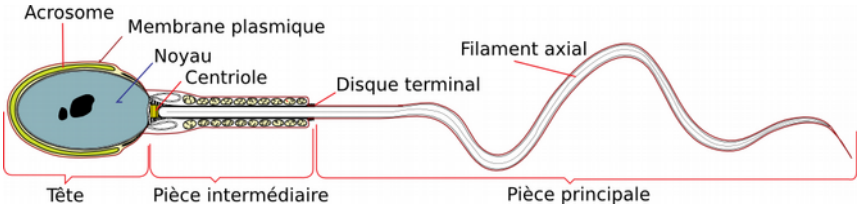
Devoir n°6 – SVT
Durée : 3h

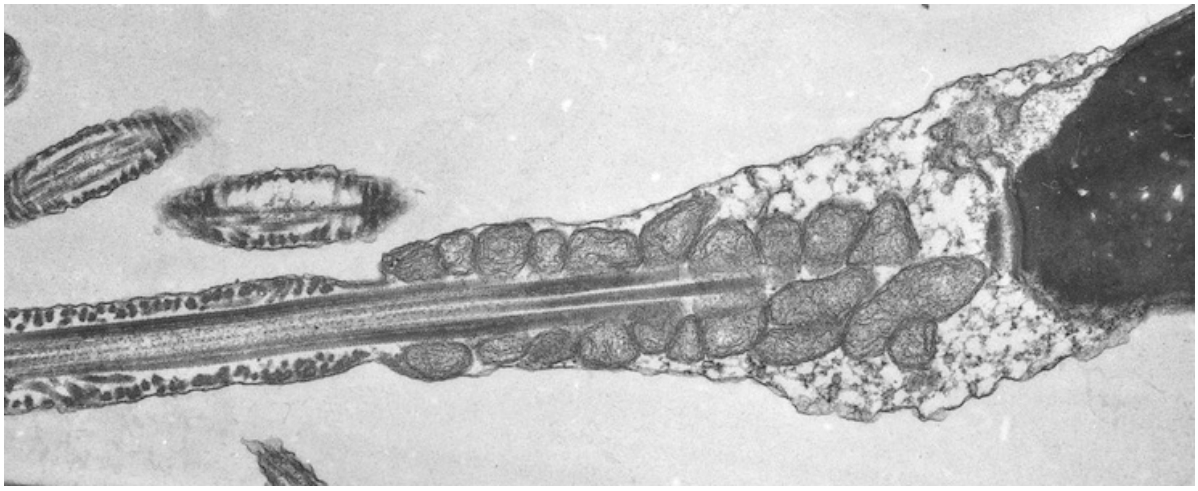
Ce devoir comporte deux parties **indépendantes**.

Partie 1. Biologie
Le métabolisme du spermatozoïde

Le spermatozoïde est une cellule mobile, qui se déplace grâce à l'action d'un flagelle. L'énergie nécessaire au battement du flagelle est permise par l'hydrolyse de l'ATP. On cherche à comprendre par quels mécanisme le spermatozoïde produit son ATP, et notamment quelles sont les spécificités métaboliques des deux parties du flagelle que sont la pièce intermédiaire et la pièce principale.

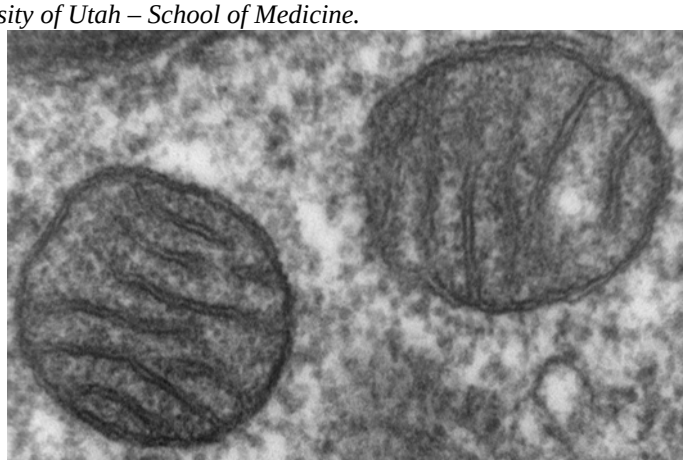


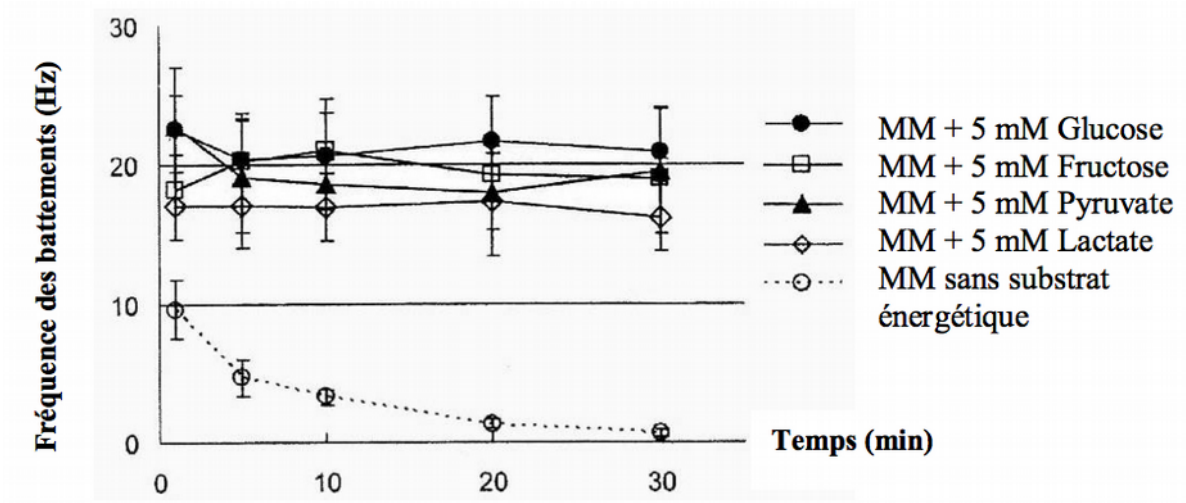
Document de référence (à ne pas analyser en tant que tel) : structure d'un spermatozoïde humain. D'après Wikimedia Commons.



