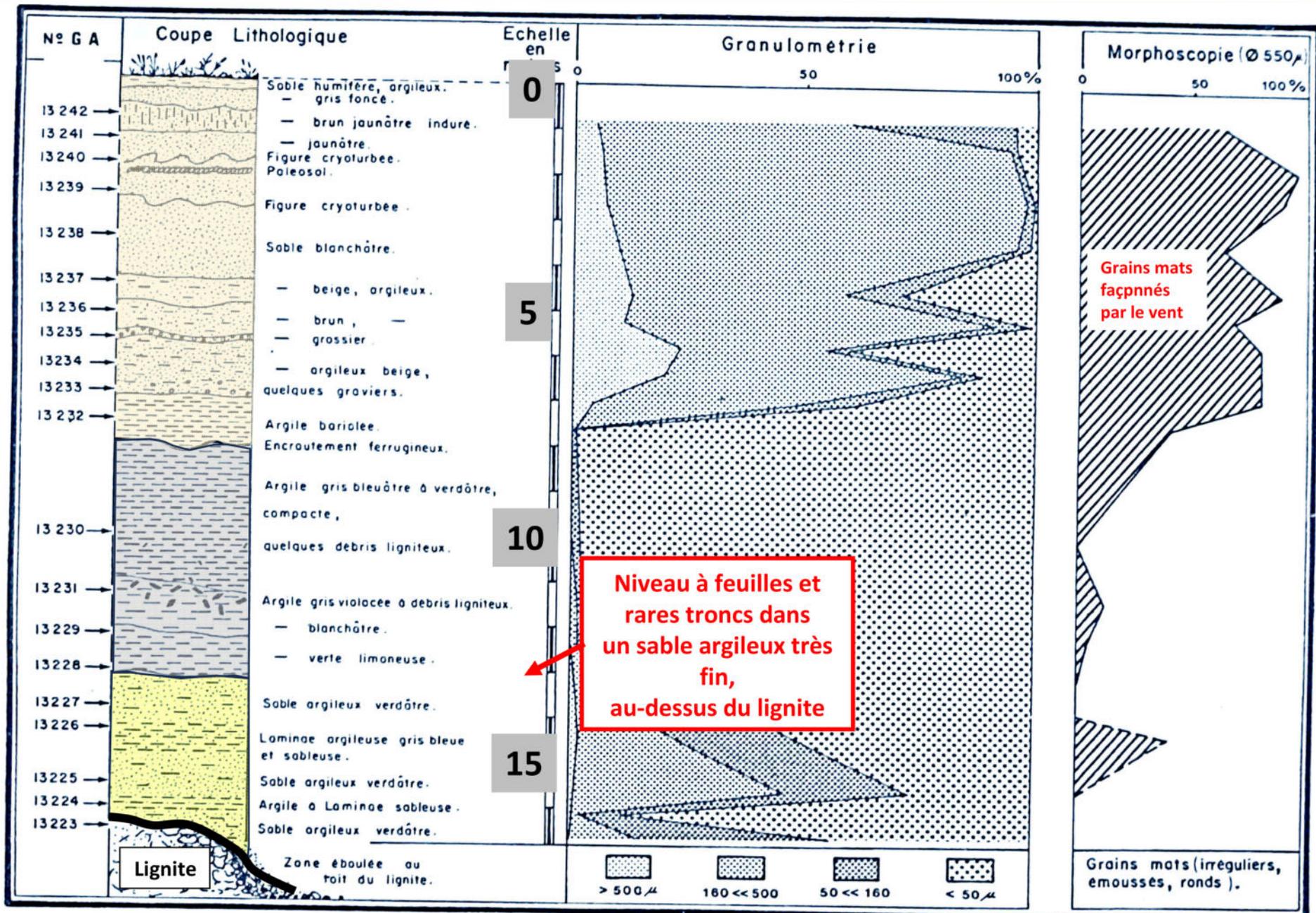


Distribution de gisements de lignites d'âge mio-pliocène



Lignites landais : d'avant ou d'arrière-cordons littoraux, accumulation de bois transportés, ou forêts encore en place

Lignites pyrénéens : lentilles de bois flottés fossilisés dans les cônes torrentiels issues du démantèlement de la chaîne pyrénéenne.



Une coupe dans la découverte d’Arjuzanx.

- 7 à 8 mètres d’argiles à lentilles sableuses à la base
- 7 à 8 m de sables au sommet

Une coupe détaillée de la couverture Des lignites d’Arjuzanx (Cirac et Legigan, 1972)

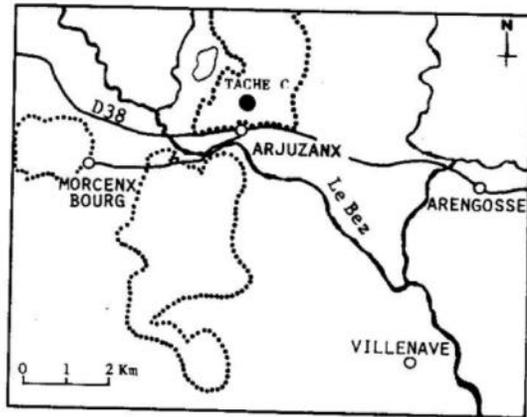


Fig. 2 - Localisation du site échantillonné au Nord d'Arjuzanx (Tache C).
Location of pollen samples in the north of Arjuzanx (Tache C).

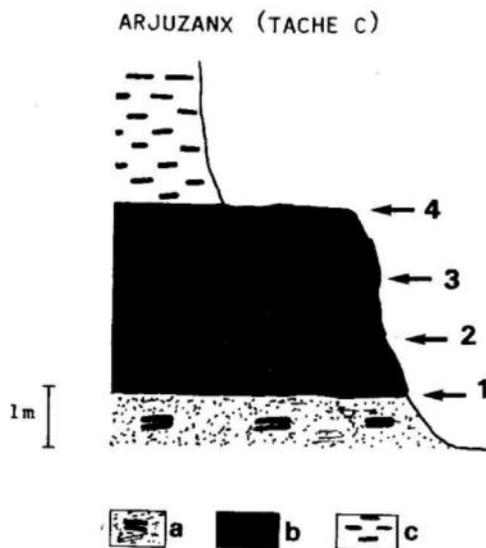
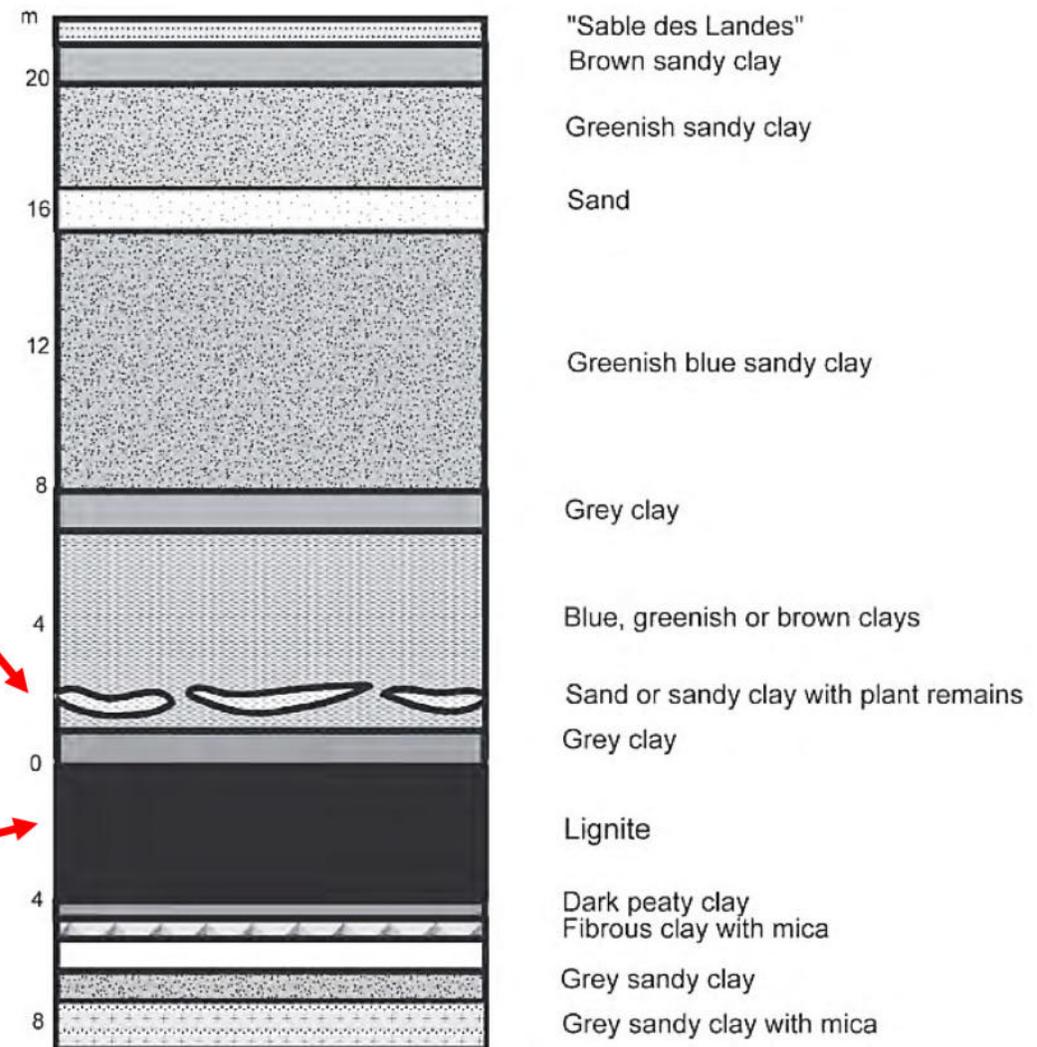


Fig. 3 - Position stratigraphique des prélèvements effectués à Arjuzanx (Tache C). a : sable argileux - b : lignite - c : argiles verdâtres.
Stratigraphic location of pollen samples at Arjuzanx (Tache C).

Une coupe très sommaire !
(Suc et al., 1986)

Niveau à feuilles et rares troncs dans un sable argileux très fin, Au-dessus du lignite

Niveau de lignite : troncs, tiges, cones...



Text-fig. 2. Simplified sedimentary succession of the Arjuzanx quarry (adapted from HUARD & KLINGEBIEL 1965 and CIRAC & LEGIGAN 1972).

Un autre exemple de coupe géologique dans la série d'Arjuzanx (Kvacek et al. 2011)



Quelques affleurements résiduels dans la réserve d'Arjuzanx : on observe de nombreux troncs noircis et couchés.

