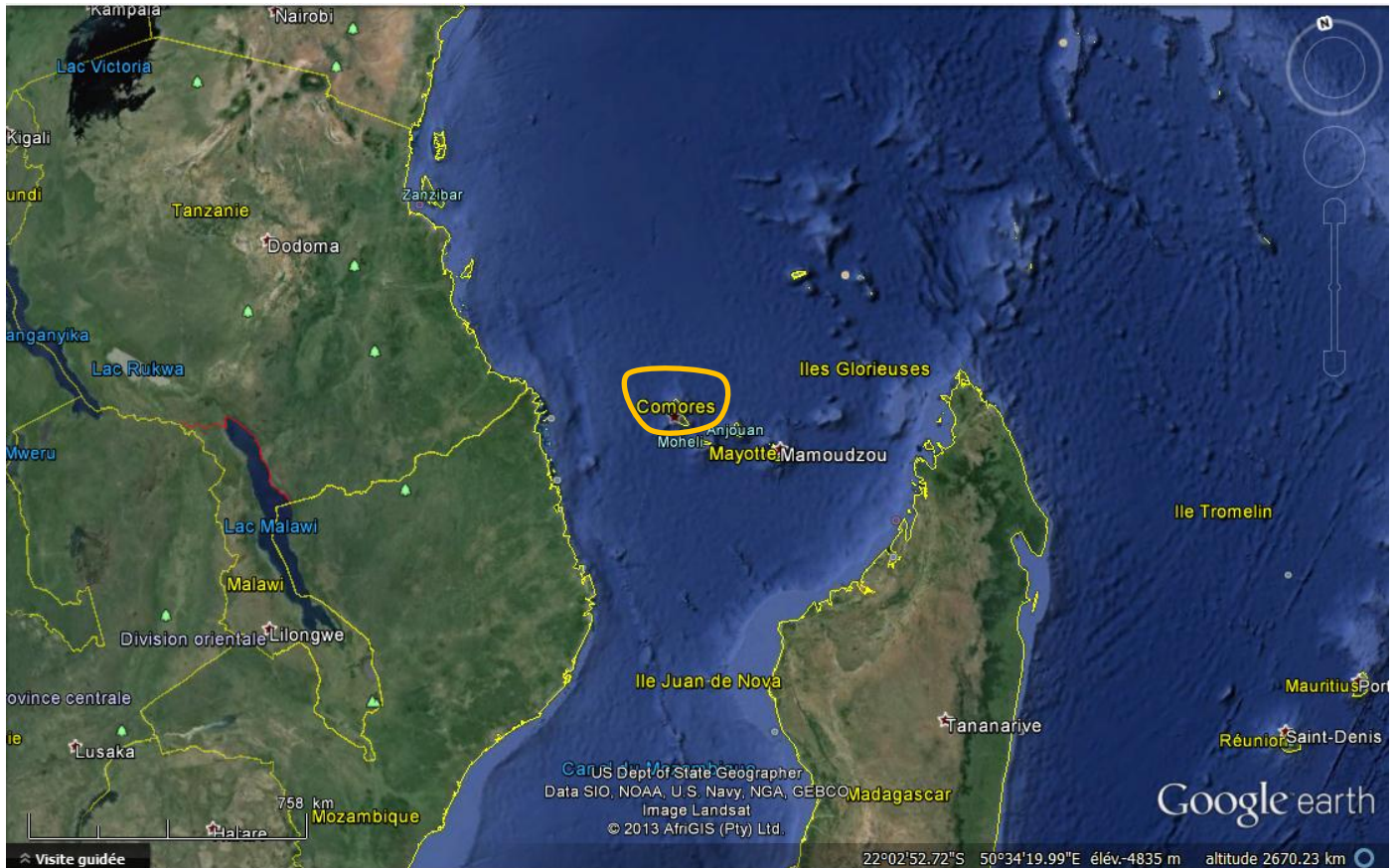


Sortie pédagogique au Karthala, volcan de 2360 m d'altitude, point culminant de Ngazidja , Union des Comores, Océan Indien.



Le Karthala est un jeune volcan bouclier situé aux Comores, dans l'océan indien, au centre de Ngazidja; long de 30 km et large de 15 km, il s'appuie vers le Nord sur le massif de la grille par le plateau Diboini et vers le Sud sur le massif du Mbadjini qu'il recouvre sans discontinuité apparente. Son altitude s'élève à 2361 mètres.

Présentation : l'ascension du Karthala par les élèves de 4^{ème} est une tradition à l'école française Henri Matisse, à Moroni.

Intérêts ; ils sont multiples : volcanologique ; biodiversité ; étagement de la végétation ; végétation pionnière ; dépassement de soi, solidarité...

Objectifs : en fonction de la période au cours de laquelle est réalisée la sortie, l'objectif principal diffère. En effet, soit, il s'agit d'une découverte d'un volcan, encore en activité ; soit il s'agit de repérer les indices des différentes éruptions du Karthala (éruption effusive ou phréatomagmatique). Puis, au retour, un travail de groupe (diaporama et panneaux d'exposition) est réalisé sur différents sujets (les indices des éruptions effusives, phréatomagmatiques, l'étagement de la végétation, prévention des risques...)

Difficulté de l'ascension : 2000 m de dénivellée, ce qui nécessite une sortie de trois jours, avec un camp de base aux environs de 1600m ;



Itinéraire de la sortie et des points d'intérêts

Le volcan

C'est un volcan de type hawaïen, avec essentiellement des éruptions fissurales, émettant peu de projections mais de longues coulées de lave, au sommet (2006-2007) ou sur les flancs (1977 au-dessus de Singani). Cela dit, comme pour tous les volcans hawaïens, tout cela n'exclut pas des éruptions explosives telles que celles de 2005. Celles-ci interviennent lorsque l'on a une interaction entre l'eau et le magma. La vaporisation brutale de l'eau déclenche alors des explosions violentes. C'est ce que l'on appelle une éruption phréatique (vapeur seule, comme en 1991, avec la projection de gros blocs) ou phréatomagmatique (vapeur et magma, comme en 2005, avec projections de cendres, de blocs, de bombes).

