

GEOLOGIE
Epreuve sur documents
Durée : 1h30

L'usage d'une calculatrice est autorisé pour cette épreuve.

L'ILE DE LA REUNION

L'île de la Réunion est une île volcanique située dans l'Océan Indien, à l'Est de Madagascar et l'Ouest de l'île Maurice (*documents 1 et 2*). D'une superficie de 3500 km² (50 * 70 km), elle constitue la partie émergée d'un édifice d'environ 240 km de diamètre reposant sur un plancher océanique âgé de 80 Ma.

L'île est en réalité formée de l'accolement de deux volcans de forme elliptique (*document 3*) :

- au Nord-Ouest, le **Piton des Neiges**, inactif, est le plus ancien et le plus vaste. Il est profondément entaillé en cirques suite à des effondrements. L'âge des roches les plus anciennement datées est de 2,1 Ma.
- à l'Est, le **Piton de la Fournaise** est le volcan actuellement actif

Dans ce devoir, on s'intéresse aux caractéristiques du magmatisme de l'île, ainsi qu'à son origine.

IMPORTANT : Un schéma-bilan est demandé à la fin du devoir, mais doit être construit au fur et à mesure, de sorte que même si vous ne terminez pas le sujet, vous en ayez dessiné une partie.

1- Les roches magmatiques de l'île

Des photographies couleur d'une lame mince réalisée à partir d'un échantillon de récoltée à la surface de l'île vous sont fournies avec l'annexe. La lame est observée en LPNA (à gauche) et LPA (à droite).

1-a) A l'aide d'un **schéma légendé** d'un **détail** de la lame mince en LPNA (dessous) et d'une **argumentation** précise, nommez cette roche.

1-b) Déterminez les traits de son histoire auxquels vous avez accès.

2-a) A partir des *documents 4-b, 5 et 6*, déterminez - arguments à l'appui - le **type de dynamisme éruptif** prédominant à la Réunion.

2-b) En argumentant votre réponse, donnez la chronologie des deux coulées de lave visibles sur le document 4-a.

Le *document 7* présente les teneurs en silice et en alcalins de diverses laves échantillonnées à la Réunion. On s'intéresse dans un premier temps aux émissions du Piton des Neiges, volcan aujourd'hui éteint même si son coeur est encore chaud.

3-a) Définissez ce qu'est une **série magmatique**.

3-b) Caractérissez la **série** émise par le **Piton des Neiges** (*document 7*) et proposez un **contexte géodynamique** pour la formation de cette île (aidez-vous des documents précédents).

3-c) Quels sont ici les arguments permettant de proposer que ces laves sont **cogénétiques** ? Comment pourrait-on vérifier cette hypothèse ?

3-d) **Nommez** les deux processus à l'origine d'une série magmatique. Compte tenu de la localisation de l'île de la Réunion (*document 1*) située au sein d'une plaque océanique, expliquez lequel de ces processus est à l'origine de la série observée.

4-a) Caractérissez l'**évolution du dynamisme éruptif** du Piton des Neiges de 2,1 Ma à 30 000 ans (*doc 7, 8 et 9*).

4-b) Quel lien peut-on faire avec mise en place des roches β -I à β -IV trouvées à l'affleurement dans le secteur du Piton des Neiges (Nord-Ouest de l'île) et visibles sur le *document 3* ?

4-c) Construisez un schéma en coupe montrant les 2 grands types de phases éruptives du Piton des Neiges. Vous dessinerez pour chaque coupe la lithosphère (croûte + MSL) sur laquelle repose le volcan.

Ces deux coupes seront complétées à la partie 2.

Depuis 500 000 ans environ, le Piton de la Fournaise présente lui aussi une activité éruptive.

5-a) D'après le *document 7*, quel est à votre avis le **dynamisme éruptif** du Piton de la Fournaise ?

5-b) Comment expliquer les différences avec les observations faites pour le Piton des Neiges ?

2- L'origine du magmatisme de l'île.

On cherche à déterminer l'origine du magma produit à la Réunion.

6-a) Sur le *document 10-a*, coloriez la zone couverte par les laves du *document 10-b*.

6-b) Proposez alors – arguments à l'appui – une **origine** pour le magma.

6-c) Quelle est la profondeur approximative à laquelle fond d'après vous la roche-mère à l'origine du magma ?

On considère la fusion totale d'une roche-mère de type périclase telle que la roche R du *document 13*.

7-a) Quelle est la teneur de R en olivine (forstérite), plagioclase (anorthite) et clinopyroxène (diopside) ?

7-b) **Nommez** le point M et précisez à **quelle température** démarre la fusion de la roche R si l'on se trouve dans les conditions du diagramme.

7-c) Tracez sur le *document 13*, en **rouge** l'évolution de la composition du liquide formé, en **vert** celle du solide résiduel, en donnant un numéro à chaque étape de la fusion.

Dans la réalité, la fusion de la roche-mère à l'origine d'un magma n'est jamais totale.

8-a) Justifiez la remarque précédente.

8-b) Quel est le **taux maximal de fusion** pouvant être atteint dans l'hypothèse où seul M est formé ?

La roche-mère réelle du magma a pu être analysée grâce à des enclaves retrouvées dans des basaltes. Sa composition en divers minéraux est donnée dans le *document 11-b* (page suivante).

