

Olympiades de géosciences 2018

**Guyane
Guadeloupe
Martinique
AEFE**

Épreuve écrite du 22 mars 2018

Durée de l'épreuve : 4 h

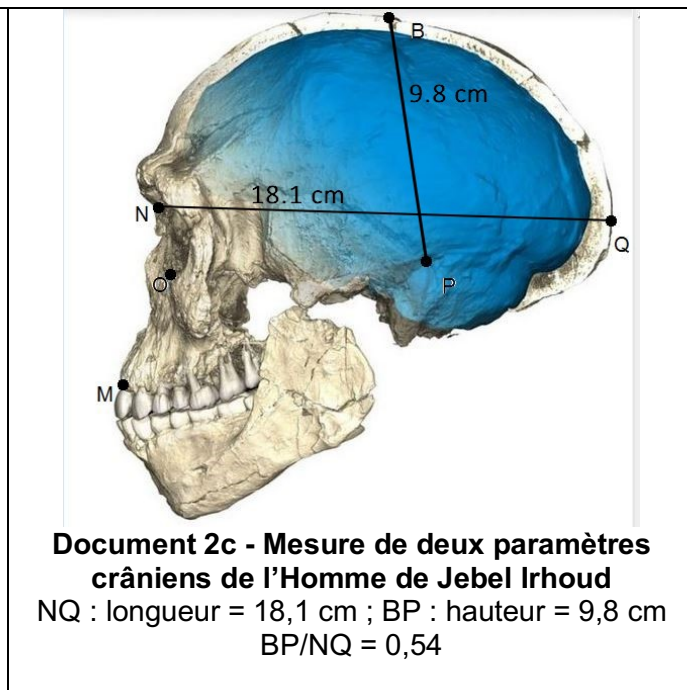
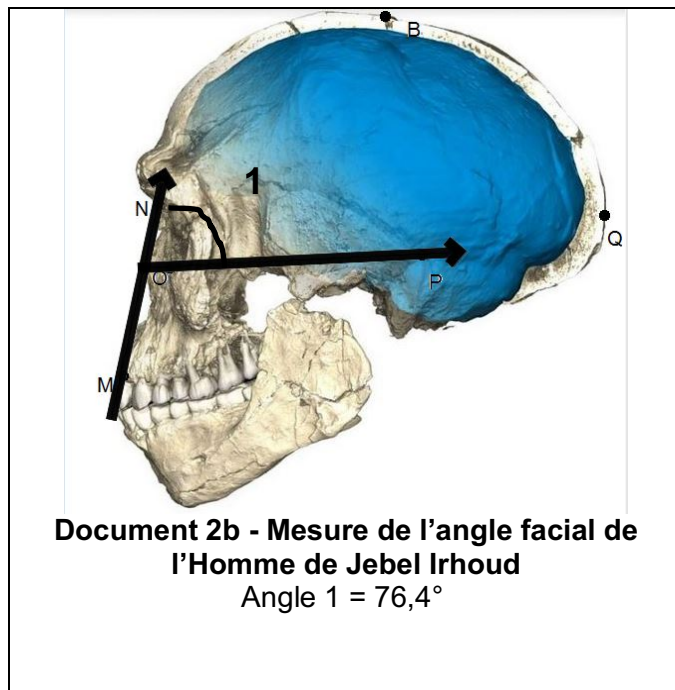
Le sujet se compose de trois exercices notés sur dix points chacun. Il comporte de nombreux documents, mais leur exploitation et les réponses attendues sont courtes.

La calculatrice n'est pas autorisée.

Document 2 - Comparaison des paramètres crâniens de l'Homme de Jebel Irhoud avec ceux d'autres espèces

Document 2a - Valeurs pour quelques espèces voisines de l'Homme de Jebel Irhoud

Espèces	Divers <i>Australopithecus</i>	<i>Homo habilis</i>	<i>Homo erectus</i>	<i>Homo neanderthalensis</i>	<i>Homo sapiens</i>
Critères					
Angle facial	56° à 75°	65° à 68°	75° à 81°	71° à 89°	82° à 88°
Rapport hauteur/longueur du crâne	0,58 à 0,67	0,48 à 0,66	0,46 à 0,54	0,45 à 0,63	0,59 à 0,64



(Source article Nature du 8 juin 2017 « New fossils from Jebel Irhoud, Morocco and the pan-African origin of *Homo sapiens* » pour les docs 2b et 2c)

Document 3 - Analyse comparative de diverses données entre l'Homme de Jebel Irhoud et celles d'autres fossiles de la lignée humaine

Pour les documents qui suivent, les scientifiques présentent sur trois graphiques les résultats de l'analyse de données concernant plusieurs caractéristiques physiques de fossiles d'espèces apparentées à *Homo sapiens* (les données de la face, les caractéristiques internes du crâne, les données concernant les incisives) afin de les comparer. Chaque point représente le résultat de l'analyse d'un fossile.

Il est ainsi possible de délimiter des surfaces qui correspondent aux variations possibles du caractère au sein d'une espèce.

Les valeurs en abscisses et des ordonnées sont obtenues par des calculs complexes qui ne sont pas explicités ici.

Document 4 - Extrait de la note de J.-J. Hublin présentée au Collège de France

« Nous avons pris l'habitude de penser que le berceau de l'humanité moderne peut être localisé en Afrique de l'Est il y a 200 000 ans, [...] Bien longtemps avant la sortie d'Afrique d'*Homo sapiens*, il y a eu une dispersion ancienne à l'intérieur de l'Afrique » déclare le paléanthropologue J.-J. Hublin.

Source : site collège de France, « les enfants de Jebel Irhoud », juin 2017

Document 5 - Outils trouvés dans le site et technique de datation

Document 5a – Les outils de pierre du « Middle Stone Age » trouvés sur le site de Jebel Irhoud

Source: Mohammed Kamal, MPI EVA Leipzig, License: CC-BY-SA 2.0)



Les fragments de silex provenant des couches 6 et 7 sur le gisement de Jebel Irhoud sont représentatifs d'une technique de fabrication d'outils appelée « Levallois ».

Le « Levallois » est une technique qui consiste en une préparation d'un bloc de pierre initial, appelé *nucleus* (par enlèvement d'éclats qui ne sont alors que des déchets), avant d'en extraire les éclats utiles, appelés « éclats Levallois », qui eux serviront d'outils. Cette technique est associée aux premiers *Homo sapiens*.

<http://www.lemonde.fr/>

Document 5b - La technique de thermoluminescence

Cette technique est particulièrement utilisée pour dater des objets ayant été exposés à de fortes températures (ex : des poteries), pour des périodes de temps allant jusqu'à 500 000 ans, contrairement à la technique utilisant le carbone 14 limitée à des objets âgés au plus de 50 000 ans.

Les chercheurs qui ont travaillé sur le site de Jebel Irhoud ont utilisé cette méthode pour dater indirectement les fossiles en se basant sur les « silex brûlés ». En effet, elle est rendue possible par une situation extraordinaire qu'offrait le site : « les hommes de Jebel Irhoud aimaient faire du feu ».