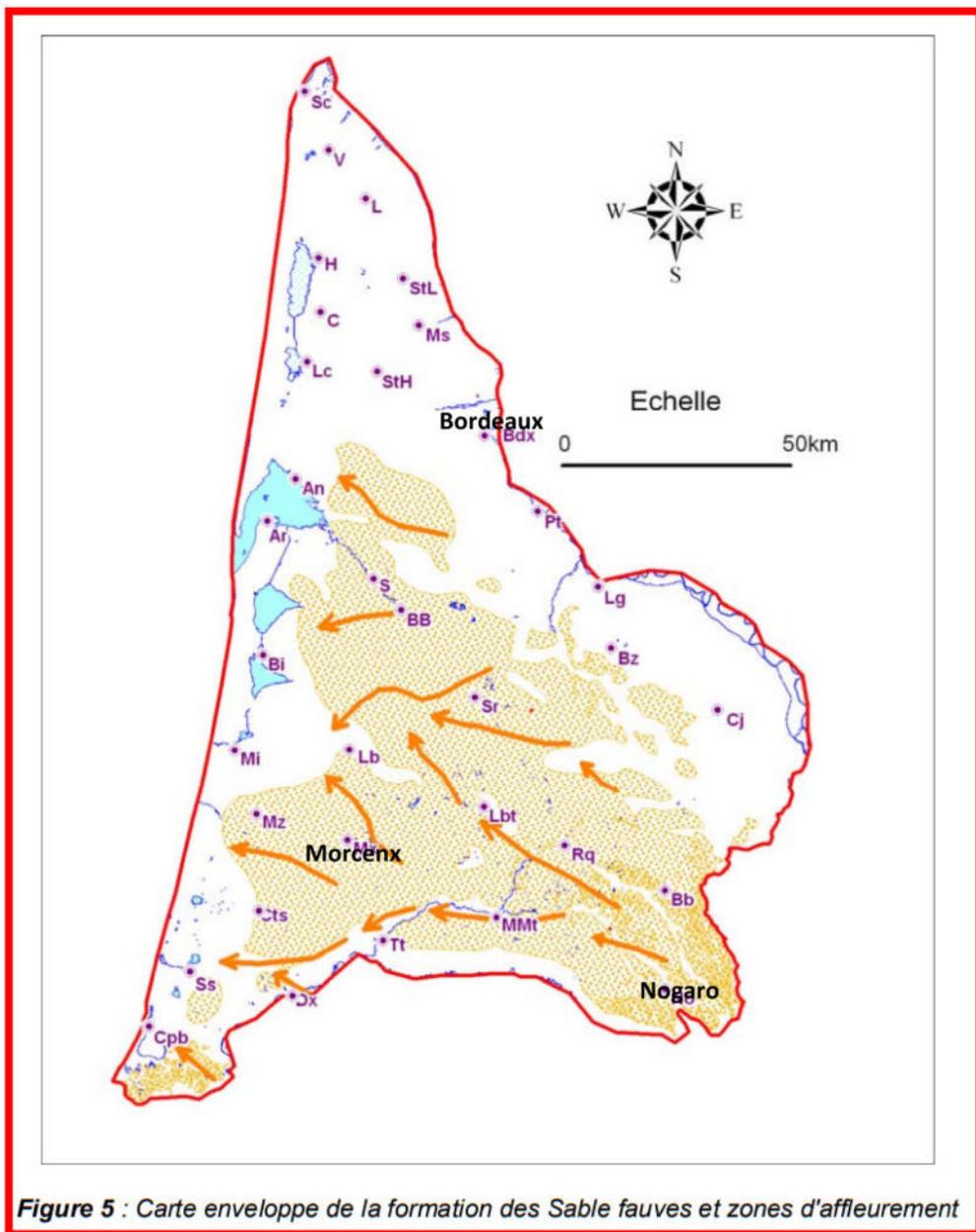
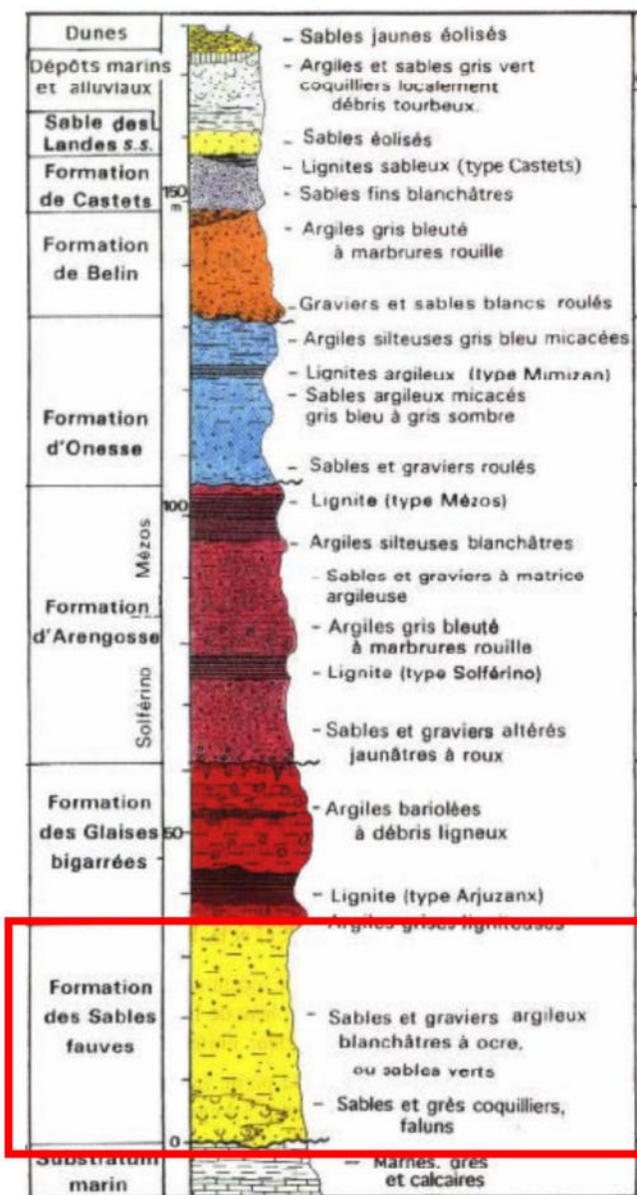
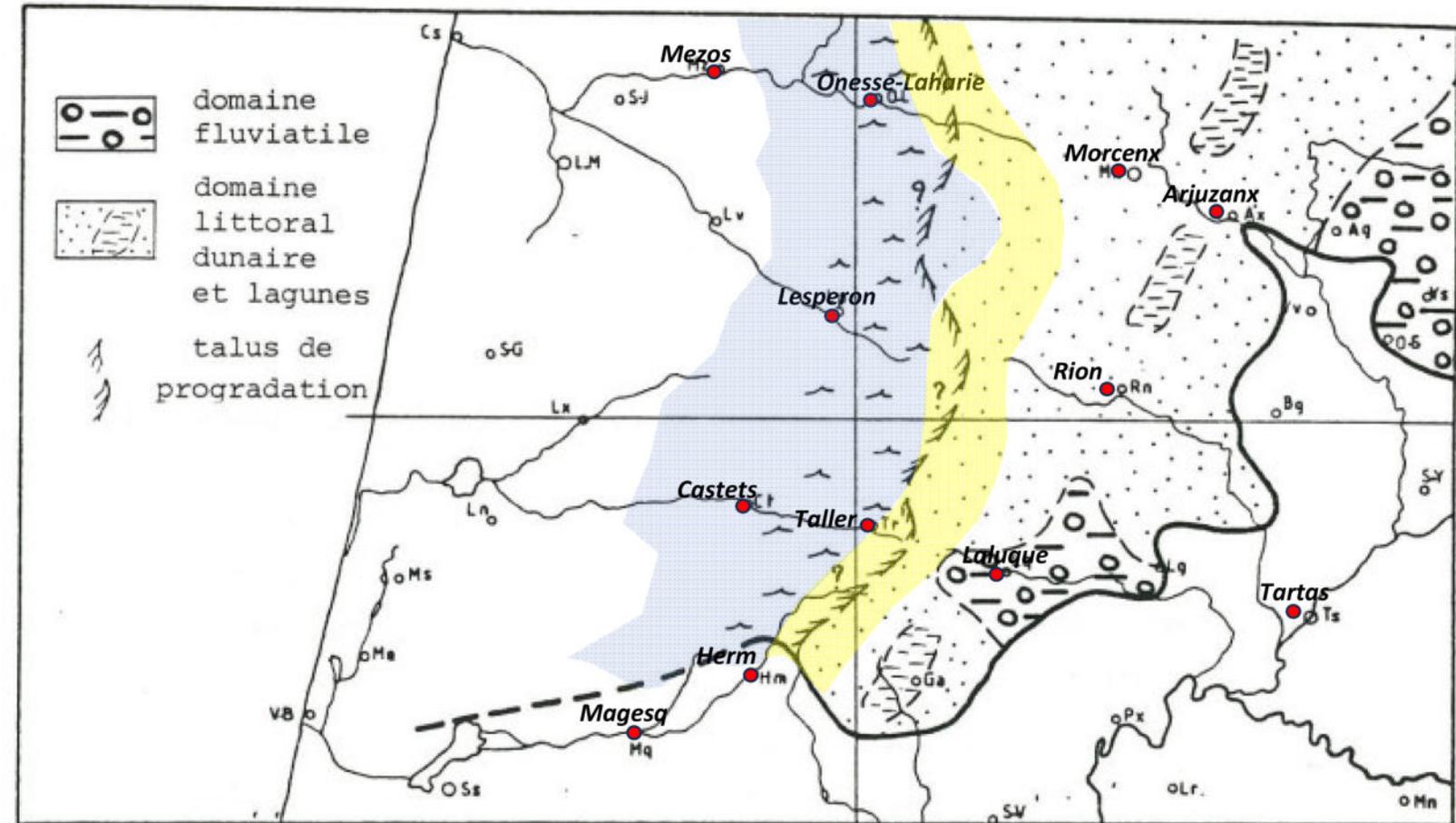
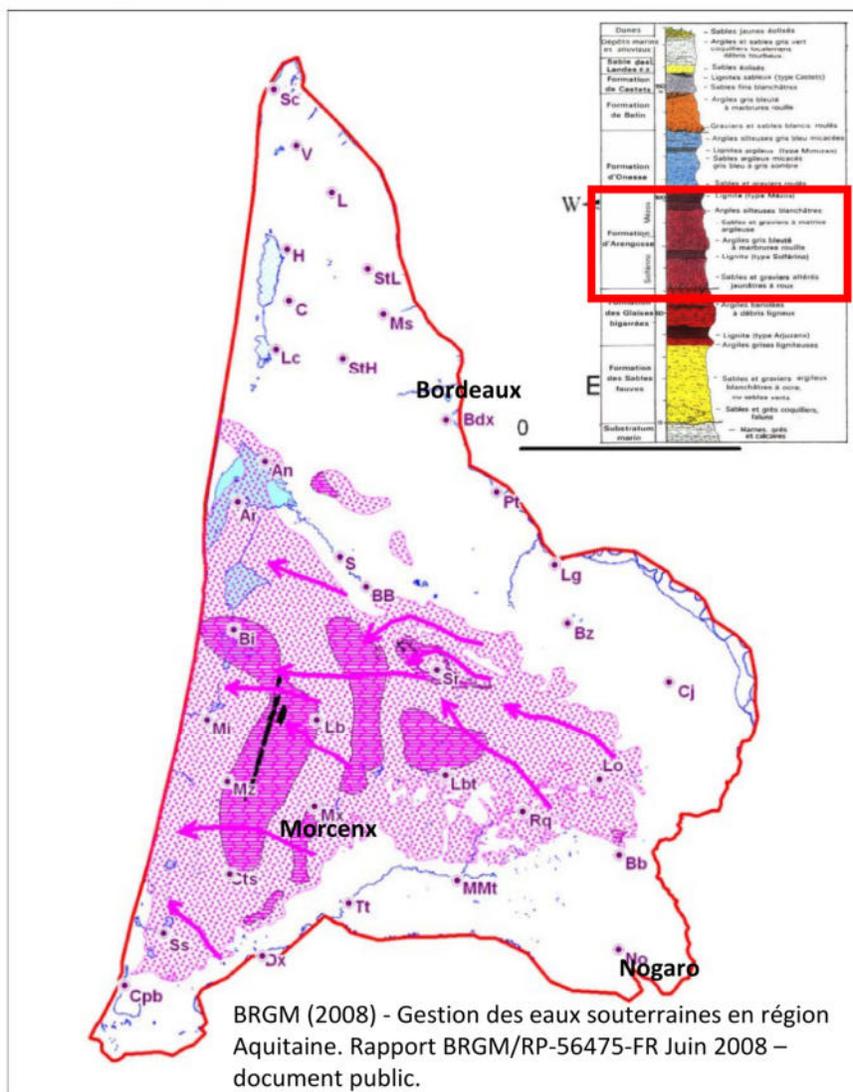