9-a) **Placez** cette roche-mère sur le diagramme du *document 11-a* (on travaillera par analogie avec le diagramme de Streckeisen), en expliquant votre démarche. Vous conclurez en **nommant la roche**.

9-b) En comparant la chimie de la roche-mère et celle du magma formé, discutez l'**effet de la fusion partielle** sur la chimie du magma produit.

Document 11-b : teneurs en divers minéraux au sein des enclaves. Les chiffres donnés sont des % massiques.

	olivine	grenat	OPX	CPX	autres
Enclaves	63	9	9	18	1
Basalte	5	30	10	55	0

10-a) Calculez le **taux de fusion** à l'origine des deux basaltes du *document 12*.

Document 12 : teneurs en différents éléments au sein de roches échantillonnées à la Réunion

% en masse d'oxydes	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Autres
Enclaves	42	4	10	41,9	0,1	2
Basalte tholéïtique	50	14	10	13	0,5	12,5
Basalte alcalin	48,5	17	6	7	2	19,5

10-b) Discutez votre résultats et expliquez qualitativement en quoi ce taux **modifie la chimie** du magma produit.

10-c) Quelle peut donc être **l'origine** des variations temporelles de chimie des basaltes produits par le Piton des Neiges et le Piton de la Fournaise ?

10-d) Complétez le schéma précédent en indiquant l'origine du magma et les conditions de fusion pour chaque phase éruptive.

FIN TRAVAIL EN CLASSE

3- Risque volcanique sur l'île de la Réunion.

11-a) Définissez ce qu'est le **risque volcanique** et précisez de quels paramètres il dépend (à définir également).

11-b) A partir du *document 14*, **caractérisez l'aléa** correspondant aux coulées de lave émises par le Piton de la Fournaise (récurrence des coulées, localisation, étendue, ...).

11-c) Caractérisez ensuite la **vulnérabilité** de ce secteur (*documents 14 et 15*).

11-d) Concluez concernant le risque actuel lié aux coulées sur l'île.

4- L'île de la Réunion et les édifices apparentés.

On rattache l'île de la Réunion à un ensemble d'édifices volcaniques dont font également partie l'île Maurice (volcan éteint) et les trapps du Deccan, grands épanchements basaltiques couvrant une surface de plusieurs milliers de km² dans l'Ouest du bloc continental Indien, datés autour de 65 Ma (*document 2*).

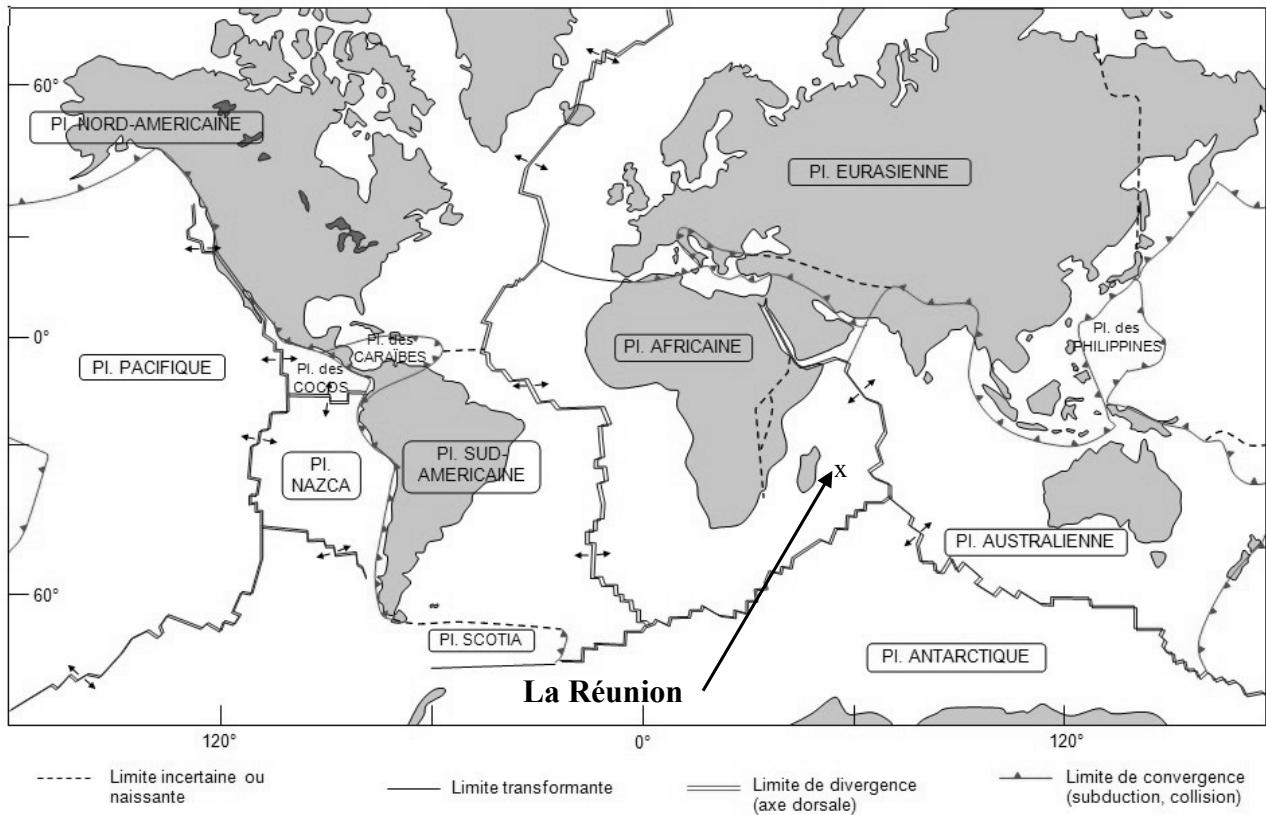
12-a) Rappelez votre réponse à la question 3-b (contexte géodynamique). En considérant que le panache mantellique a une position constante, comment expliquer la présence d'édifices volcaniques anciens plus ou moins alignés ?