La thermoluminescence permet ainsi de dater les minéraux qui ont été chauffés dans le passé à une température suffisante (notamment les grains de quartz et de feldspaths). En effet, après une augmentation forte de température les particules de la matière (excitées par la *radioactivité intrinsèque*) sont ramenées à un niveau d'énergie inférieur. Elles ont alors la capacité d'emmagasiner de nouveau l'énergie des rayonnements ionisants auxquels elles sont exposées (*radioactivité extrinsèque*).

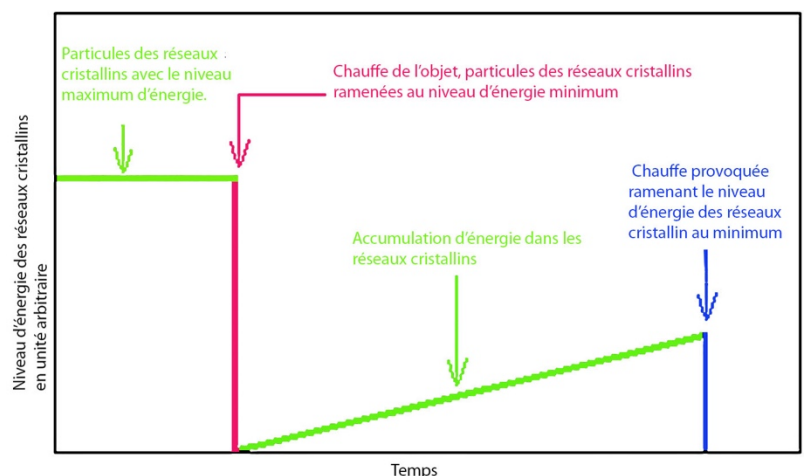
En laboratoire, pour mesurer la dose d'énergie stockée, le minéral est chauffé à plus de 500 degrés et le rayonnement lumineux émis, qui constitue la thermoluminescence, est mesuré.

La thermoluminescence est fonction de la durée d'irradiation de l'objet dans le milieu naturel.

Source : www.hominides.com

Figure : évolution de la luminescence avec le temps

Source : www.sciencedirect.com/



Document 6 - Présence et migration d'*Homo sapiens* en Afrique et hors d'Afrique

Document 6a - L'état des connaissances sur l'origine de l'Homme moderne, d'après J.-J. Hublin

« ... Le site marocain de Jebel Irhoud est connu depuis les années de 1960 pour ses découvertes de restes humains et ses outillages du « Middle Stone Age ». Cependant l'interprétation des Hommes de Jebel Irhoud a longtemps été obscurcie par l'imprécision persistante qui entourait leur âge géologique. Les nouvelles fouilles entreprises à partir de 2004 ont livré de nouveaux fossiles d'*Homo sapiens* in situ. Leur nombre est passé de 6 à 22, faisant de Jebel Irhoud le plus ancien et le plus riche gisement africain du « Middle Stone Age » et documentant la première phase évolutive de notre espèce.

Pour établir une chronologie précise des dépôts, les chercheurs ont utilisé la méthode de thermoluminescence sur un des silex brûlés. Ces échantillons ont produit une série de dates autour de 300 000 ans.

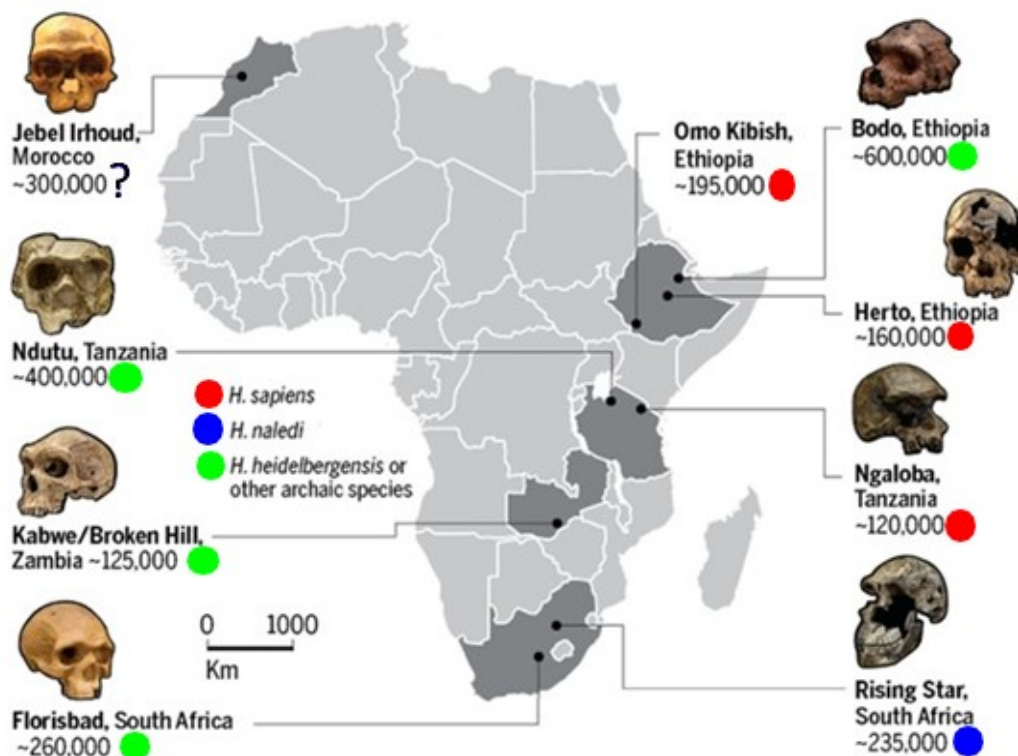
[.../...] Des restes très anciens d'*Homo sapiens* fossiles étaient déjà connus à Omo Kibish, en Éthiopie, datés autour de 195 000 ans. À Herto, également, en Éthiopie, un autre *Homo sapiens* fossile remonte à -160 000 ans. Jusqu'à aujourd'hui, une majorité de spécialistes considérait que tous les Hommes actuels descendaient d'une population qui vivait en Afrique de l'est, il y a environ 200 000 ans.

[.../...] « En Afrique, les sites datés de cette période sont exceptionnellement rares, et il est très heureux que le site de Jebel Irhoud ait préservé autant de silex brûlés » déclare Daniel Richter, l'expert en géochronologie de l'équipe. Il explique « ceci nous a permis d'utiliser la méthode de la thermoluminescence et d'établir une chronologie cohérente des fossiles humaines et des niveaux qui les surmontent ». De plus l'équipe a pu réévaluer l'âge établi directement sur la mandibule d'Irhoud 3 découvertes dans les années 1960. L'âge précédemment calculé était de 160 000 ans. En prenant en compte les nouvelles mesures de la radioactivité du site et les progrès récents de cette méthode, un âge beaucoup plus ancien et parfaitement en accord avec les résultats obtenus par la méthode de la thermoluminescence a été obtenu pour ce fossile [... / ...].

Référence : site collège de France, « les enfants de Jebel Irhoud », juin 2017

Document 6b - L'aube pan-africaine d'*Homo sapiens*

De nouvelles datations et de nouveaux fossiles provenant de Jebel Irhoud au Maroc suggèrent que notre espèce a émergé en différents lieux au sein du continent africain. Ces nouvelles découvertes peuvent aider les chercheurs à savoir comment les fossiles existant depuis 600 000 ans représentés ci-dessous, sont en relation avec les humains modernes et vice versa.



