



# Bulletin mensuel 186

Juin 2019



**Société DE VOLCANOLOGIE GENÈVE**

c/o Jean-Maurice Seigne, Chemin de L'Etang 11, CH-1219 Châtelaine, SUISSE  
([www.volcan.ch](http://www.volcan.ch), E-MAIL: [bulletin@volcan.CH](mailto:bulletin@volcan.CH))

## Sommaire

- 3 Nouvelles de la société  
*Réunion du 3 juin 2019*  
*Spécial Nyamuragira*
- 4 Voyage  
*Expé au Nyamuragira, RDC.*
- 12 Derrière les coulisses  
*Quelques indiscretions sur le film*  
*« On a marché sur le Nyamulagira »*
- 16 Dossier  
*L'évolution du Nyamuragira depuis 2012*



**Couverture:** *Le Nyamuragira*  
Photo © Pierre-Yves Burgi

## A ne pas oublier

La prochaine réunion, le lundi 9 septembre 2019.

### **Derniers délais pour le prochain bulletin:**

L'envoi de votre article, photos et micro-reportage avant le 23 août à [bulletin@volcan.ch](mailto:bulletin@volcan.ch)

*Un grand merci d'avance*

## Bulletin / Cotisations

Les personnes intéressées par une version électronique du bulletin mensuel de la SVG à la place de la version papier, sont priées de laisser leur adresse électronique, avec mention «Bulletin» à l'adresse suivante:

[bulletin@volcan.ch](mailto:bulletin@volcan.ch)

et ... le bulletin du mois prochain vous parviendra encore plus beau qu'avant.

Cotisation annuelle à la SVG  
de janvier à décembre

Normal : 70.- SFR  
Soutien : 100.- SFR ou plus.

Paiement membres Suisses:

CCP 12-16235-6  
IBAN (pour la Suisse)  
CH88 0900 0000 1201 6235 6

Un paiement en € est possible:

Normal : 65 €  
Soutien : 93 € ou plus.  
Paiement membres étrangers:  
RIB, Banque 18106, Guichet 00034,  
No compte 95315810050, Clé 96.  
IBAN (autres pays que la France):  
FR76 1810 6000 3495 3158 1005 096  
BIC AGRIFRPP881

## Impressum

Bulletin de la SVG No 186  
3 juin 2019  
24 pages  
Tirage 250 exemplaires

Rédacteur SVG: P.-Y. Burgi  
Mise en page: J. Kuenlin/PY. Burgi  
Corrections : P.-Y. Burgi  
Impression : F. Cruchon et le comité

Nous remercions : Melody Favre, Patrick Marcel, Dario Tedesco, et Pierre-Yves Burgi pour les textes et les photos, de même Dario Tedesco, l'OVG et la MONUSCO pour avoir rendu possible ce voyage.

Ainsi que toutes les personnes, qui participent à la publication du bulletin de la SVG.

Ce bulletin est uniquement destiné aux membres de la SVG. Il est non disponible à la vente dans le commerce et sans usage commercial.

**Avec le soutien de la**

 **Loterie Romande**

[www.entraide.ch](http://www.entraide.ch)



## Nouvelles de la société

### Réunion du 3 juin 2019

à 20h00 à la Maison de quartier de Saint-Jean, Genève

Avec comme thèmes:

## Spécial Nyamuragira

*Conférence par Prof. Dario Tedesco  
suivi d'un  
Film de Patrick Marcel*

*Ouverture des portes à 19h30  
avec Apéritif offert en fin de séance*

**CONFÉRENCE** 

Lundi 3 juin 2019 à 20h00  
Maison de quartier de Saint-Jean  
(chemin François-Furet 8, 1203 Genève)  
ENTREE LIBRE

**Le Nyamuragira (RDC):  
Le volcan le plus actif d'Afrique**

Par Prof. Dario Tedesco, Université de la Campanie - Luigi Vanvitelli  
Conférence suivie d'un film de Patrick Marcel



