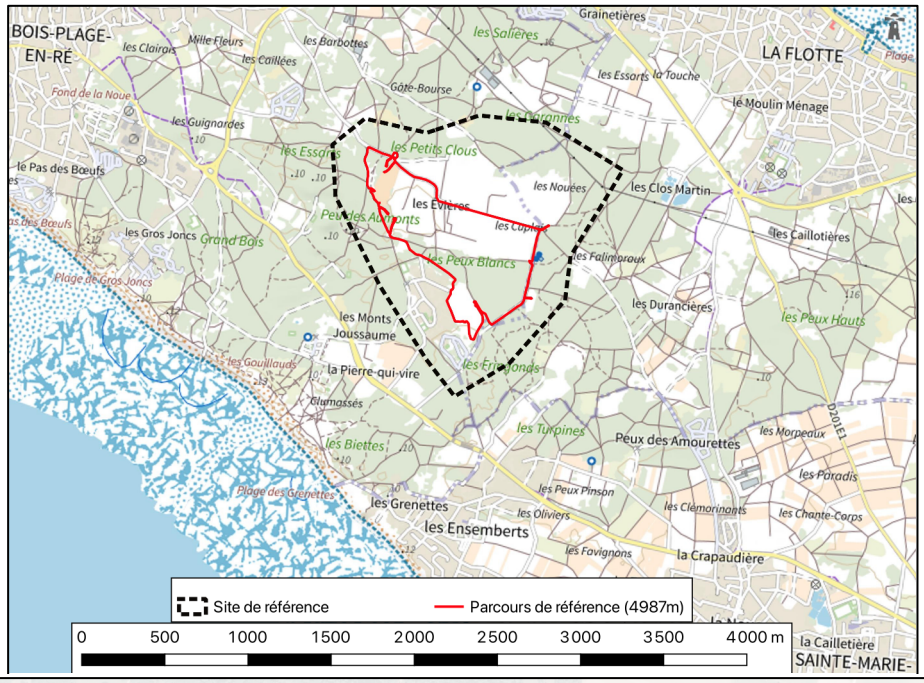
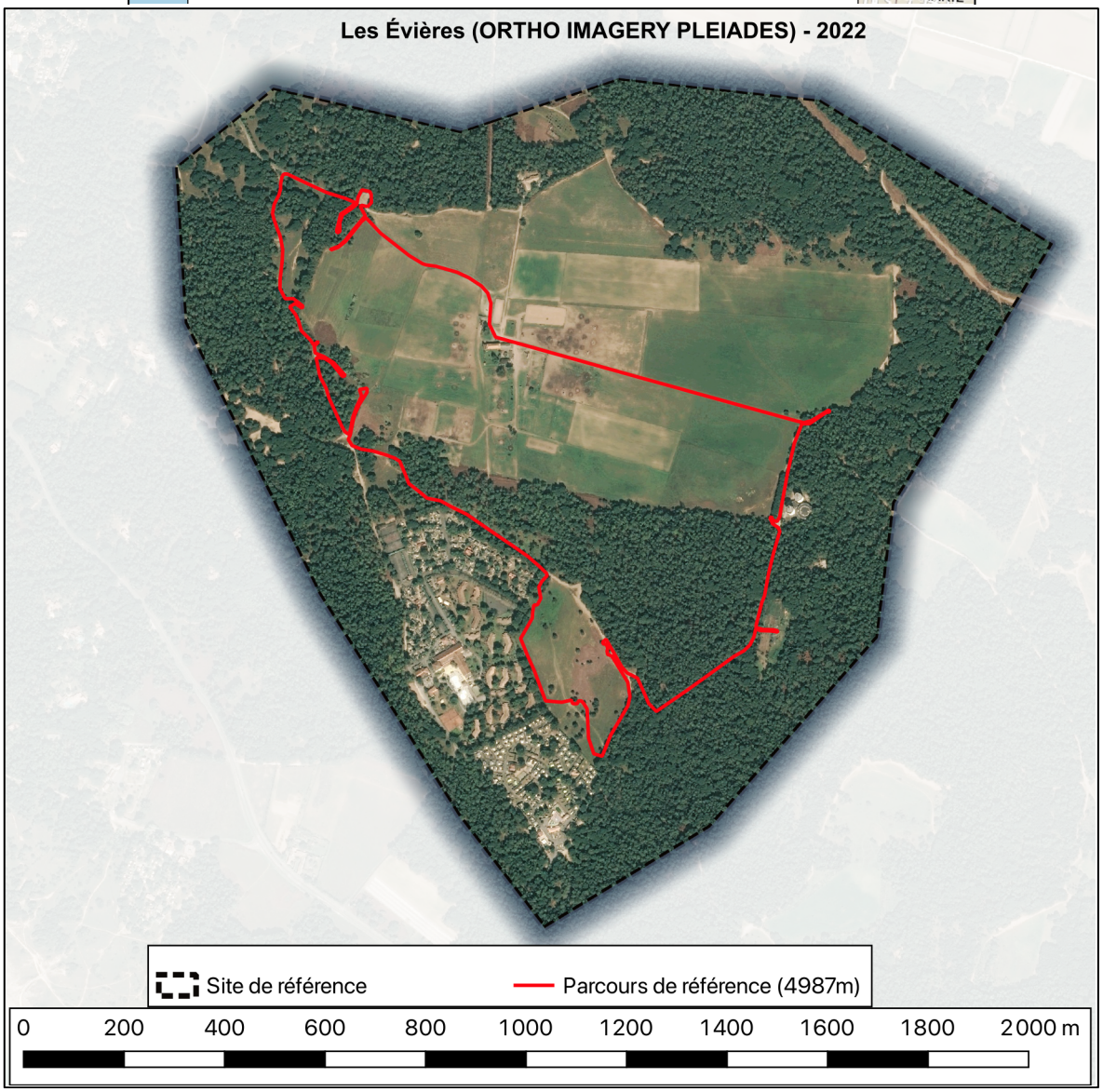
1 Présentation du Site