Source : site <http://www.sciencemag.org>, du 7 juin 2017

QCM

1.1. Par la technique de la thermoluminescence, on détermine l'âge d'un objet. Il sera :

- A : d'autant moins âgé que la radioactivité extrinsèque emmagasinée est importante.
- B : d'autant moins âgé que la radioactivité intrinsèque emmagasinée est importante.
- C : d'autant plus âgé que la radioactivité extrinsèque emmagasinée est importante.
- D : d'autant plus âgé que la radioactivité intrinsèque emmagasinée est importante.

1.2. L'âge des silex du site de Jebel Irhoud correspond au temps qui s'est écoulé :

- A : depuis leur taille par les Hommes du Jbel Irhoud.
- B : depuis leur découverte par les chercheurs.
- C : depuis qu'ils ont été soumis à une haute température dans les feux produits par les Hommes du Jbel Irhoud.
- D : depuis qu'ils ont été soumis à une haute température en laboratoire par les chercheurs.

1.3. Si les Hommes du Jbel Irhoud n'avaient pas fait de feu sur ce site, les silex taillés :

- A : auraient pu être datés par la méthode de datation par thermoluminescence.
- B : auraient pu être datés par la méthode de datation au carbone 14.
- C : n'auraient pas pu être datés par la méthode de datation par thermoluminescence.
- D : auraient pu être datés par la méthode de datation par thermoluminescence à condition de les soumettre au feu en laboratoire.

Exercice 2 - Le nouveau continent caché de la Terre

En géologie, le modèle communément admis compte six continents : Amérique du Nord, Amérique du Sud, Eurasie, Afrique, Australie et Antarctique.

Quatre critères usuels définissent un continent géologique :

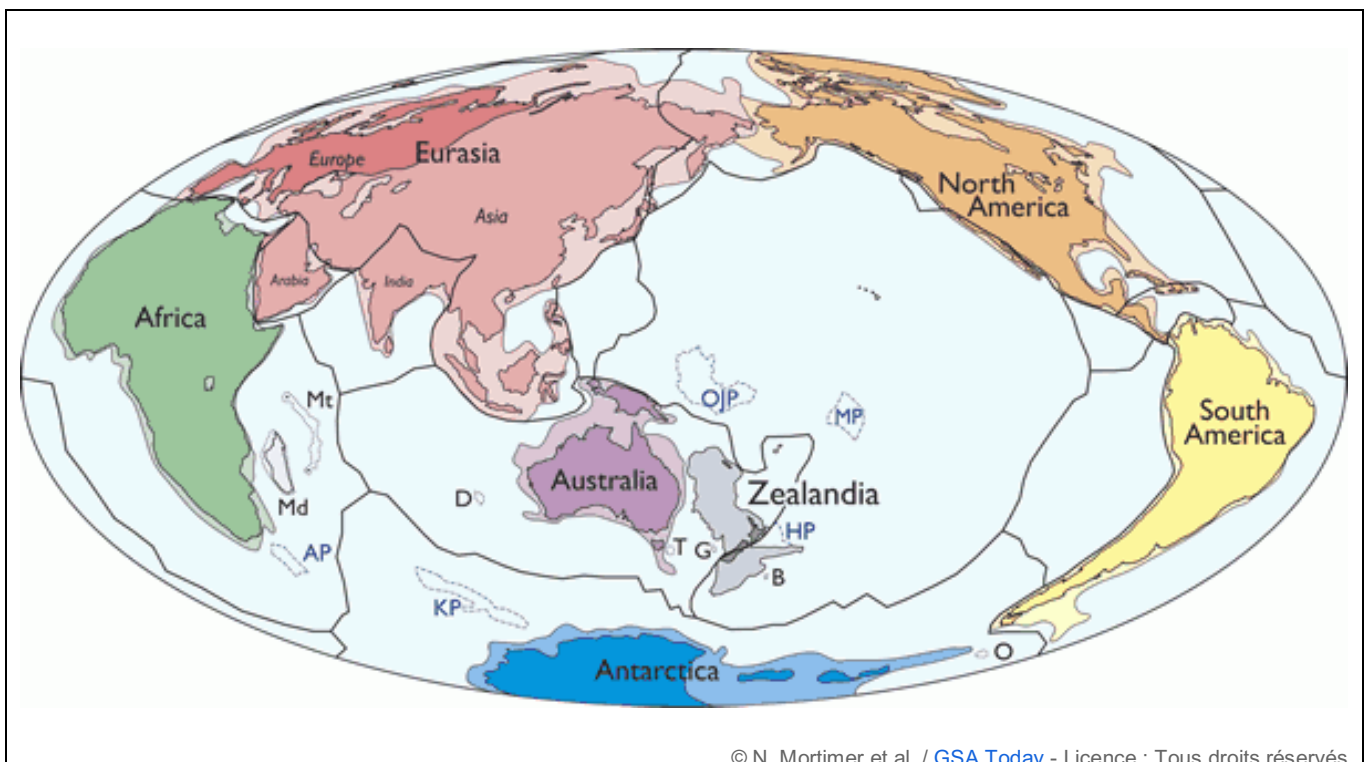
- relief marqué par rapport au fond océanique ;
 - présence de roches magmatiques, métamorphiques et sédimentaires différentes de celles des fonds océaniques ;
 - présence d'une croûte plus épaisse et moins dense par rapport à celle des plaques océaniques environnantes ;
 - limites bien définies autour d'une superficie suffisamment grande pour être qualifié de continent.
- Cette définition laisse une place importante à l'interprétation.

Des géologues néo-zélandais, français et australiens, affirment dans un article de la revue « The Geological society of America » paru en février 2017, l'existence d'un continent baptisé « **Zealandia** ». Il s'étendrait du Sud de la Nouvelle-Zélande jusqu'à la Nouvelle-Calédonie et serait resté longtemps ignoré car l'immense majorité en est immergée, environ 94 %. Ce possible nouveau continent occuperait une superficie de près de 5 millions de km², soit la moitié de celle du Canada. Au-delà du débat scientifique, ces limites continentales représentent d'importants enjeux économiques. « Avec l'extension du territoire maritime, vient la possibilité nouvelle d'exploiter des ressources du plancher océanique qui étaient auparavant dans les eaux internationales », prévient Javier Escartin, chercheur en géosciences marines à l'Institut de Physique du Globe de Paris.