Photo Pierre-Yves Burgi

Société de Volcanologie Genève  
WWW.VOLCAN.CH



## Voyage

### Expé au Nyamuragira, RDC



Texte  
**Melody Favre**



Photos  
**Pierre-Yves Burgi**



Nous revoilà au Congo, Marc, Régis, Pierre, Johann, Pierre-Yves, Patrick, Dario, et moi, un peu plus d'un an après pour certains, beaucoup plus pour d'autres. Notre point commun: ce sera la première fois pour tout le monde que nous mettons un pied dans ce pays sans aller rendre visite au majestueux Niyragongo qui domine la ville de Goma. Ses rougeoiements sommitaux nous attirent l'œil la nuit tombée, mais c'est vers son cousin plus éloigné et moins connu que se dirigent nos pas : Le Nyamuragira !

L'organisation africaine nous surprendra toujours. A l'aéroport, on essaie d'abord de nous extirper quelques dizaines de dollars sous prétexte que nous ne sommes pas vaccinés contre «le tétanos endémique du volcan». Dario nous sort de ce faux pas, mais un suivant nous guette. Notre vol en hélicoptère MI-8 de l'ONU pour nous poser au sommet du Nyamuragira a été confirmé le matin-même, et la question du poids n'est pas définie. Nous avons d'abord le droit à 200 kg de cargo plus 20 kg par sac personnel, puis uniquement 200 kg tout confondu, puis 900 kg, nous compris. Il faudrait alors faire 2 allers-retours pour ces questions de poids, puis ils décident que seules 7 personnes pourront monter à bord; finalement nous trouvons un arrangement! Nous prévoyons de prendre le groupe électrogène pour charger les batteries des divers appareils photos, caméras et l'ordinateur qui permettra de

faire des relevés sismographiques. Mais nous ne sommes pas certains d'avoir l'autorisation de prendre de l'essence dans l'hélicoptère. Encore une fois tout s'arrange finalement!

Nous voilà tous à bord de ce monstre volant ! Quelle délicieuse sensation que de s'envoler à la verticale, de voir la ville de Goma défilier sous nos pieds, le tout dans





un vrombissement assourdissant témoignant de la puissance de la machine. Les habitués de la région s'étonnent de l'avancée de la ville sur les flancs du Nyiragongo. Malheureusement, arrivés sur notre volcan de destination, le temps s'est bouché, on ne voit pas le fond du cratère, trop de brouillard et de nuages. L'hélicoptère fait demi-tour sous nos mines déconfites.

Nous revoilà à la case départ, à l'aéroport de l'ONU. Nous attendons qu'il y ait une percée dans le ciel. Bien qu'il y ait du soleil au-dessus de nos têtes, le temps ne semble pas s'améliorer au loin. Les heures défilent... paraissant chacune plus longue que la précédente... Jusqu'au

top départ, 6h après ! Et c'était la dernière fenêtre de départ avant la nuit. Cette fois-ci est la bonne, l'hélicoptère parvient à se poser dans la caldeira du Nyamuragira ! Le paysage aux reliefs lunaires est en réalité couvert de végétation. Les failles humidifiées par des fumerolles de vapeur d'eau regorgent de fougères luxuriantes.

Nous installons le campement non loin du cratère actif, et après avoir rapidement monté le campement, nous allons repérer les lieux. Ce cratère fait approximativement 600 m sur 440 m avec un fond à fort relief qui s'étend au pied de la falaise 30 mètres en contrebas. Au milieu de ce cratère recouvert de coulées de

laves plus ou moins récentes (certaines du jour même) se trouve le fameux lac de lave, observé par intermittences depuis avril 2014 (cf. le dossier en page 16). Non loin se dresse un hornito aux teints soufrés d'où s'échappent fumées et vapeurs. De nuit, nous découvrons le lac de lave, avec sa gueule béante sur le centre de la terre. La surface ondule, les plaques de lave noire glissent dans un mouvement de convection linéaire (en ligne droite d'un bout à l'autre) du fait de sa faible taille, puis des fontaines de lave jaillissent des flots flamboyants, éclaboussant les pourtours du lac. En périphérie du cratère, en contrebas des falaises, brillent des coulées, qui de jour paraissent



*Cratère avec l'hornito et le lac de lave, vu depuis le bord la falaise Nord*



*Paroi d'environ 30 m pour descendre dans le cratère*

pourtant éteintes. Entre le lac et l'hornito, des jets de gaz enflammés pulsent d'une lumière bleutée. Sur les bords du cratère se trouvent des arbres morts blanchis par les gaz sulfureux. L'ambiance est particulière, avec ces branchages éclairés par la lune. Nous avons hâte de voir tout cela de plus près.