1.1 Situation

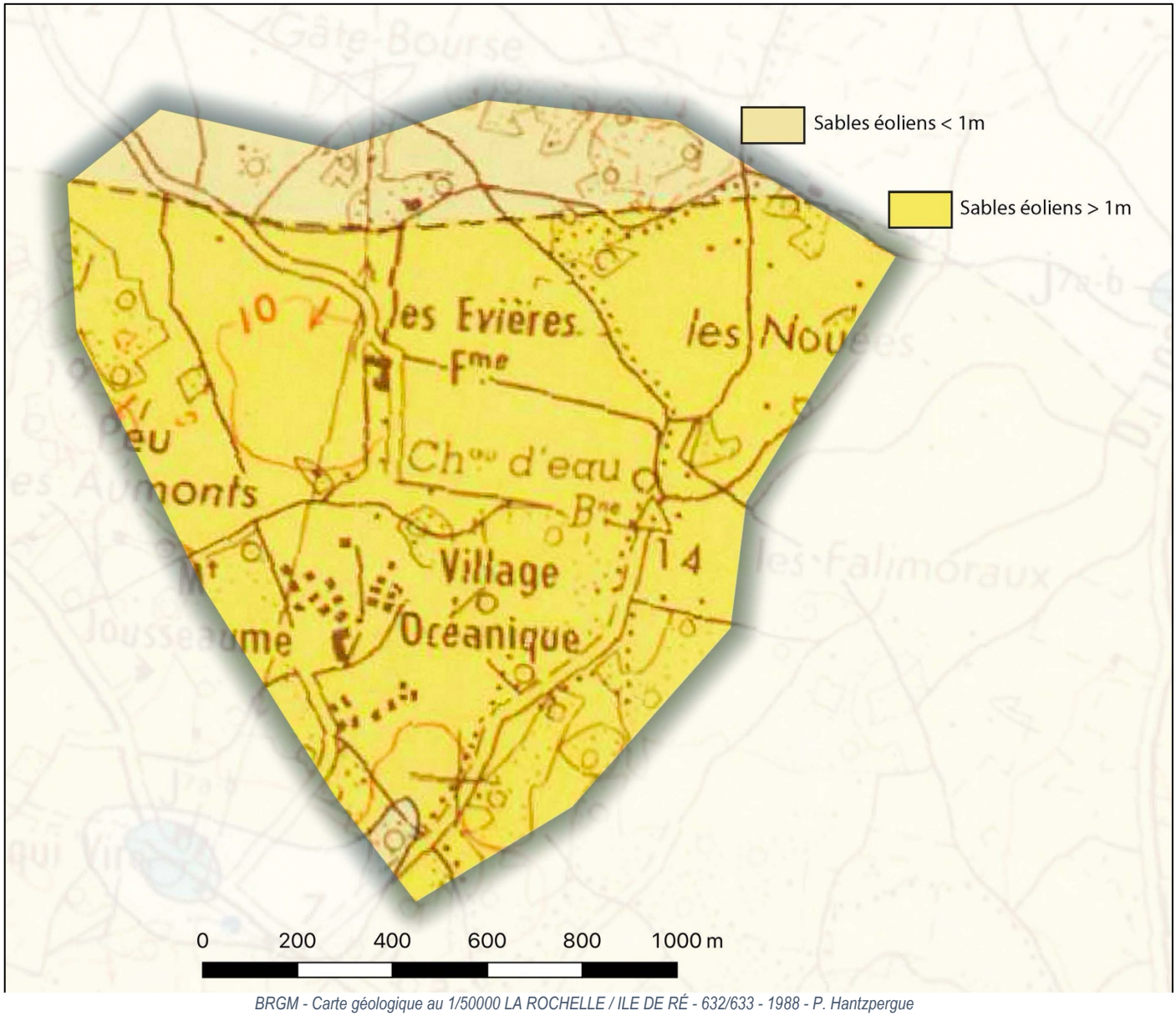




© Patrice Giraudeau

1.2 Nature du sous-sol

1.2.1 Les données de la carte géologique



BRGM - Carte géologique au 1/50000 LA ROCHELLE / ILE DE RÉ - 632/633 - 1988 - P. Hantzpergue

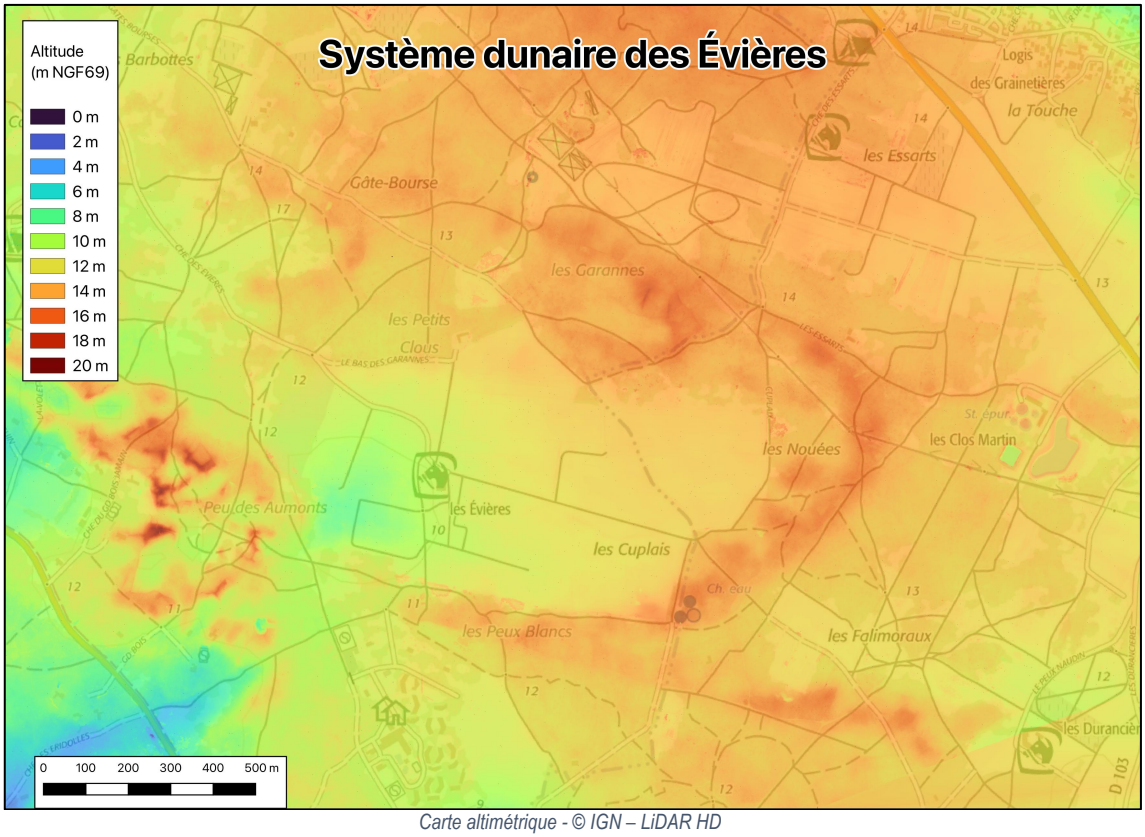
Le sous-sol de ce site est très homogène : l'ensemble est constitué de Sables éoliens. La seule nuance concerne l'épaisseur de cette formation : moins de 1m dans la partie la plus au Nord ce qui peut laisser apparaitre quelques morceaux de Calcaire appartenant à la formation sous-jacente J7a-b du Kimméridgien inférieur.

La présence de Sables éoliens sur l'ensemble du site confère au sol des caractéristiques très typées ; il est meuble, siliceux, mais avec une proportion importante de débris coquilliers (ce qui limitera la présence de plantes silicicoles strictes sans pour autant favoriser celle des calcicoles), très perméable et avec un pH très légèrement acide compris entre 6,2 et 6,7[1] (ce qui va empêcher l'installation de plantes acidophiles).
D'après ces mêmes sources, entre 5 et 15cm de profondeur, le rapport Carbone / Azote oscille entre 13 et 14[2] sous le couvert boisé ce qui traduit un léger déficit en Azote dont la conséquence limitera l'activité de la microfaune du sol (« fringale d'azote ») et donc ralentira les processus de minéralisation de la matière organique.
Il s'agit là d'un type de sol peu efficace du point de vue de sa dynamique de recyclage de matière organique, et donc pauvre, du point de vue des ressources nutritives qu'il peut fournir à la flore et à la faune.

[1] D'après ISRIC World Information Soil (https://www.isric.org/) et (https://soilgrids.org/)
[2] Le rapport favorable à l'activité de la microfaune du sol est compris entre 9 et 12

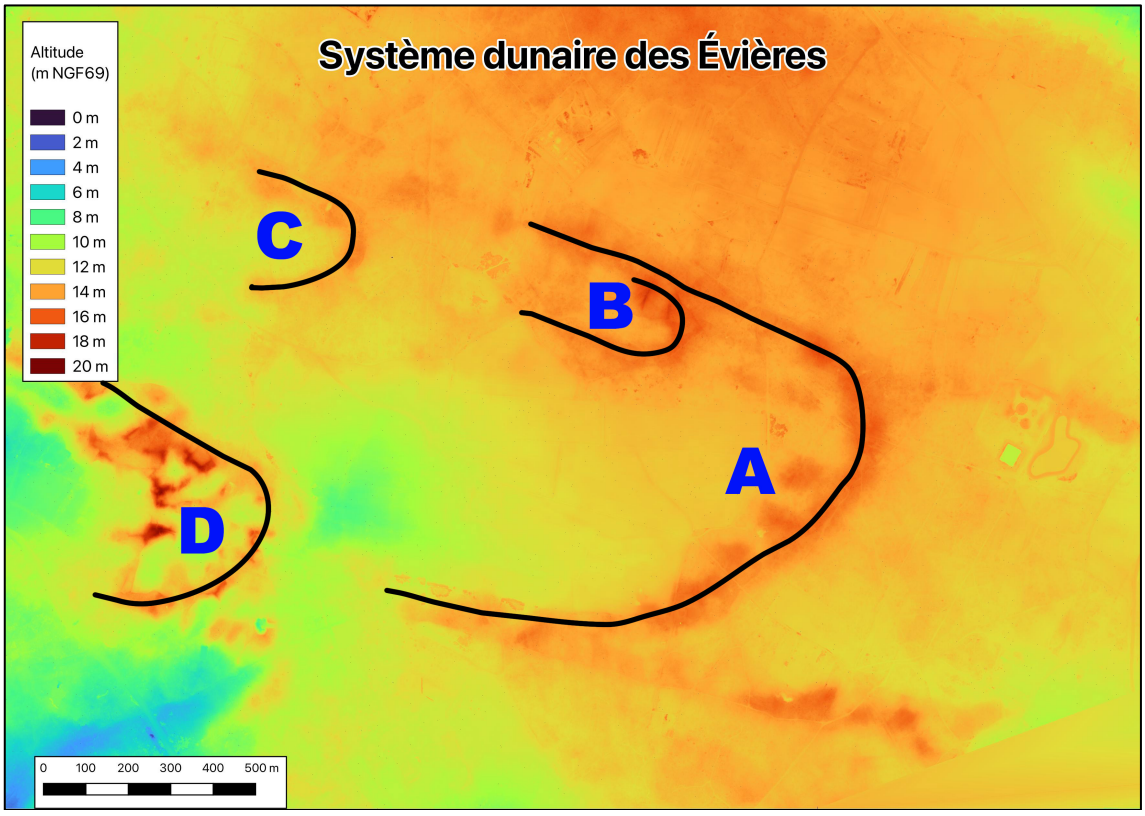
1.2.2 Les données altimétriques

Il peut apparaitre curieux d'utiliser des données altimétriques pour étudier la géologie d'une région, mais la présence de sables éoliens sur l'ensemble du site nécessite ce niveau d'observation afin de repérer d'éventuelles structures dans les gisements de ce matériau. Il se trouve que l'IGN met gratuitement à disposition les modèles numériques de terrains LiDAR[3] , de haute précision ; voici le résultat pour ce site :



