

# **Olympiades de géosciences - 2015**

Antilles – Guyane - AEFÉ

Épreuve écrite du 25 mars 2015

Durée de l'épreuve : 4h

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 est autorisée.  
Les pages 8 et 9 sont à rendre avec la copie.

## Les diamants du cratère de POPIGAI

Le diamant est constitué de carbone pur cristallisé. Outre son utilisation dans la joaillerie et la bijouterie, le diamant trouve de plus en plus d'applications dans l'industrie (fabrication d'outils de coupe, de têtes de forage, de coiffes de missiles, utilisation dans l'industrie nucléaire, l'astronomie et la médecine nucléaire, etc.).

En 2012, la production mondiale de diamants a été de 128 millions de carats (1 carat = 0,2 gramme) pour un prix moyen de 98,81 dollars le carat ; la Russie a conservé sa place de plus important producteur en volume (34,93 millions de carats) pour une valeur totale de 2,87 milliards de dollars.

Une mine de diamants en Sibérie suscite tous les fantasmes

Une mine de diamants située en Sibérie, dont l'existence a été gardée secrète pendant des décennies, dispose d'immenses réserves susceptibles de provoquer "une révolution industrielle" dans le monde, affirment des experts.

Le gisement de Popigai a été découvert au début des années 1970 dans une zone inhabitée de Sibérie orientale, à 2000 km au nord de Krasnoïarsk, le chef-lieu de la région.

Guerre froide oblige, le gisement a aussitôt été considéré comme "réserve stratégique" de l'URSS et son existence entourée du plus grand secret.

L'Institut de Géologie et de Minéraux Sobolev a publié cette semaine quelques rares informations concernant cette mine.

in <http://www.challenges.fr/luxe/20120919.CHA0925/une-mine-de-diamants-en-siberie-suscite-tous-les-fantasmes.html>

publié le 19-09-2012 à 14h28

**À partir de l'étude des documents et en répondant aux questions posées, vous comprendrez que le gisement de Popigai est un gisement tout à fait particulier.**

### Document 1 : localisation du gisement de Popigai

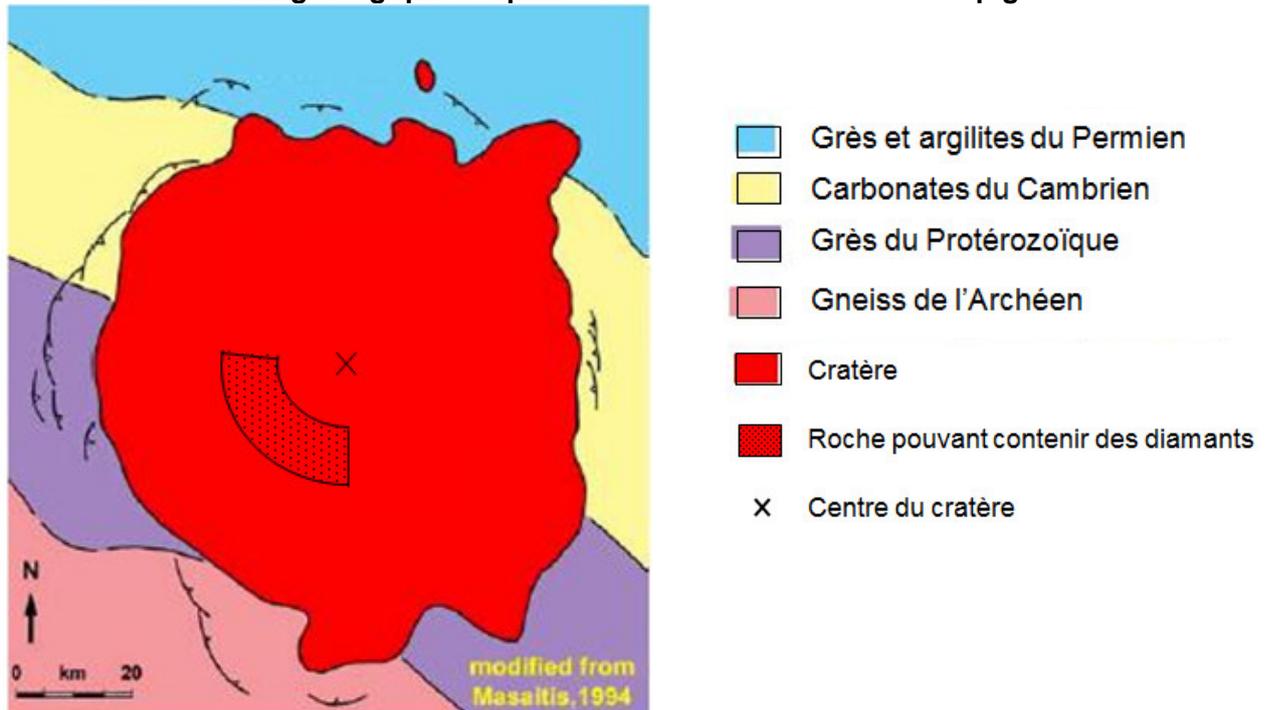
Le gisement de Popigai est situé en Sibérie (région d'Anabar) dans une zone correspondant à un cratère ; ce gisement a été découvert en 1973.



d'après <http://www.diamants-infos.com/brut/production.html> (modifié)

## Document 2 : caractéristiques du gisement de Popigai

### Document 2a : carte géologique simplifiée au niveau du cratère de Popigai



### Document 2b : nature, datation et origine des roches de Popigai

Roches de Popigai	Origine	Composition minéralogique	Datation (millions d'années : Ma)
Gneiss	Roches métamorphiques issues de la transformation, à l'état solide, d'une roche sédimentaire résultant d'une modification des conditions de pression et de température	Graphite/Quartz/Biotite/ Grenat*/ Feldspath	Archéen : 3800 à 2500 Ma
Grès	Roches sédimentaires formées de l'assemblage de minéraux (principalement de quartz)	Quartz	Protérozoïque : 2500 à 540 Ma Permien : 290 à 245 Ma
Carbonates	Roches sédimentaires formées par précipitation d'ions $\text{Ca}^{2+}$ et $\text{HCO}_3^-$	Calcite	Cambrien : 540 à 500 Ma
Argilites	Roches issues de l'érosion de reliefs continentaux	Phyllosilicates	Permien : 290 à 245 Ma
Roches diamantifères	Roches composées de fragments de gneiss altéré et d'autres roches formées sur place	Biotite/Grenat*/Quartz/ Feldspath/Graphite/ Diamant	Éocène : 35,7 Ma

\*Le grenat est un minéral qui se forme à haute pression

### Document 2c : origine du carbone des diamants de Popigai

La teneur en graphite dans le gneiss de Popigai est habituellement inférieure à 1%, bien qu'elle atteigne localement 5%.

Le rapport isotopique en carbone 13 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) des diamants des roches diamantifères de Popigai est le même que dans le graphite des gneiss alentour. Ce rapport permet de déterminer que l'un de ces minéraux provient de l'autre

## Document 2d : les fabuleuses réserves en diamants de la mine de Popigai

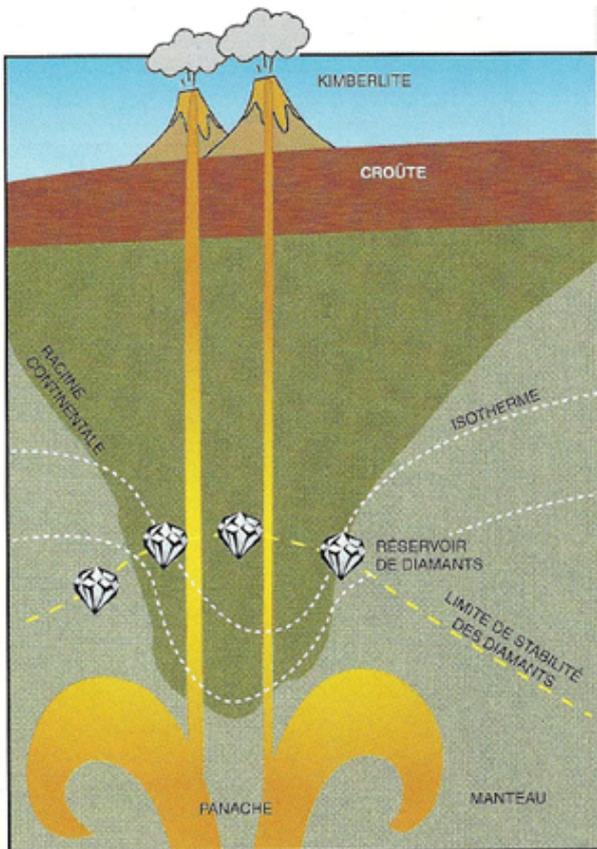
« 3000 ans d'approvisionnement » propres à favoriser une « révolution industrielle ». L'Institut Sobolev de Novosibirsk emploie les superlatifs pour qualifier le gisement sibérien, révélé au grand jour après trente ans de secret sur son existence. Selon cet institut de géologie, le cratère de Popigai recèlerait d'ores et déjà 147 milliards de carats, quand les réserves mondiales de diamant sont estimées à 5 milliards de carats !