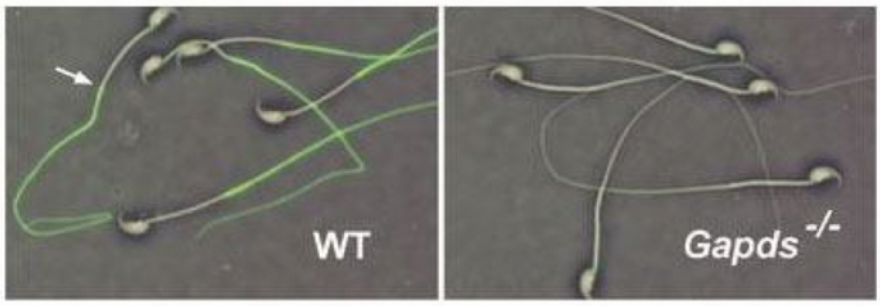
Document 1: Coupe longitudinale d'un spermatozoïde humain observée au MET. La flèche marque la limite de la pièce intermédiaire. 1 cm = 300 nm. D'après University of Utah – School of Medicine.

Document 2: Détail de structures subcellulaires présentes dans la pièce intermédiaire d'un spermatozoïde (document précédent). 1 cm = 100 nm.

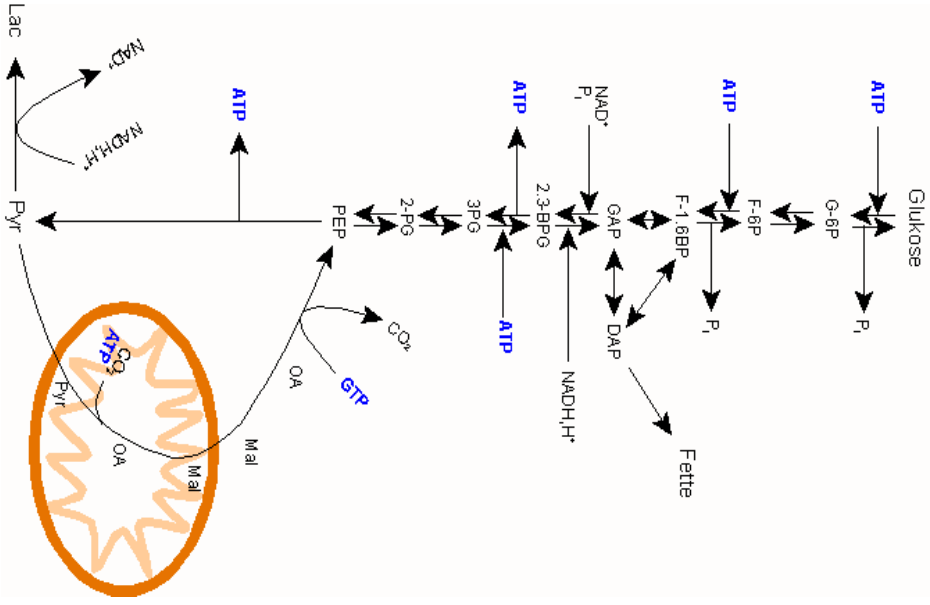




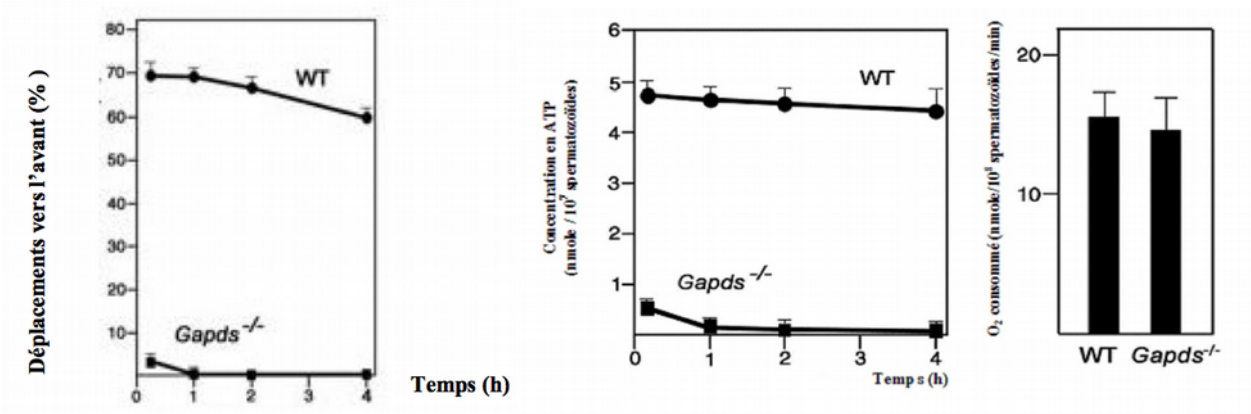
Document 3: Des spermatozoïdes parfaitement mobiles sont prélevés chez des souris mâles adultes. Ils sont séparés en 5 lots, incubés à 37°C dans un milieu de culture minimum (noté MM) contenant ou non différents substrats métaboliques normalement présents dans les sécrétions des tractus génitaux mâle ou femelle. On détermine la fréquence des battements flagellaires de chaque spermatozoïde à partir du temps 0 correspondant au premier contact entre le spermatozoïde et le milieu de culture.