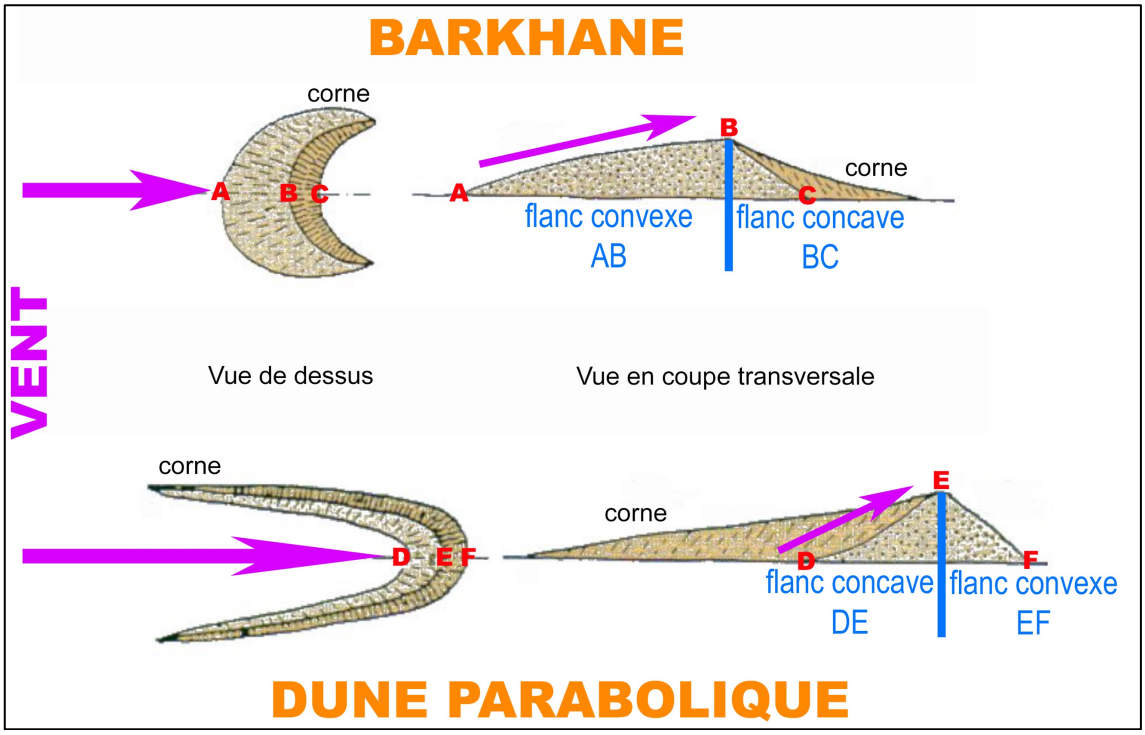
Carte altimétrique - © IGN – LiDAR HD

L'observation de ces documents montre que le site des Évières est situé au centre d'un complexe structural qui n'a rien d'anodin. Plusieurs structures en forme d'arc sont identifiables, en particulier l'une d'entre elles (A ci-dessous) très nette et de grande dimension à l'Est du site étudié (l'arc fait environ 2.300m).



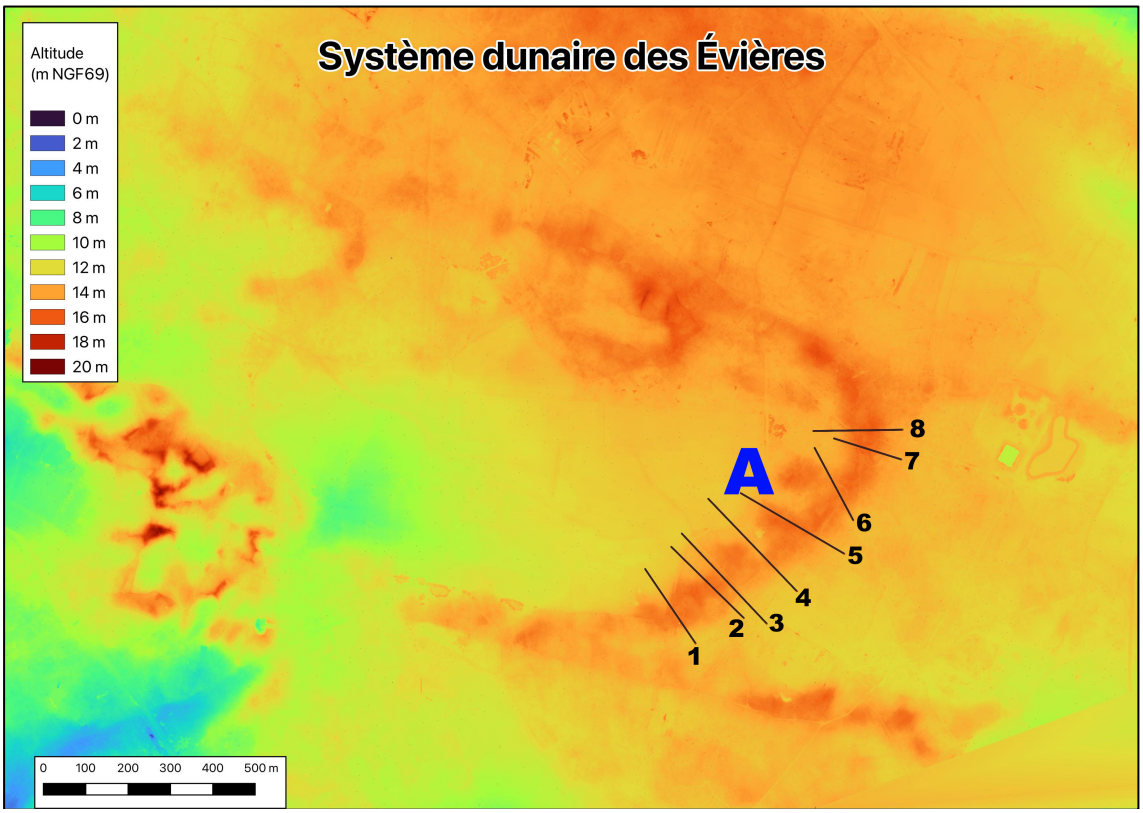
[3] https://geoservices.ign.fr/lidarhd

De telles structures sont connues dans des régions à sous-sol meuble : il peut s'agir soit de barkhanes, soit de dunes paraboliques. Dans les 2 cas, il s'agit de dunes en croissant, mais les pentes, côté concave et côté convexe, permettent de les distinguer.



En particulier, on remarque que le flanc convexe d'une barkhane est en pente douce, et plus long que le flanc concave. Par contre, dans une dune parabolique le flanc convexe est en pente abrupte et plus court que le flanc concave.