Cet emballement des géologues russes, le grand producteur russe de diamant, Alrosa, ne le partage pas. Il est trop tôt pour parler des capacités de ce gisement, estime Alrosa. Les experts sont eux aussi très circonspects. Il s'agit d'une mine de diamant de seconde catégorie, des diamants colorés d'un demi millimètre à 2 mm de diamètre, qui n'ont aucune valeur en bijouterie. Leur unique débouché possible, c'est l'industrie et principalement l'industrie pétrolière, puisqu'on utilise ces diamants dans les têtes de forage.

D'ordinaire, les diamants industriels sont des sous-produits des mines de diamant gemme, destiné à la bijouterie. Ou alors ils sont fabriqués artificiellement par synthèse, à partir de poussière de diamants. Mais ces diamants industriels sont valorisés moins de 20 dollars le carat. Extraire le diamant de qualité industrielle n'est donc pas très rentable. L'un des seuls exportateurs connus est la République démocratique du Congo, c'est pourquoi 90% des diamants utilisés dans l'industrie sont des diamants reconstitués : c'est beaucoup plus économique que d'exploiter une mine de diamant même géante, telle que celle de Popigai, surtout s'il faut creuser le permafrost !

Claire Fages - 20 septembre 2012 – in [www.rfi.fr](http://www.rfi.fr)

## Document 3 : origine et conditions de formation de certains diamants dits kimberlitiques



Les diamants sont **des cristaux de carbone pur**. Ils ne sont stables qu'à très forte pression, correspondant à une profondeur supérieure à 120-150 km. Ils sont donc **d'origine mantellique**. La forme stable du carbone pour des profondeurs inférieures à 120-150 km (manteau supérieur et croûte) est le graphite.

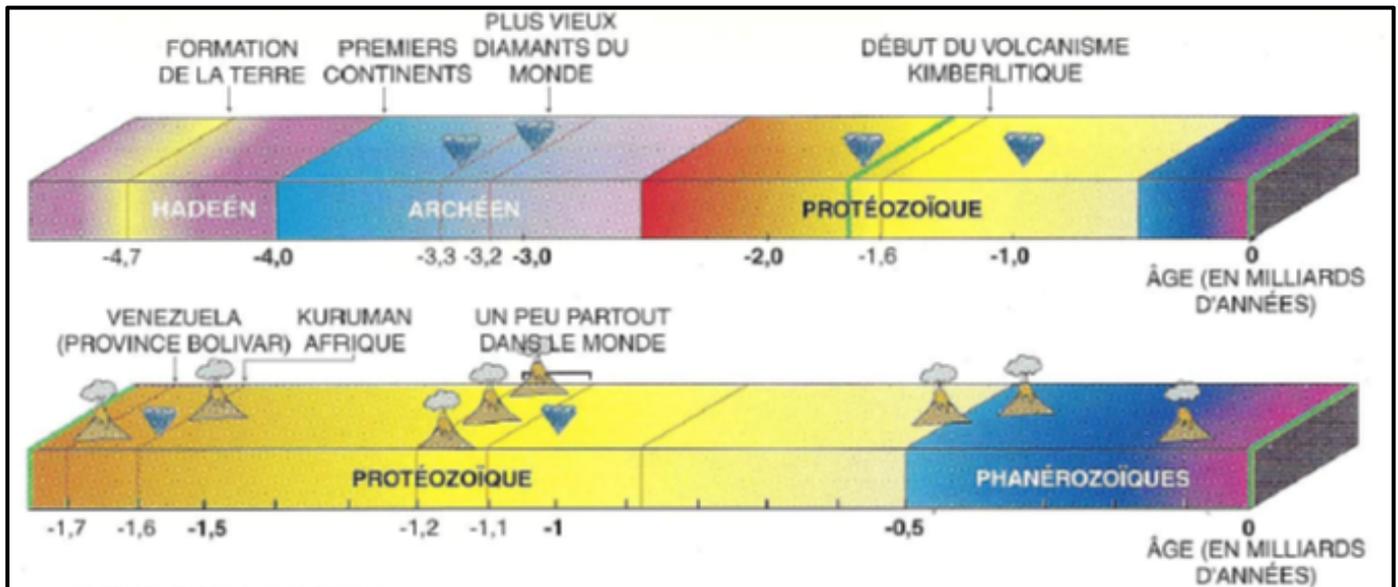
La grande majorité des diamants ont **cristallisé entre 150 et 250 km de profondeur**. Ils sont dans la quasi-totalité des cas **inclus dans une roche magmatique atypique et très rare : la kimberlite**. La vitesse d'ascension du magma à l'origine des kimberlites est de plusieurs dizaines de km/h en profondeur et dépasse la vitesse du son à son arrivée en surface. C'est cette vitesse de remontée qui entraîne une décompression et un refroidissement extrêmement rapides des diamants, trop rapides pour qu'ils aient le temps de se transformer en graphite. Les diamants se retrouvent alors **dans des croûtes continentales, d'âges** allant de l'archéen (4000 à 2500 Ma\*) pour les plus vieilles, à l'éocène/oligocène (53 à 23 Ma) pour les plus jeunes.

\* Ma = Millions d'années.

D'après des dossiers de PLS, Les diamants, 2002 et de <http://planet-terre.ens-lyon.fr>

## Document 4 : âge des diamants kimberlitiques

Les diamants contiennent des inclusions qui permettent de les dater.