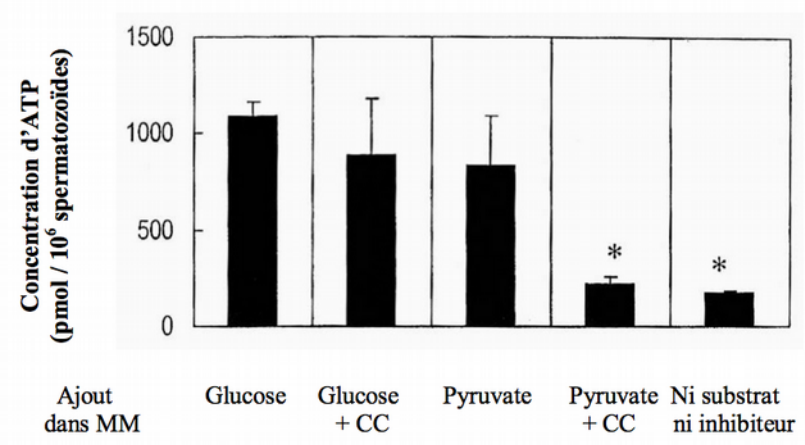
Document 4: La GAPDS (Glycéraldéhyde 3-phosphate déshydrogénase) est une enzyme catalysant l'oxydation du glycéraldéhyde-3-phosphate. Des anticorps sont préparés contre la GAPDS et ajoutés à des spermatozoïdes murins préalablement perméabilisés. La présence de ces anticorps est révélée par l'ajout d'anticorps secondaires couplés à un marqueur fluorescent vert. Cette manipulation est réalisée sur des spermatozoïdes de souris sauvages (WT) et de souris dont l'expression du gène Gapds codant la GAPDS est totalement inhibée (Gapds-/-) et chez lesquelles aucune activité GAPDS n'est détectable. La flèche indique la jonction entre la pièce intermédiaire et la pièce principale du flagelle.



Document 5: La glycolyse et la néoglucogenèse. G-6P : glucose-6-phosphate. T-6P : fructose-6-phosphate. F-1,6-BP : fructose-1,6-bisphosphate. GAP : glycéraldéhyde phosphate. DAP : dihydroxyacétone phosphate. 2,3-BPG : 2,3-bisphosphoglyrérate. 3°G : 3-phosphoglyrérate. 2-PG : 2-phosphoglyrérate. PEP : phosphoénolpyruvate. Pyr : pyruvate. Lac : lactate. OA : oxaloacétate. Mal : malate. On notera que (bien qu'elle ne soit pas mentionnée ici) la réduction de Pyr en Lac est réversible. D'après Wikimedia Commons.



Document 6: On suit l'évolution de la motilité de spermatozoïdes sauvages (WT) et mutants (Gapds-/-) pendant 4 heures d'incubation dans le milieu M16 contenant du lactate et du pyruvate comme seules sources de substrats énergétiques (gauche). On suit également l'évolution de la concentration intracellulaire totale d'ATP (milieu) ainsi que la consommation en dioxygène (droite) de ces mêmes spermatozoïdes.



Document 7: Des spermatozoïdes sont répartis en plusieurs lots, incubés à 37°C dans le milieu de culture milieu minimum (MM) contenant ou non différents substrats métaboliques et du carbonyl cyanide m-chlorophénylhydrazone (noté CC), un inhibiteur de la chaîne respiratoire mitochondriale. Après 20 minutes d'incubation, la quantité d'ATP qu'ils contiennent est mesurée en picomoles d'ATP par million de spermatozoïdes. Les résultats sont présentés sous forme d'histogrammes, chaque barre correspondant à 3 mesures effectuées chacune sur un mélange de spermatozoïdes provenant de 8 souris différentes.

Sources : largement inspiré du sujet B du concours A-BCPST 2010

Partie 2. Géologie

La Montagne Pelée

La Montagne Pelée est un volcan actif situé sur l'île de la Martinique, dans l'arc des Antilles. Il est à l'origine d'une des éruptions les plus meurtrières du XX^{e} siècle, qui, le 8 mai 1902, détruisit entièrement St-Pierre, tuant plus de 28 000 personnes. On cherche à comprendre l'origine et les caractéristiques de ce volcanisme.

1. A l'aide des documents 1 à 4, discutez le contexte géodynamique de l'île de la Martinique.

2. Le document 5 donne la composition minéralogique de quatre roches de la Martinique.
   a. Placez ces roches dans le diagramme TAS (document 7) et le diagramme AFM (document 8), qui sont à rendre avec la copie.

   b. A l'aide du document 6, donnez un nom à la roche L2. Discutez le en lien avec la question 1.

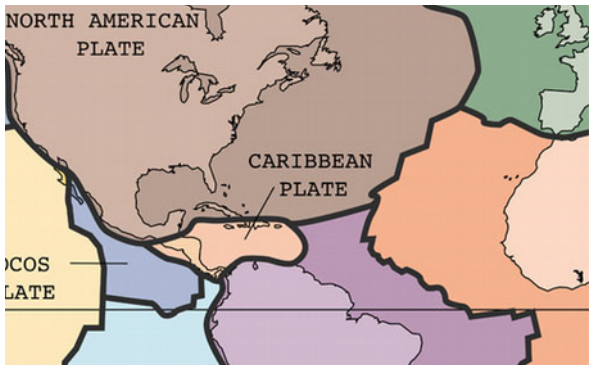
   c. A l'aide des documents 5 à 8, argumentez la nature de la série magmatique des roches L1 à L4. Discutez ce résultat en lien avec la question 1.