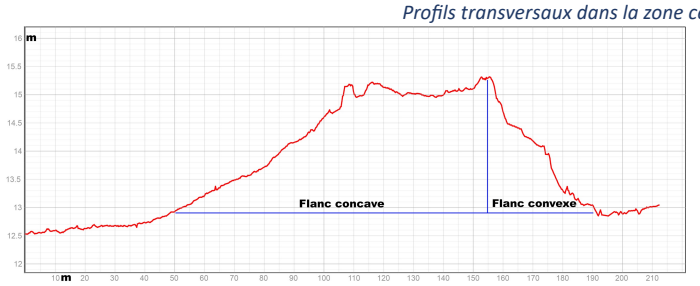
J'ai réalisé 8 coupes transversales dans le cœur du croissant de la dune principale (A) afin d'en établir son profil ; en particulier, j'ai cherché, par le nombre de profils réalisés, à éviter le piège de l'érosion, car elle a forcément modifié le gisement d'origine.



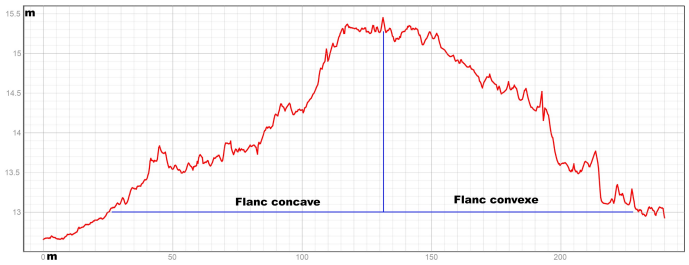
Position des 8 coupes transversales réalisées dans le centre de l'arc dunaire

© Patrice Giraudeau

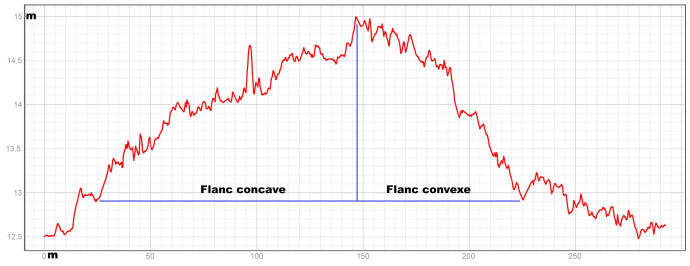
Profils transversaux dans la zone centrale de la dune A des Évières



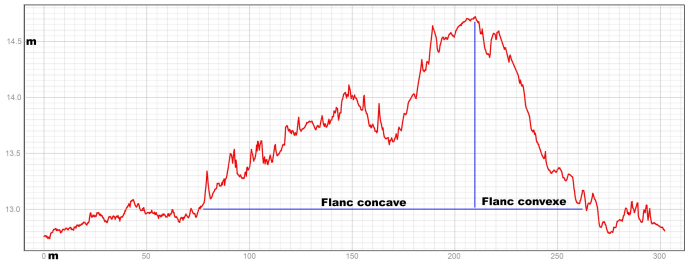
Profil n°1



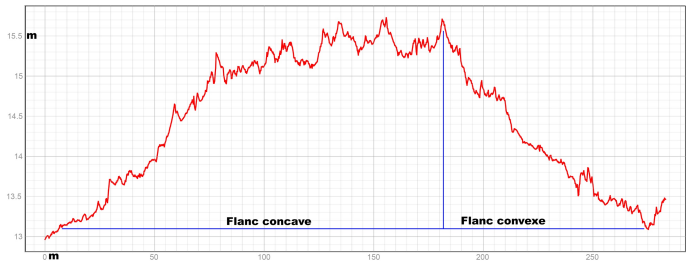
Profil n°2



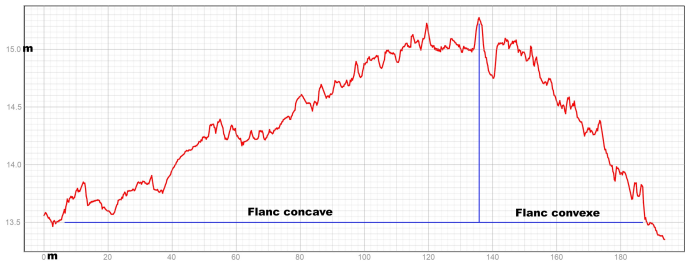
Profil n°3



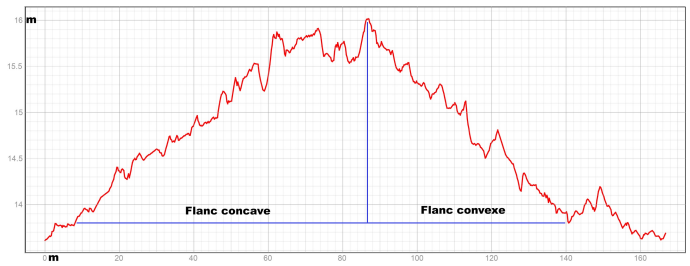
Profil n°4



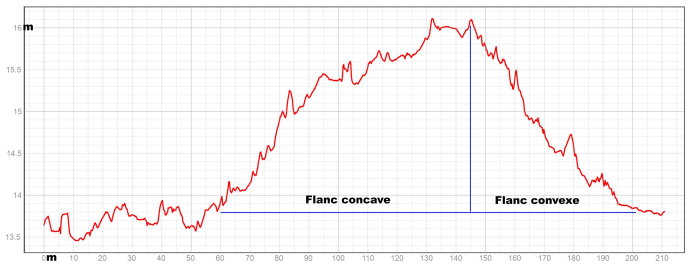
Profil n°5



Profil n°6

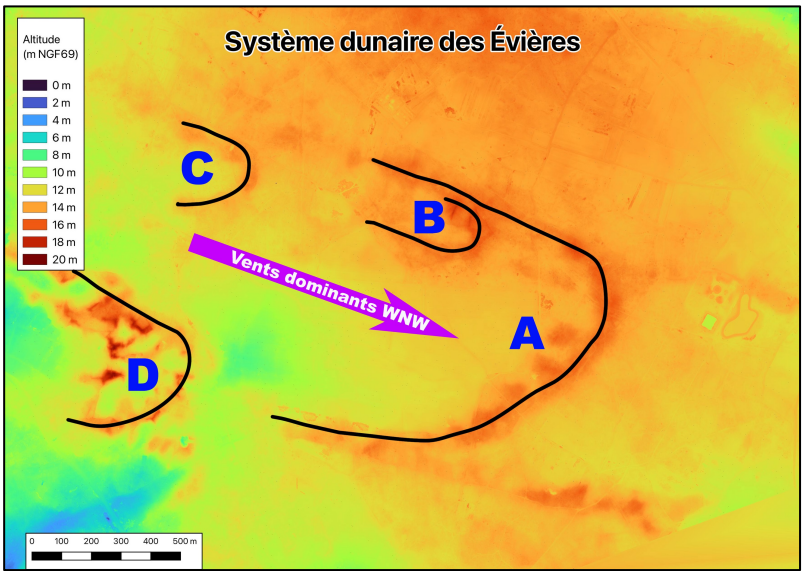


Profil n°7



Profil n°8

A l'exception des profils 2 et 7 difficiles à interpréter sans doute à cause de l'érosion, les 6 autres montrent nettement que la pente du côté convexe est plus abrupte que du côté concave ; de même, le côté convexe est plus court que le côté concave. Cela plaide, me semble-t-il nettement en faveur d'une dune parabolique ; ceci nous permet de déduire la direction du vent au moment de sa formation : Ouest-Nord-Ouest.