Son relief est marqué par des pentes assez fortes de 10 à 15 ° de moyenne sur le flanc ouest et de 24° à 30° sur le flanc Est. Sa topographie est hérissée de nombreux cônes égueulés de 20 à 50 mètres de haut et dont la concavité est tournée vers la mer ; ces cônes sont issus d'éruptions stromboliennes le long d'un axe subméridien.

La morphologie est également marquée de nombreuses fissures dont certaines sont radiales autour du massif et d'autres, la plupart sont d'orientation Nord/Sud à partir du sommet. A cela s'ajoutent les grandes coulées de laves historiques et actuelles qui dévalent une grande partie du massif.

Le Karthala fût exploré pour la première fois par le Dr Kresten en 1883 mais les connaissances sur l'histoire, la structure, la géologie, la géophysique et le contexte géodynamique de l'île sont très fragmentaires.

Il est relativement actif avec vingt éruptions au cours des XIX^e et XX^e siècles

Chronologie des éruptions

Année	Localisation	Type d'éruption	Surface couverte (100m²)	Sismicité ressentie	Dégâts
2007	cratère Chagnouméni	magmatique	oui		
2006	—	cratère principal	magmatique	oui	
2005 (13 janvier)	cratère principal	phréatomagmatique	oui		
2005 (28 mai)	—	cratère principal	phréatomagmatique	oui	
1991 (25 novembre)	cratère principal	phréatique	oui	oui	
1977 (16 avril)	flanc sud-ouest	magmatique excentrique	1,8	oui	oui
1972 (11 juillet)	caldeira	magmatique sommitale	2,5	-	-
1965 (5 au 10 avril)	caldeira et cratère libre	magmatique sommitale	0,05	-	-
1952 (8 sept. au 5 oct.)	cratère principal	magmatique sommitale	-	-	-
1948 (12 juillet)	cratère libre	magmatique sommitale			
1948 (10 au 14 février)	cratère principal	magmatique sommitale et phréatomagmatique	16	oui	
1918 (13 au 16 juin)	cratère principal	phréatique	25	oui	oui
1918 (22 avr. au 4 mai)	rift zone nord	magmatique latérale	2,7	oui	-
1904 (11 au 13 août)	rift zone nord	magmatique latérale	11	oui	oui (1 mort)
1903 (25 au 26 août)	rift zone sud-est	émissions gazeuses	-		oui (17 morts)
1880 (25 février à avril)	rift zone sud-est	magmatique latérale	2,4	oui	oui
1876	rift zone sud-est	magmatique latérale	4	-	-
1872	rift zone nord	magmatique latérale	1,6	-	-
1860	rift zone sud-est	magmatique latérale	5,5	-	-
1859	rift	magmatique latérale	3,9	-	-
1858 (décembre)	caldeira et rift	magmatique latérale	12,5	-	-
1857	caldeira et rift zone sud-est	magmatique latérale	10	-	-
1848	flanc sud-est	magmatique excentrique	3	-	-
1830	-	magmatique	-	-	-
1828	-	magmatique	-	-	-
1821	-	magmatique	-	-	-
1814	-	magmatique	-	-	-
1808	-	magmatique	-	-	-

Source : [Al-watwan](#) du jeudi 20 novembre 2008 (numéro 1199).

2 hypothèses sont proposées pour expliquer l'origine du Karthala et des îles des Comores.