Le lendemain, nous recherchons le meilleur endroit où descendre en rappel. D'un côté du cratère, la pente semble moins raide, mais tous les pieux que nous plantons dans le sable s'arrachent trop facilement, libérant un petit nuage de vapeur indiquant une chaleur importante dans le sous-sol. Impossible dans ces conditions d'enterrer un sac sur lequel nous pourrions nous longer. Nous nous rabattons vers un autre spot de la paroi, plus verticale, mais

où git un énorme rocher permettant de s'assurer dessus. Marc supervise l'installation des cordes, puis «nettoie la paroi». Entendre par là donner des coups de pied dans toute pierre semblant instable pour qu'elle tombe au moment où il n'y a encore personne dans la falaise. Le voilà en bas, c'est notre tour de descendre. Pourtant à l'aise sur les cordes, c'est vraiment très impressionnant de s'asseoir dans le vide, je me crispe à chaque tressaut de la corde. Mais une fois parti, ça descend tout seul. La hauteur n'est pas très grande, une trentaine de mètres. Le sol est très chaud en bas, il ne faut pas laisser trainer le reste de la corde n'importe où. Pierre-Yves prend des photos thermiques, la température du sol avoisine les 80 °C par endroit.

Une fois toute l'équipe du jour en

bas, nous nous approchons du lac de lave, le drone bourdonnant quelques mètres plus haut. L'équipe restée sur la terrasse nous suit d'un œil attentif. Les anciennes coulées cordées craquent et se brisent sous nos pieds. Prudence donc pour avancer dans ce terrain à la genèse très récente. Nous sentons le rayonnement augmenter à fur et à mesure que nous approchons du lac de lave. Cette source de chaleur, s'additionnant à celle du sol, en plus du soleil écrasant sans ombre, c'en est suffoquant.

Le lac a une forme elliptique, avec environ 50 m de longueur sur 33 m de largeur. Du côté Est un amas de projections de lave s'accumule dans une petite grotte d'où jaillissent presque en continue des fontaines de lave. Des stalactites se forment,



grossissent progressivement, puis s'effondrent dans une gerbe flamboyante. A l'opposé (Ouest) la lave s'engouffre dans une autre cavité, le tout d'une manière continue avec cependant des vitesses de convection variables - quelques fois tout semble se figer, le surface du lac se gonfle comme un être qui respire, puis tout s'emballe avec des mouvements de plaque de plus d'un mètre par seconde, pour disparaître dans la cavité, accompagné parfois de petits jets de gaz de couleur verte juste perceptible pour nos yeux. Quelle magie!



*L'hélicoptère MI-8 de la MONUSCO qui a rendu la mission possible*

En contournant le lac de lave côté Est, nous nous rendons près du souffleur que nous avons repéré la veille au soir depuis le bord du cratère, qui crache des gaz lumineux. Dario fait des mesures, la température est supérieure à 1'000 °C, ce qui n'est pas habituel. Raison pour laquelle ces jets de gaz produisent des flammes visibles à l'œil nu déjà au crépuscule. Dario en profite pour prélever des échantillons de gaz, mais la mani-

pulation est délicate à ces températures. En effet, de jour les flammes ne sont pas visibles, mais nous les observons la nuit et constatons leurs tailles de plusieurs mètres de hauteur. Pas étonnant donc que la manipulation de collecte des gaz soit risquée avec de telles flammes qui dansent et changent de direction avec le vent. Le matériel permettant de mesurer la température et de collecter les gaz est d'ailleurs

rapidement endommagé, sans compter les brûlures des mains.