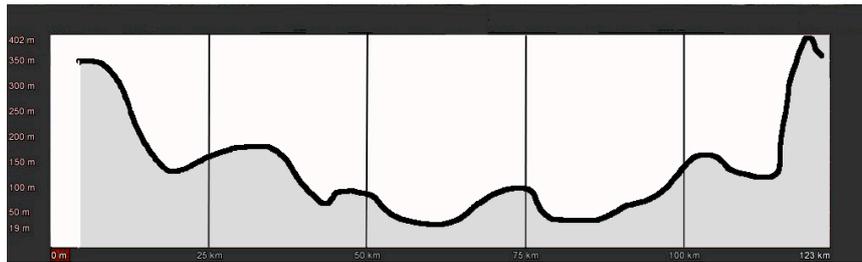


## Document 5 : origine des différents cratères

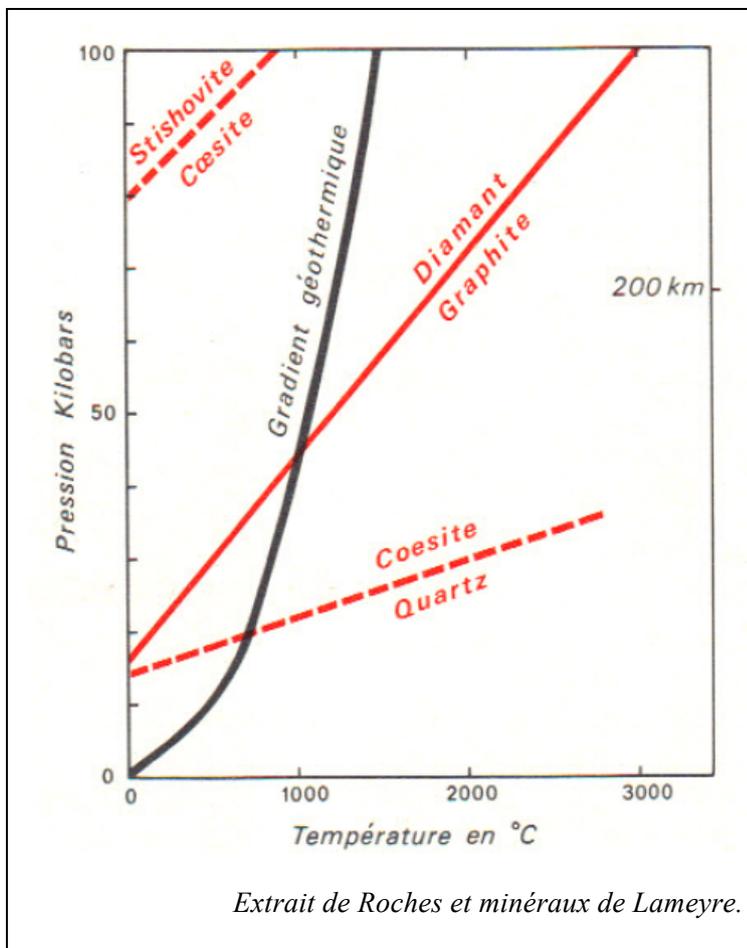
### Document 5a : cratères volcanique et cratères météoritique

	Cratère volcanique	Cratère météoritique
Topographie	<p>Profil topographique du Piton de la Fournaise (d'après Google earth)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Cratère simple</p> <p>&lt; 10 km Wollaston</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Bassin à anneau interne</p> <p>140-180 km Compton</p> </div> </div> <p><small>d'après Les météorites, collection les cahiers de la nature, 1999, ed. Bordas</small></p>
Nature des roches	Roches magmatiques volcaniques	Impactites : roches exceptionnelles dues à l'impact d'une météorite présentant un métamorphisme de choc avec traces de fusion (verre) et cristallisation de minéraux particuliers.
Température de formation	Température relativement basses (1200°C pour les magmas basaltiques)	Températures élevées liées aux quantités d'énergies très importantes libérées lors de l'impact.
Minéraux particuliers		Cristaux de quartz choqués Forme de quartz de très haute pression : la coésite.

**Document 5b : profil topographique simplifié du cratère de Popigai (d'après google earth)**



**Document 6 : diagramme Pression-Température et domaines de stabilité de différents minéraux**



Sous l'effet de variations de pression et/ou de température, les minéraux d'une roche peuvent se transformer.

Chaque droite représentée sur le diagramme indique les limites de stabilité de différents minéraux (indiqués de part et d'autre de la droite).

Par exemple : une roche contient du quartz. Elle passe d'une pression de 10 à 90 kilobars à une température constante de 2000°C. On constate que le quartz s'est transformé en coésite.

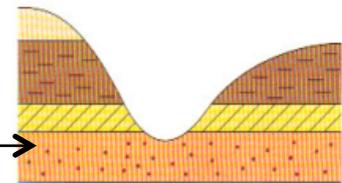
## Document 7 : quelques principes de datation relative

La **datation relative** regroupe l'ensemble des méthodes de datation permettant d'ordonner chronologiquement des événements géologiques ou biologiques, les uns par rapport aux autres.

**Quelques principes :**

**Le principe de superposition :** toute strate ou coulée volcanique superposée à une autre est plus récente sauf si une déformation en a inversé la disposition.

Strate →

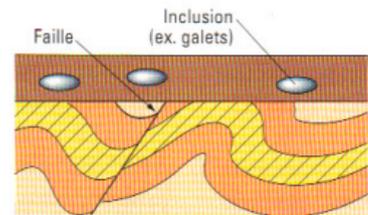


Principe de superposition et principe de continuité

**Le principe de continuité :** une strate sédimentaire ou une coulée volcanique a le même âge sur toute son étendue.

**Le principe de recoupement :** tout événement géologique (intrusion magmatique, faille, plissement, érosion, impact météoritique) qui en recoupe un autre lui est postérieur.

**Le principe d'inclusion :** tout élément inclus dans une strate ou coulée volcanique est plus ancien que son contenant.



Recoupement et inclusion

**Cette feuille est à rendre avec votre copie.**

**Numéro d'anonymat : .....**

**Cochez la proposition exacte pour chaque question 1 à 10.**

**1- Le mine de diamant de Popigai se situe dans :**

- un cratère volcanique.
- un cratère météoritique.
- un relief montagneux.
- une plaine.

**2- Les roches contenant les diamants de Popigai étaient à l'origine :**

- des carbonates.
- des grès du Protérozoïque.
- des kimberlites.
- des gneiss.

**3- Les diamants de Popigai proviennent :**

- de la transformation de la coésite.
- de la transformation du graphite.
- de la transformation du grenat.
- de la transformation du quartz.

**4- D'après la carte géologique, les diamants de Popigai sont essentiellement retrouvés :**

- tout autour de la structure géologique de Popigai.
- entre 0 et 5 km de distance au centre du cratère.
- entre 12 et 20 km de distance au centre du cratère.
- au-delà de 30 km de distance au centre du cratère.

**5- Du diamant se forme si :**

- une roche contenant du graphite est soumise à une pression de 50 kilobars et une température de 1000°C.
- une roche contenant du quartz est soumise à une pression de 30 kilobars et une température de 2000°C.
- une roche contenant de la coésite est soumise à une pression de 70 kilobars et une température de 1500°C.
- une roche contenant du graphite est soumise à une pression de 30 kilobars et une température de 1500°C.

**6- Les diamants sont :**

- plus récents que les grès et argilites du Permien d'après le principe de superposition.
- plus récents que les grès et argilites du Permien d'après le principe de recoupement.
- plus anciens que les gneiss de l'Archéen d'après le principe de superposition.
- plus récents que les gneiss de l'Archéen d'après le principe de superposition.

**7- La comparaison des âges des diamants kimberlitiques et des diamants de Popigai montre que :**

- les diamants kimberlitiques sont beaucoup plus récents que les diamants de Popigai.
- les diamants de Popigai datent de l'Archéen.
- les diamants kimberlitiques sont toujours plus vieux que les diamants de Popigai.
- les diamants de Popigai sont des diamants kimberlitiques datés de l'Éocène.

**8- La principale différence entre les diamants kimberlitiques et les diamants de Popigai est :**

- que les diamants kimberlitiques se forment en surface contrairement à ceux de Popigai qui nécessitent une pression et donc une profondeur élevée.
- que les diamants kimberlitiques formés en profondeur remontent rapidement grâce à certaines laves contrairement aux diamants de Popigai déjà en surface.
- que les diamants kimberlitiques sont issus de la transformation du quartz en diamant contrairement aux diamants de Popigai issus de la transformation du graphite en quartz.
- que les diamants de Popigai sont issus de la transformation de la coésite en diamant contrairement aux diamants kimberlitiques issus de la transformation du graphite en quartz.