Rq : on ne tiendra pas compte du décalage par la Ride Centrale Indienne entre les îles datées de 40 et 30 Ma

12-b) Illustriez ce processus.

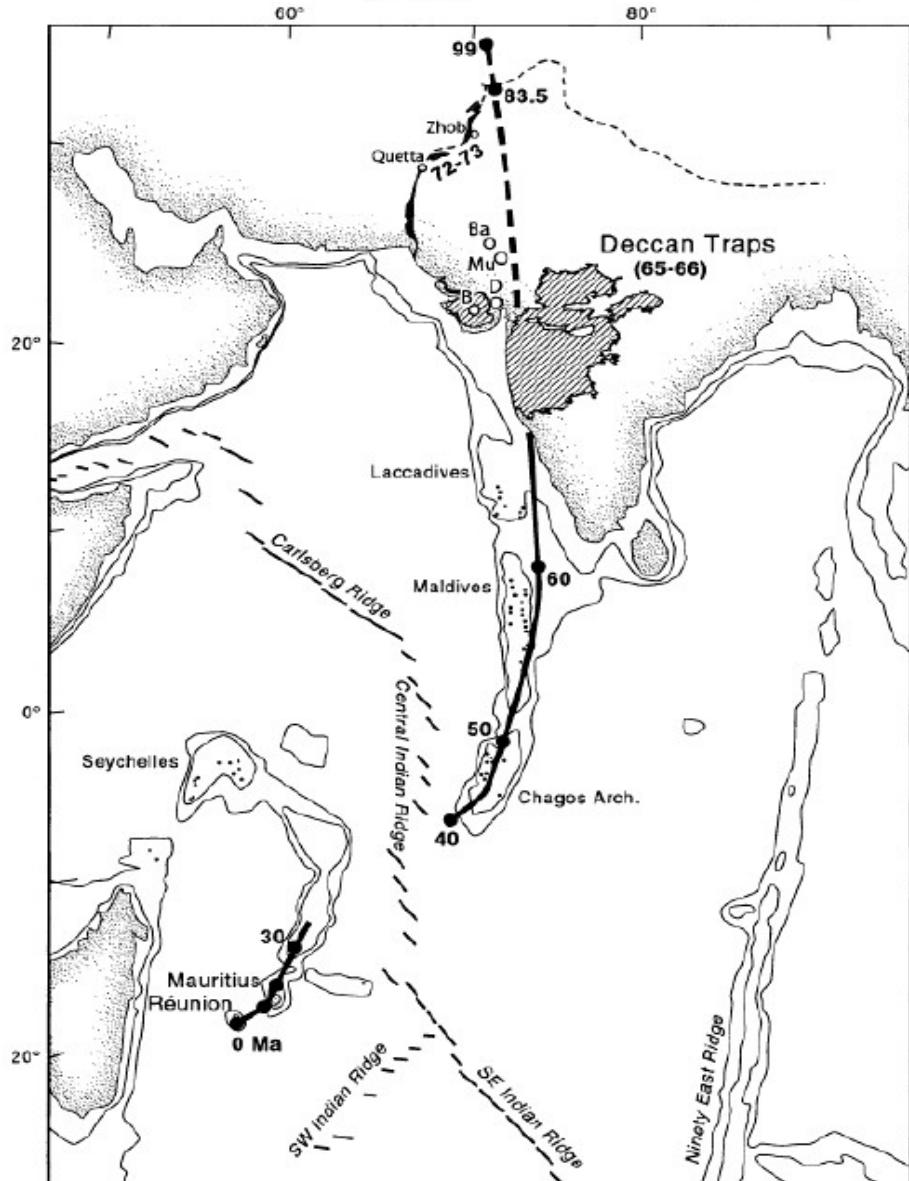
13) En faisant l'approximation que les îles sont alignées selon un axe Nord-Sud et qu'un degré de latitude vaut 100 km, calculez la **vitesse moyenne de déplacement** du bloc indien depuis 65 Ma (posez le calcul avec 60 Ma par simplicité). Vous donnerez également la **direction** de déplacement de ce bloc.