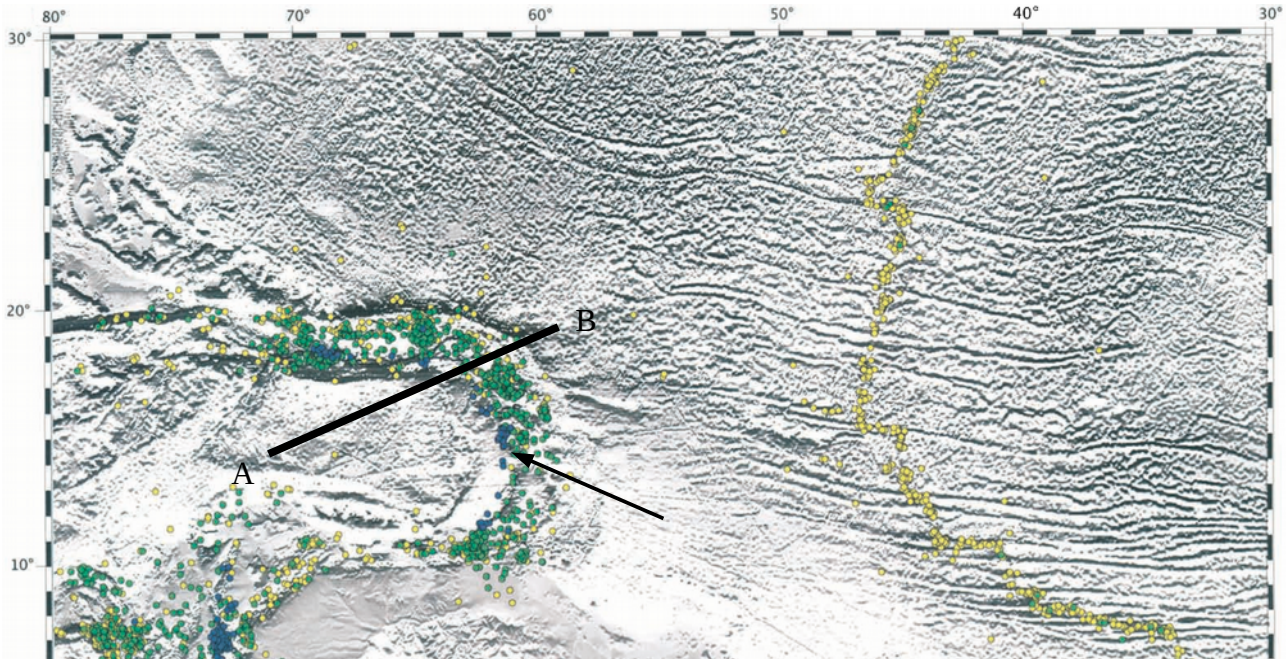
   d. En négligeant dans un premier temps le niobium (Nb), montrez que le diagramme multiélémentaire (document 9) suggère un enrichissement de la source mantellique à l'origine du magmatisme des Antilles. Donnez une interprétation à cet enrichissement.

   e. Le niobium est très incompatible, mais à la différence de la majeure partie des autres éléments incompatibles, il est très peu soluble dans l'eau, et très difficilement mobilisable par les mouvements de fluides. Exploitez cette donnée pour interpréter le pic négatif de Nb pour les laves d'arc des petites antilles dans le diagramme multiélémentaire.

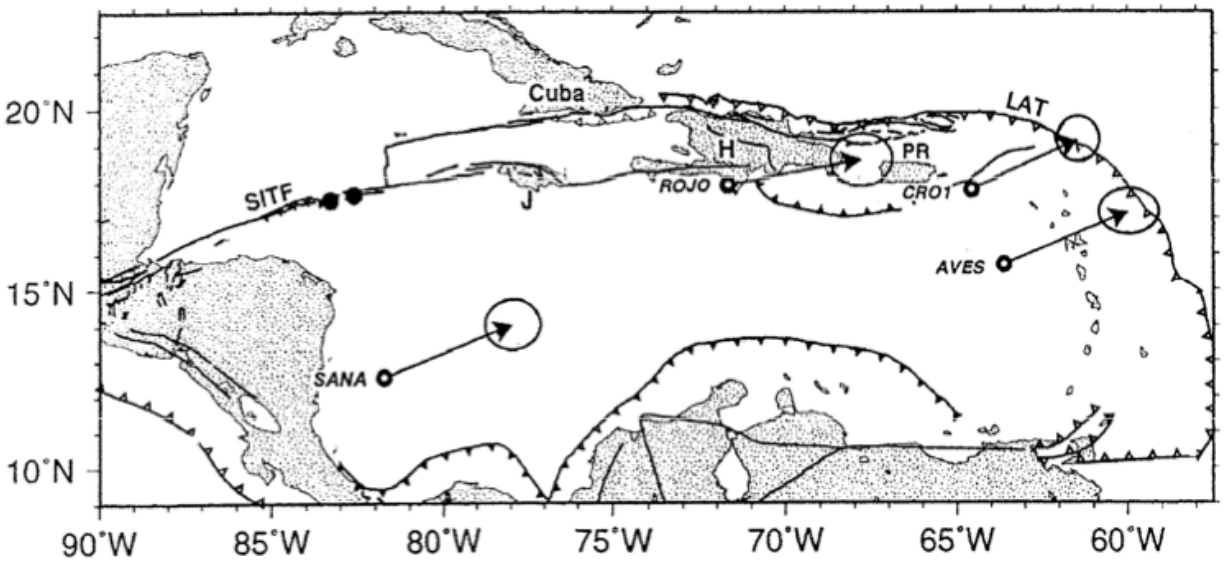
3. A l'aide des documents 9 à 12, argumentez le dynamisme éruptif de l'éruption du de 1902-1903 de la montagne Pelée.