Figure 5 : Carte enveloppe de la formation des Sable fauves et zones d’affleurement

BRGM (2008) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Rapport BRGM/RP-56475-
FR Juin 2008 – document public.



Dubreuilh J. et al. (1995) – Dynamique d’un comblement continental néogène et quaternaire : l’exemple du bassin d’Aquitaine. Géologie de la France, BRGM, 4, 3-26.



Sajous G. (1984) – Structure et géométrie des corps sédimentaires néogènes et quaternaires des Landes méridionales (Feuille de Soustons, 1/100 000). Thèse 3° cycle, Univ Bordeaux III

Figure n° 40: Environnements à la base de la séquence "type Mézos"

Figure 7 : Carte enveloppe de la formation d'Arengosse avec son toit argileux et les lignites Mézos

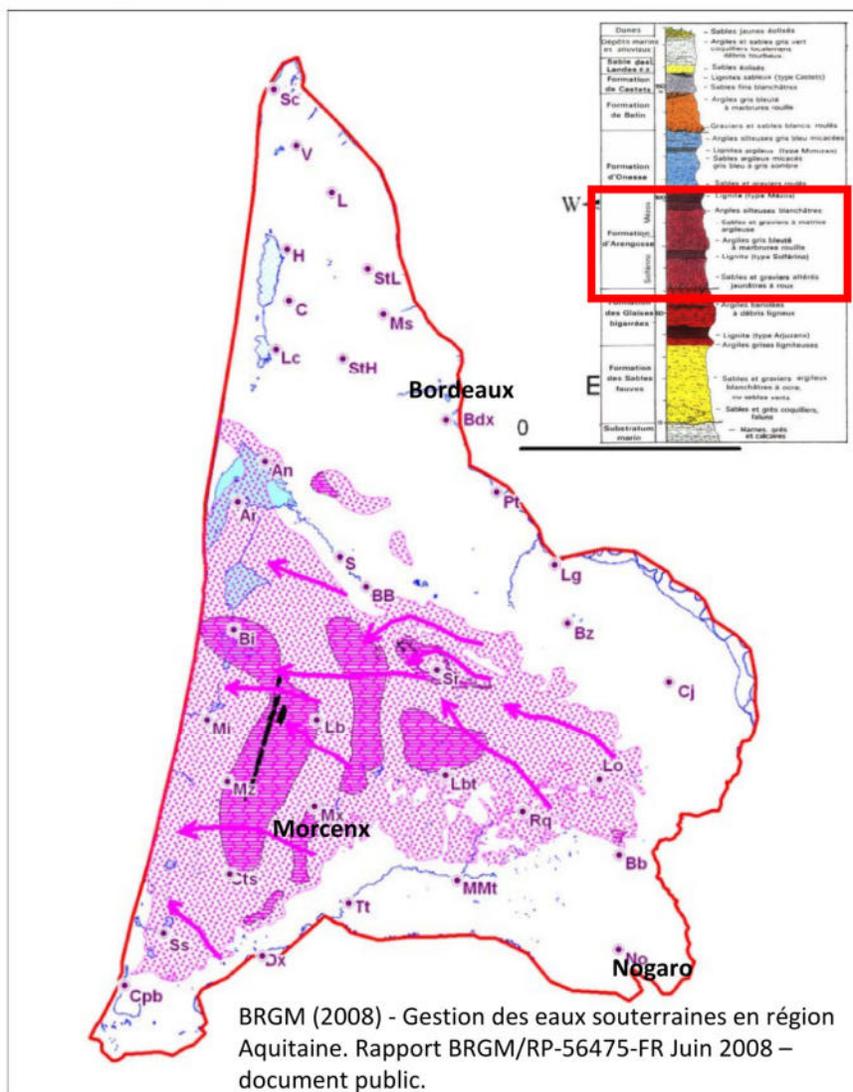
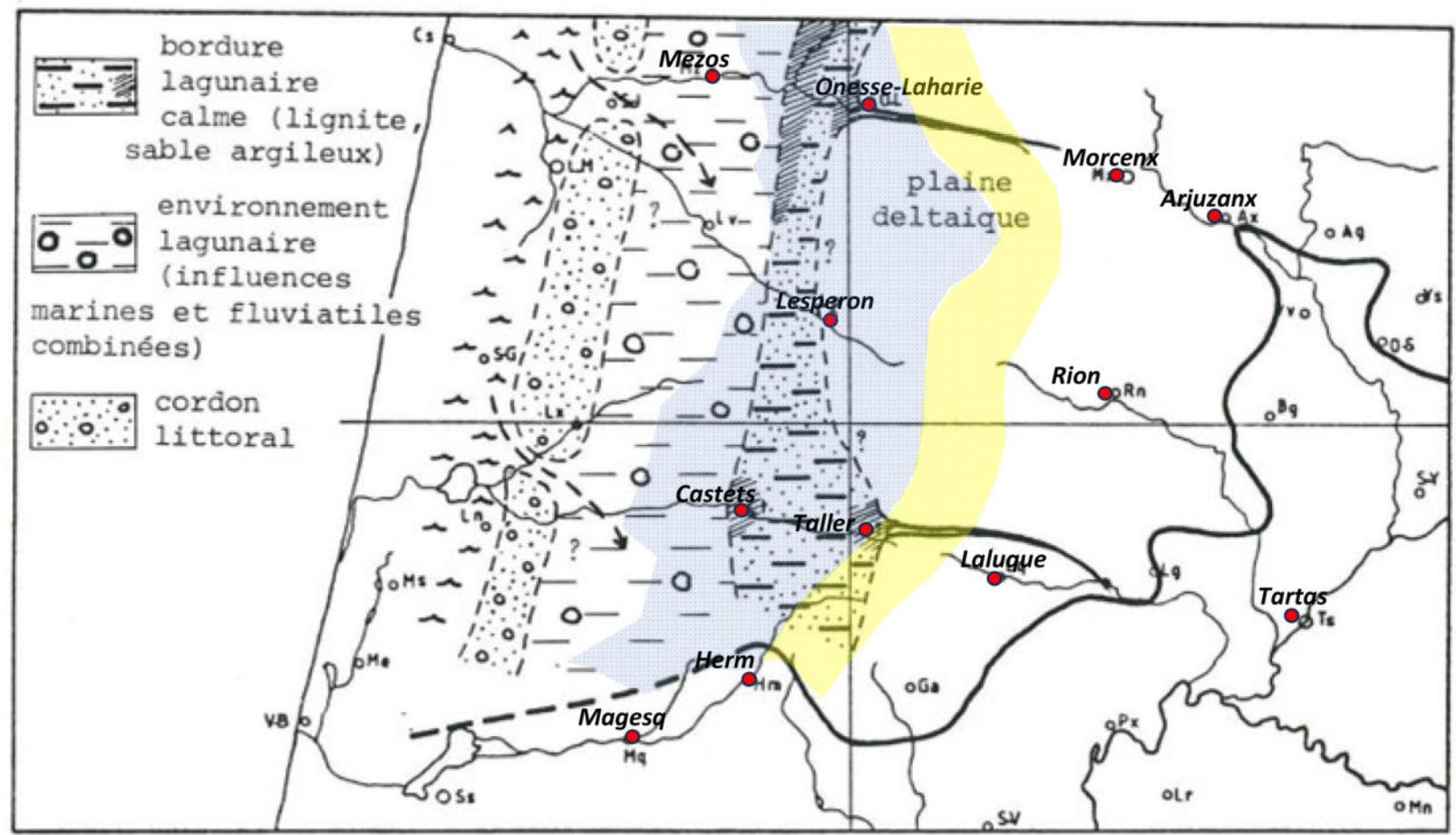


Figure 7 : Carte enveloppe de la formation d'Arengosse avec son toit argileux et les lignites de Mézos



Sajous G. (1984) – Structure et géométrie des corps sédimentaires néogènes et quaternaires des Landes méridionales (Feuille de Soustons, 1/100 000). Thèse 3° cycle, Univ Bordeaux III

Figure n° 41: Environnements au toit de la séquence "type Mézos"

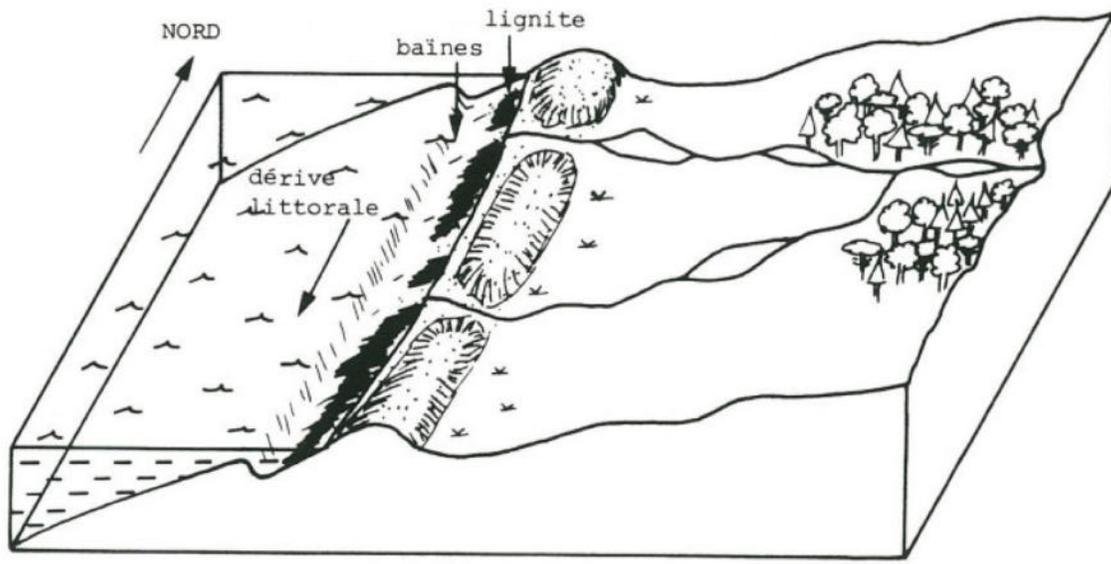


Figure n° 54: Hypothèse 1, accumulation dans un système de "baines"