Document 1 : principales plaques lithosphériques et localisation de l'île de la Réunion



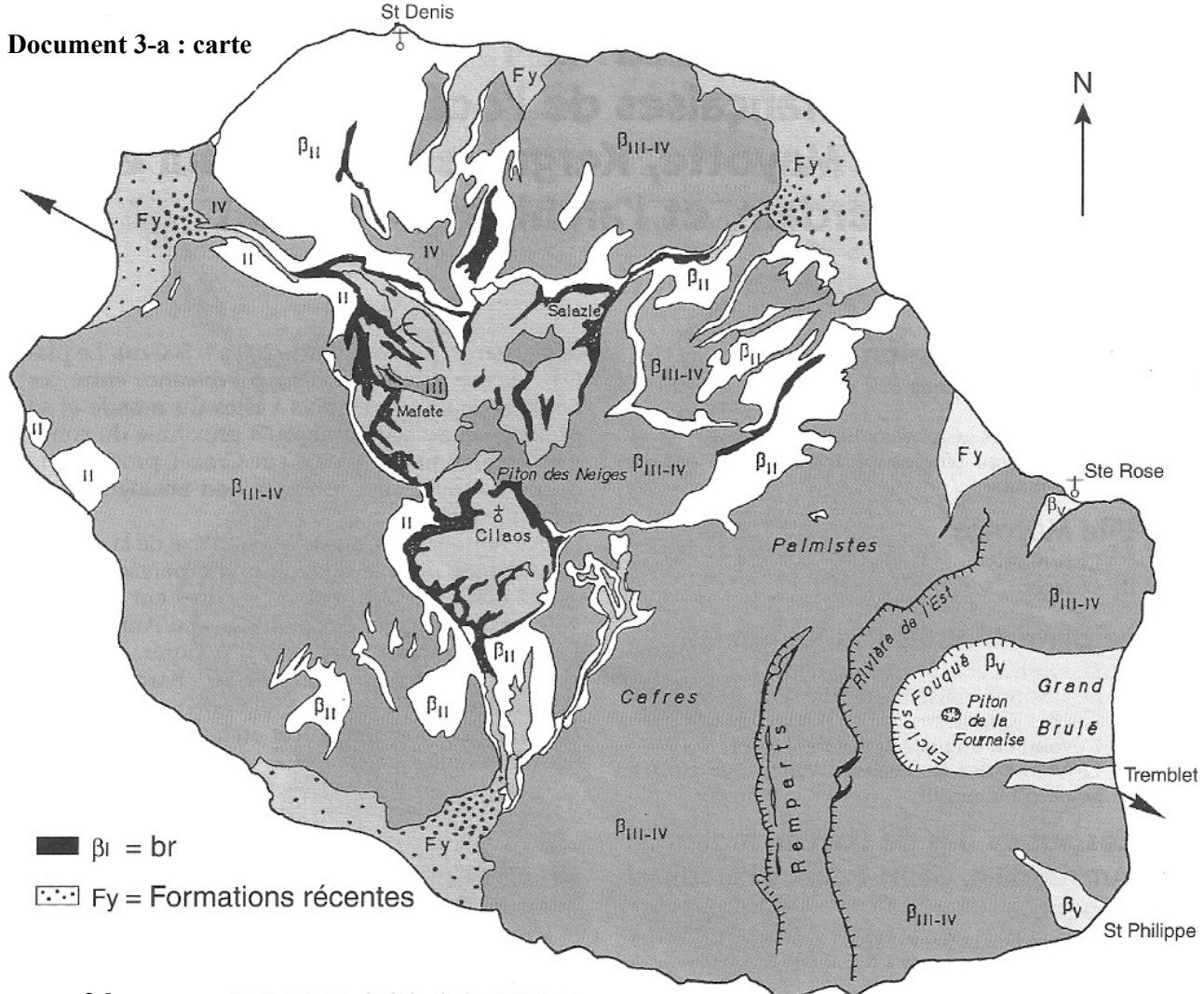
Document 2 : position de l'île de la Réunion et âges des édifices volcaniques apparentés

Les âges sont donnés en millions d'années



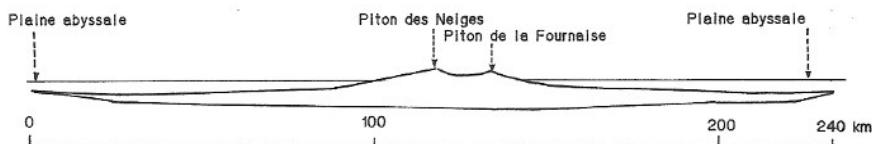
Document 3 : Carte et coupe de l'île de la Réunion

β_I et β_{II} : basaltes tholéitiques ; β_{III-IV} : basaltes alcalins, mugéarites, benmoréites, trachytes ; β_V : pyroclastites
 β_V : éruptions actuelles du Piton de la Fournaise
Fy : formations quaternaires (dépôts marins, alluvions, ...)



Document 3-b : coupe

Carte et coupes de l'île de la Réunion.
— après Billiard, 1975 ; Chevallier, 1979.



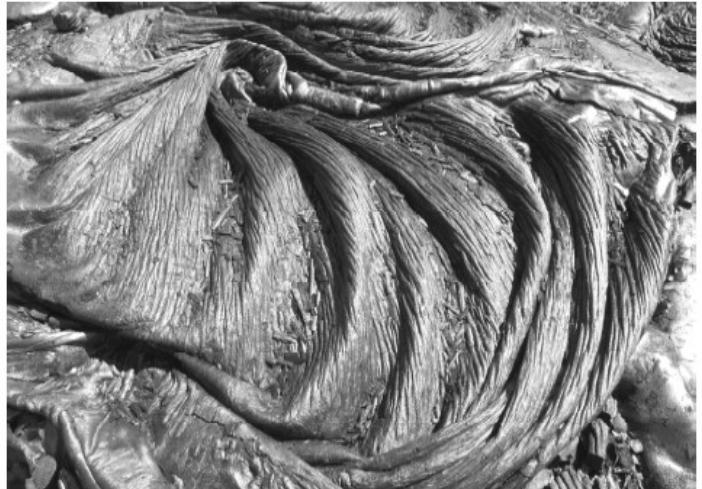
Document 4-a : coulées de lave du Piton de la Fournaise