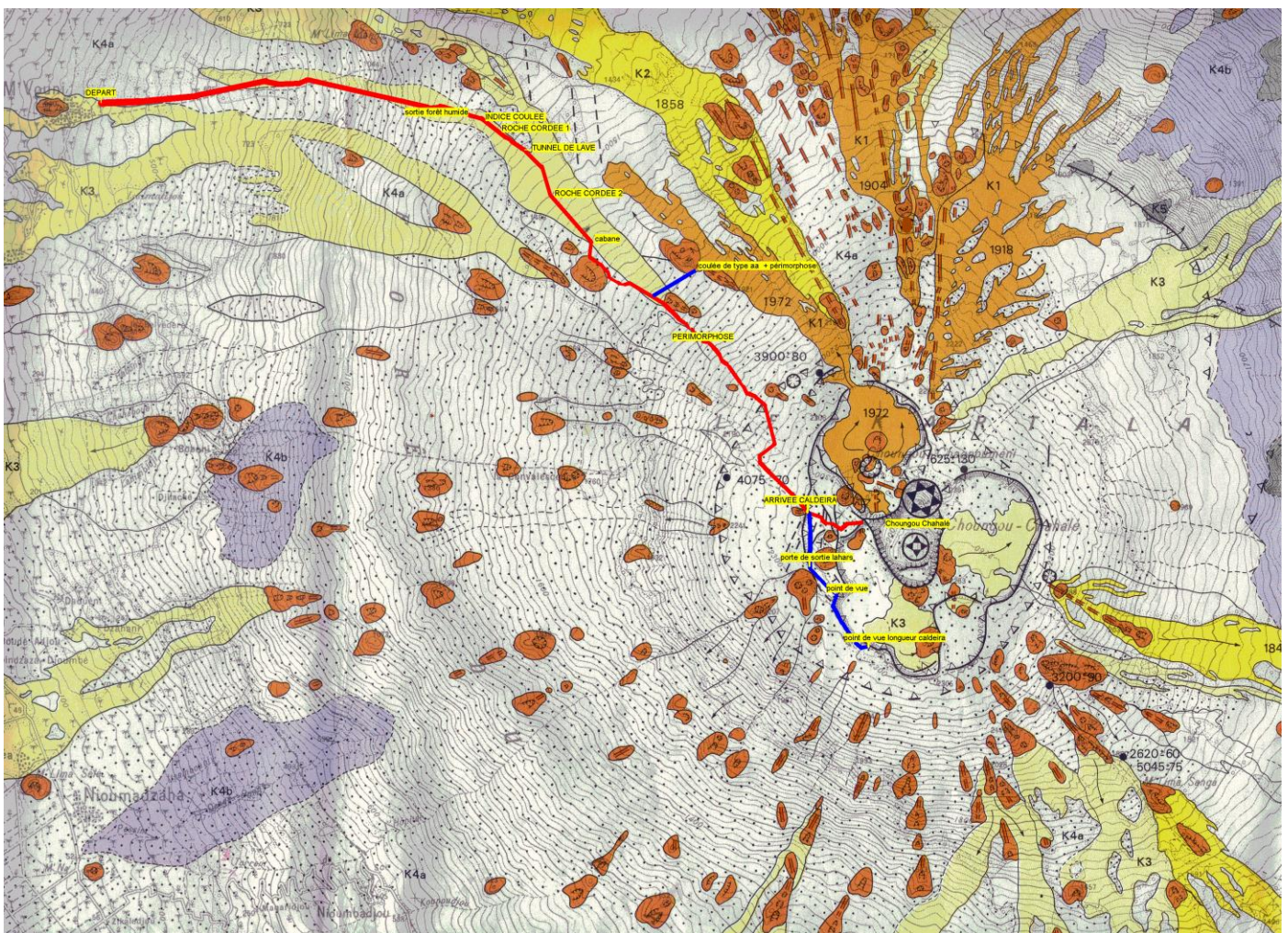
La première, communément admise, correspond à l'existence d'un point chaud, actuellement situé sous le Karthala, avec un mouvement de la plaque sus-jacente vers le Sud Est.

Ngazidja serait l'île la plus jeune avec moins de 1 million d'années ; suivie de Mohéli (1.5 M.a) puis d'Anjouan (2 M.a) et enfin de Mayotte (8 Ma).

La deuxième hypothèse correspondrait à l'existence d'une marge océanique active. Les Comores se situeraient à proximité de la frontière de deux sous plaques tectoniques : la plaque Somalienne et la plaque Rovna.

Itinéraire de l'ascension sur fond de carte géologique :

Utiliser le zoom pour plus de détail.



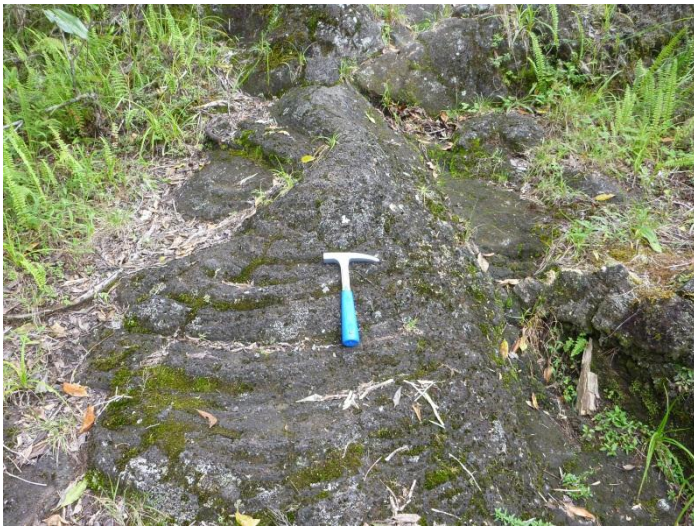
Nous pouvons observer, au cours de l'ascension, les premiers indices d'une éruption effusive (roches témoignant du sens d'écoulement de la lave) ;



Puis, de magnifiques témoins d'éruptions effusives : un tunnel de lave ; des roches en forme de « boyau » et des roches cordées provenant du refroidissement d'une coulée de type « pahoehoe ».



Roches, témoin d'une coulée de lave. Point GPS : S 11.42546 E 043.19472 ALTITUDE 1311m



Roche cordée 1 : GPS : S 11.42678 ; E 043.19647 ; Alt : 1385 m



Roche cordée 2 : GPS S : 11.43026 ; E 043.19930 ; alt : 1521 m

Roches cordées, témoin d'une coulée de type « pahoehoe ».

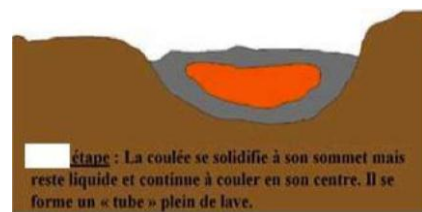
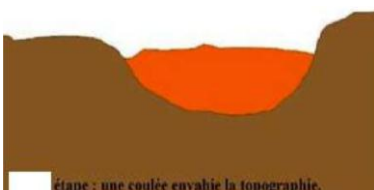


Tunnel de lave, témoin d'une éruption effusive. POINT GPS : S : 11.434592 ; E : 43.193458 ; altitude : 1440 m

Les laves assez fluides s'écoulent en créant des tunnels sur les flancs du volcan. Ces tubes se vident à la fin des éruptions, laissant des galeries pleines de curieuses structures de lave solide.