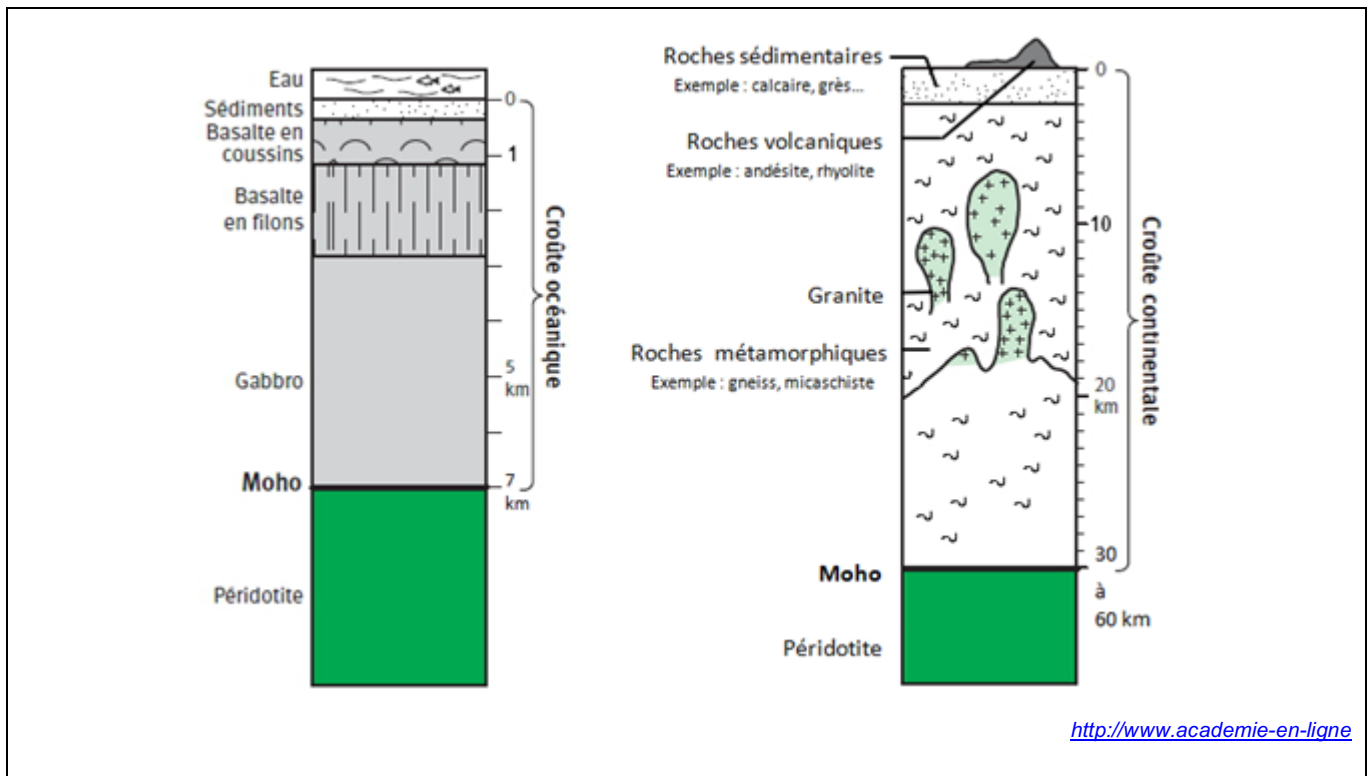
Questions :

1. À partir des documents, rédiger un article scientifique structuré présentant les arguments en faveur et en défaveur du statut de nouveau continent pour Zealandia.
2. Précisez si, en prenant en compte le quatrième argument de la définition proposée, certains continents reconnus actuellement comme tels peuvent être remis en cause.