© Patrice Giraudeau

1.2.3 Formation des dunes de sable dans l'île de Ré

1.2.3.1 Datation

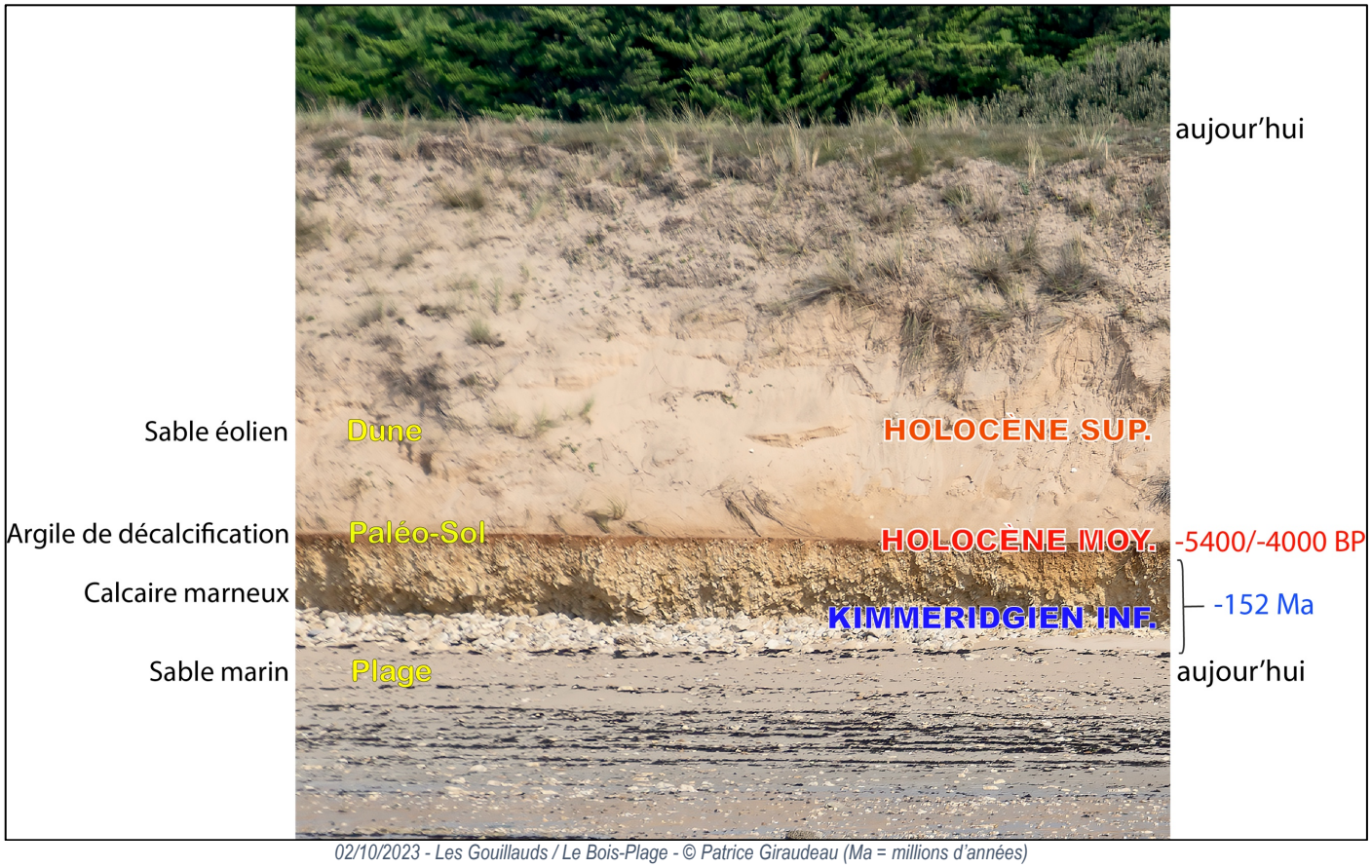
Les dépôts de sables éoliens sur le littoral charentais sont liés à des évènements qui se sont déroulés après la fin de la dernière glaciation, il y a 11.700 ans.

L'archéologie du Néolithique permet d'évaluer la date de ces évènements.

- Sur la plage des Gouillauds (Le Bois-Plage), Jean-Pierre Pautreau a identifié en 1979 un foyer néolithique ancien[4] qui a pu être daté au ^{14}C ; l'âge est de 6.860 BP[5] ± 120. Ces vestiges sont recouverts par les dunes de sables qui sont donc postérieures.
- Claude Burnez, (in *Évolution de la transgression flandrienne et du littoral charentais depuis 8500 BP* – Bernard Bourgueil) a étudié un gisement néolithique au site des Trois Pierres dans l'île d'Oléron. Il se trouve que ce site a été recouvert par une dune de sable postérieurement à son utilisation par l'Homme. Les éléments trouvés permettent selon C. Burnez d'estimer **l'installation de la dune au plus tôt vers 5.400 BP et au plus tard vers 4.000 BP**.

Dans la mesure où la formation dunaire des Evières appartient à un ensemble qui s'étend jusqu'à Oléron (forêt des Saumonards) et la Coubre (Forêt de La Tremblade), il me semble pertinent de considérer que **les dates déduites du site d'Oléron sont au plus près de l'édification des dunes de la région.**

Voici une transposition des déductions de C. Burnez sur la plage des Gouillauds du Bois-Plage :



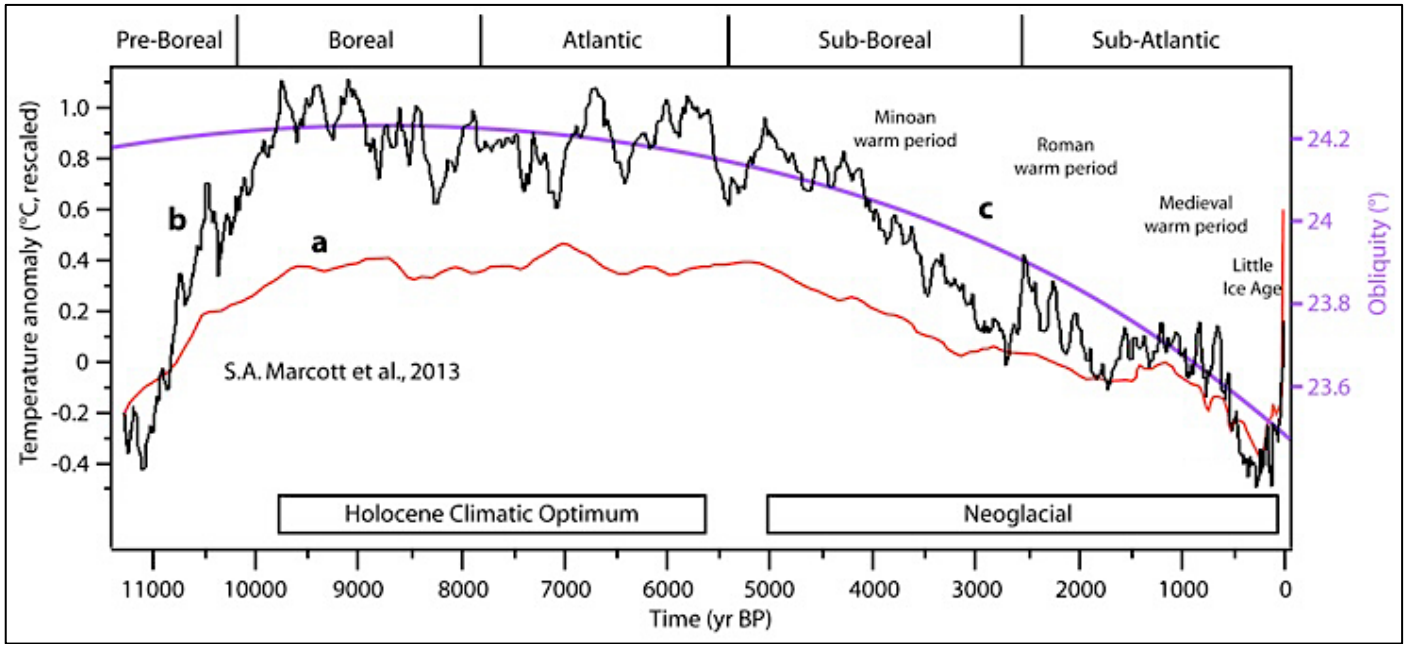
02/10/2023 - Les Gouillauds / Le Bois-Plage - © Patrice Giraudeau (Ma = millions d'années)

[4] « *Le foyer néolithique ancien des Gouillauds, au Bois, Ile de Ré (Charente-Maritime)* » par Jean-Pierre Pautreau et Pierre-Philippe Robert in « Bulletin de la Société préhistorique française, tome 77, n°4, 1980. Pp 123-128 » ; https://doi.org/10.3406/bspf.1980.5256

[5] BP = Before Present ; pour les datations récentes, la date du 01/01/1950 a été choisie par la communauté scientifique comme origine du temps « présent ». Ainsi, 6.860 BP correspond à 4.910 av.J-C.

1.2.3.2 Contexte paléoclimatique

Ces dates (5.400 BP / 4.000 BP) sont à mettre en relation avec des évènements majeurs de l'Holocène, période interglaciaire qui est en cours depuis 12.000 BP.



Le document ci-contre montre pour cette période :

(a) : les anomalies de températures - reconstitution à partir de modèles théoriques

(b) : les anomalies de températures - reconstitution calée sur des mesures (glaciologie, biologie (coquilles), sédiments marins)

(c) : évolution de l'obliquité de l'axe des pôles par rapport au plan de l'écliptique

L'arrivée des dunes sur le littoral charentais (5.400 BP – 4.000 BP) se situe donc juste après l'optimum climatique de l'Holocène, c'est-à-dire au début d'une période de refroidissement progressif.