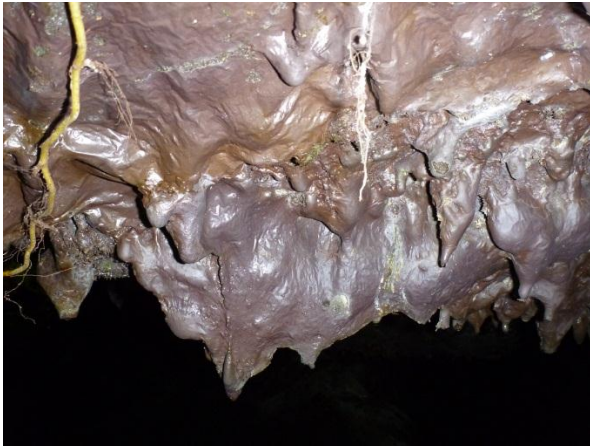
Ils se forment à l'intérieur d'un système émissif et de ses écoulements par la vidange de lave en fusion et le refroidissement progressif des couches périphériques. On parle de processus de formation de type syngénétique (à l'intérieur de la roche).

Le laps de temps nécessaire à leur développement peut aller d'une semaine à quelques mois.





Les plafonds des tunnels de lave sont souvent ornés de stalactites de basalte figées, qui se sont formées lorsqu'une lave encore pâteuse, ou une roche qui a été ramollie par de nouvelles montées en température, s'est égouttée.



Structure de basalte au plafond du tunnel de lave.

A 1800m ; 1900 : d'altitude, nous traversons une zone de périmorphoses : trous plus ou moins circulaires témoins d'anciens arbres ou fougères arborescentes de grande taille ; brûlés par contact avec une coulée de lave.

POINT GPS : S : 11.4462208 E :43.204702 ALTITUDE : 1908 m



Périmorphoses, témoin, d'une ancienne végétation arborée dont les troncs ont brûlé, suite aux coulées de lave, laissant des trous, colonisés par des mousses et des fougères.



Si on quitte le chemin ; vers le nord ; on peut arriver jusqu'à la coulée de 1972 ; très peu colonisée par la végétation. Cette coulée vient du Choungou Chagnoumeni ; l'un des cratères situé dans la caldeira ;



Périmorphoses, au premier plan, puis, Coulée de 1972, de type aa, très peu colonisée, à l'exception des lichens, de quelques mousses et de quelques fougères, au second plan.

La **lave aa**, terme hawaïen signifiant originellement « brûler », « feu », « colère » (furie dans le regard) puis ayant pris le sens de « lave de pierre », désigne un type de lave fluide, rugueuse et à blocs apparents s'écoulant généralement à haute température, typiquement de 1 000 à 1 100 °C. Ce type de coulée se solidifie rapidement et prend ainsi un aspect chaotique, croûté, acéré et coupant, constituant ainsi un terrain hérissé, semi-désertique et infertile.

Ref : « Wiki lave aa »



Végétation pionnière
(lichen ; mousse et
fougère) sur la coulée
de 1972.

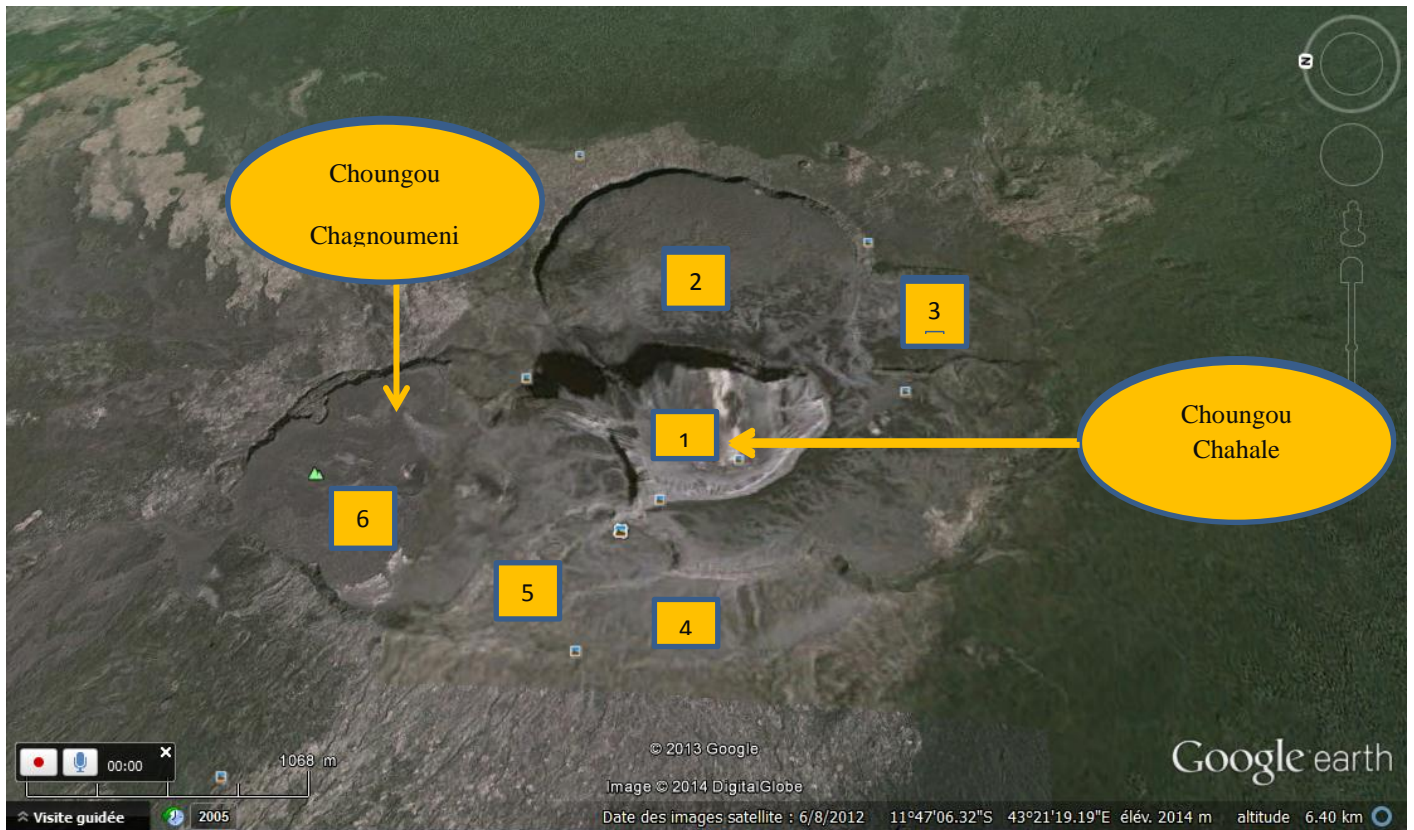
La végétation se fait maintenant plus rase, à qq exceptions près.