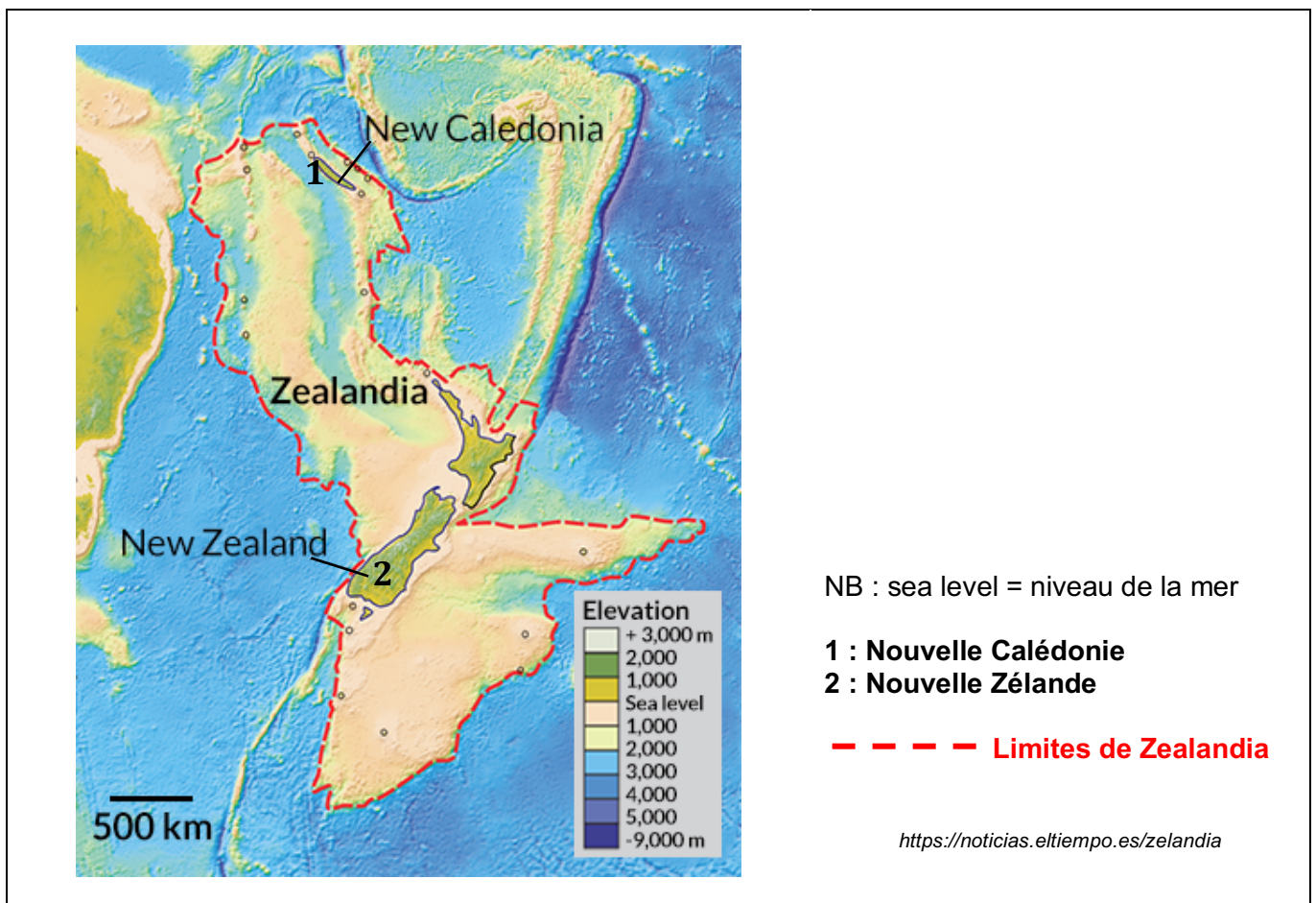
Document 1 - Carte des continents



Document 2 - Composition et structure des domaines océaniques et continentaux

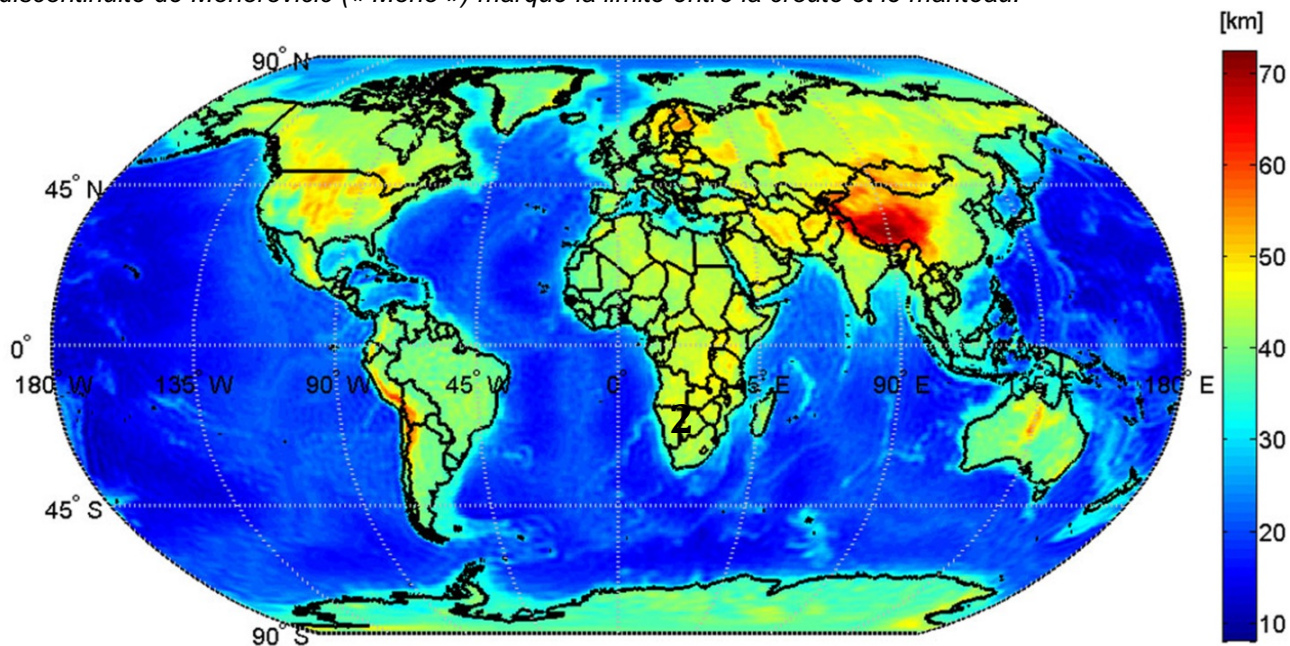


Document 3 - Bathymétrie (profondeur) et altitude de Zealandia



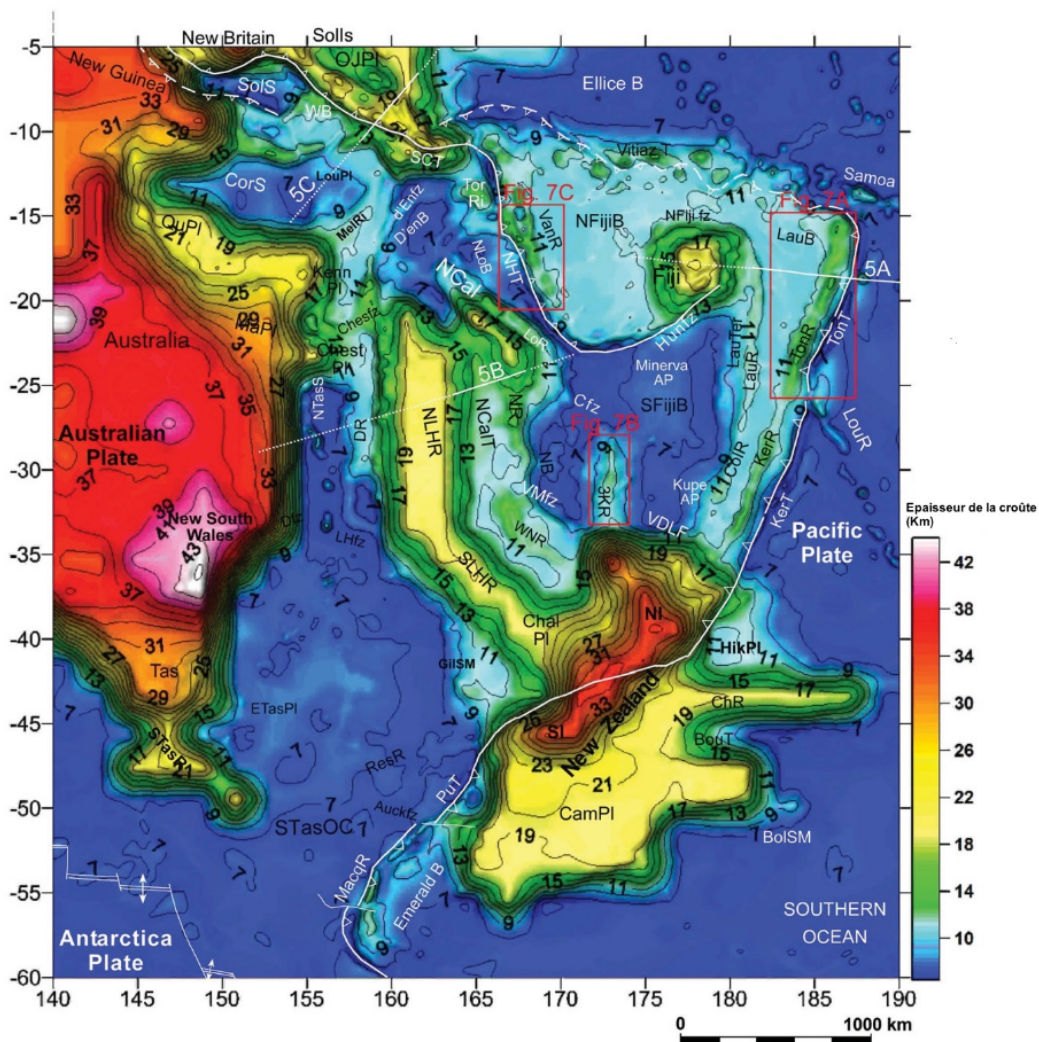
Document 4 - Profondeur du Moho au niveau mondial

La profondeur du Moho est établie d'après les données du satellite GOCE - NB : on rappelle que la discontinuité de Mohorovicic (« Moho ») marque la limite entre la croûte et le manteau.