**9- Les diamants de Popigai :**

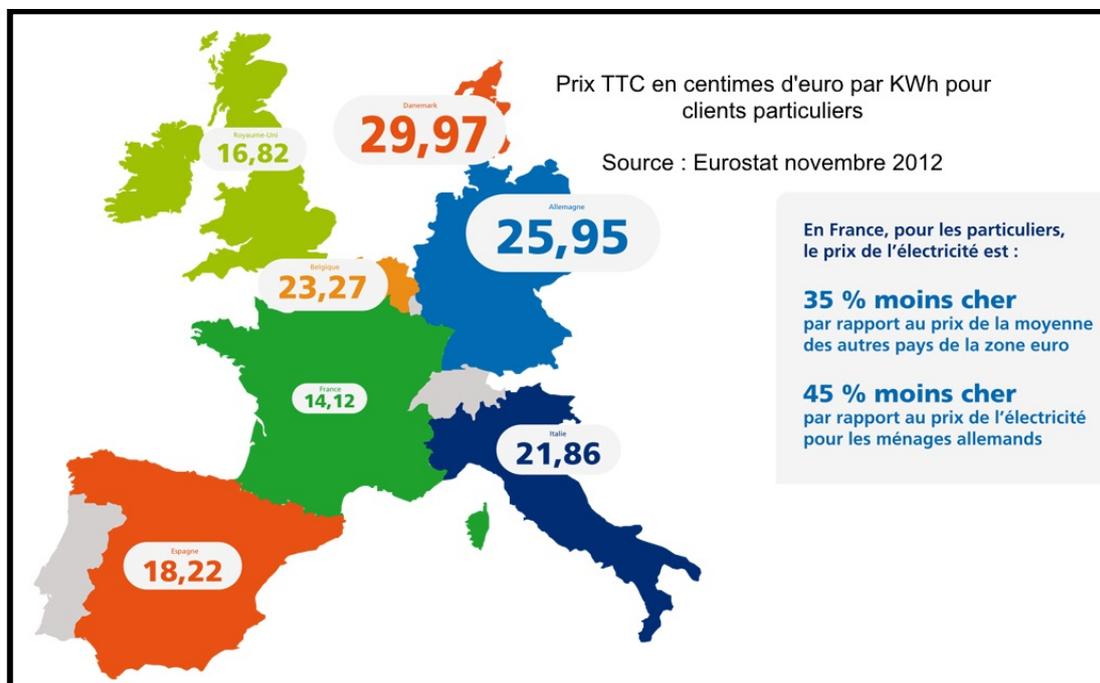
- sont utilisables dans l'industrie.
- sont utilisables en joaillerie.
- peuvent seulement être utilisés pour tailler les diamants.
- sont inutilisables par l'Homme.

**10- Les réserves en diamants du cratère de Popigai sont estimées à :**

- 5 milliards de carats.
- 29 400 kg.
- 294 000 kg.
- 29 400 tonnes

## BURE : UNE SOLUTION FIABLE POUR STOCKER LES DÉCHETS RADIOACTIFS

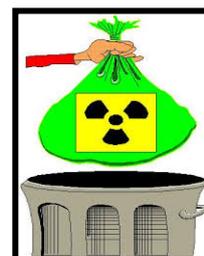
Dans le cadre d'une politique d'indépendance énergétique et de prix compétitif de l'électricité (cf. carte ci-dessous), la France a développé depuis les années 1970 un parc de centrales nucléaires parmi les plus importants au monde.



Toutefois l'entretien et le fonctionnement de ce vaste parc génèrent chaque année des quantités croissantes de déchets radioactifs.

Pour gérer les résidus radioactifs et éviter de faire peser sur les générations futures un risque majeur, l'état français a chargé l'**Andra (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs)** de réaliser des études sur divers sites métropolitains.

En 2003, le choix s'est porté sur le site de Bure (dans le département de la Meuse) avec l'objectif de développer un système de stockage géologique pour le très long terme.



**Question : identifier le problème à résoudre puis exploiter les documents fournis pour discuter de la pertinence de l'enfouissement des déchets et du choix porté sur le site de Bure.**

### I DES PRÉALABLES À CONNAÎTRE...ET À COMPRENDRE

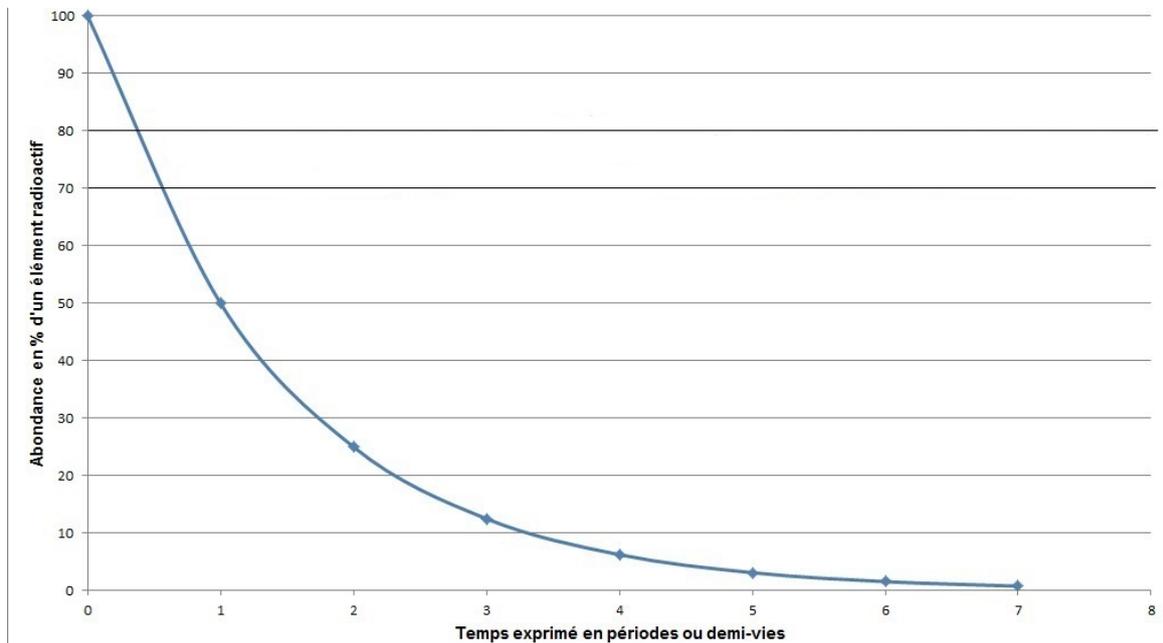
#### ➤ Un peu de physique...

L'eau, l'air, les êtres vivants... toute la matière minérale ou organique est constituée d'atomes de nature différente. La majorité sont des atomes stables (on parle d'**isotopes stables**) et une minorité sont des atomes instables (on parle d'**isotopes radioactifs**). Ces derniers se désintègrent progressivement jusqu'à devenir des isotopes stables.

Cette désintégration libère de l'énergie sous forme de rayonnement invisible à l'œil nu. C'est ce que l'on appelle la **radioactivité**. Dans certains cas, ce rayonnement est dangereux voire mortel à forte dose pour les êtres vivants.

La vitesse à laquelle s'effectue cette désintégration diffère selon le type d'isotope radioactif. La **période radioactive** ou **demi-vie** d'un isotope radioactif permet d'évaluer la vitesse à laquelle il va disparaître. Il s'agit du temps nécessaire pour que **la moitié de la quantité d'un isotope radioactif ait disparu**.

**Document 1 : évolution de l'abondance d'un élément radioactif dans un échantillon en fonction du temps exprimé en périodes radioactives ou demi-vies**



### ➤ Les déchets nucléaires aujourd'hui en France

On appelle « déchets radioactifs » des résidus non réutilisables contenant un mélange d'isotopes radioactifs (Césium 137, Uranium 235, Iode 131, Iode 129, Strontium 90...). On les classe suivant deux principaux critères :

- **Niveau de radioactivité** exprimé en becquerel (Bq) par gramme, c'est-à-dire le nombre de désintégrations d'atomes radioactifs par seconde et par gramme. Ce niveau peut être très faible, faible, moyen ou haut. Plus il est fort, plus les déchets sont dangereux.
- « **Durée de vie** » qui dépend de la demi-vie propre à chaque isotope radioactif qu'ils contiennent. On distingue les déchets à vie courte (demi-vie  $\leq 31$  ans) et déchets à vie longue (demi-vie  $> 31$  ans).

Aujourd'hui, on stocke les déchets radioactifs les plus dangereux (moyen à fort niveau de radioactivité et longue durée de vie) **en surface**, dans des fûts (bidons de grande taille) en métal et/ou béton. Ce type de fût sera aussi utilisé pour le stockage géologique de ces déchets. Ces fûts pourraient confiner la radioactivité au minimum plusieurs siècles avant que leur corrosion (destruction progressive par effet chimique) provoque des fuites de matières radioactives.