Document 1: Découpage en grandes plaques de l'Amérique Centrale et des Caraïbes

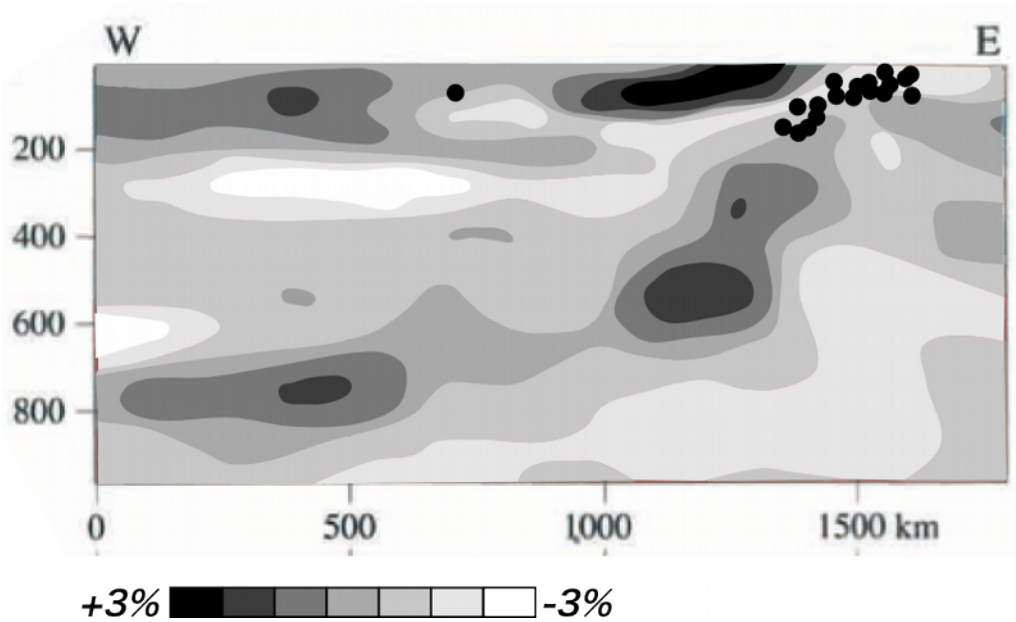




Document 2: Localisation dans la région des Caraïbes et dans l'océan Atlantique de séismes (indiqués par des petits cercles en surimposition sur la carte topographique du fond de la mer). Profil AB : profil de la coupe tomographique réalisée dans le document 4. On a représenté la localisation de la Martinique par une flèche.



Document 3: Vitesse déterminées par GPS de quatre stations de la plaque des Caraïbes (SANA, ROJO, CRO1 et AVES) par rapport à la plaque Nord-américaine. 1 cm = 10 mm/an.



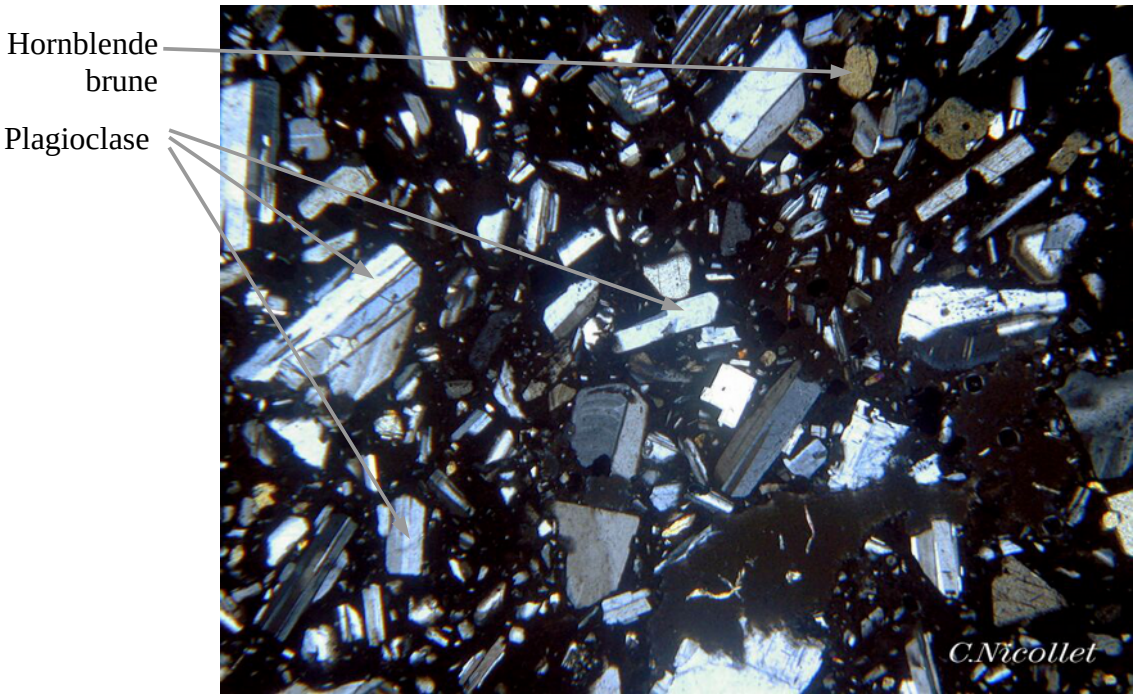
Document 4: Tomographie sismique de la région selon le profil défini dans le document 3. Les séismes sont représentés par des cercles noirs. Les anomalie de la vitesse des ondes P sont données sous le graphe, en pourcentage de la vitesse normale.