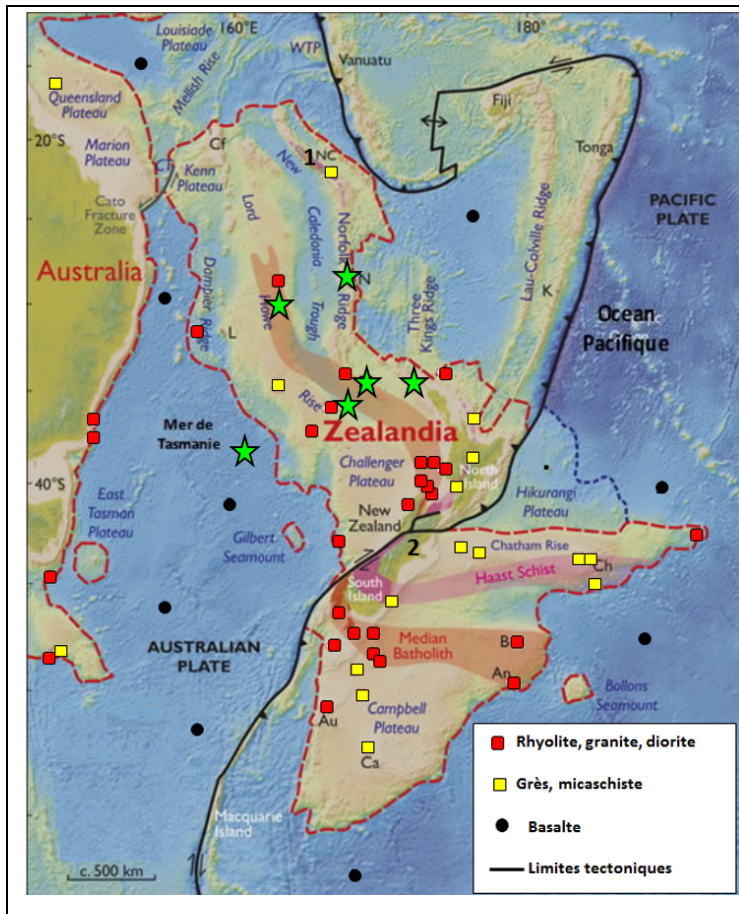
<http://www.esa.int/spaceinimages>

Document 5 – Profondeur du Moho au niveau de la zone pacifique Australie – Nouvelle-Zélande – Zone des Fidji



made by combining the CRUST 2.0 database with elevation data from global 2-min grid and the GEBCO (1994) Digital Atlas

Document 6 - Géologie de Zealandia : nature des échantillons de roches prélevés au niveau des fonds marins



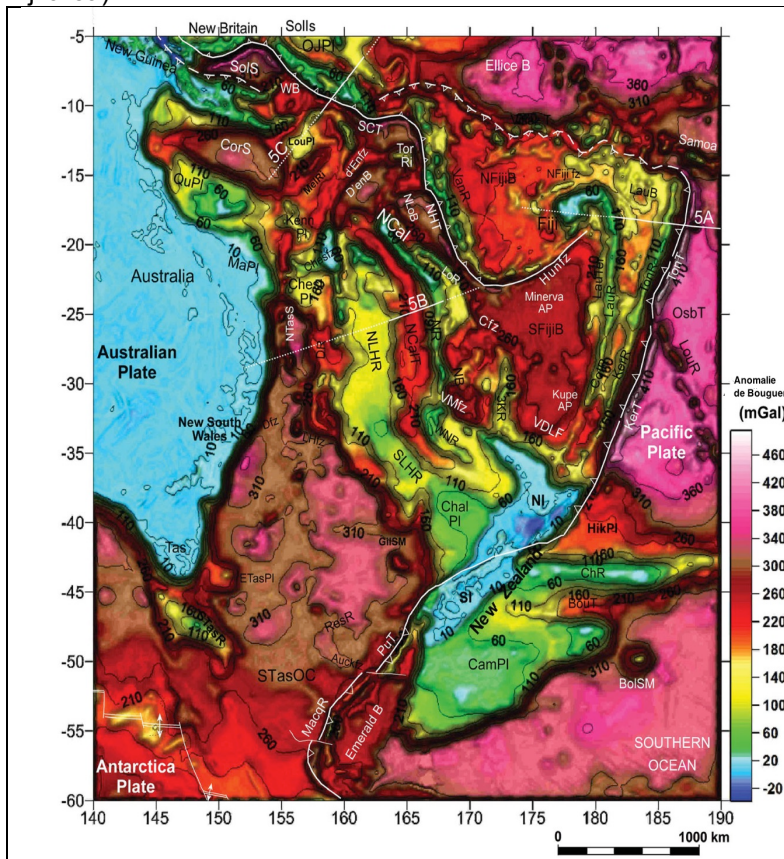
Une expédition sur le « continent perdu de Zealandia », dans le cadre l'International Ocean Discovery Program (IODP) a été menée de juillet à septembre 2017 avec les auteurs de l'article. Ils ont réalisé des forages au niveau de six sites (localisation ci-dessus) de plus de 860 mètres sous le niveau de la mer.

Carte de base de Stagpoole (2002) basée sur les données de Smith et Sandwell (1997)

★ Sites des forages 2017

D'après Geological Society America

Document 7 - Carte des anomalies de Bouguer sur la carte du Pacifique Ouest (Pacific–Australia–New Zealand–Fiji area)



Une anomalie gravimétrique de Bouguer est obtenue par comparaison entre la valeur du champ de pesanteur mesurée puis corrigée et la valeur du champ théorique calculée à la même latitude au niveau moyen des mers.