Le **tableau n°1** ci-contre indique la demi-vie de divers isotopes radioactifs.

Isotope radioactif	Demi-vie ou période
Césium 137	30 ans
Strontium 90	28,1 ans
Iode 129	15,7.10 <sup>6</sup> ans
Cobalt 60	5,2 ans
Radium 226	1600 ans

## II UN STOCKAGE GÉOLOGIQUE À LONG TERME (déchets dangereux)

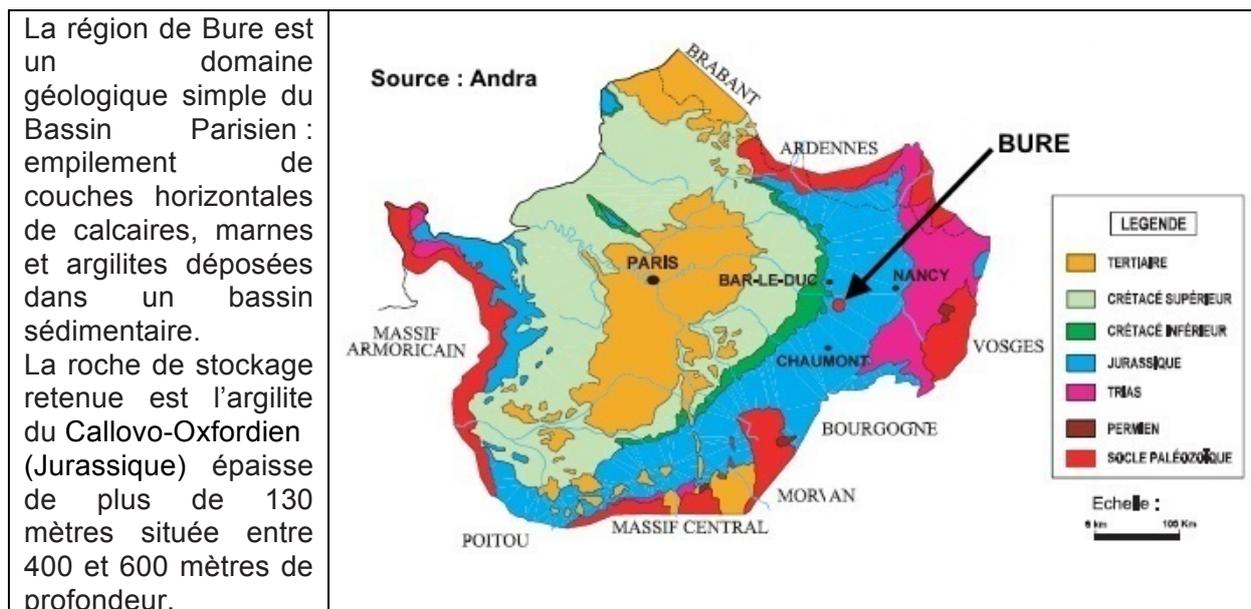
### ➤ Données de l'Andra (Agence de gestion des déchets radioactifs)

Selon l'Andra, ce stockage doit isoler suffisamment longtemps ces déchets pour limiter au maximum le risque d'exposition de la biosphère et de l'Homme.

L'Andra a défini 3 critères pour choisir la roche stockant les déchets radioactifs dangereux :

- Le milieu géologique doit être stable à long terme donc très peu exposé aux séismes (des failles susceptibles d'être actives ne doivent pas se situer à moins de quelques kilomètres du site de stockage) et à l'érosion ainsi qu'aux perturbations de surface.
- La roche doit être homogène dans sa structure et dans sa composition minéralogique, assurant une grande stabilité dans le temps.
- La roche doit être très imperméable pour réduire les **circulations d'eau dans laquelle les éléments radioactifs peuvent se dissoudre sous forme d'ions.**

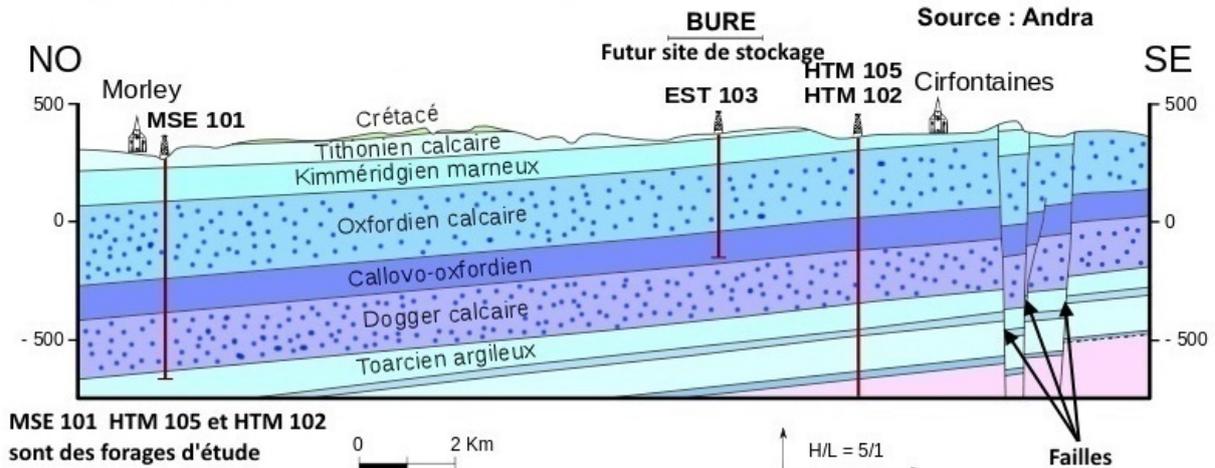
### Document 2 : carte géologique simplifiée du Bassin Parisien



Les documents ci-après donnent des précisions sur le contexte géologique du site de stockage de Bure ainsi que sur les argilites.

### Document 3 : coupe géologique des environs de Bure

Les couches pointillées sont des roches aquifères riches en eau pouvant être exploitées par l'Homme



La **perméabilité** d'une roche correspond à son aptitude à se laisser traverser par un fluide de référence sous l'effet d'un gradient de pression. La perméabilité  $k$  s'exprime généralement en Darcy (D). Plus simplement, on peut estimer la perméabilité d'une roche par son coefficient de perméabilité (vitesse à laquelle l'eau traverse une roche homogène). Le **tableau n°2** ci-dessous donne ce coefficient pour différentes roches.

Roche	Perméabilité en $m.s^{-1}$ (mètres par seconde)
Sable grossier	$10^{-1}$ à $10^{-4}$
Sable fin	$10^{-3}$ à $10^{-5}$
Grès	$10^0$ à $10^{-4}$
Granite sans faille	$10^{-11}$
Schiste	$10^{-4}$ à $10^{-7}$
Argilite	$< 10^{-12}$

### Document 4 : échantillon d'argilite

L'argilite (Cf. photo ci-contre) est une roche sédimentaire compacte, homogène, stable, présentant une bonne résistance mécanique mais aussi susceptible de se déformer sans se fracturer, s'adaptant ainsi aux très lents mouvements de terrain

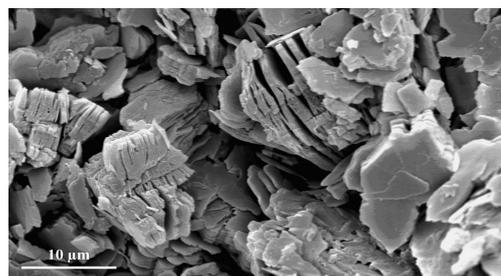
Source : Andra



### Document 5 : minéraux argileux vus au microscope électronique

Les roches sont composées de minéraux solides caractérisés par un agencement particulier d'éléments chimiques. Ceux de l'argilite appartiennent à la famille des silicates, constitués d'atomes de silicium et d'oxygène mais également d'aluminium, de fer, de potassium...

Au sein de l'argilite, ils sont organisés en **feuilletés** empilés les uns sur les autres, comme dans un mille-feuille (Cf. photo ci-contre).