	L1	L2	L3	L4
SiO_2	52,11	59,25	67,05	72,62
TiO_2	0,85	0,92	0,63	0,39
Al_2O_3	19,13	16,83	14,93	14,63
FeO*	8,35	7,74	5,79	2,27
MnO	0,19	0,20	0,13	0,05
MgO	4,98	2,66	1,11	0,35
CaO	10,59	6,38	3,49	2,65
Na_2O	2,68	4,23	4,99	5,37
K_2O	0,49	0,75	1,05	1,33
P_2O_5	0,12	0,18	0,18	0,09
Total	99,50	99,14	99,36	99,75

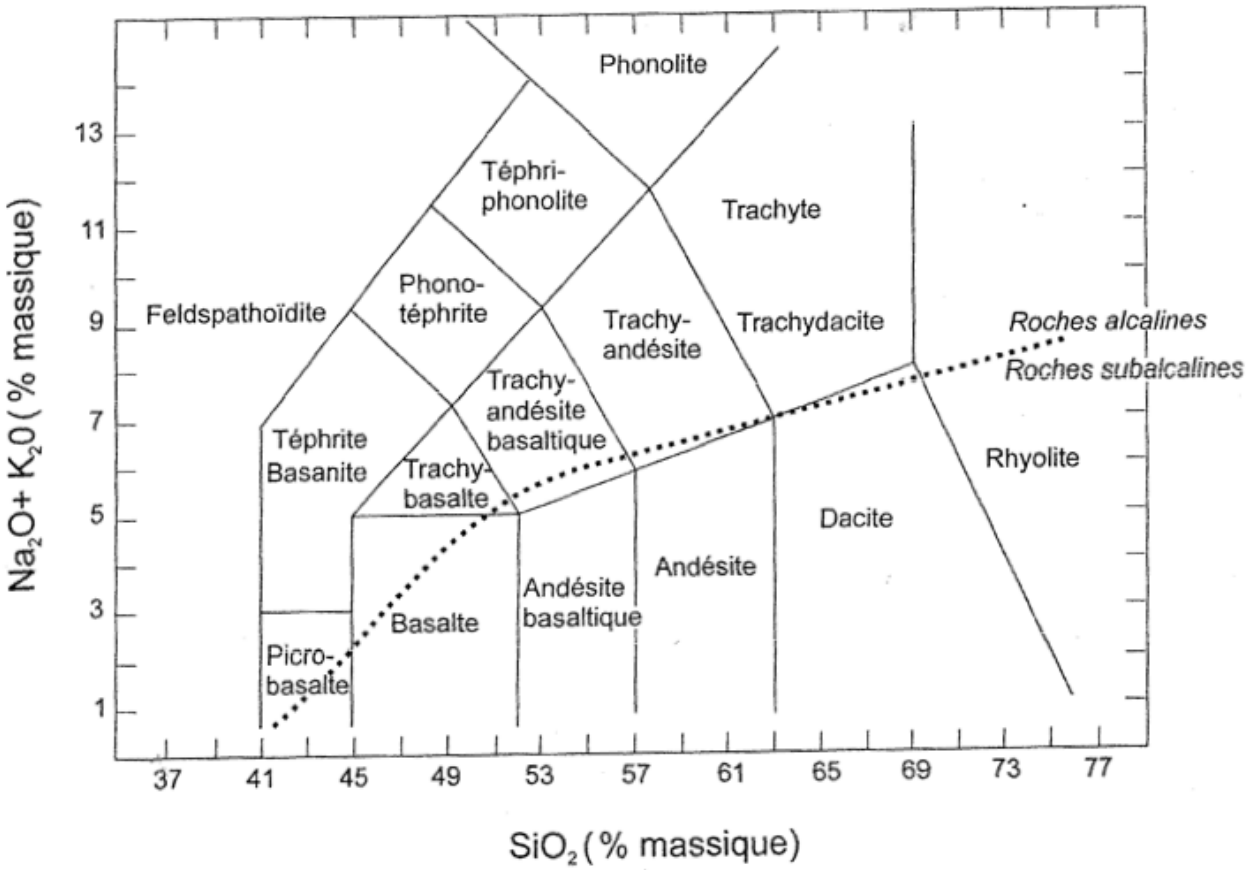
Document 5: Analyse de la composition moyenne de quatre laves de Martinique. FeO : le fer total (FeO et Fe_2O_3) est exprimé comme FeO. Les roches L2 et L3 sont sont proches de celles qui ont été produites par la montagne Pelée lors de l'éruption de la phase éruptive de de 1902-1903.

SVT – Devoir n°6

Nom : Prénom :



Document 6: Lame mince d'une roche de la Montagne Pelée (roche L2). D'arpès Christian Nicollet.