Une anomalie négative marque la présence de matériaux peu denses

Une anomalie positive marque la présence de matériaux denses

D'après Geological Society America

Exercice 3 - Histoire géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont

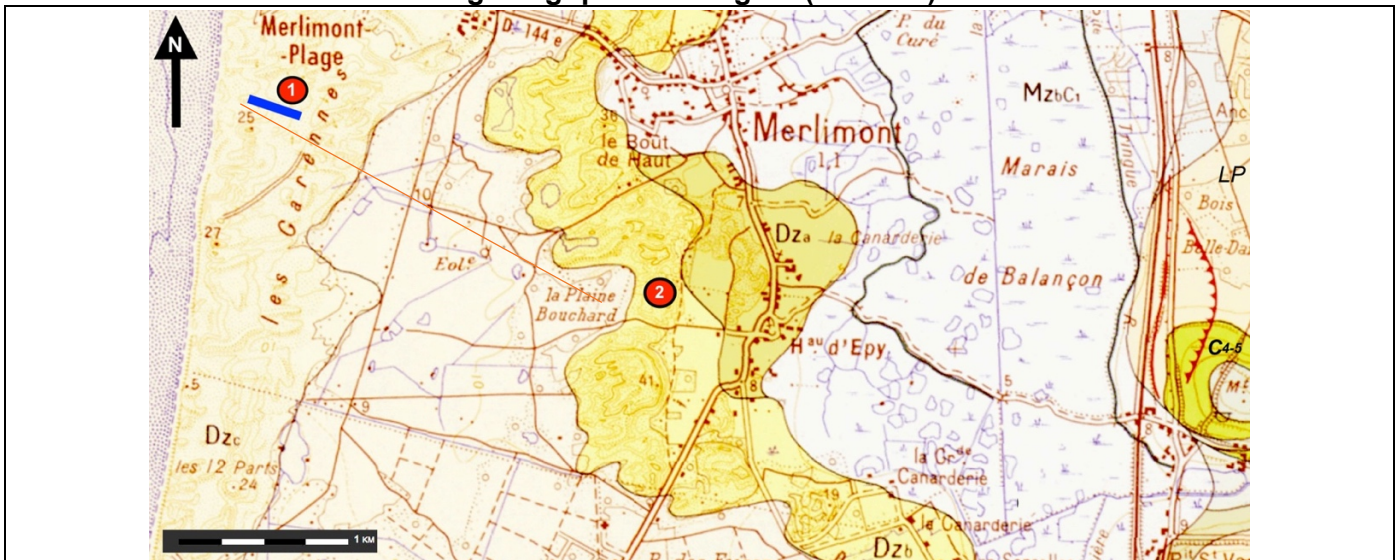


Depuis 70 ans, les communes littorales n'ont cessé de croître en population sous l'effet du développement touristique et de l'arrivée de retraités. En bordure de la Manche, sur la côte d'Opale, les communes de Merlimont et de Berck, présente un remarquable ensemble de dunes de type picard, qui s'étend d'un seul tenant sur plus de 1 000 ha. Or, les dunes sont des systèmes dynamiques dont l'évolution est à prendre en compte pour l'établissement des plans d'urbanisation.











Questions : Reconstituer l'histoire de ce système. Pour cela :

- 1) A partir des documents 1,2,4 et 5, identifier la chronologie exacte de la mise en place du système côtier picard parmi les 4 propositions (voir page 16). Justifier ce choix à l'aide des principes de datation. Préciser les âges du dépôt de la craie sénonienne, des sables pissards et des formations dunaires.
- 2) A partir des documents 3, 4 et 6 préciser l'histoire sédimentaire des grains de quartz composant la formation des sables pissards et la formation dunaire ;
- 3) Décrire l'évolution de la formation dunaire depuis 1947 à partir des documents 8 et 9. Discuter des conséquences sur le plan d'urbanisation que la région doit adopter

Document 1 - Extrait de la carte géologique de la région (1/50 000)



Légende :

	Sédiments de colmatage marin endigués ou déposés à l'abri des cordons littoraux et des dunes		Sables éoliens résiduels		Trait de coupe du document 3
	Dunes littorales récentes		Limons des plateaux		
	Dunes littorales anciennes		Craie sénonienne		
	Dunes littorales très anciennes remaniées		Forages		
			Profil géoradar		

D'après <http://infoterre.brgm.fr>

Document 2 - Coupe géologique simplifiée du système côtier picard

Aide pour la datation :

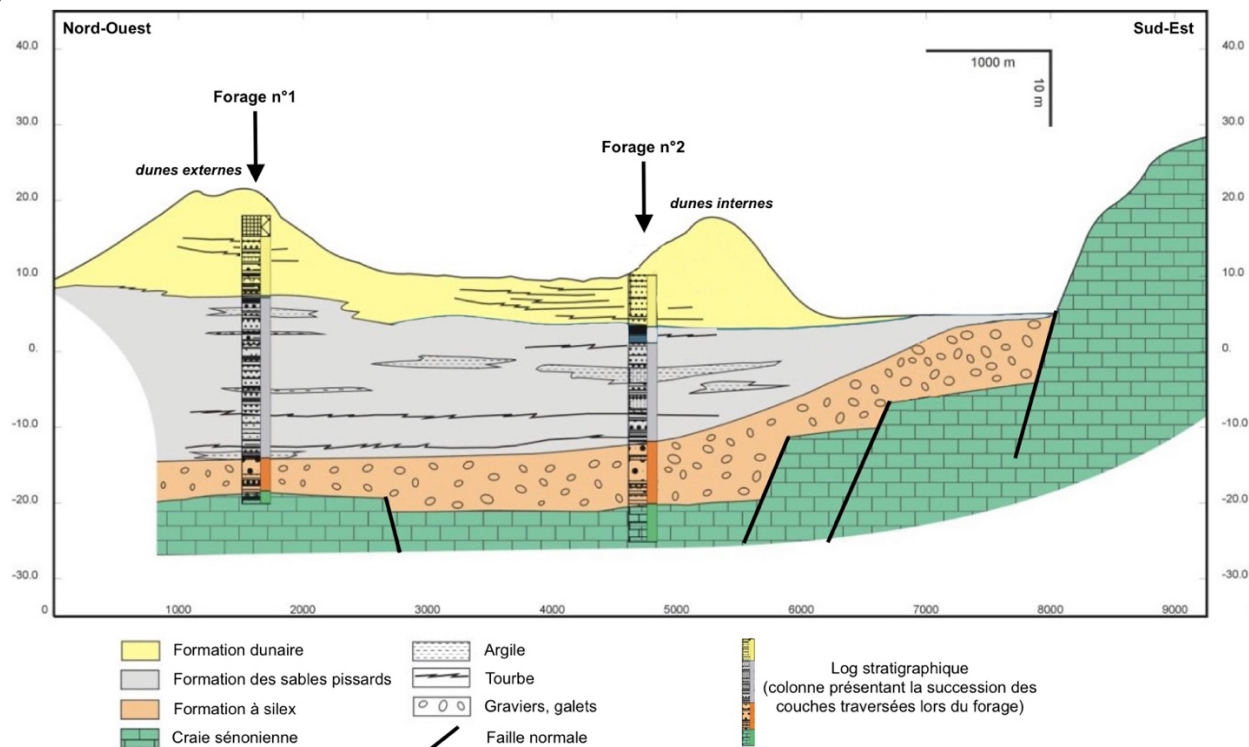
Principe de superposition : toute couche est plus ancienne que celle qui la recouvre

Principe de continuité : une même couche a le même âge sur toute son étendue

Principe de recoupement : tout événement géologique (pli, faille, etc.) qui en recoupe un autre lui est postérieur

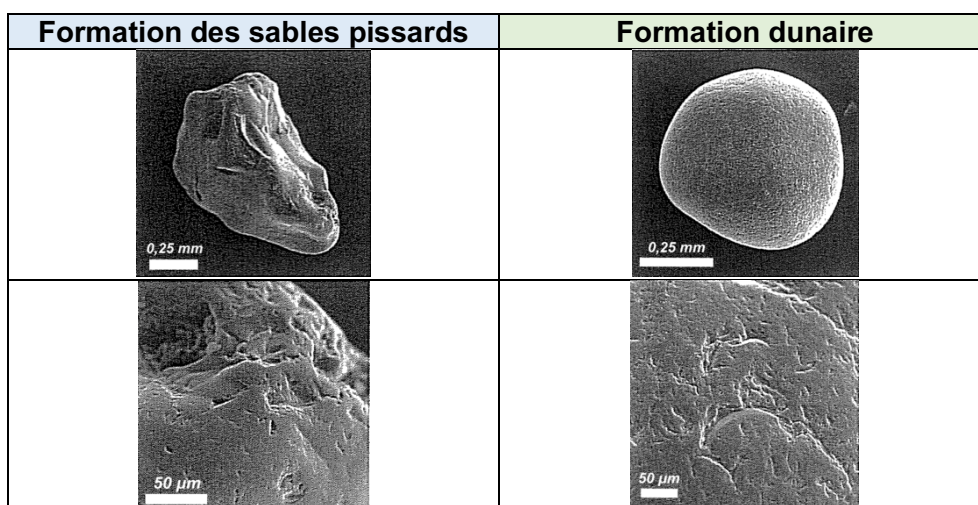
Principe d'inclusion : tout élément inclus (fossiles, galets, etc.) est plus ancien que la structure qui l'entoure

Le trait de coupe correspond à la droite passant par les points ① et ② de la carte géologique (document n°1).