Nous décidons d'explorer le cratère et nous descendons vers le pied de la falaise nord où la veille au soir, depuis en haut de cette paroi, une coulée active était visible. Entre le lac de lave et cette partie de la caldeira, il y a un dénivelé d'environ 10 m. La coulée est effectivement toujours



*Le souffleur avec des flammes à plus de 1000 °C*

active ! La lave qui s'écoule très lentement (quelques centimètres par minute) forme à son extrémité des bulles qui se tendent jusqu'au point de rupture, et libèrent un nouveau flot de lave carmin qui s'écoule dans ces motifs cordés bien connus. Le phénomène se répète à l'infini dans une chorégraphie hypnotisante. Au fur et à mesure des jours qui passent,



nous nous rendons compte que ces coulées actives n'apparaissent jamais au même endroit. Nous avons eu de la chance que ça ne coule jamais là où git le reste de la corde !

Les équipes qui descendent au fond du cratère varient de jour en jour, suivant les envies et besoins de chacun.

Nous avons compté large avec les bouteilles de gaz pour la cuisine.

Nous en avons ainsi 4 ou 5 en trop. Les papas se font un malin plaisir de les jeter dans le lac de lave, provoquant une flamme bleutée dans un grand bruit de coup de feu suivi par des éclats de rire qui résonnent dans toute la caldeira! Le spectacle n'échappe pas à l'équipe restée en haut, aux aguets derrière caméras, appareils photos, ou drone.

Quand nous restons en hauts, nous

allons nous promener dans la caldeira. La végétation est surprenante. Alors qu'il n'y a que 4 ou 5 espèces de plantes principalement représentées, ce nombre change radicalement dès que nous nous approchons des failles d'où s'échappe de la vapeur d'eau. Il y a là de minuscules oasis avec des fougères, des fleurs, et autres plantes grim-pantes. La faune est un peu moins variée. Nous observons des cen-



*Le lac de lave avec la «Grotte» sur la gauche*

taines de scarabées. Deux corbeaux nous observent au campement. Ils n'ont pas l'habitude de la présence humaine de ceux du Nyiragongo, car ils n'entrent dans la tente messe où nous stockons la nourriture à aucun moment ! Par contre, dès que nous leur faisons un tas avec les restes de nourriture, ils viennent se servir à cœur joie. Un petit canidé aux grandes oreilles nous surprend le dernier jour. Nous voyons ses

yeux briller dans le noir. S'agit-il d'un fennec ? Nous ne le verrons pas d'assez près pour le confirmer.

Il s'agira bientôt d'une tradition, nous préparons une fondue au fromage dans le cratère du Nyamuragira ! Bien qu'il s'agisse des sachets tout prêts, la saveur est autrement plus délicate dans ce cadre exceptionnel !



Carte satellite de la région des Virunga avec l'aimable autorisation de la NASA



### Le Nyamuragira

Le Nyamuragira est situé à l'extrême Est de la République démocratique du Congo, à proximité de la frontière rwandaise située au Sud-Est. Faisant partie des montagnes des Virunga, il est l'un des volcans de la branche occidentale de la vallée du Grand Rift. Il est entouré par la ville de Burungu au Nord-Ouest, le Nyiragongo à 15 km au Sud-Sud-Est, le lac Kivu à 25 km au Sud et la ville de Sake au Sud-Ouest. Le Nyamuragira culmine à 3058 mètres d'altitude avec une caldeira sommitale de 2 km de largeur pour 2,3 km de longueur, cernée par des falaises d'une dizaine à une centaine de mètres de hauteur. Contrairement à son voisin immédiat le Nyiragongo, les pentes du Nyamuragira, caractéristiques des volcans boucliers, sont peu prononcées et confèrent au volcan un volume de 500 km<sup>3</sup>. Elles sont ponctuées de fissures et de cônes de scories et sont couvertes sur 1500 km<sup>2</sup> de coulées de lave basaltiques à teneur élevée en potassium qui sont très étendues, très longues, parfois jusqu'à plus de trente kilomètres, et ayant atteint le lac Kivu à certaines occasions. La morphologie du fond de la caldeira qui a accueilli des lacs de lave successifs depuis son observation dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, est fréquemment modifiée par les éruptions volcaniques. À l'exception des coulées de lave récentes, le Nyamuragira est couvert d'une forêt équatoriale. Le volcan est inclus dans le parc national des Virunga.