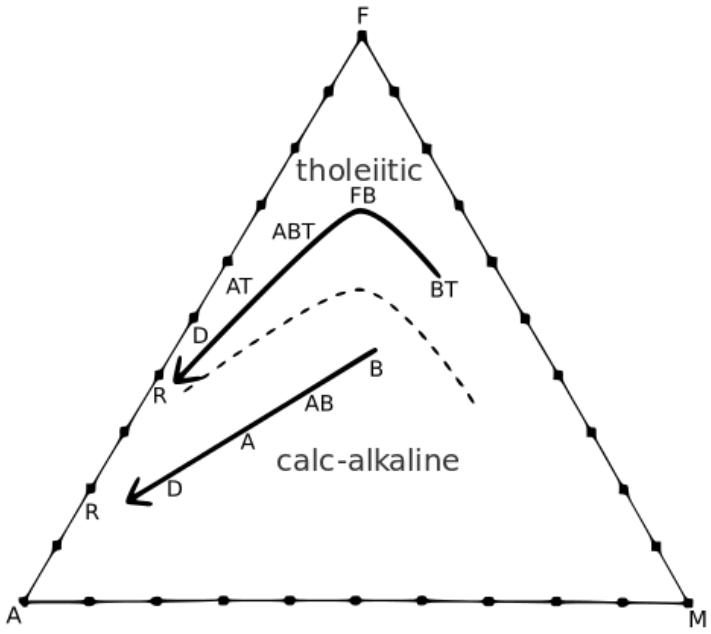


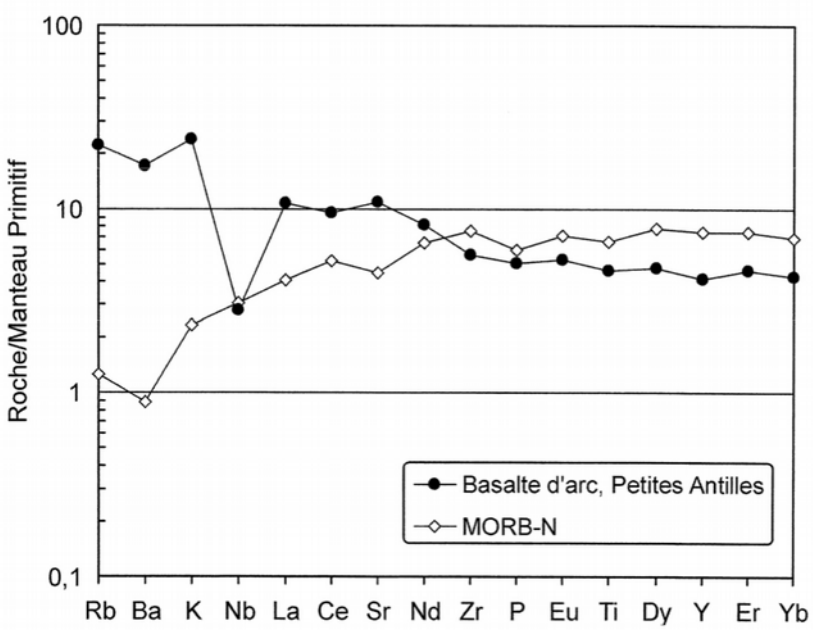
Document 7: Diagramme TAS (total alkali silica). Une ligne pointillée sépare la série alcaline des deux séries subalcalines (série calco-alcaline et série tholéiitique).

SVT – Devoir n°6

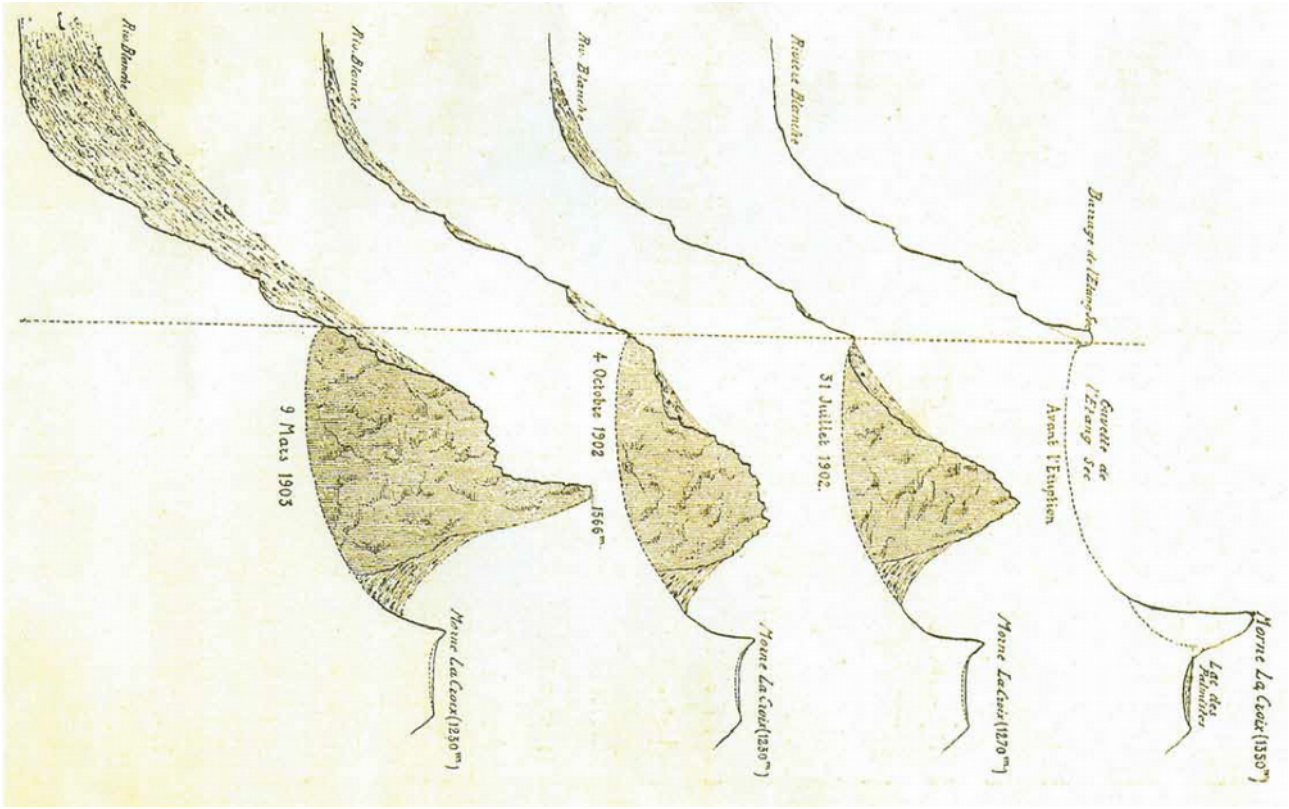
Nom : Prénom :

Document 8: Diagramme AFM (Alcalins / Fer total / Magnésium). On y a situé les domaines correspondant aux deux séries tholéiitique et calco-alcaline.