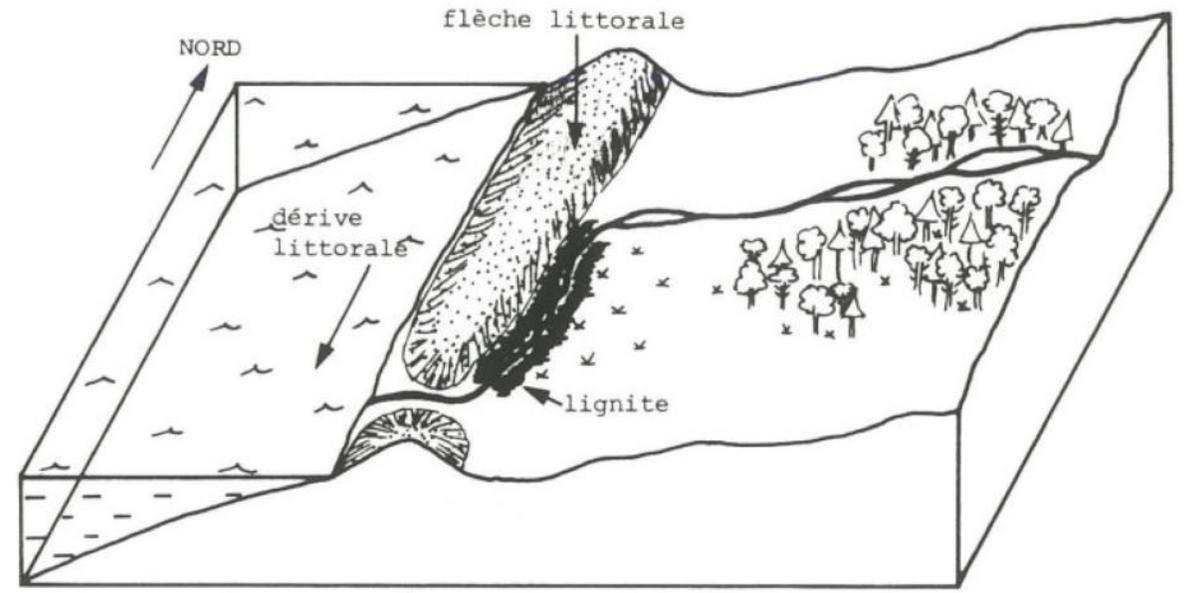


Figure n° 55: Hypothèse 2, accumulation derrière une dune éolienne

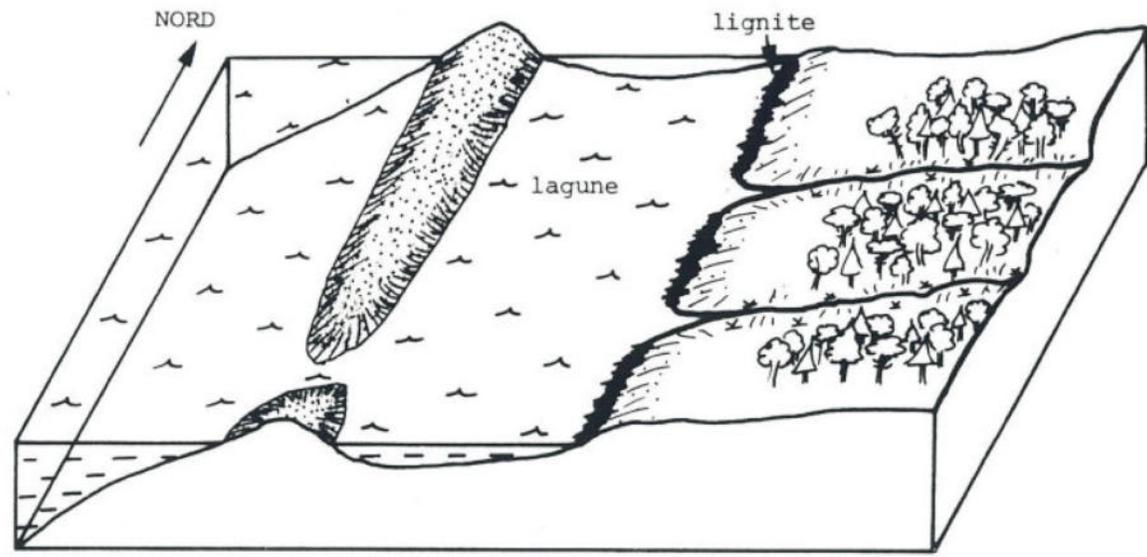
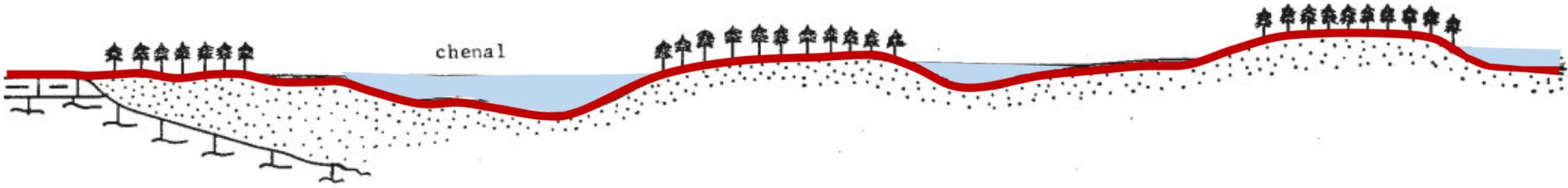


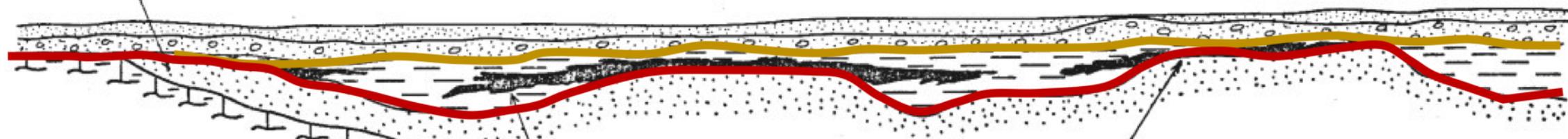
Figure n° 56: Hypothèse 3, accumulation à l'intérieur d'une lagune

Sajous G. (1984) – Structure et géométrie des corps sédimentaires néogènes et quaternaires des Landes méridionales (Feuille de Soustons, 1/100 000). Thèse 3° cycle, Univ Bordeaux III

- Forêts sur les sables fauves



- Sables fauves sous le recouvrement sablo-graveleux



- Glaises bigarrées.
Lignites intercalés dans la masse argileuse.
(troncs flottés)

- Lignites reposant sur les sables fauves
(troncs enracinés)

LEGENDE

-  Sables éolisés
-  Sables et graviers
-  Glaises bigarrées et lignites
-  Paléotopographie
-  Sables fauves

Sajous G. (1984) – Structure et géométrie des corps sédimentaires néogènes et quaternaires des Landes méridionales (Feuille de Soustons, 1/100 000). Thèse 3° cycle, Univ Bordeaux III



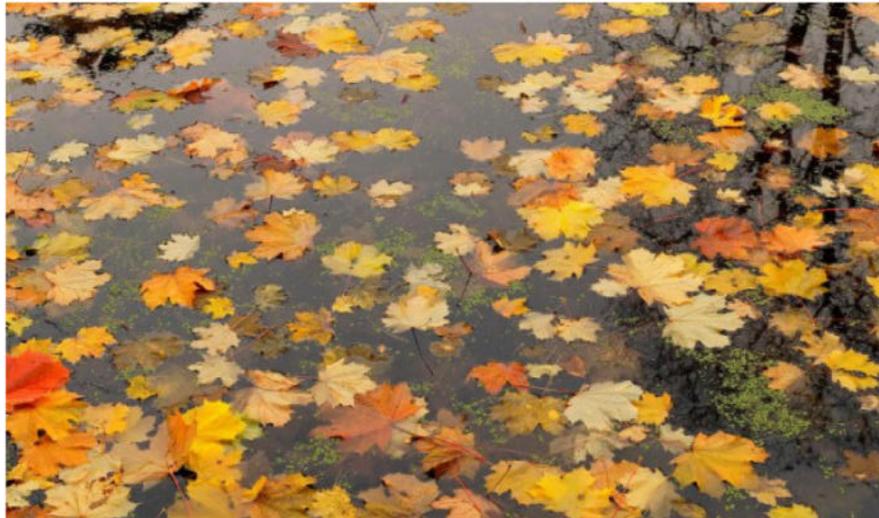
<https://www.acfas.ca/publications/magazine/2011/11/lorsque-bois-n-arrive-plus-mer>

Comblement de sinuosité de rivières



https://fr.wikipedia.org/wiki/Bois flott%C3%A9#/media/Fichier:Driftwood_NZ.jpg

Accumulation côtière



https://www.photo-paysage.com/displayimage.php?album=176&pid=2329#top_display_media