En particulier, il a été repéré vers 5.900 BP un évènement climatique qui va durablement modifier le climat de la Terre. Cet évènement est connu sous le nom de « 4ème évènement de Bond », identifié par Gerard C. Bond, du Lamont-Doherty Earth Observatory de l'Université Columbia en 1997.

Un évènement de Bond est un phénomène de lâcher massif d'icebergs dans l'Atlantique Nord, identifié grâce aux dépôts de sédiments laissés par la glace, une fois fondue, sur les fonds marins, autrement appelé un transport par radeaux de glace.

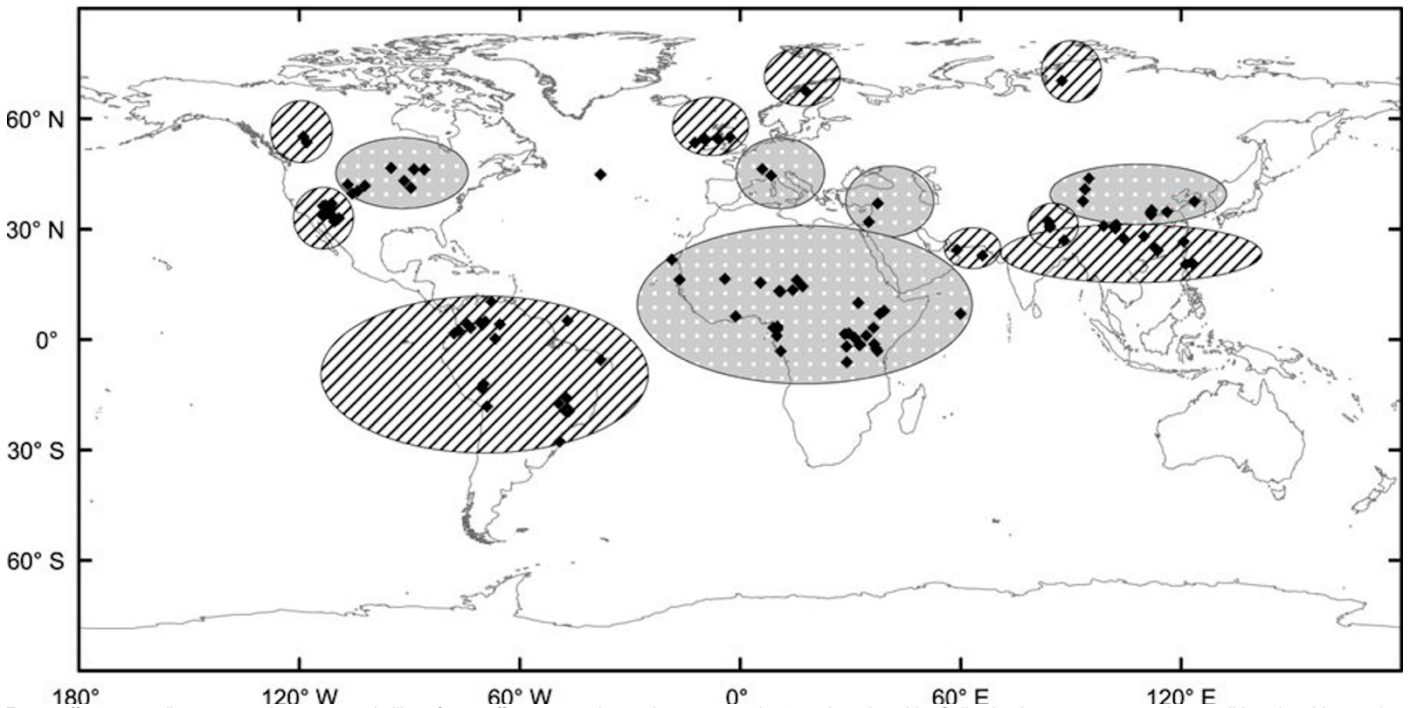
Claussen *et alii* en 1999 ont remarqué que cet évènement avait été suivi non seulement d'une chute progressive des températures moyennes, mais aussi d'une très longue période d'aridité (plusieurs siècles), s'étendant de l'Europe de l'Ouest jusqu'en Chine, contrairement aux évènements antérieurs du même type qui voyaient un rétablissement assez rapide d'une pluviométrie « normale ».

Dans le même intervalle, un autre évènement de Bond, le 3ème daté de 4.200 BP, est connu pour avoir aggravé les conditions climatiques, en particulier la sécheresse sur les mêmes régions du Globe.

1.2.3.3 Étendue des impacts paléoclimatiques

Le document[6] de la page suivante montre les zones touchées par le 3ème évènement de Bond et la nature de son impact.
Comme on peut le remarquer, c'est l'ensemble de la Planète qui a été impactée par ce 3ème évènement de Bond, avec des contrastes importants : régions affectées par la sécheresse, pendant que d'autres connaissent des épisodes particulièrement humides.
Dans l'état actuel des recherches, il semble que ces lâchers massifs d'icebergs, se détachant d'une banquise arctique régressant sous l'effet du réchauffement, aient fortement perturbé les principaux courants marins (Gulf Stream par exemple pour l'Europe de l'Ouest), induisant des modifications majeures dans le cycle de l'eau de la Planète.

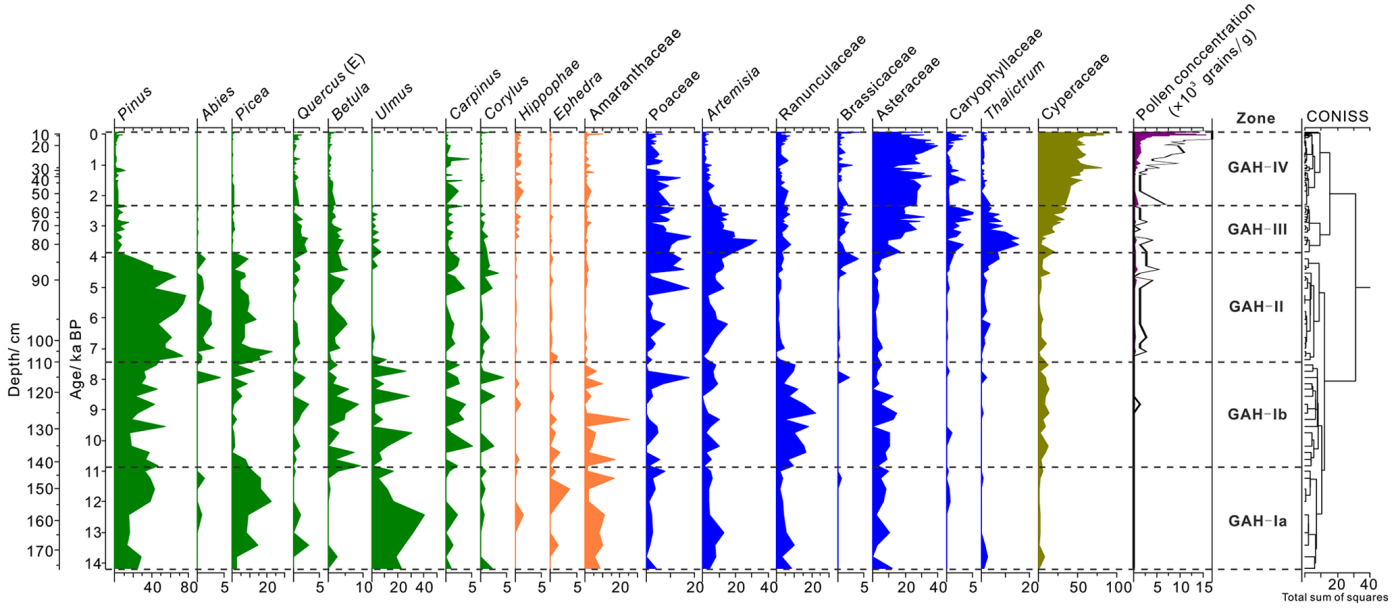
[6] Extrait de « *The abrupt climate change near 4,400 yr BP on the cultural transition in Yuchisi, China and its global linkage* » ; https://doi.org/10.1038/srep27723



Zones affectées par l'évènement. Les zones pointillées furent affectées par des sécheresses ou des tempêtes de sable. Celles hachurées connurent des conditions humides ou des inondations - Jianjun Wang, Liguang Sun, Liqi Chen, Libin Xu, Yuhong Wang & Xinming Wang in « The abrupt climate change near 4,400 yr BP on the cultural transition in Yuchisi, China and its global linkage »

1.2.3.4 Impacts sur la biosphère

Le diagramme ci-dessous montre un exemple d'impacts à grande échelle de ces changements climatiques, en l'occurrence sur la végétation du plateau tibétain (Age/ka BP signifie datation en milliers d'années BP). Les 2 évènements de Bond vont conduire à une modification radicale et durable du couvert végétal de cette région sous l'effet de la sécheresse.
A partir de 4.500 BP, on assiste à la disparition des boisements (résineux : Pinus, Abies, Picea) au profit d'une végétation basse, prairiale (Poaceae [Graminées], Asteraceae [Composées], Cyperaceae [Laîches, Linaigrettes..], etc..).