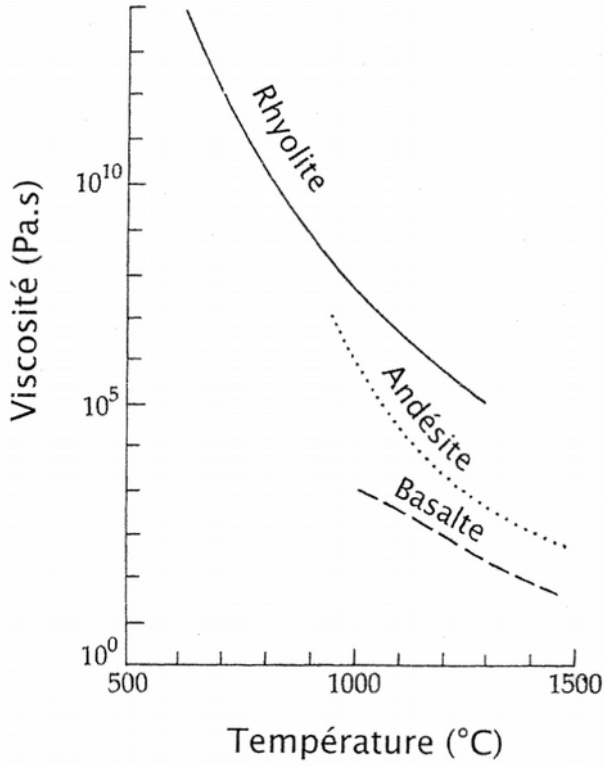




Document 9: Diagramme multiélémentaire correspondant à des laves de l'arc des Petites Antilles. La composition d'un hypothétique manteau primitif est déduite de celle des chondrites. Les éléments sont classés du plus incompatible (à gauche) au moins incompatible (à droite).



Document 10: Observation de l'aspect de la montagne Pelée à différents stades de la phase éruptive de de 1902-1903.



Document 11: Viscosité de différentes laves en fonction de la température.

Récit de M. Thierry, ancien directeur du Jardin Botanique de Saint-Pierre, depuis Morne Rouge , le 8 mai, vers 8 h du matin.

« En regardant la montagne, je vis d'abord sur la coulée de la rivière Blanche toute une série de colonnes de fumée qui paraissaient autant de petits cratères [*fumerolles*] et provenaient sans doute d'un écoulement de boue bouillante survenu pendant la nuit et qui aurait suivi la même voie que celui qui, trois jours avant, avait englouti l'usine Guérin... Je comptais ces colonnes de fumée : j'en comptais très distinctement six, avant d'arriver au vrai cratère sur lequel je venais à peine de fixer mes yeux pour compter sept, *lorsque je vis une gerbe de rochers sortir du cratère, projetés à une hauteur que, approximativement, je ne puis supposer à plus de 50 à 100 mètres au-dessus de la crête de la montagne, et prendre en retombant la direction du bord de la mer du côté de Saint-Pierre, enjambant la crête qui sépare la vallée de la rivière Blanche de la vallée de Saint-Pierre.* En même temps, un bruit formidable, et, sur les côtés de la gerbe ou de la fusée dont bientôt je ne pus continuer de voir le centre qu'une fumée épaisse emplissait, je vis encore d'énormes rochers qui filaient sur Saint-Pierre avec une vitesse énorme, laissant derrière eux une sorte de traînée qui se profilait en noir sur la blancheur intérieure du nuage.

Tout cela en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, car, d'un coup, l'espace compris entre le cratère et le bord de la mer s'est trouvé plein du nuage formé par les matières vomies par le volcan, et ce n'est qu'au début que je vis les rochers, car presque tout de suite un nuage épais couvrit toute la partie comprise entre la montagne et Saint-Pierre.

Je sortis alors dans la rue... j'allais ainsi pendant 100 mètres environ, quand je vis, à une distance qui me parut fort rapprochée, un énorme nuage gris roux, prenant depuis terre, qui s'avançait sur nous comme une muraille et sur les bords duquel les éclairs formaient comme un véritable filet à mailles serrées ; j'eus alors comme une impression de vide devant moi, une sorte de vertige me prit et je crus que c'en était fini de nous et du Morne Rouge. Le bruit ne faisait qu'augmenter, le ciel s'obscurcissait et, ma curiosité cédant à l'instinct de conservation, je fis volte face pour aller dans la direction de ma maison où j'arrivais rapidement. En cours de route, je sentis un violent coup de vent, comme un petit cyclone qui arracha beaucoup de feuilles et cassa quelques branches, mais dura peu ; puis devant la maison de Monsieur Carassus, j'ai regardé le cratère ; il était absolument net et ne projetait plus rien que de la fumée comme à l'ordinaire, ce qui fait qu'en récapitulant j'estime que la projection de la trombe meurtrière n'a pas duré plus de deux minutes, si même elle a duré ce temps là. [...].

Document 12: Récit d'un témoin de l'éruption de la montagne Pelée du 8 mai 1902. Morne Rouge est située à quelques kilomètres de St-Pierre.

Source :

- largement inspiré d'un sujet du CAPES externe de SVT, épreuve de géologie, 2007.
- Document complémentaires : http://christian.nicollet.free.fr ; Wikimedia Commons ;