## Document 6 : propriétés des minéraux argileux vis-à-vis des ions

Cet empilement de feuillets a le pouvoir de **fixer la grande majorité des éléments chimiques**. Au cœur de l'argilite, dans les microcouches d'eau contenue à l'intérieur des micropores, ces éléments sont sous la forme d'**ions**. Ils sont donc chargés électriquement. En se déplaçant, ces ions entrent en contact avec les minéraux argileux. Les surfaces argileuses sont chargées négativement, c'est pourquoi elles retiennent une partie de ces ions.

Source : Andra

**LEGENDE**

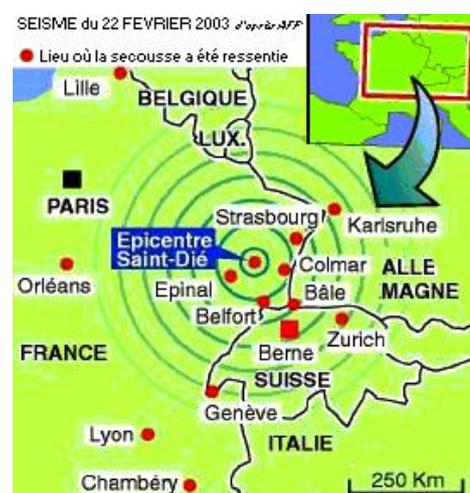
- Agrégats d'argile
- Anion
- Cation
- Surface minérale chargée
- Plan d'adsorption
- Eau fortement liée
- Eau faiblement liée
- Eau libre

### III DONNÉES GÉOLOGIQUES ET CHIMIQUES COMPLÉMENTAIRES

Parmi les points essentiels dont les géologues doivent tenir compte pour assurer la sûreté du stockage des déchets radioactifs, on trouve les risques d'infiltrations d'eau dans la roche de stockage. Les documents ci-après apportent des précisions sur l'origine possible de ces infiltrations et sur les risques qu'elles représentent.

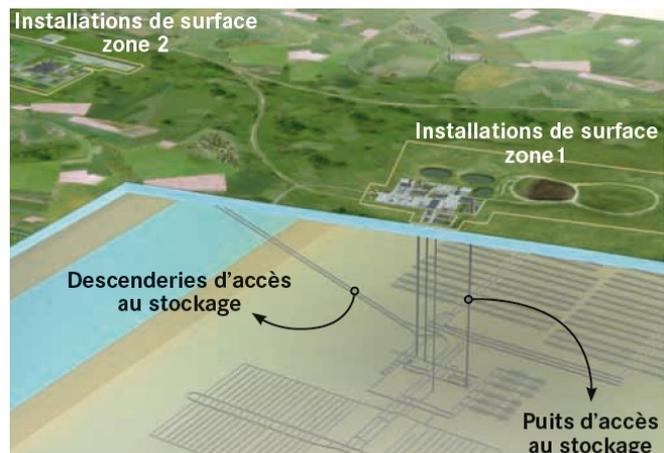
#### Document 7 : séisme du 22/02/2003

Les Vosges sont une région sismique reconnue. Par exemple, en février 2003, un séisme de magnitude 5,4 s'est produit vers Saint-Dié des Vosges (90 km au nord-est de Bure). Un tel séisme peut, à des dizaines de km de distance, agrandir de petites fissures au sein d'une roche, voire réactiver certaines failles inactives et ainsi modifier les propriétés de cette roche.



## Document 8 : vue en coupe du site de stockage

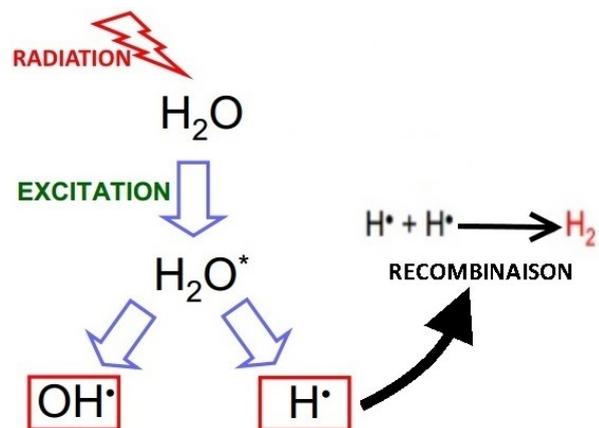
Un site de stockage comme celui de Bure implique de creuser des accès (descenderies) vers les alvéoles de stockage des déchets, ainsi que des puits pour l'aération et la maintenance (cf. document ci-contre). Ces accès traversent les roches surmontant l'argilite et doivent donc être absolument imperméables.



## Document 9 : principe simplifié de la radiolyse

Parmi les déchets stockés, certains sont enrobés dans du bitume (voisin du goudron des routes). Les molécules de ce bitume sont attaquées par les rayonnements provenant des déchets radioactifs : on parle de **radiolyse**. Elle libère notamment du  $H_2$  gazeux qui doit être évacué car s'il s'accumule, il peut provoquer des explosions en réagissant avec l' $O_2$  de l'air des galeries de stockage (cela explique en partie le besoin de ventiler constamment les galeries de stockage).

L'eau qui s'infiltré peut également subir la radiolyse au contact des radiations ionisantes dégagées par les déchets radioactifs (cf. équations simplifiées ci-contre).



Source : PACES Université Montpellier

## Le continent englouti de l'Atlantide au niveau du détroit de Gibraltar : mythe ou réalité ?

Depuis 2000 ans, l'histoire de l'Atlantide, supposée engloutie 9000 ans avant notre ère a été l'objet de spéculations les plus diverses.

Selon le philosophe grec, Platon (IV<sup>e</sup> siècle avant notre ère), ce récit proviendrait des archives des prêtres égyptiens de la ville de Saïs.

Des études géologiques récentes au niveau du détroit de Gibraltar dans la perspective du creusement d'un tunnel entre l'Afrique et l'Europe, ont permis au géologue Jacques Collina-Girard d'envisager une possible localisation de l'île de l'Atlantide au débouché du détroit de Gibraltar.

**À partir des informations extraites de l'ensemble des documents, proposez, en les justifiant, les causes de la disparition de l'Atlantide.**

Vous confronterez les écrits de Platon aux points de vue du géologue et aux données géologiques présentées.

### Document 1 : extraits des écrits de Platon et points de vue du géologue

#### Les extraits du texte de Platon

Le « Timée » est le récit d'un dialogue entre Socrate et son disciple Platon, qui s'attache à lui décrire ce que serait la cité idéale. Platon lui révèle alors une confidence dont l'origine remonte à un homme d'état athénien qui lui-même la tenait d'un prêtre égyptien :

*« C'est donc de vos concitoyens d'il y a neuf mille ans que je vais vous découvrir brièvement les lois. [il y a 9000 ans], on pouvait traverser cette mer [Atlantique]. Elle avait une île, devant ce passage que vous appelez, dites-vous, les colonnes d'Hercule\*. Cette île était plus grande que la Lybie et l'Asie réunies (...). Or, dans cette île Atlantide, des rois avaient formé un empire grand et merveilleux.*

*"Et les voyageurs de ce temps-là pouvaient passer de cette île sur les autres îles, et de ces îles, ils pouvaient gagner tout le continent, sur le rivage opposé de cette mer qui méritait vraiment son nom.*

Le prêtre égyptien raconte ensuite comment les Athéniens sont morts en essayant d'envahir l'Atlantide : « *Mais, dans le temps qui suivit, il y eut des tremblements de terre effroyables et des cataclysmes. Dans l'espace d'un seul jour et d'une nuit terribles, toute l'armée [athénienne] fut engloutie d'un seul coup sous la terre et, de même l'île de l'Atlantide s'abîma dans la mer et disparut. Voilà pourquoi, aujourd'hui encore, cet océan de là-bas est difficile et inexorable, par l'obstacle des fonds vaseux et très bas que l'île, en s'engloutissant, a déposé* ».

\*Les **Colonnes d'Hercule** est le nom donné, dans l'Antiquité romaine, aux montagnes qui bordaient le détroit de Gibraltar. Il s'agit du rocher de Gibraltar au nord, sur la rive européenne, et du mont Abyla (Mons Abyla), aujourd'hui Jbel Musa, sur la rive marocaine.