Préservation dans des bras-morts



<https://museum.toulouse-metropole.fr/des-graines-au-fil-de-leau/>

Transport dans les rivières

Troncs, tiges

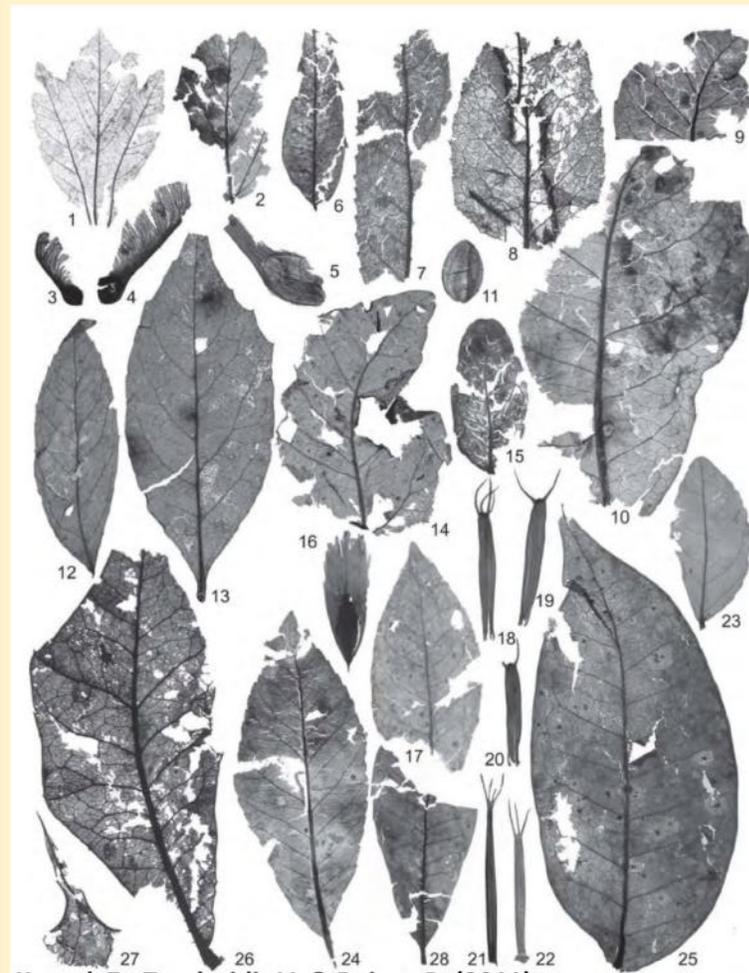


Biais taphonomique : Certaines espèces sont sur-représentées parmi les troncs fossiles (faible biodégradation relative)



Seuls les conifères sont préservés

Feuilles

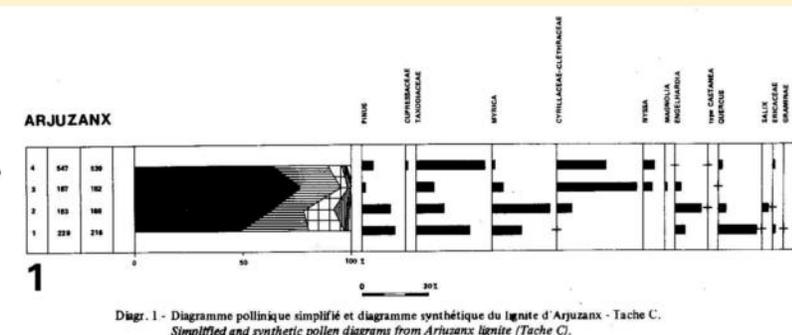


Kvacek Z., Teodoridis V. & Roiron P. (2011)

Biais taphonomique : Certaines espèce sont sur représentées parmi les feuilles fossiles : faible dégradation relative, biologique ou mécanique

Pollen

Pin, famille des Cyprès
Myrica (« myrte-des-marais »),
Magnolia, Engelhardia (famille des noyers, cardiers...
Cyrillaceae-Clethraceae....



Biais taphonomique : Certaines espèce très productrices de pollen peuvent « écraser » les autres et certaines espèces reconnues par leur pollen peuvent être non-représentés dans les feuilles ou troncs

Troncs, tiges

115 échantillons (AX)

5 espèces de conifères proches des Sequoia, Taxodiaceae, Cyprès, genévriers

« Il est possible d'envisager qu'une forêt mixte (Taxodium mucronatum-Sequoia-Sequoiadendron) plus ou moins dense, peut-être en bordure d'une tourbière ou d'un marais, a été à l'origine de cette accumulation »

Feuilles

Erable, Aulne, Charme, Noyers, Micocoulier, famille des vignes tropicales, famille des tilleuls, famille des Juglandaceae, Frêne, Gingko, Févier, famille des Cyprès (tropicaux), famille des Noyers (tropicaux), Lauracée, Liquidambar, Magnolia, plante aquatique, Myrte, famille des Lauracées, « arbre de Fer », « Bois au sept écorces », Pin, Pistachier, Platane, Peuplier, Polypode, Chêne, Chêne, Sapindacées chaude et tropicale, Sassafras, « Salsepareille », Aliboufier, Symplocos, Fagacée), Conifères, famille du Gui, famille de l'orme

Fruits et graines

Erable, Kiwi, Bugle, Vigne vierge, Jonc odorant
Plante aquatique, Laiche, Charme, Noyer, Vigne marronnier, Noisetier, Cotoneaster, Aubépine, famille des noyers, Lauracée, Mastixiaceae, Hêtre, Figuier, Bourdaine, famille des Cyprès, Lauraceae, Leitneria, Magnolia, Mahonia, Diplopanax, Sabiacée, Herbacée
Myrte, Nyssa, famille des bouleaux, Thamnaceae, Parabaena, Corylopsis, Pinus, Pyracantha, savonnier, Sassafras, Sequoia, Sinomenium, Stratioides, Aliboufier
Cornouillier, Symplocos, Eurya, Grimpeur orange, Bidens, Fagacée, Ombellifères, Visnea
Vigne

Pollen

Pin, Cyprès, Taxodiaceae
Myrica (« myrte-des-marais »),
Magnolia, Engelhardia (famille des noyers, cardiers...
Cyrillaceae-Clethraceae....

Les plantes, indicatrices de climats

Différentes méthodes d’étude ont donc été appliquées :

- Comparaison d’assemblages d’espèces avec les assemblages actuels
- Comparaison des formes des feuilles avec les feuilles actuelles
- Comparaison des fruits, graines...
- Etude des troncs, branches...
- Etude du pollen
- Recherches de liens entre ces caractéristiques et des éléments de description des climats : température moyenne, températures extrêmes, humidité moyenne, extrême, etc....
- Comparaison de la structure interne des troncs/branches avec les espèces actuelles

Différents indicateurs sont utilisés pour reconstituer le climat

NLR **N**earest **L**iving **R**elative (comparaison actualiste des assemblages d’espèces)

IPR **I**ntegrated **P**lant **R**ecord (utilisation de tous les types de fossiles)

CLAMP **C**limate **L**eaf **A**nalysis **M**ultivariate **P**rogram (traitement quantitatif Par pondération des variables)

LMA **L**eaf **M**ass per **A**rea

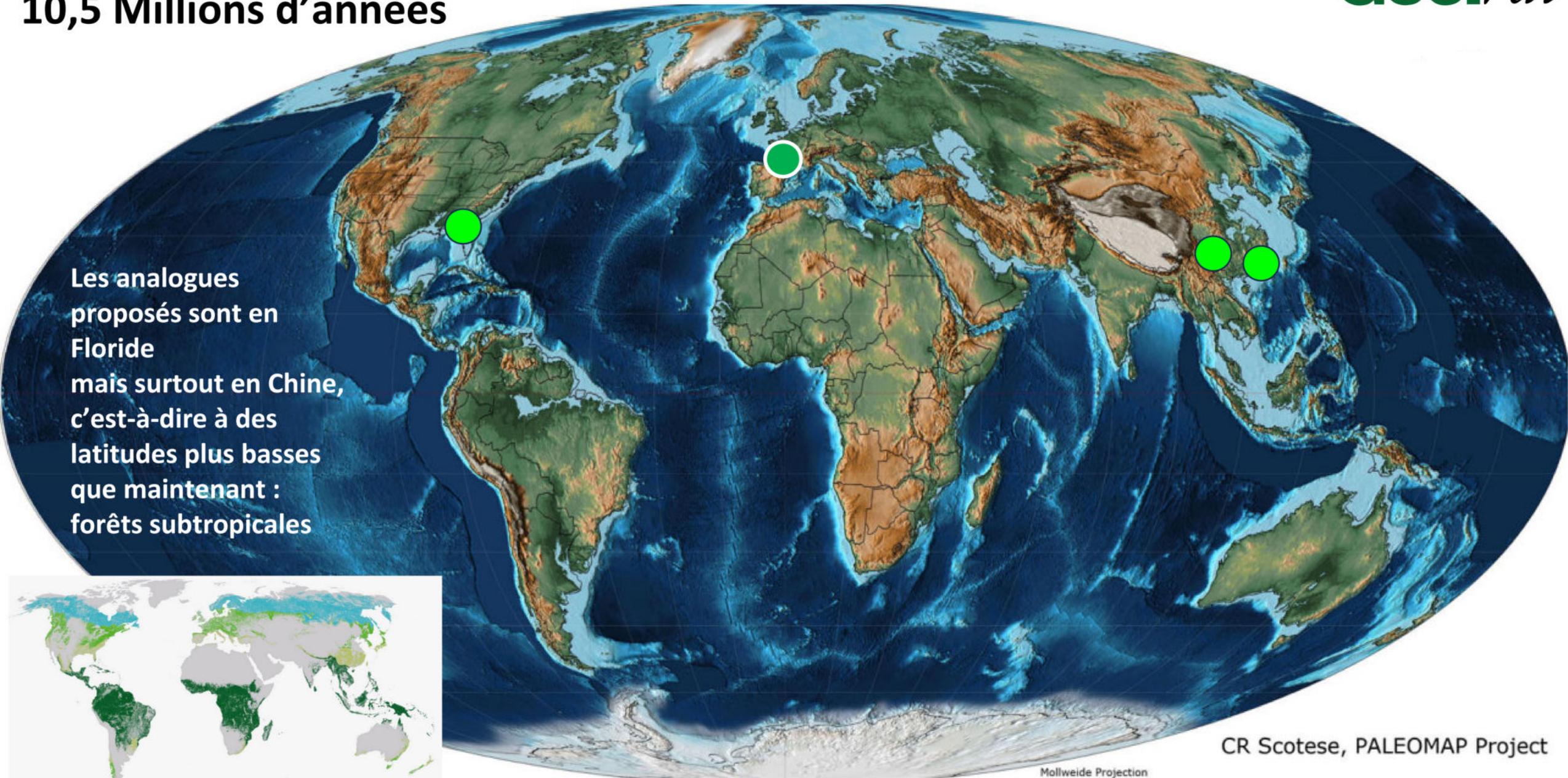
CoA **C**oexistence **A**pproach

Ces méthodes permettent de proposer des hypothèses quant aux amplitudes de températures ou degrés d’humidité du climat passé

Pour Arjuzanx, la température moyenne annuelle semble s’établir autour de 16°C (min 5°, max 25°)