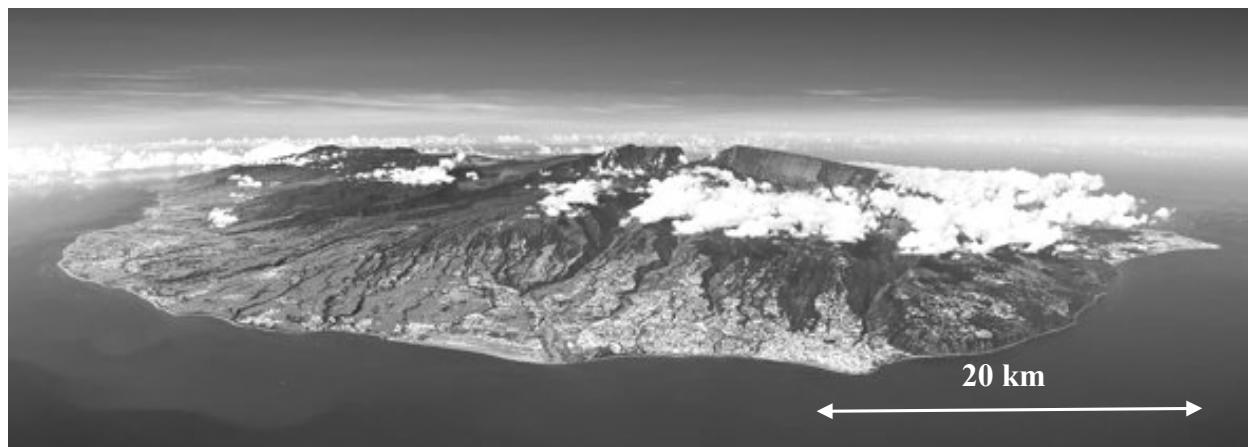
Document 4-b : photographies de roches à l'affleurement