Au bord de la caldeira, à 2353 m d'altitude.

POINT GPS : S : 11.457338 ; E : 43.212022 ; altitude : 2343m

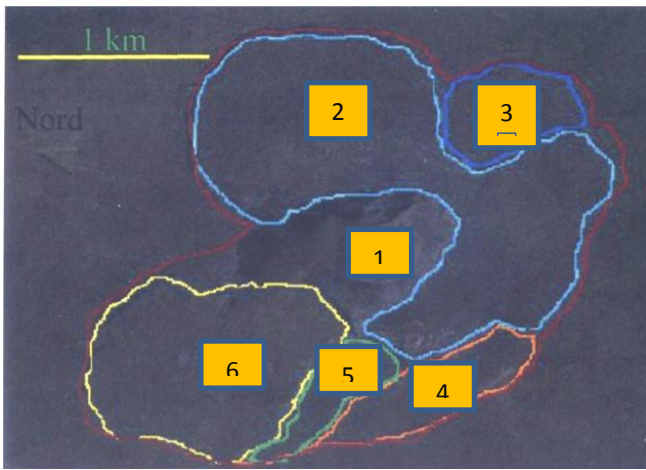


Premier effondrement de la caldeira.



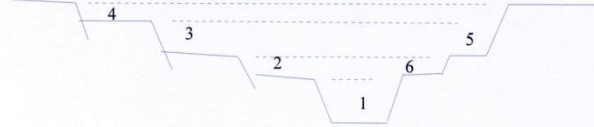
Le sommet du Karthala, au plan horizontal, est creusé d'une caldeira complexe de 4 km de diamètres du Nord au Sud et de 3 km d'Est en Ouest. C'est l'un des plus grands cratères du monde.

Il se caractérise par l'existence de plusieurs structures d'effondrements subcirculaires emboîtées les unes dans les autres et formant ainsi des dépressions cratériformes.



En regardant les altitudes on peut poser l'hypothèse suivante : que les effondrements 2 et 6 sont les restes d'une seule et même caldeira. Dans le même ordre d'idée ce serait la même chose pour 3 et 5. 4 serait le plus ancien, et 1 le plus récent. **Seul ici nous intéresse le raisonnement et non la validité absolue des résultats.**

Possible schéma de coupe schématique :



D'après Olivier Hoarau, La réunion.

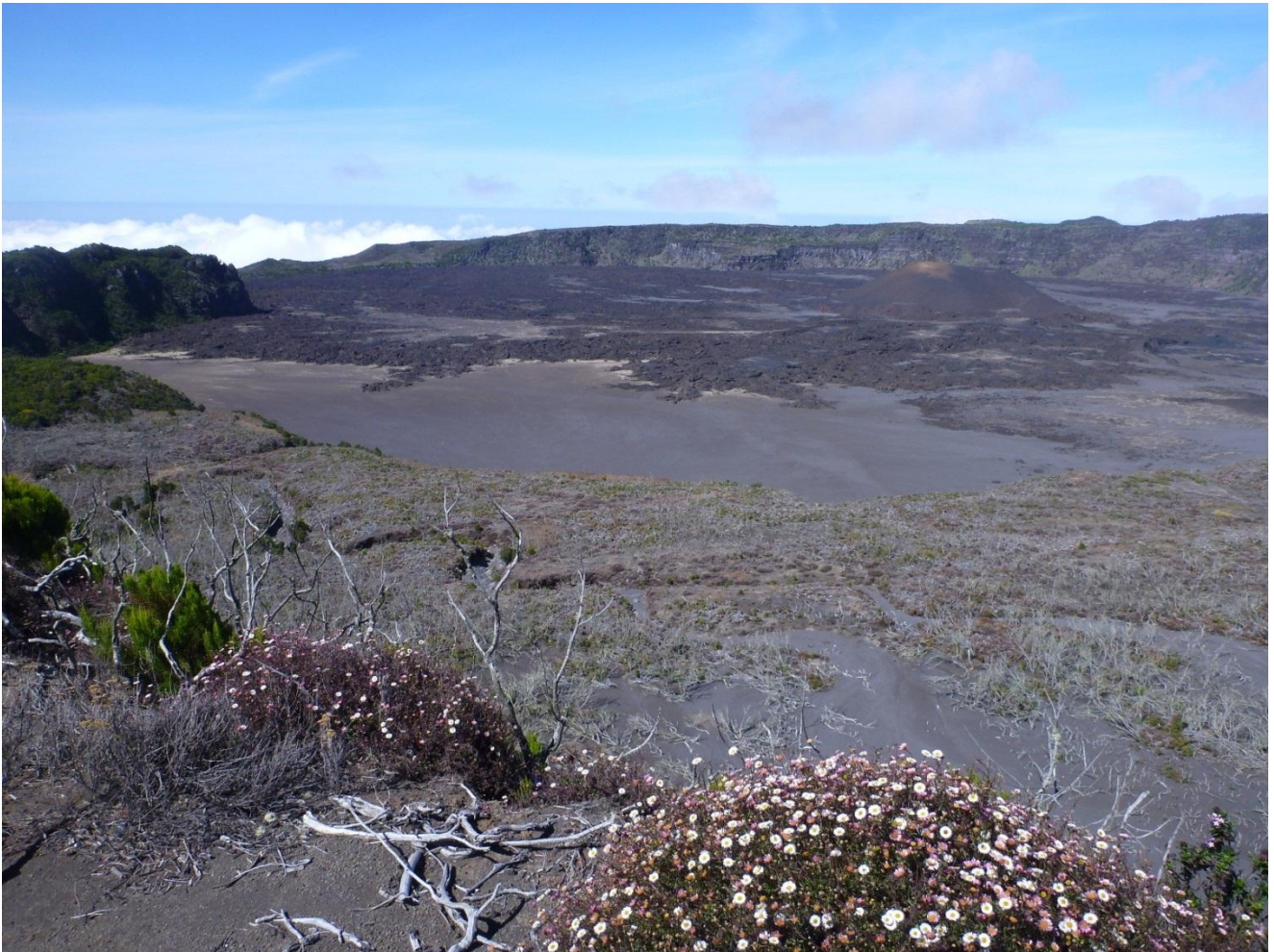
Plusieurs d'entre elles constituent le "Choungou Chahalé" (signifiant cratère ancien en comorien) long de 1 300 mètres du Nord au Sud et large de 700-800 mètres. Sa profondeur est de 290 mètres, ses parois sont sub-verticales et entaillent une succession de couches subhorizontales de basaltes et de scories; son fond est généralement plat mais il est couvert de blocs d'éboulis et de laves qui enserrant un petit cône de cendres. Selon les périodes un lac occupe le fond du Chahalé.