#### Les propos de Jacques Collina-Girard :

L'histoire « des concitoyens d'il y a 9000 ans » évoqué dans le texte de Platon et la date (11 000 ans BP.) qui coïncide exactement avec celle de la submersion des deux îles majeures de l'archipel du Cap Spartel (voir document 2)

A l'ouest du Détroit de Gibraltar une mer intérieure précédait l'Océan Atlantique. On pouvait facilement traverser cette mer pour atteindre les continents africains et européens Une île, actuellement immergée faisait face aux "colonnes d'Hercules "

La description de Platon pourrait s'appliquer sans modification à la formation du Détroit lors du dernier \*pléniglaciaire. La passe Est (en dedans par rapport à la Méditerranée) se présente comme un couloir très étroit (« un havre au goulet resserré »). La partie ouest est une véritable mer intérieure (77 km de long pour une largeur de 10 km à 20 km). Cette Méditerranée en miniature, était entourée par les continents africains et européens élargis par l'émersion de leurs plateaux continentaux respectifs.

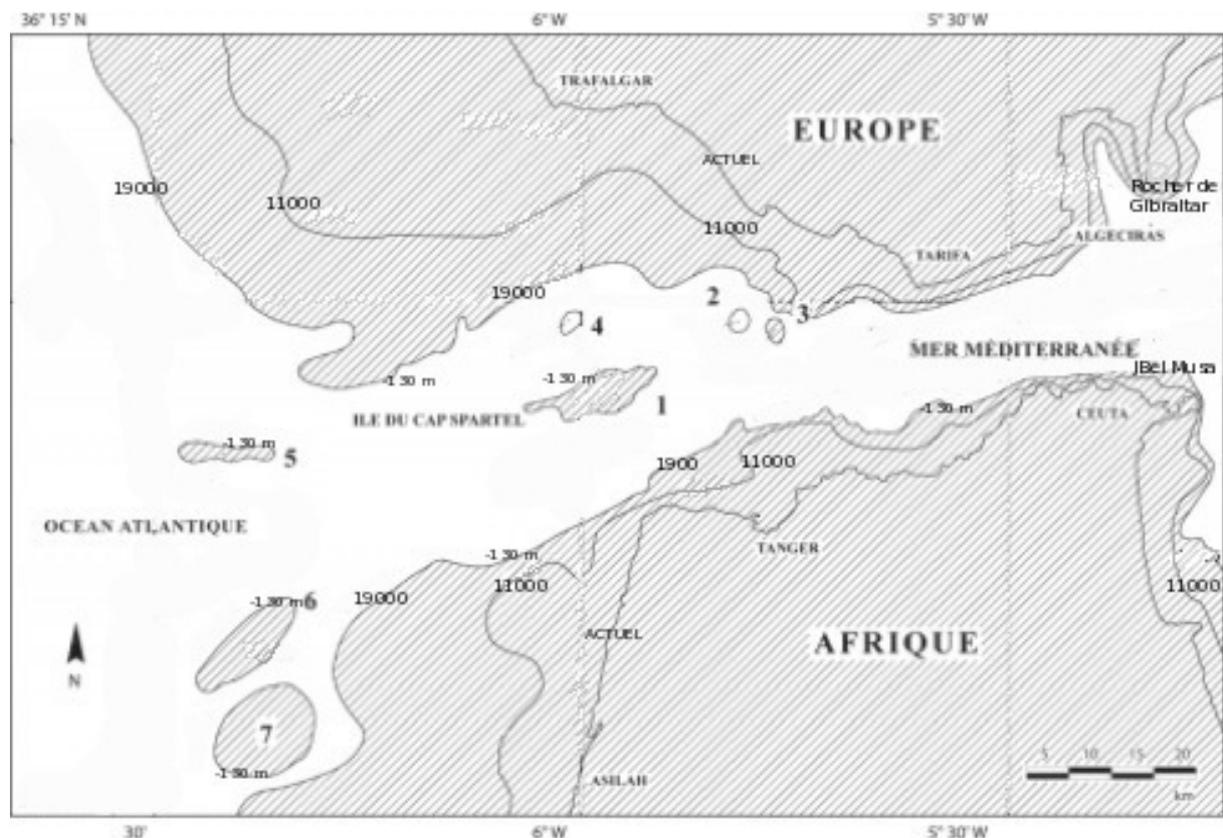
\*pléniglaciaire : période pendant un cycle glaciaire au cours de laquelle les glaciers ont atteint leur extension, dimension, maximum.

En dehors de la certitude d'une submersion accélérée du paléo-détroit et de son archipel, contemporaine aux conditions interglaciaires actuelles, il n'est pas exclu que des phénomènes sismiques ou des raz de marées se soient produits dans la même fourchette temporelle comme le montrent les exemples historiques.

Le séisme du 1<sup>er</sup> novembre 1755 (magnitude 9 sur l'échelle de Richter), dont l'épicentre était sous-marin, a partiellement détruit la ville de Lisbonne et déclenché un raz-de-marée sur les côtes portugaises et marocaines. Les vagues de ce raz-de-marée ont atteint plus de 6 mètres à Lisbonne, plus de 5 mètres au Cap St Vicente (SW Portugal) et plus de 10 m tout au long du Golfe de Cadix

Modifié d'après le livre de Jacques Collina-Girard, 2003 « La géologie du détroit de Gibraltar et le mythe de l'Atlantide »

**Document 2 : paléogéographie du Détroit de Gibraltar à 19 000 BP (Before Present)**



**1 à 7 : îles et îlots.**

**1 : île du Cap Spartel ;**

**1 et 5 : îles submergées à 11 000 BP.**

**2, 3, 4, 6 : îles submergées à 14 000 BP ;**

**7 : île submergée à 19 000 BP ;**

**-11000 : rivages il y a 11000 ans**

**-19000 : rivages il y a 19000 ans**

**ACTUEL : rivages aujourd'hui**

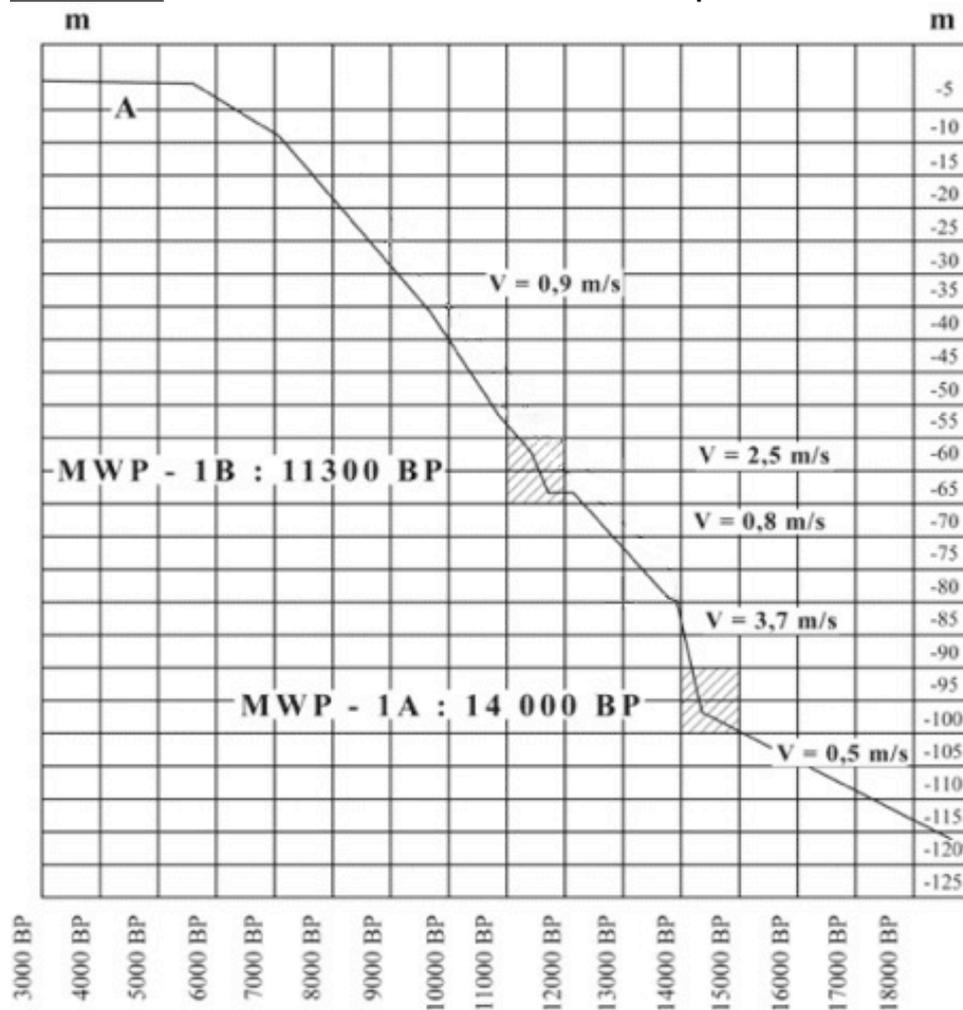
**-130 m : niveau marin il y a 19000 ans**