Laves de la Pointe de la Table à Saint-Philippe

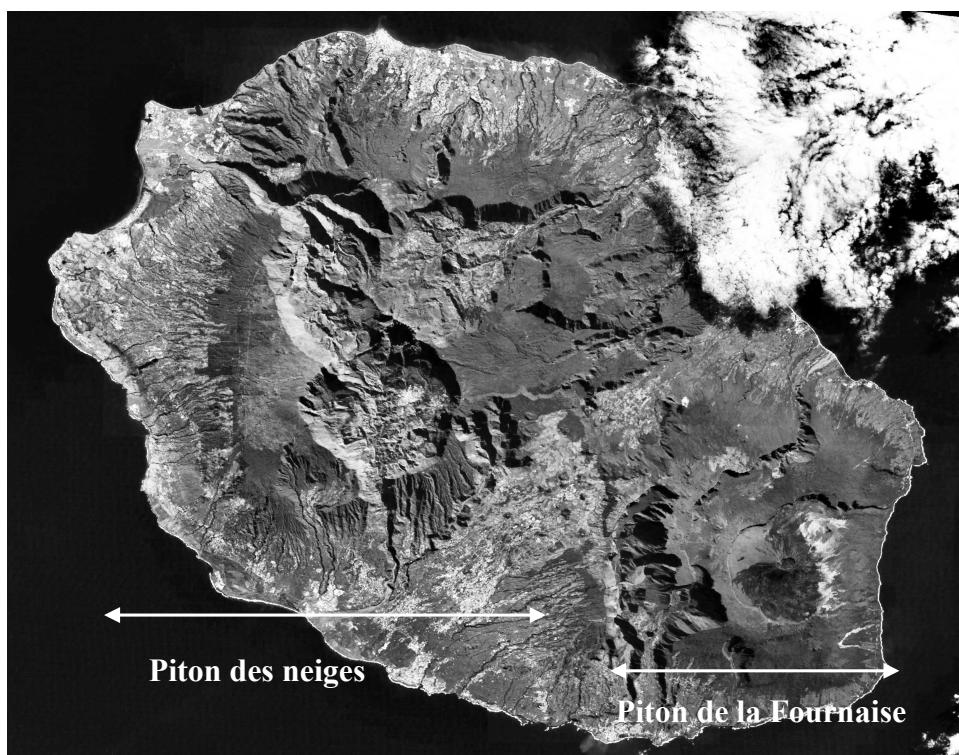
Affleurement suite à l'éruption de 2004



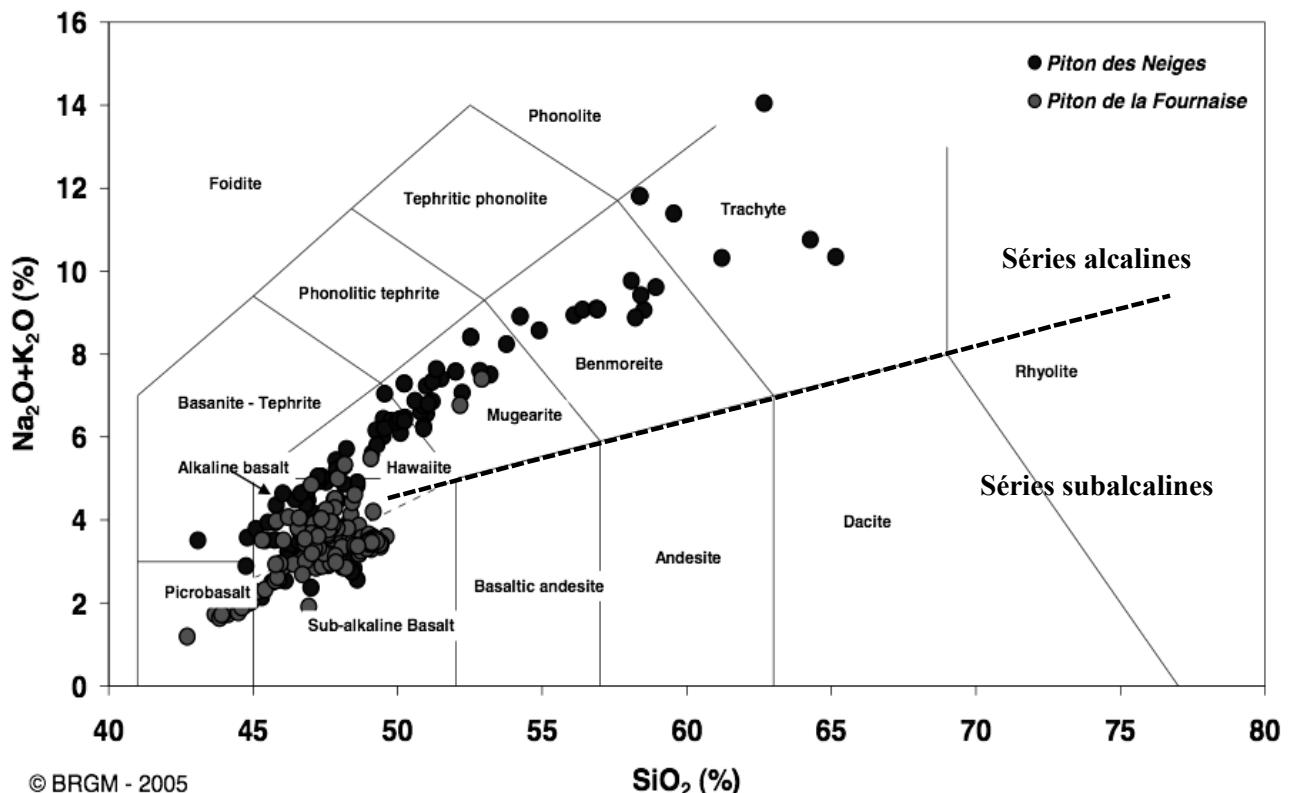
Document 5 : photographie vue d'avion de l'île de la Réunion, soit de la partie émergée de l'édifice volcanique



Document 6 : image satellite de l'île (la zone Nord-Est est sous les nuages)