Choungou Chahale. POINT GPS : S : 11.457908 ; E : 43.215358 Altitude : 2324m

Le choungou Chahale est le cratère principal. Il fait environ 290m de profondeur.

A 500 mètres au Nord, une autre dépression constitue le "Choungou Chagnoumeni", Petit cratère de forme circulaire de 250 à 350 mètres de diamètre. Sa paroi sud-ouest est coupée dans des scories et porte à sa base un ensemble de trois fumerolles importantes de 30 mètres de haut, constituées essentiellement de vapeur d'eau et bordées de soufre. Le Chagnoumeni se serait formé lors de l'éruption explosive de 1918 (A. Lacroix) , et au fil des éruptions, les coulées l'ont comblé et s'il avait encore 150 m de profondeur en 1936, 40/50 m en 1948, il ne présentait plus que 30 m en 1965, et plus que 5 petits mètres en 1980.



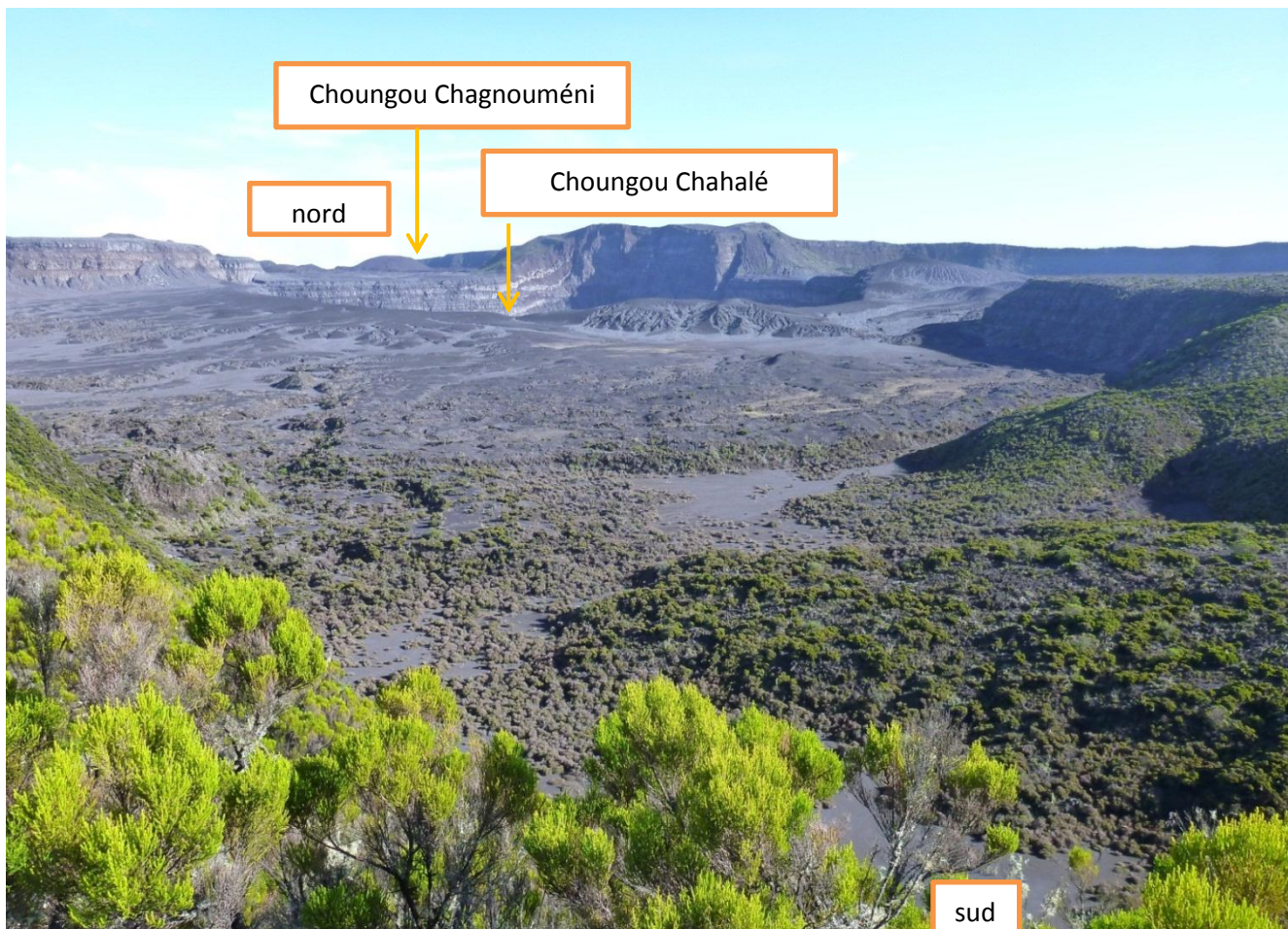
Choungou Chagnoumeni, vue de la côte ouest.