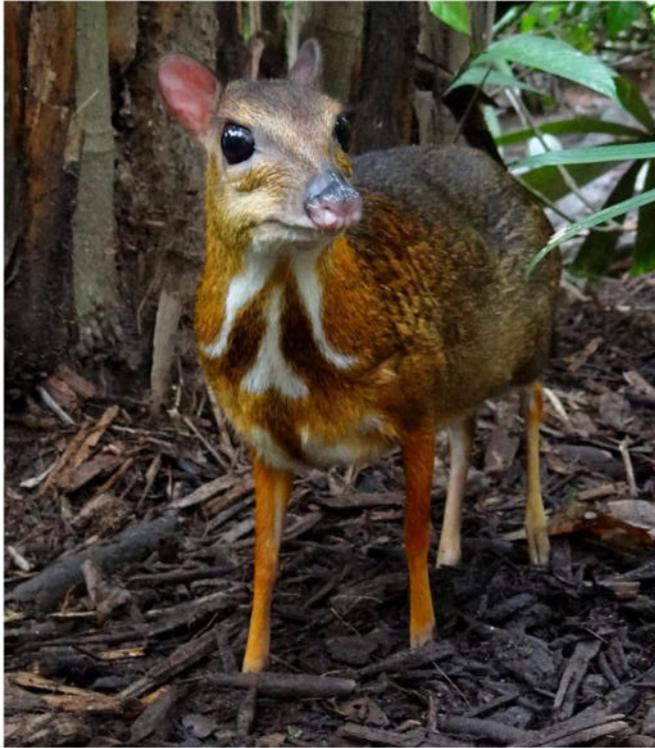
10,5 Millions d'années

Les analogues
proposés sont en
Floride
mais surtout en Chine,
c'est-à-dire à des
latitudes plus basses
que maintenant :
forêts subtropicales



Mollweide Projection

CR Scotese, PALEOMAP Project



<https://en.wikipedia.org/wiki/Chevrotain>

La faune est absente du niveau de lignite et n'est représentée dans les sédiments qui la recouvrent que par une mâchoire de *Dorcatherium* sp. (« chevrotain ») un ruminant primitif ayant migré d'Afrique au Miocène inférieur pour s'établir d'abord en Europe (Burdigalien) puis en Asie plus tard au cours du Miocène. Il a aussi été découvert dans le gisement de Sansan (Gers) et en Catalogne.

	EAU	Energie
Tourbe		
	75	1600
Ortho-lignite		
	35	3950
Meta-lignite		
	25	34550
Charbon sub-bitumineux		
	10	5600
Charbon bitumineux		
Anthracite	3	8600
	%	kilocal/kg

Caractéristiques du lignite d’Arjuzanx (Soussieux, 1994)

Eau : 58-60 %

Carbone fixe : 13-14 %

Matières volatiles : 19-20 %

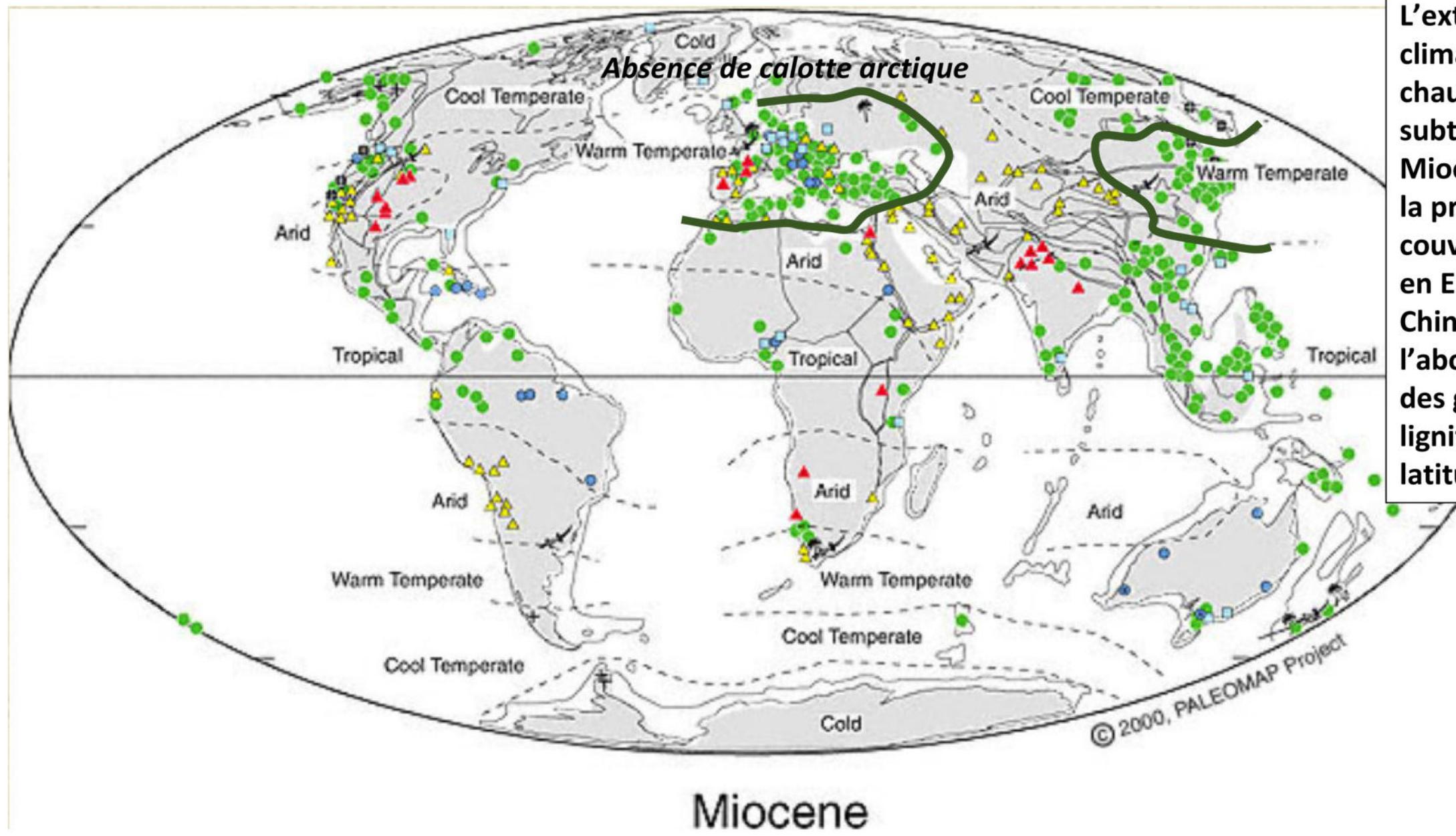
Cendres : 7-15 %

Soufre : 0,5 à 4 %

PCS : 1916 Kcal/kg

PCI : 1470 Kcal/kg

Le lignite est composé d’une pâte homogène brune devenant très rapidement noire par oxydation, contenant des fragments de branches, racines, souches et troncs. La cassure fraîche de ces bois est jaune à brun clair, mais noircit en quelques secondes.



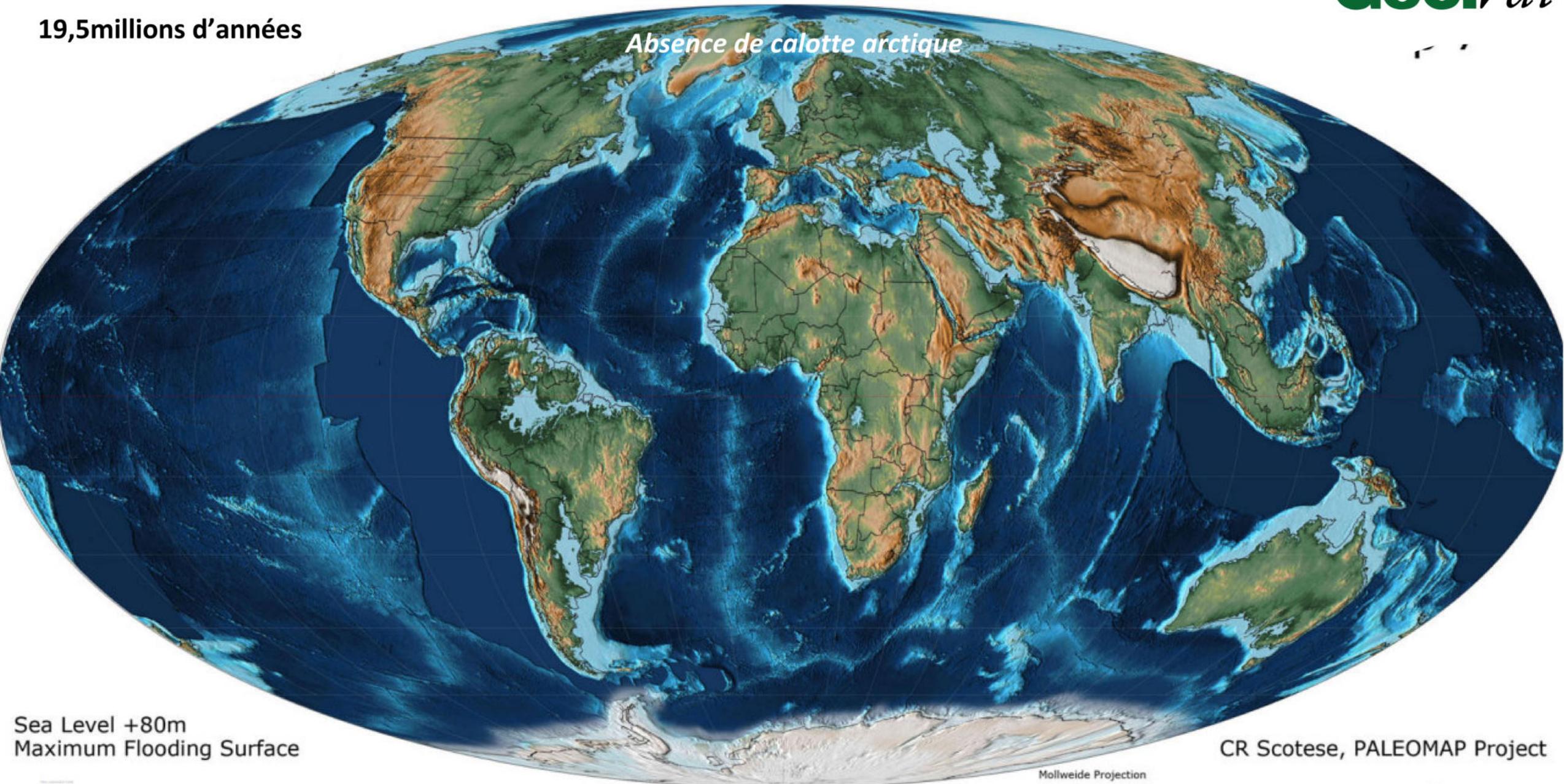
L'extension de climats tempérés chauds (à subtropicaux) au Miocène a favorisé la production de couvert végétal en Europe et en Chine, d'où l'abondance des gisements de lignite sous ces latitudes

Des études académiques en plusieurs temps :