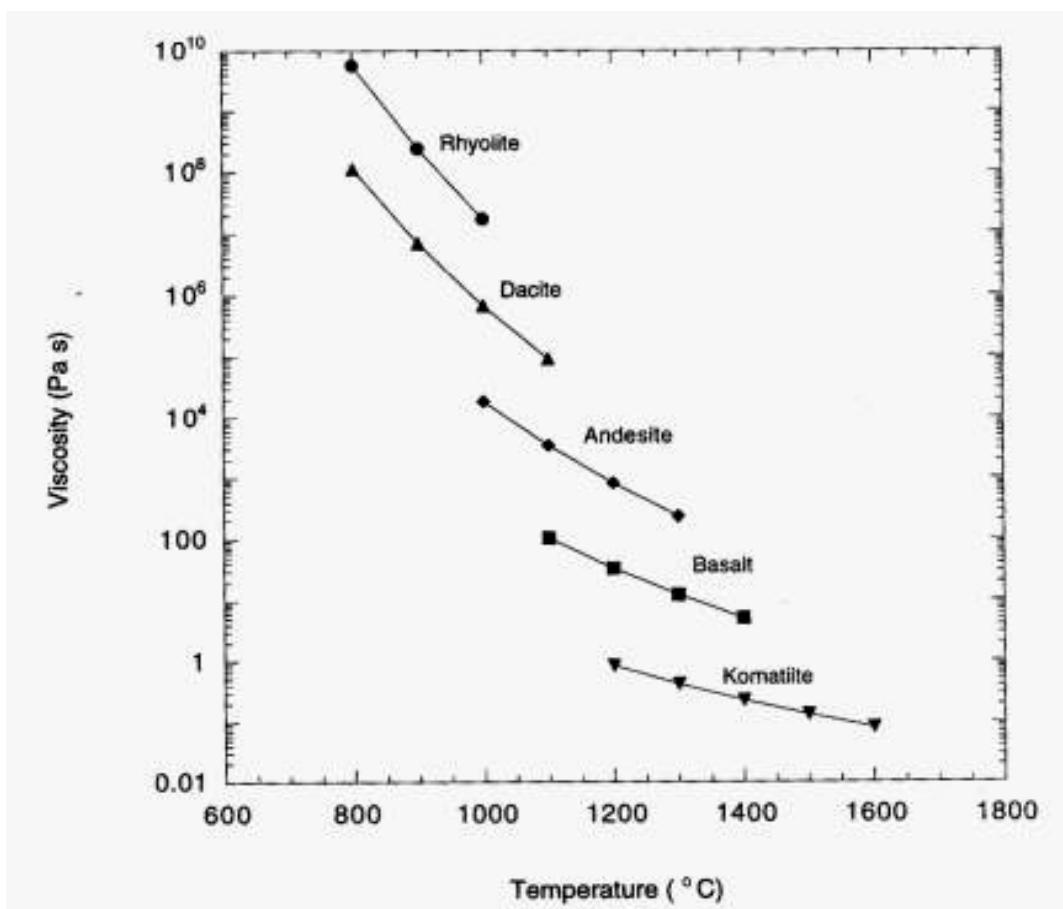


Document 7 : diagramme de Cox et diversité des laves de la Réunion



© BRGM - 2005

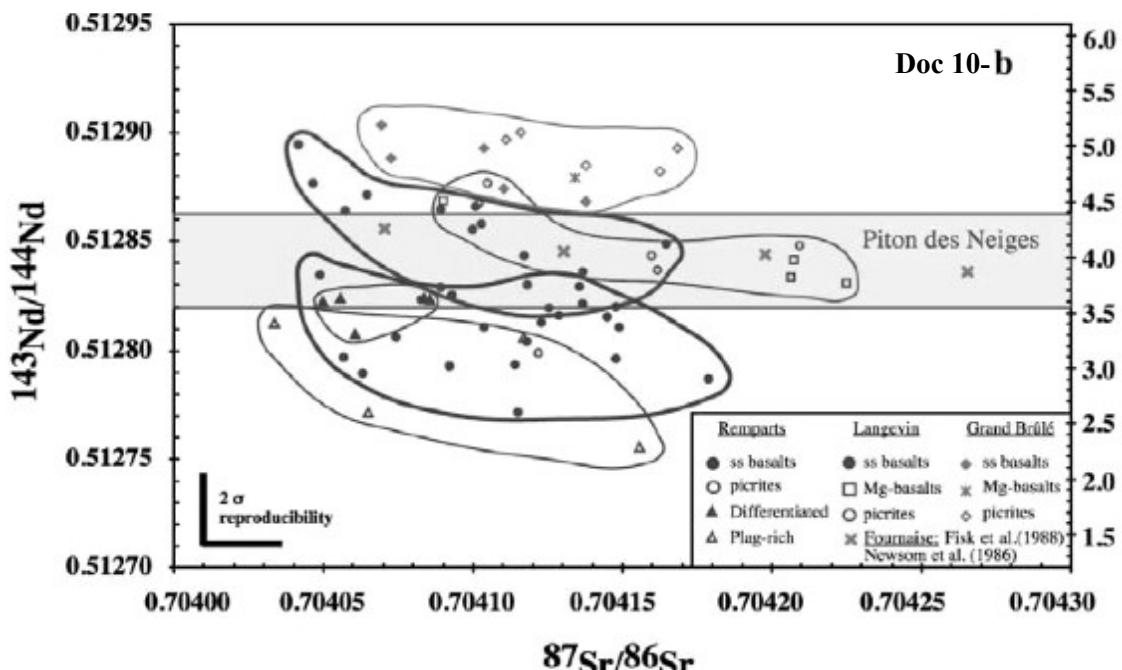
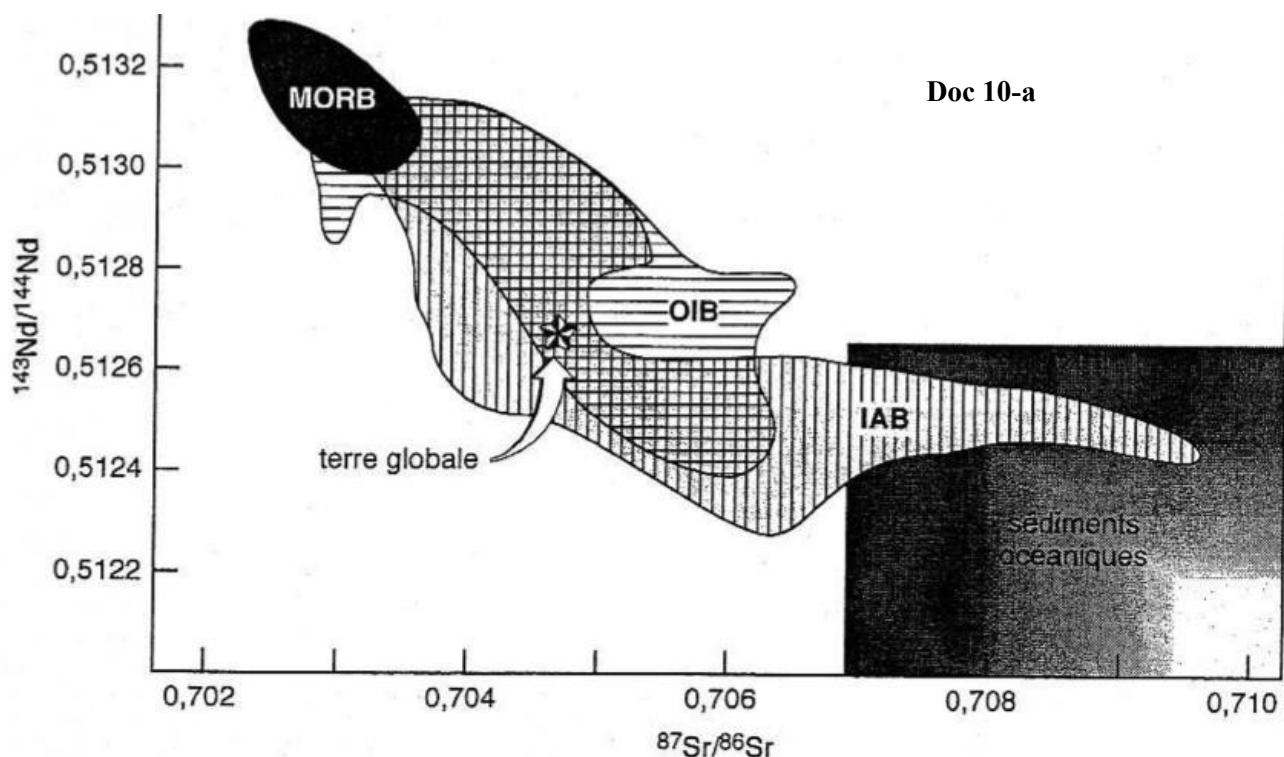
Document 8 : viscosité de divers magmas en fonction de leur composition chimique et de leur température