D'après *Évolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont au Quaternaire*. BRGM, 2000.

Document 3 - Observations des grains de quartz composant le sable du système côtier picard au microscope électronique à balayage



D'après *Évolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont au Quaternaire*. BRGM, 2000.

Document 4 - Résultats de datation au ¹⁴C

4 échantillons ont été sélectionnés dans les niveaux de tourbe des forages n°1 et n°2 pour réaliser des datations par ¹⁴C. Le tableau ci-dessous donne les fourchettes d'âge obtenu pour les différents échantillons. Par convention, l'âge est exprimé en ans BP (BP = 1950 après J.C.)

N° de forage	Profondeur de l'échantillon	Formation géologique	Âge
1	6,00 – 6,10 m	Formation dunaire	830 ± 40 ans BP
2	11,65 – 11,75 m	Formation des sables pissards	3 450 ± 40 ans BP
	18,20 – 18,30 m		7 080 ± 40 ans BP
	21,30 – 21,45 m		7 440 ± 40 ans BP

D'après Évolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont au Quaternaire. BRGM, 2000.

Document 5 - Extraits de l'échelle des temps géologiques et détail du quaternaire

Eres	Systemes	Etages	Agés absolus	
Quaternaire	Holocène			
	Pléistocène			
TERTIAIRE (Cénozoïque)	Pliocène		1,8 MA	
	Miocène		5,5 MA	
	Oligocène			23MA
				34 MA
	Eocène		53MA	
	Paléocène		65 MA	
SECONDAIRE (Mésozoïque)	Crétacé	Crétacé supérieur	Sénonien	90MA
			Turonien	95MA
		Cénomaniens	135MA	
	Crétacé inférieur		155MA	
			175MA	
			205MA	
	Jurassique	Malm		240MA
		Dogger		
Lias				
Trias				
PRIMAIRE (Paléozoïque)	Permien			
	Carbonifère			
	Dévonien			
	Silurien			
	Ordovicien			
Cambrien			545MA	
Eres ANTECAMBRIENNES				

Document 6 – Analyse morphologique des grains de quartz

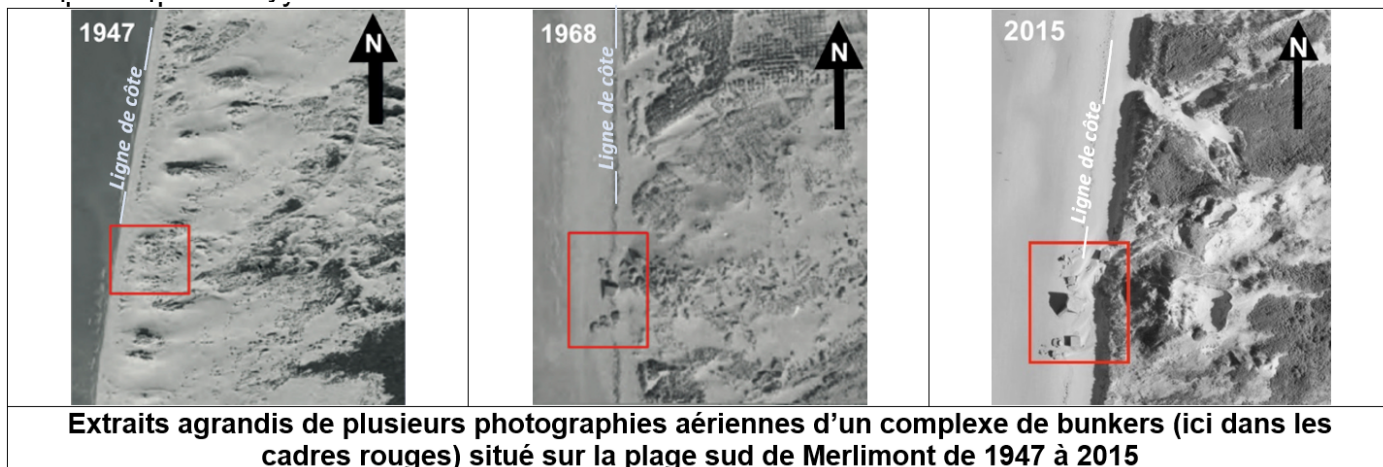
Cette analyse permet de reconstituer l'histoire sédimentologique des grains de quartz par l'observation de l'état de leur surface au microscopie électronique.

Observations	Interprétations
Grains arrondis	Usure à la suite de chocs dans l'air sous l'effet du vent
Grains anguleux	Transport par glaciers et/ou cours d'eau sur de faibles distances
Grains aux arêtes émoussées	Transport prolongé en milieu aquatique continental et/ou marin
« Coups d'angle » nombreux	Transport aérien
Figures de poinçonnements, cassures	Episode de transport violent par torrent

D'après Évolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont au Quaternaire. BRGM, 2000.

Document 7 - La bunker archéologie

Ce terme désigne l'utilisation des ouvrages allemands du « Mur de l'Atlantique » (système de fortifications côtières construit par le 3^{ème} Reich pendant la 2^{nde} Guerre mondiale) pour reconstituer l'architecture et l'emplacement d'origine des bunkers. Elle se base sur l'observation de ce qui en reste sur le terrain, complétée par l'analyse des archives militaires ou civiles.



D'après BATTIAU-QUENEY Yvonne. Le système plage-dune de Merlimont-Berck et son évolution depuis la seconde guerre mondiale, *Dynamiques Environnementales, Journal international des géosciences et de l'environnement*, 2014 et <https://www.geoportail.gouv.fr>.

Document 8 – Évolution du système dunaire depuis 1996

Les communes du littoral surveillent les modifications du « trait de côte », c'est à dire la limite entre la mer et la terre.

Le document ci-contre présente l'évolution moyenne du trait de côte depuis 1996.

pas-de-calais.gouv.fr



Document pour répondre à la question 1

Propositions de chronologies

Proposition 1 : <ol style="list-style-type: none">1. Dépôt de la craie sénonienne2. Fracturation par des failles normales3. Dépôt de la formation à silex4. Dépôt des sables pissards5. Dépôt des formations dunaires	Proposition 3 : <ol style="list-style-type: none">1. Fracturation par des failles normales2. Dépôt de la craie sénonienne3. Dépôt de la formation à silex4. Dépôt des sables pissards5. Dépôt des formations dunaires
Proposition 2 : <ol style="list-style-type: none">1. Dépôt de la craie sénonienne2. Dépôt de la formation à silex3. Fracturation par des failles normales4. Dépôt des sables pissards5. Dépôt des formations dunaires	Proposition 4 : <ol style="list-style-type: none">1. Dépôt des formations dunaires2. Dépôt des sables pissards3. Dépôt de la formation à silex4. Fracturation par des failles normales5. Dépôt de la craie sénonienne