- Huard J. & Lavocat R. (1963) – Sur la découverte des fossiles dans les formations à lignite d’Arjuzanx (Landes) et leur signification stratigraphique. CRAS, Paris, 257, 3979-3980
- Huard J. (1965) – Mise au point d’une méthode permettant l’étude de feuilles fossiles du Néogène. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 2, 37, 6, 1051-1057
- Huard J. & Klingebiel A. (1965) – Recherches paléobotaniques et sédimentologiques sur les couches à lignite d’Arjuzanx (Landes). Bull. Soc. Borda, Dax, 317, 77-83
- Huard J. (1966) – Etude anatomique des bois de conifères des couches à lignite néogènes des Landes. Mem. SGF, Paris, 105, 85 p.
- Huard J. (1967) – Etude d’un bois de chêne provenant des couches à lignite d’Arjuzanx (Landes). Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 2, 38, 6, (1966) 969-978
- Huard J. (1971) – Premiers résultats de l’étude paléobotanique des couches à lignite néogènes des Landes (France). V° Congrès intern. Néogène méditerranéen, Lyon.
- Cirac P. et Legigan Ph. (1972) – Essai de chronologie de la mise en place des dépôts de couverture du gisement de Lignite d’Arjuzanx (Landes): apport de la sédimentologie. Bull. Inst. Géol. Aquitaine, 12, 59-67.
- Gregor H.J. (1985) – Vorläufiger Bericht über eine neue Pflanzenfossilien aus tertiären Sedimenten Süd Frankreichs. Documenta naturae, 25, 12-14
- Günther, Th. von & Gregor, H. J. (1989) - Computer analyse neogener Frucht- und Samenfloren Europas. – Documenta naturae, 50 (1): 1–180.
- Gregor H.J. (1990) – Palaeoclimatic implications of Oligocene to Pliocene macrofloras in France. A preliminary review. Paléobiol. Cont., 17, 329-343.
- Sajous G. (1984) – Structure et géométrie des corps sédimentaires néogènes et quaternaires des Landes méridionales (Feuille de Soustons, 1/100 000). Thèse 3° cycle, Univ Bordeaux III
- Suc. J.P., Legigan Ph., Diniz F. (1986) – Analyse pollinique de lignites néogènes des Landes : Arjuzanx et Hostens (France). Bull. Inst. Geol. Bassin Aquitaine, Bordeaux, 40, 53-65.
- Soussieux Ph. (1994) – Arjuzanx, l’empreinte d’une Centrale – L’exploitation du lignite dans les Landes. E.D.F., Centre de production thermique d’Arjuzanx. 196 p.
- Dubreuilh J. et al. (1995) – Dynamique d’un comblement continental néogène et quaternaire : l’exemple du bassin d’Aquitaine. Géologie de la France, BRGM, 4, 3-26.
- Bornuat M. & Belbéoch G. (2007) – Les lignites du bassin d’Aquitaine. Géologues, N° 155.
- BRGM (2008) - Gestion des eaux souterraines en région Aquitaine. Rapport BRGM/RP-56475-FRJuin 2008 – document public.
- Kvacek Z., Teodoridis V. & Roiron P. (2011) – A forgotten Miocene mastixioid flora of Arjuzanx (Landes, SW France) Palaeontographica, Abt B, , 285, 30, 1-109
- Teodoridis V., Mazouch P., Spicer R.A., Uhl D. (2011) - Refining CLAMP — Investigations towards improving the Climate Leaf Analysis Multivariate Program. 3PAL, 299, 30-48
- Roth-Nebelsick A. & Traiser Ch. (2024) – Diversity of leaf architecture and its relationships with climate in extant and Fossil plants. 3 Pal., 634, 11932.