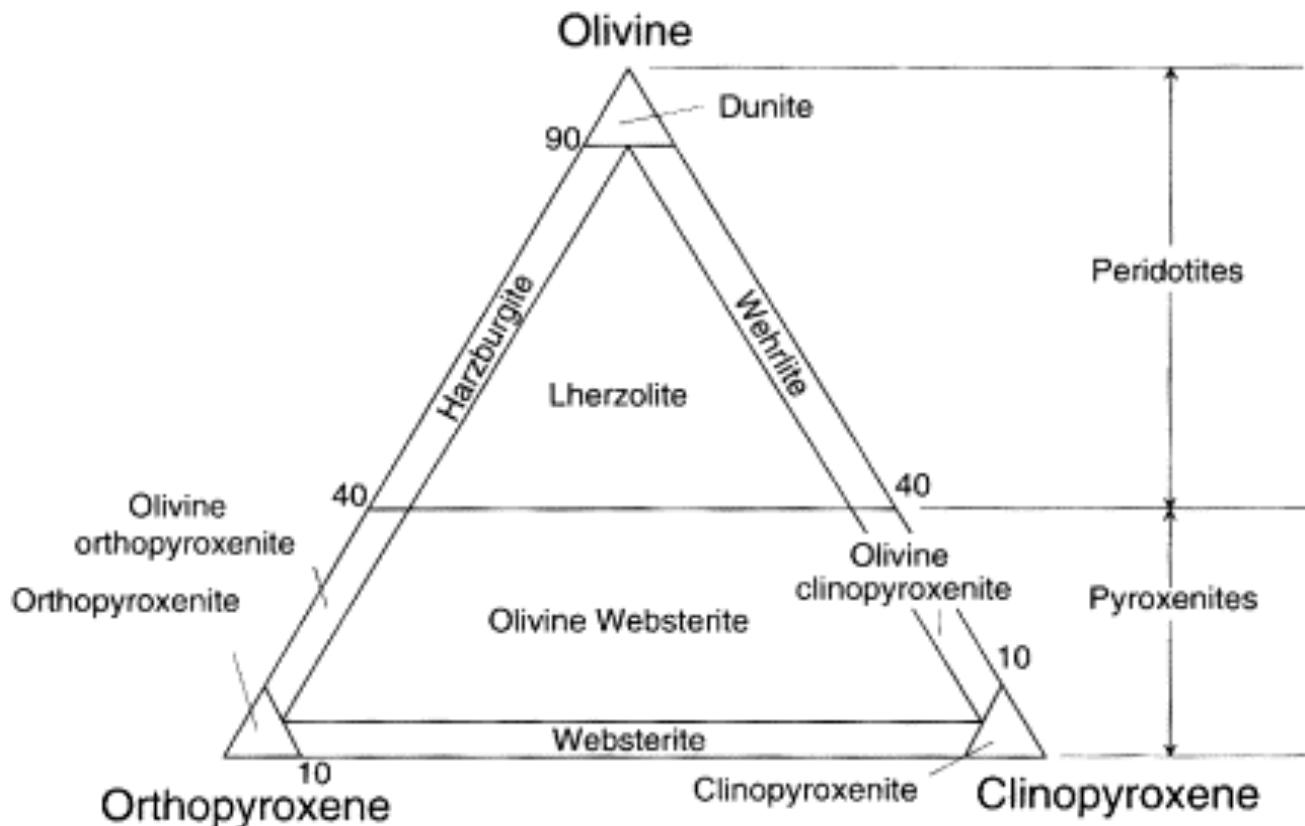
Document 9 : âges des différentes laves émises à la Réunion

Piton des Neiges	
Basaltes tholéïtiques	2,1 Ma à 430 000 ans
Basaltes alcalins	350 000 à 30 000 ans
Mugéarites, benmoréites, trachytes	350 000 à 30 000 ans
Piton de la Fournaise	
Basaltes tholéïtiques à alcalins	500 000 ans à actuel

Document 10 : rapports isotopiques en Néodyme et en Strontium pour les laves de la Réunion (10-b), en comparaison de ceux des MORB, OIB et sédiments (10-a)



Document 11-a : diagramme ternaire olivine-OPX-CPX



Document 13 : diagramme ternaire pour un mélange d'anorthite (plagioclase calcique), de forstérite (olivine magnésienne) et de diopside (clinopyroxène)
Le diagramme est donné pour une pression de 0,1 MPa, soit la pression atmosphérique.