Pollen diagram of the main fossil pollen taxa in Gahai Lake, northeast Tibetan Plateau (in "Palynological evidence reveals an arid early Holocene for the northeast Tibetan Plateau" - Nannan Wang, Lina Liu, Xiaohuan Hou, Yanrong Zhang, Haicheng Wei, and Xianyong Cao)

Des évolutions comparables ont été observées, comme dans l'Atlas marocain, pour prendre un exemple documenté[7] en bordure de l'Atlantique.

[7] « *Western Mediterranean hydro-climatic consequences of Holocene ice-rafted debris (Bond) events* » Christoph Zielhofer ; https://doi.org/10.5194/cp-15-463-2019

1.2.3.5 *Impacts sur l'Histoire de l'Humanité*

Le 4ème évènement de Bond est à l'origine de la disparition des steppes du Sahara et de son évolution en désert. Il s'en suivra des migrations humaines en particulier vers la vallée du Nil, qui seront à l'origine des premières sociétés complexes dans cette région du monde.
Le 3ème évènement de Bond provoquera de fortes diminutions des crues de fleuves majeurs (Nil, Tigre, Euphrate), affectant les civilisations de l'époque ; les mauvaises récoltes et famines qui en résulteront, contribueront à la disparition de l'Ancien Empire d'Égypte et de l'Empire d'Akkad en Mésopotamie.

Le tableau ci-dessous établit les correspondances entre les évènements de Bond, la situation dans les Pertuis charentais[8] et les civilisations du Proche-Orient.

Europe de l'Ouest						Afrique du Nord / Proche-Orient				
Atlantique	Pertuis charentais			Continent	Age BP "Before Present" Année 1950 = 0 BP	Sahara	Egypte		Mésopotamie	
Lâchers massifs d'icebergs dans l'Atlantique Nord	Niveau moyen Océan (m NGF)	Géographie Ile de Ré	Présence humaine Climatologie	Périodes		Paysages	Organisations politiques		Organisations politiques	
	- 1,6 m	Ré coupée du Continent	Hache en Bronze (Ré)	Age du Bronze	3000 BP (= 1050 av-JC)	Désert	Nouvel Empire	Ramsès II		
					3100					
					3200					
					3300					
					3400					
					3500					
	- 2,2 m	Isthme praticable entre Ré et le Continent au niveau du haut-fond entre la Pointe du Plomb et le Fort La Prée **aux Basses Mers uniquement**	Hache en Bronze (Ré)		3600				1ère Dynastie de Babylone	Hammourabi
					3700					
					3800					
					3900					
	- 2,9 m		Vents d'Ouest-Nord-Ouest Climat Aride & plus Frais Edification des premières Dunes (paraboliques) - Ré (Les Evières) - Oléron - La Coubre	Age du Cuivre	4000		Ancien Empire	Pyramide de Kheops	Empire d'Akkad	
					4100					
Evènement de Bond n°3					4200					
					4300					
					4400					
					4500					
					4600					
					4700					
					4800					
					4900					
	- 4,5 m			Métallurgie du Cuivre dans le Sud de la France	5000					
				Néolithique récent	5100				Période d'Uruk	Ecriture proto-cuneïforme
					5200		Période Pré-Dynastique			
					5300					
				Néolithique moyen	5400					
			Industrie Néolithique Les Trois Pierres (Oléron)		5500					
					5600					
					5700	Début de la désertification				
					5800					
Evènement de Bond n°4					5900	Steppe	Fin de la Préhistoire égyptienne			
	- 6,7 m				6000					
Fin de la dernière Glaciation (Würm)					12000	Fin de la dernière Glaciation (Würm)				

❖ Remarques à propos de la connexion Île de Ré et Continent

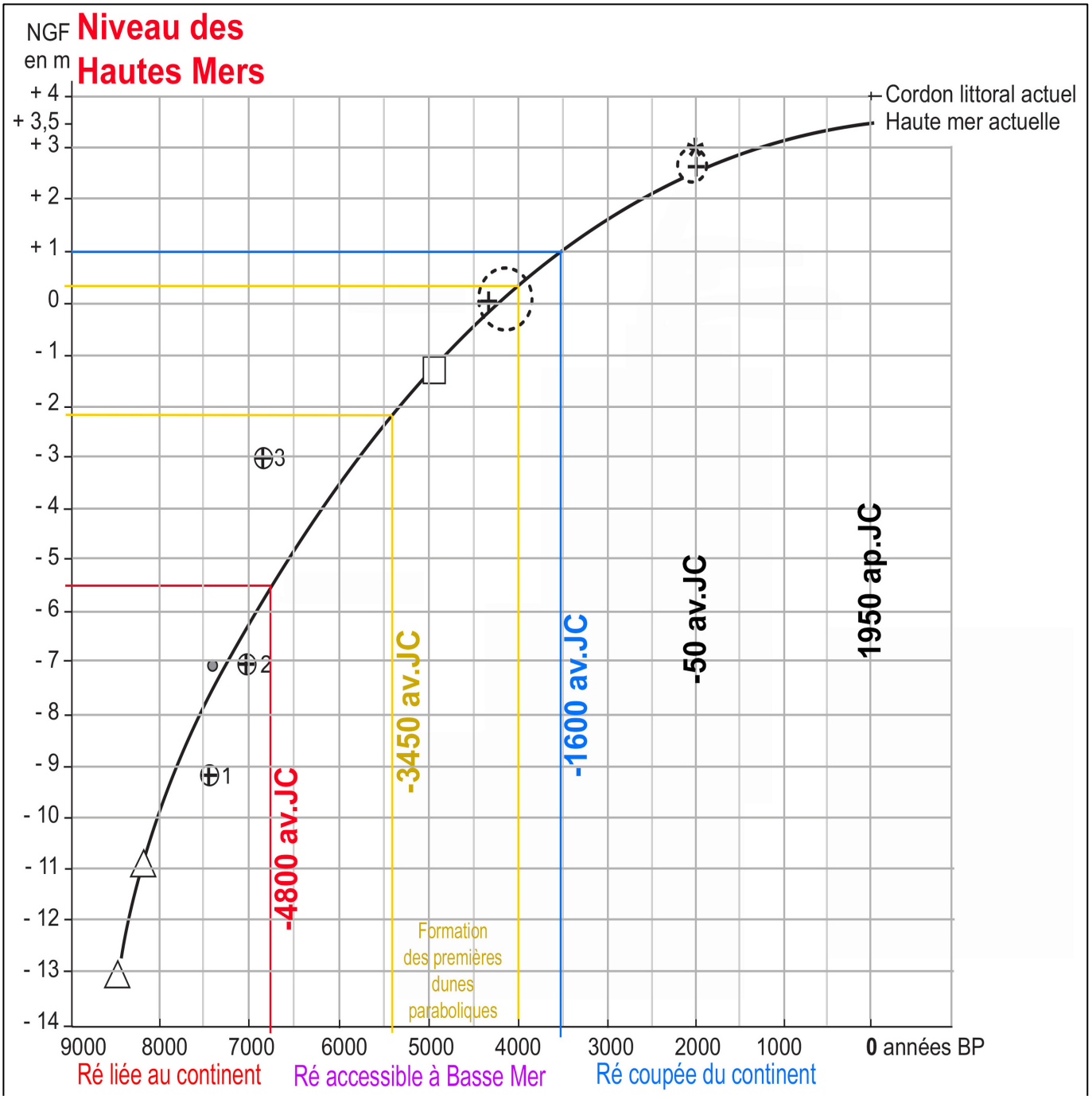
La date de coupure que je propose entre Ré et le Continent est basée sur les informations suivantes :

- Existence d'un haut-fond (-5,5 m NGF au plus bas) entre la Pointe du Plomb et le Fort La Prée sur les cartes marines actuelles
- Estimation des hauteurs des Pleines Mers depuis 8.500 BP sur le littoral charentais établies par Bernard Bourgueil
- Transposition du marnage actuel maximum dans ce secteur, à savoir de l'ordre de 6,5m pour les marées de vives-eaux (coefficients > 115)

Ainsi, sur l'estimation de B. Bourgueil, les Pleines Mers atteignent +1,0m NGF vers 3.550 BP (= 1.600 av-JC); donc, à partir de cette date, même aux Basses Mers de vives-eaux, cet isthme dont le point bas est situé à -5,5m NGF, ne pourra plus être découvert, si on considère un marnage de 6,5m.