Fumerolles dans le Choungou Chagnoumeni. Le cône situé au second plan s'est formé au cours de l'éruption de 1972.



* **Caldeira** : relief de dépression pluri-kilométrique plus ou moins circulaire résultant de l'effondrement de terrains au sommet d'un volcan, suite à une vidange de la chambre magmatique superficielle. Ici, plusieurs effondrements successifs sont à l'origine de la caldeira du Karthala. La caldeira du Karthala est donc une coalescence de plusieurs effondrements.



La caldeira dans sa longueur nord-sud (4 km), du point de vue n°2, situé au sud.

Point GPS : E 43.215910 ; Sud 11.465762

Des témoins d'une éruption phréatomagmatique



Dans la caldeira, blocs et cendres datant de l'éruption phréatomagmatique de 2005



Bombe volcanique dans le Chagnoumeni



Le chagnoumeni, au deuxième plan.



Choungou Chagnoumeni



Blocs projetés et bruyères mortes

De part et d'autre de cette caldeira sommitale diverge, comme au Kilauea, deux zones de fractures respectivement vers le Nord et le Sud-Est. Ces zones de rift de 20 km de longueur et de quelques km de large sont également le siège de nombreuses éruptions responsables à l'origine de cette forme allongée et dissymétrique du Karthala.



Avant l'éruption : lac et végétation visibles



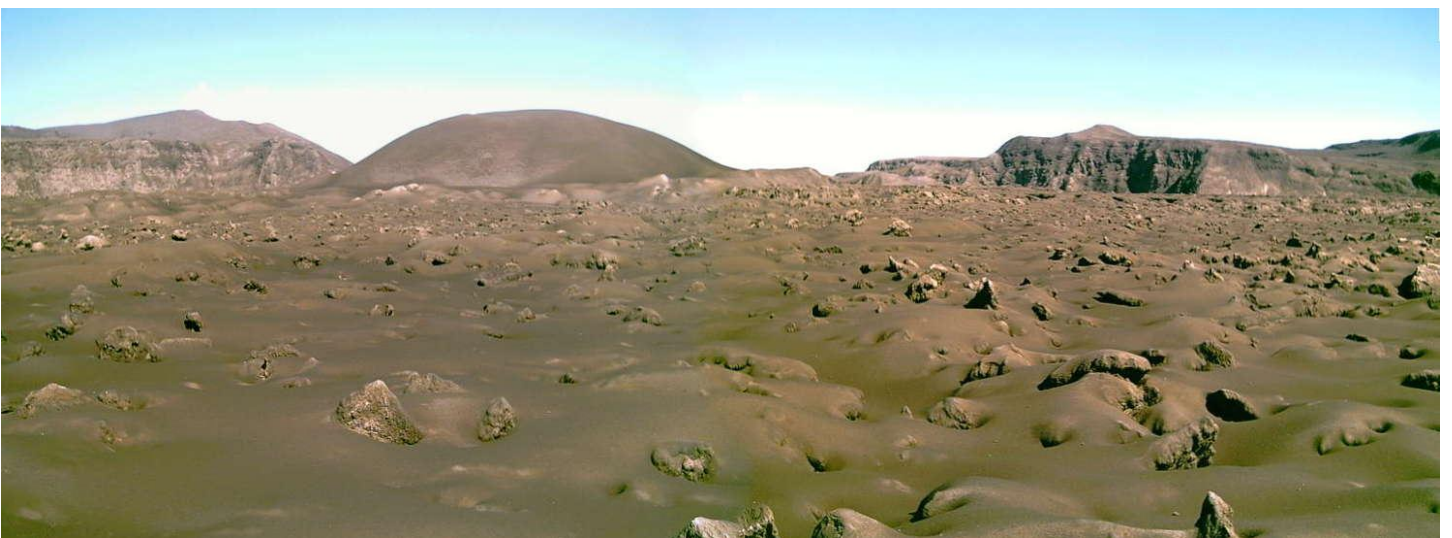
Après l'éruption



Epais tapis de cendres



blocs projetés sur les cendres



Paysage recouvert de cendres

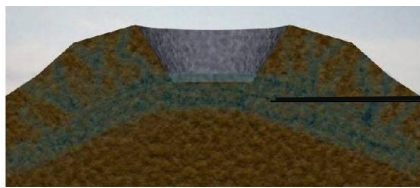


Moroni sous les cendres

L'éruption débute par des phases explosives, sans doute phréatiques, qui forment des panaches de cendres importants. Un grondement sourd est perceptible depuis les villages alentour. Des petits lahars se forment. Environ 10 000 personnes sont évacuées à l'est du volcan alors que les cendres retombent sur la capitale Moroni et l'aéroport. Le 18 avril un survol de la zone sommitale mais en évidence la présence d'un lac de lave. Celui-ci fonctionnera quelques heures avant de se figer. La végétation a été complètement anéantie par les chutes de téphras sur le pourtour de la caldera. En fin d'éruption, un nouveau lac se forme dans le cratère sommital.