Modifié d'après le livre de Jacques Collina-Girard, 2003 « La géologie du détroit de Gibraltar et le mythe de l'Atlantide »

**Remarque :** L'île du cap Spartel (haut fond marin, aujourd'hui) serait pour le géologue français Jacques Collina-Girard l'île de l'Atlantide.

Un **haut-fond** est un relief sous-marin où la profondeur de l'eau est faible par rapport à celle des points avoisinants.

**Document 3 : courbe de remontée du niveau marin depuis 19 000 BP**



V m/s : vitesses de remontée du niveau marin en mètre par siècle

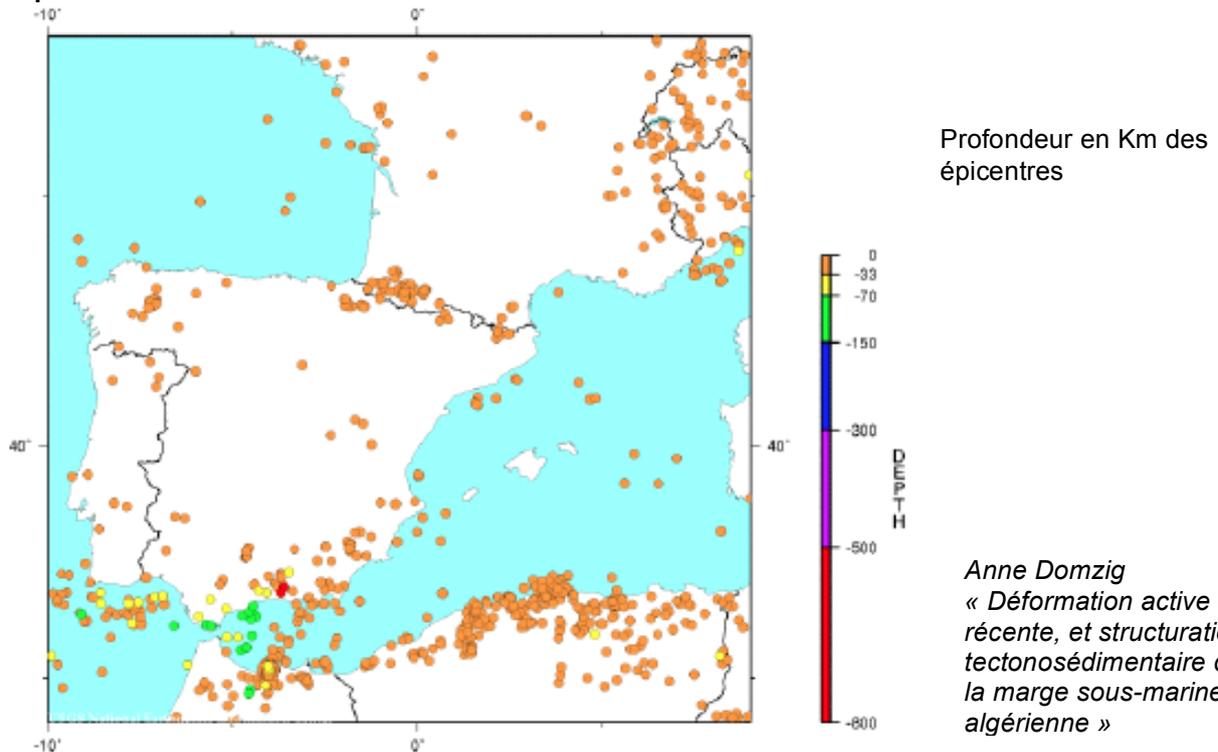
A : Niveau des mers (par rapport au niveau actuel) reconstitué d'après trois forages en récifs coralliens (Tahiti ; Barbades ; Nouvelle Guinée)

MWP (MeltWater Pulse) 1A et B (hachuré) : phases de débâcles glaciaires (*fonte massive des calottes glaciaire provoquant une crue brutale particulièrement puissante et dévastatrice*)

Modifié d'après le livre de Jacques Collina-Girard, 2003 « La géologie du détroit de Gibraltar et le mythe de l'Atlantide ».

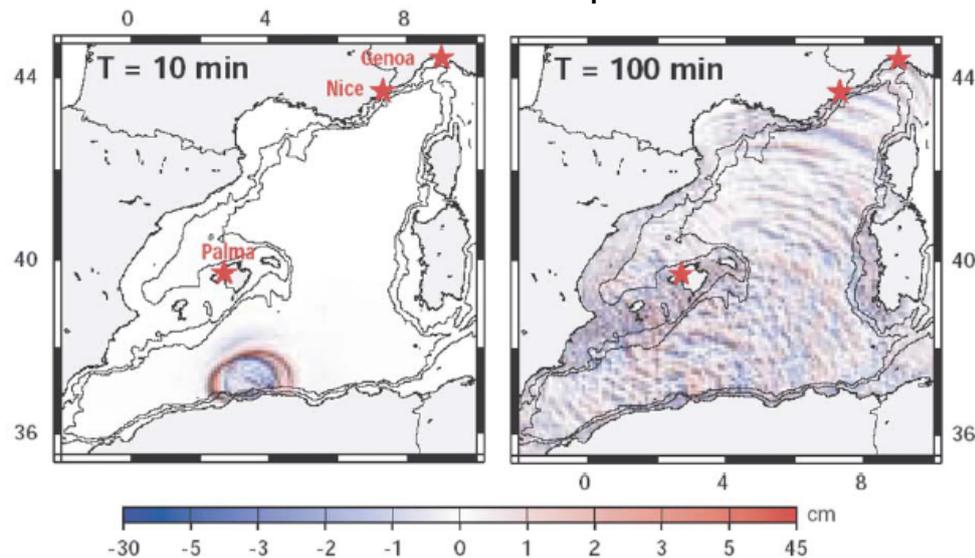
**Document 4 : carte des séismes de magnitude supérieure à 4 de la région ibéro-maghrébine depuis 1973**

Les archives sédimentaires ont enregistré des séismes en Méditerranée, dans cette région, depuis 12000 ans.



**Document 5 :**

**Document 5 a :** modélisation de la propagation des ondes produites lors du séisme de Boumerdès en Algérie, du 21/05/2013 (magnitude 6,8) responsables du raz de marée (à gauche 10 minutes après le séisme, à droite 100 minutes après, il a atteint la ville de Gènes (Italie). De tels raz de marée se sont déroulés dans le passé.



Anne Domzig « Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne »

**Document 5 b :**

Les hautes falaises vives bordant directement l'océan atlantique montrent une séquence stratigraphique littorale d'âge pléistocène supérieur (-12 600 ans à -11 000 ans) comportant plusieurs niveaux de déformation d'origine sismique. Elles correspondent à l'enregistrement dans les sédiments de séismes préhistoriques.

Modifié d'après H. Aouraghe, H. Haddoumi & K. El Hammouti «Le Quaternaire marocain dans son contexte méditerranéen»