[8] Les hauteurs moyennes de l'océan sont déduites des travaux de Bernard Bourgueil in « *Évolution de la transgression flandrienne et du littoral charentais depuis 8500 BP* » ; https://geolfrance.brgm.fr/sites/default/files/upload/documents/gf3-1-2005.pdf

❖ Évolution du niveau des Hautes Mers – Secteur de Rochefort, Oléron, Brouage, Ré (in « *Evolution de la transgression flandrienne et du littoral charentais depuis 8500 BP* » - 2005 - Bernard Bourgueil)



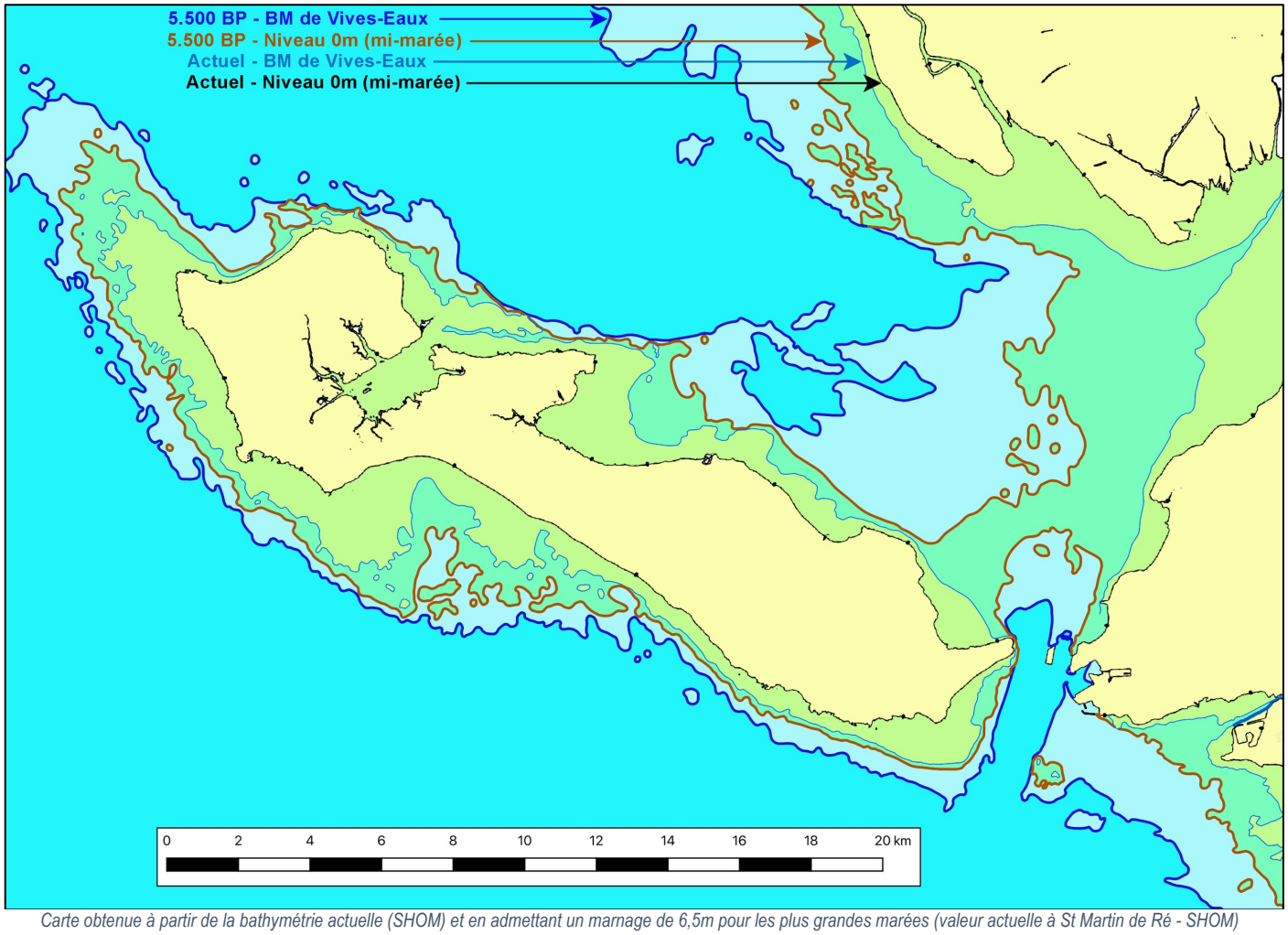
Niveau des Hautes Mers © Bernard Bourgueil – Chronologie des évènements sur l'île de Ré © Patrice Giraudeau

1.2.3.6 Conclusions

Il semblerait donc que la formation des dunes paraboliques des Evières s'inscrive dans ce contexte consécutif au 4ème évènement de Bond, datant du milieu de l'Holocène, fortement amplifié par le 3ème évènement de Bond, et qui se sont traduits par une aridité durable sur l'Europe de l'Ouest.

A cette époque (5.400 BP – 4.000 BP), l'île de Ré est plus étendue qu'actuellement, car le niveau moyen de la mer se situe plus bas qu'aujourd'hui (-5,3m à 5.400BP ; -2,9m à 4.000 BP) d'après Bernard Bourgueil (in *Évolution de la transgression flandrienne et du littoral charentais depuis 8500 BP*).

Le document ci-dessous permet de comparer les contours du littoral juste avant la formation des dunes paraboliques (-5.500 BP) par rapport à la situation actuelle.



Carte obtenue à partir de la bathymétrie actuelle (SHOM) et en admettant un marnage de 6,5m pour les plus grandes marées (valeur actuelle à St Martin de Ré - SHOM)

L'île, de même que tout le littoral charentais, est alors soumise à des températures qui se rafraichissent progressivement, dans un climat devenant durablement aride.

Cela s'accompagne d'un régime de vents d'Ouest-Nord-Ouest qui va édifier progressivement un complexe dunaire régional, dont la dune parabolique des Évières constitue un témoin rétais de cette période.

En effet, au fur et à mesure de l'élévation du niveau marin (transgression flandrienne commencée il a 12.000 ans), le trait de côte a été décalé vers l'Est, ce qui s'est accompagné d'un déplacement des sables côtiers dans le même sens et ils ont ainsi recouvert le continent de plus en plus vers l'Est[9].

Pour l'île de Ré, le rapprochement du trait de côte à partir de 5.400 BP est tel qu'il s'accompagne de l'arrivée des sables dunaires (dunes paraboliques) par-dessus le substrat marno-calcaire. La dune parabolique des Evières est donc un vestige de cette arrivée.

Au-delà de cette période, à partir de l'âge du Bronze (4.000 BP dans notre région), les conditions climatiques vont très progressivement devenir plus océaniques et dans un contexte de hausse régulière du niveau marin. Cela donnera lieu à de nouvelles formations sableuses le long du littoral, mais de nature et de caractéristiques différentes[10] (dont des dunes de type « barkhane » par exemple).

A défaut de Pyramides, du haut du Peu des Aumonts et de la dune des Évières, tout promeneur passant par là, doit savoir que plus de 40 siècles le contemplent, 50 peut-être !!

[9] Cf. Tome 7 Chapitre 4 § 3.3.3 *La remontée du niveau marin dans le Nord-Ouest de l'île de Ré à l'Holocène*

[10] « *Les paysages littoraux de la Charente Maritime continentale entre la Seudre et la Gironde – Essai d'interprétation de leur formation d'après la géologie, la géomorphologie et l'étude de la végétation – 2ème partie* » par Guy ESTEVE https://www.sbco.fr/pdf/ArtBull/Bull19/SBCO-Bull19-p159-231-Esteve-Paysages_littoraux_17.pdf