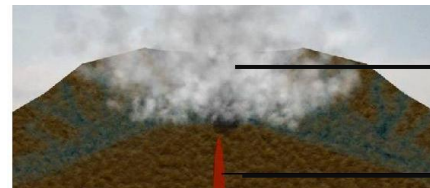
Schéma de la reconstitution de l'éruption phréatomagmatique de 2005 (avril puis novembre)

- 1) Présence d'eau souterraine et d'un lac au fond du cratère du Choungou Chahale.



nappe d'eau souterraine et lac à la surface.

- 1) Montée du magma et vaporisation de l'eau.



vaporisation de l'eau

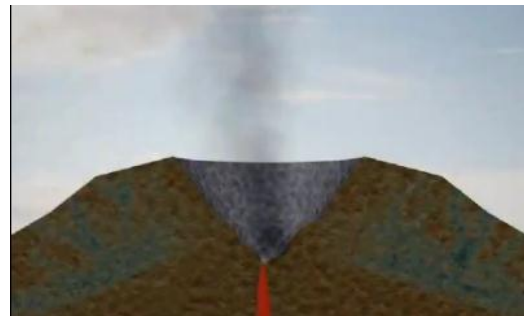
magma

- 3) Montée du magma et vaporisation de l'eau.

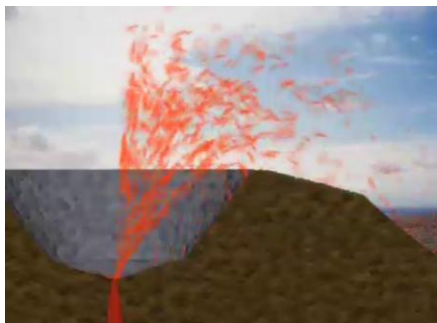


projection de cendres

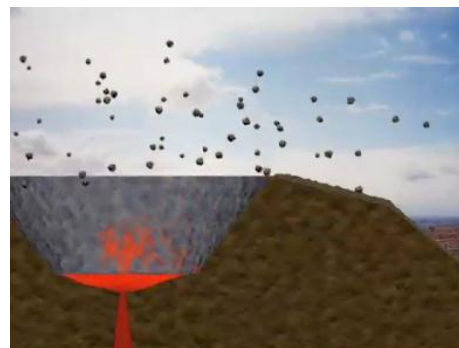
- 4) Fin de la projection des cendres



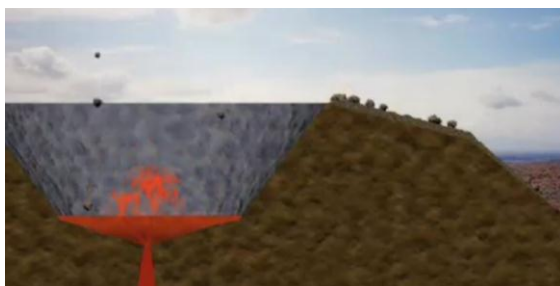
- 5) Fontaine de lave avec projection de lapillis



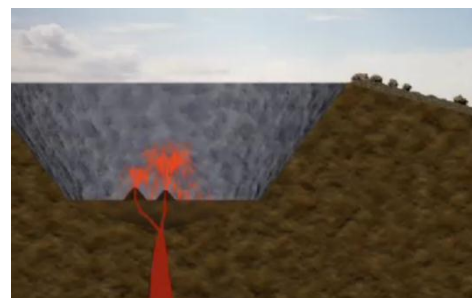
- 6) Reprise d'une activité explosive avec projection de blocs venant recouvrir les cendres.



- 7) Formation d'un lac de lave



- 8) Refroidissement du lac de lave et formation de deux petits cônes volcaniques.



Témoin de l'éruption phréatique de 1991 ; image d'archive

Après trois mois d'activité sismique intense et de déformation sommitale une éruption explosive au niveau du cratère principal sommital (Choungou Chahale) débute. Cette phase explosive est phréatique et assez violente. Cette éruption phréatique laisse place dans le cratère de Chahalé à un cratère d'explosion d'environ 280 m de diamètre pour 50 m de profondeur dont le fond est occupé par un lac d'un bleu-vert profond. Il s'agit de la première éruption détectée et suivie par le réseau de surveillance comorien.



Existence d'un lac de type maar

Témoin de l'éruption magmatique de 2006



Des roches volcaniques



BASALTE A PYROXENE ET FELDSPATHS



BASALTE A OLIVINE

Bibilographie :

comores-online.com

Dominique Decobecq.

Bachelery P et al. : L'éruption phréatique du Karthala (Grande Comore) en juillet 1991 CRAS 320, pp 691-698.

[Al-watwan](#) du jeudi 20 novembre 2008 (numéro 1199).

Wikipedia

http://www.canal-u.tv/video/universite_de_la_reunion_sun/le_karthala_un_volcan_meconnu.7430

Dossier et photos réalisés par Catherine Henry, professeure de SVT à Moroni de 2009 à 2014, à l'exception des photos prises en 2005 et 2006.