19,5 millions d'années

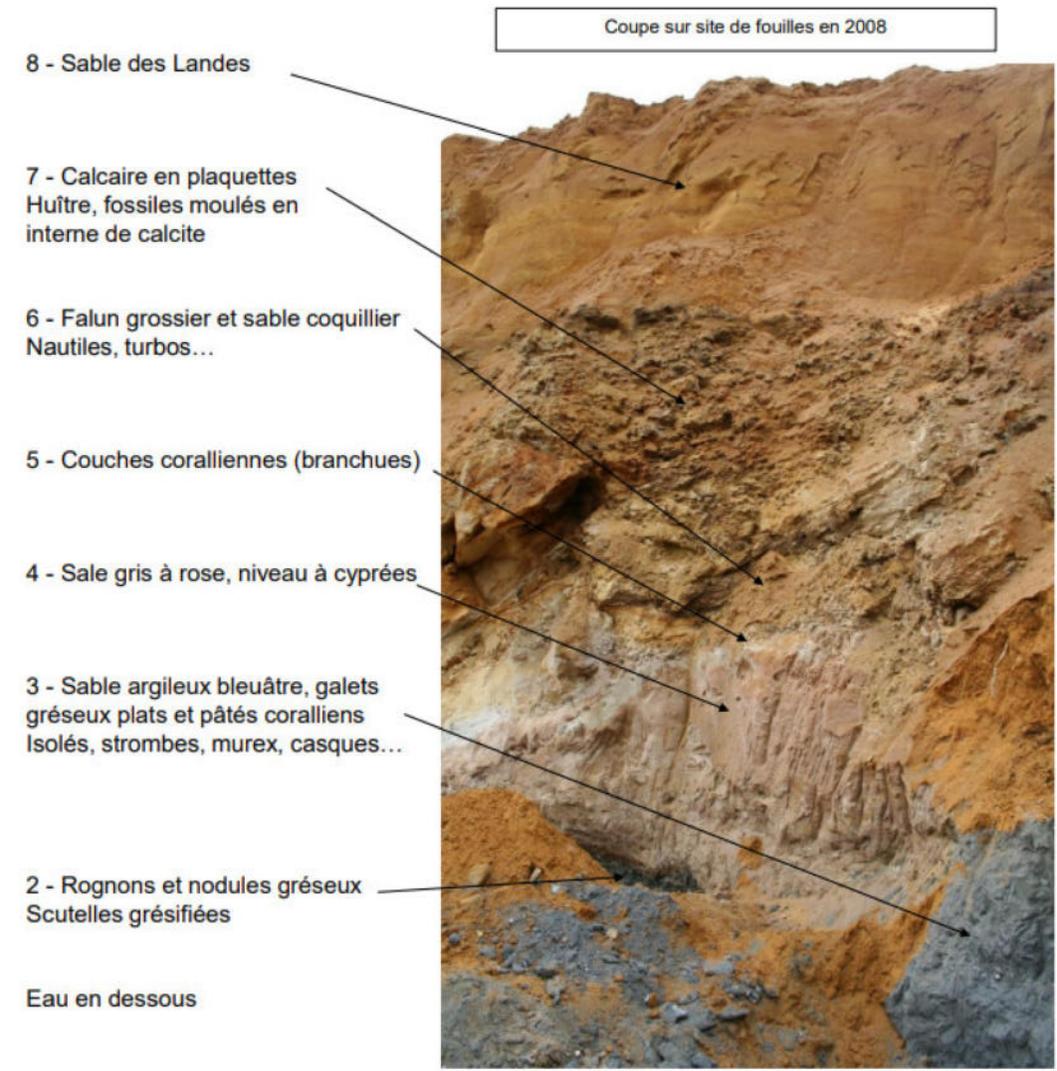
Absence de calotte arctique



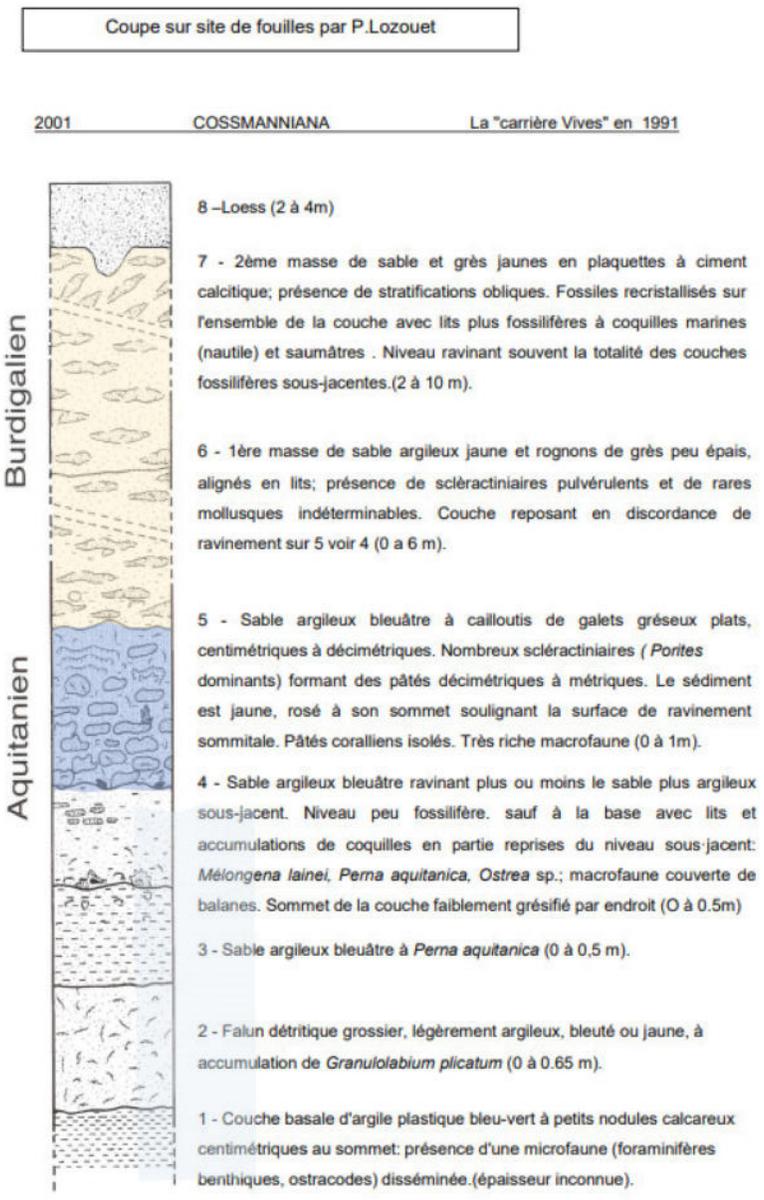
Sea Level +80m
Maximum Flooding Surface

CR Scotese, PALEOMAP Project

Mollweide Projection

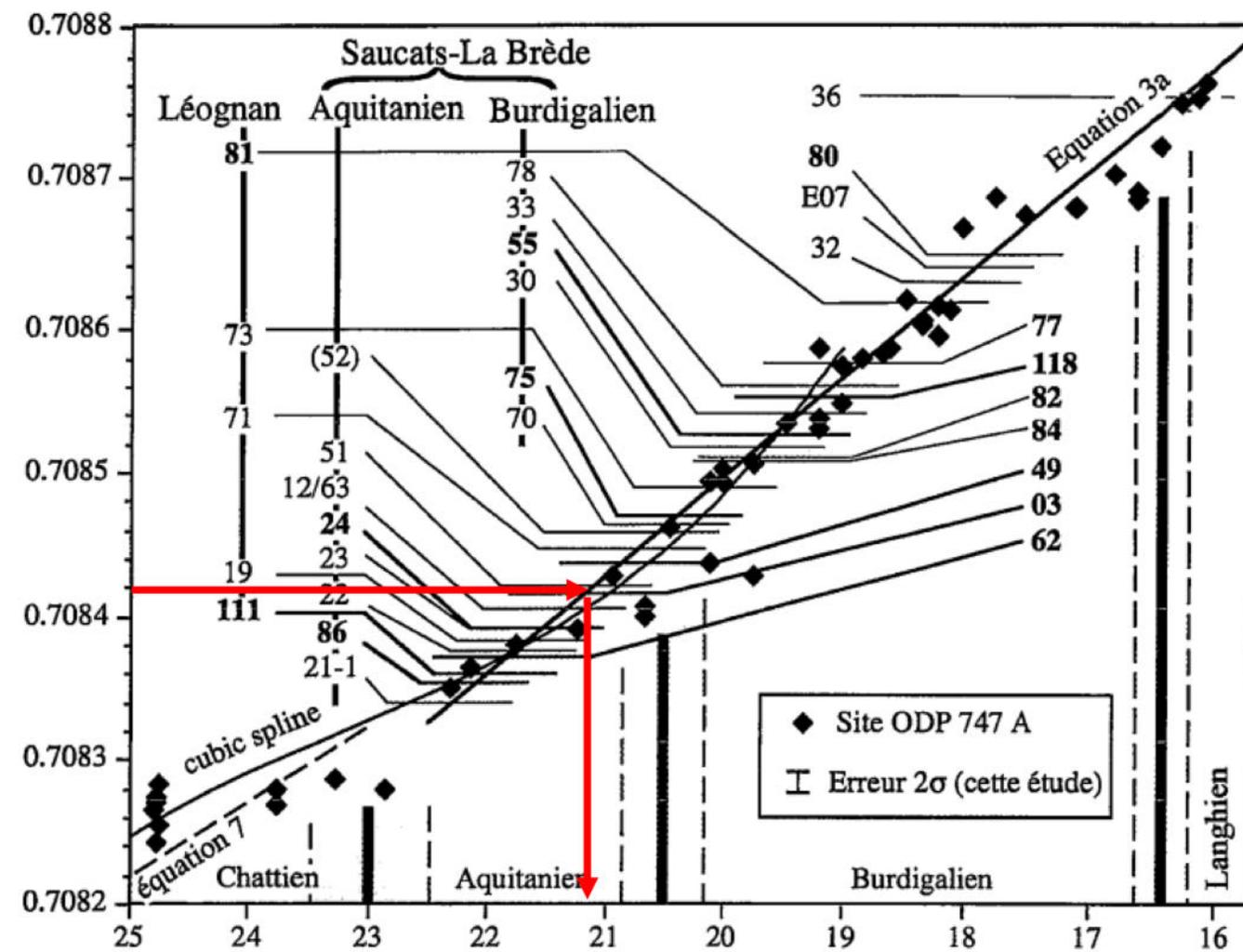


Cladères (2023)



Lozouet et al. (2001)

L’histoire de la carrière et de son musée de paléontologie ont été décrits par J.J. Cladères dans un numéro récent de la revue *Geologia* (2023). Des renvois aux principales publications sur les fossiles trouvés dans ces niveaux sont aussi donnés dans cet article.



In: Cahuzac B. & Turpin L. (1997)

L'âge « Strontium » établi en 1997 à 21,1 Ma a été récemment revu à 20,8 Ma (Brachert et al., 2020)

87Sr/86Sr chronostratigraphie – notions simplifiées

⁸⁷Sr/⁸⁶Sr
Croute
Océanique
Apports dorsaux

⁸⁷Sr/⁸⁶Sr
Mélange en contexte
marin – valeur
globale

⁸⁷Sr/⁸⁶Sr
Croute
Continentale
Apports fleuves

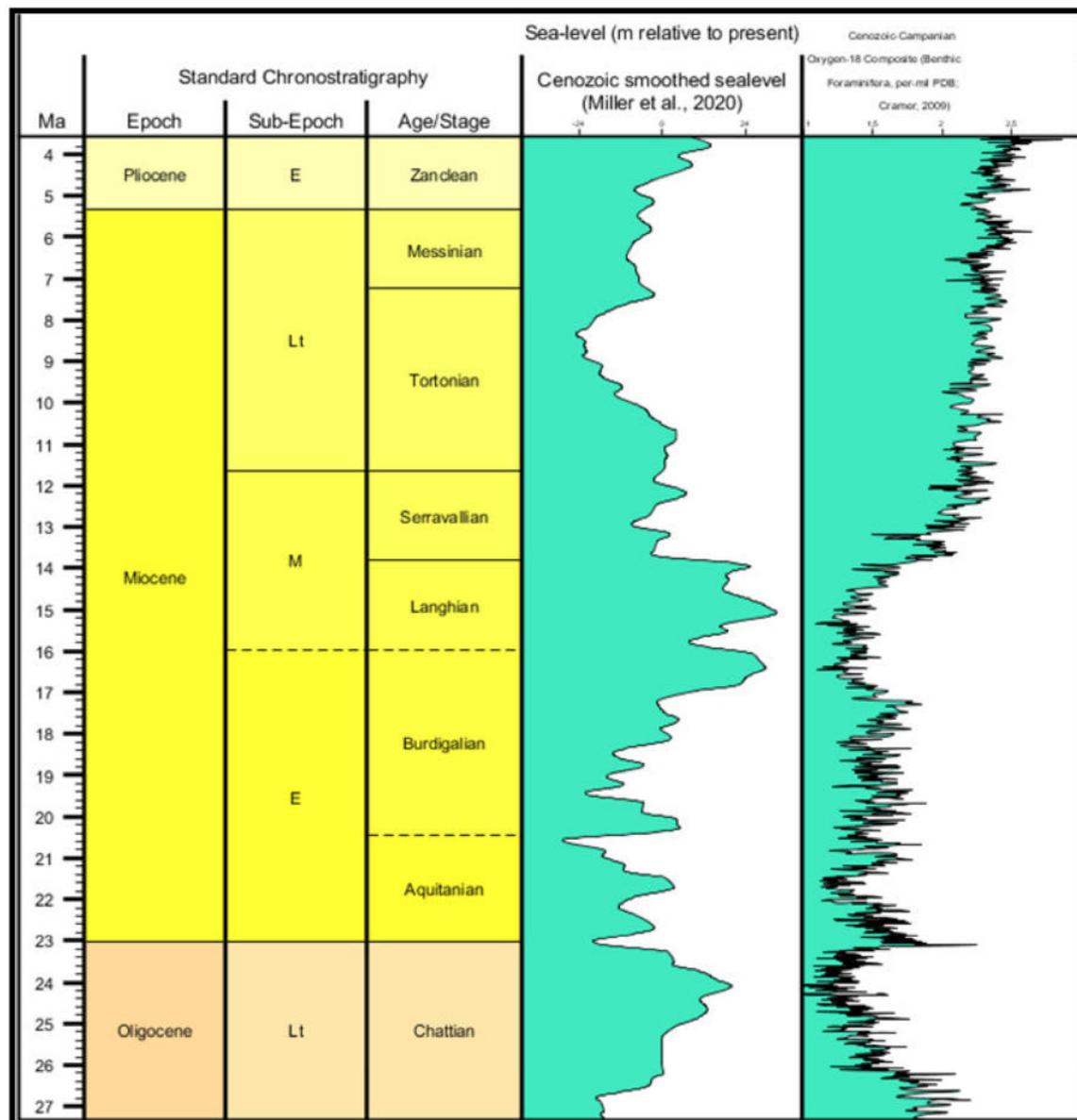
Incorporation sans fractionnement dans les coquilles carbonatées :
La valeur mesurée reflète la valeur océanique globale

https://hoopermuseum.earthsci.carleton.ca/isotope/Strontium/body_strontium.html

Recalage sur une courbe de référence étalonnée

Référence analyse	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr (SRM = 0,710254)	Âges estimés (Ma) [Equations de Osilck et al., 1994]	± 2σ	N° échantillon	Localité	Fossile analysé [a] = Bivalves	Etage
AQ 111	0,708359	4a	21,9	GA 39171	Léognan : Le Thil "moyen"	<i>Glycymeris</i> sp. (peu orné) [a]	Aquitanien
AQ 62	0,708368	4a	21,8	GA 38513 (Haut-Bernet)	St-Martin-de-Hinx (40)	<i>Amussiopecten praehaeueri</i> [a]	Aquitanien
AQ 24	0,708393	4a	21,4	GA 34416	La Brède : Brousteyrot (inférieur)	<i>Divaricella ornata</i> [a]	Aquitanien
AQ 03	0,708415	4a	21,1	GA 38527	St-Martin-d'Oney (inférieur) (40)	<i>Glycymeris cor</i> [a]	Aquitanien

Diversité de la faune corallienne depuis l’Oligocène supérieur en Aquitaine (Cahuzac & Chaix, 1993)



Les coraux exposés dans le musée « Vives » de la carrière sont contemporains d’une période (Miocène inférieur) favorable aux coraux constructeurs de récifs. Des constructions à *Porites* ont été trouvées en place dans la carrière.

Ils sont moins diversifiés et disparaissent progressivement avec le refroidissement climatique et le comblement du bassin aquitain au Miocène supérieur et au Pliocène

Quasi absents

32 taxons, 17 genres, 53% hermatypiques

86 espèces 39 genres, 90% hermatypiques

66 espèces 31 genres, 90% hermatypiques

141 espèces 75 genres, 66% hermatypiques

Des études académiques en plusieurs temps :

Cahuzac B. & Chaix Ch. (1993) - Les faunes de coraux (Anthozoaires Scléactiniaires) de la façade atlantique française au Chattien et au Miocène. Ciências da Terra (UNL) Lisboa NQ12 pp.57-69

Cahuzac B. & Turpin L. (1997) – Stratigraphie isotopique du Strontium dans le Miocène marin du bassin d’Aquitaine (SW France). Main changes in marine & terrestrial atlantic realm during the Neogene (2nd Congr. RCANS, Salamanca)

Lozouet P., Maestrati Ph., Dolin L. & Favia R. (2001) – Un site exceptionnel du miocene inférieur (Aquitainien) : la carrière « Vives » (Meilhan, Landes, France). Bilan de la de fouilles de Juillet-Août 1991. Cossmanniana, Paris, 8 (3-4), 47-67.

Chaix Ch., Cahuzac B. (2005) - Les faunes de Scléactiniaires dans les faluns du Miocène moyen d’Atlantique-Est (bassins de la Loire et d’Aquitaine) : paléobiogéographie et évolution climatique. Annales de Paléontologie 91 (2005) 33–72

Brachert Th., Corrège Th., Reuter M., Wrozyna C., Londeix L., Spreter Ph., Perrin Ch. (2020) – An assessment of reef coral calcification over the late Cenozoic. Earth Science review, 204, 103154

Cladères J.J. (2023) - St Martin d’Oney, une Carrière – un Musée. Geologia, n° 151, pp. 9-14.