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nyamuragira>



*Coulées de lave au pied des falaises, avec détail sur une « bulle »*

Le dernier jour arrive, avec lui le démontage du campement. Alors que la météo a été clémente avec nous tout au long de la semaine, il pleut aujourd'hui à verse ! Nous nous inquiétons sur la venue de l'hélicoptère, mais il vient nous chercher, à l'heure. A son bord, 8 militaires de l'ONU curieux qui viennent voir le cratère de plus près.

De retour à Goma, la douche est bienvenue, ainsi que les filets de Tilapia (poisson délicieux que l'on trouve dans le lac Kivu). Nous nous retrouvons bientôt dans l'avion, direction l'Ethiopie. Le groupe se sépare alors. Une partie continue sur la Tanzanie, pendant que l'autre rentre en Suisse.

*Nos remerciements à Dario Tedesco, à l'OVG et la MONUSCO pour avoir rendu possible cette mission.*



*Illustration de la diversité des plantes dans la caldera*





*L'hornito*



*Jets de lave en sortie de la «grotte»*



## Derrière les coulisses

### Quelques indiscretions sur le film « On a marché sur le Nyamulagira »

Enchaîner deux expéditions aussi exceptionnelles, sur Nyamulagira puis sur le Lengai, c'est faire le plein d'images extraordinaires dont il faut ensuite s'occuper. Je me focalise sur le Nyam, en reportant le projet de film sur le volcan tanzanien à plus tard. La séance SVG du 3 juin en terme d'objectif, je me plonge dans les heures de rush. Il y a les miennes, mais aussi celles de Marc, de Pierre, les images de drones de Régis, et quelques images d'archives de 2015 de Pierre-Yves. Ça fait un

sacré gisement ! Mais avec quel plaisir je découvre une à une chaque séquence, évaluant le potentiel mais aussi le challenge que représente la construction d'un récit cohérent...

Gros coup de stress : une des cartes mémoires de Marc, sensée contenir les images de drones, est illisible... Je finis par me souvenir que Josué a récupéré les images sur son ordinateur de l'OVG. Y aurait-il eu une mauvaise manipulation lors de ce transfert ? Peu importe, grâce à



Texte et Photos  
**Patrick Marcel**



*Au plus près du lac de lave*



la magie du Web, Josué m'envoie rapidement les volumineux fichiers vidéos. Et c'est soulagé que je peux lire sur mon écran les images époustouflantes prises au plus près du lac de lave.

J'ai filmé le moment où on visualise ensemble ces images de drone sur l'ordinateur du bureau de Josué à l'OVG de Goma, à notre retour du volcan, et les commentaires vont bon train :

Pierre-Yves : *Ah, c'est quand même chouette...*

Pierre : *C'est incroyable d'avoir la perspective comme ça.*

P-Y : *Le drone c'est quand même beau !*

Sur l'écran, le lac de lave se rapproche.

Pierre : *Continue comme ça tu vas être dessus !*

Marc : *Ouais mais là il commençait à faire un peu comme ça (ses mains ondulent), après j'ai reculé.*

Pierre : *Y avait des thermiques ?*

Marc : *Ouais*

P-Y : *T'est vachement près, là !*

Josué : *Très près !*

Marc : *C'est ce qu'il faut, si t'as un drone, il faut pouvoir voir le truc, non ?*

P-Y : *Mais tout à fait, c'est pas moi qui vais dire le contraire.*

Patrick : *Mais il faut pas qu'il fonde quand même !*

Marc : *Ouais, mais il faut aller à la limite... de la fonderie.*

Cette sympathique séquence, j'espère pouvoir la mettre à la fin du film, s'il reste un peu de place.

Le film doit présenter un juste équilibre entre les différentes dimen-



*Dario et Pierre*



*Dario au travail sur les fumerolles*



*Marc en pleine manipulation avec son drone*

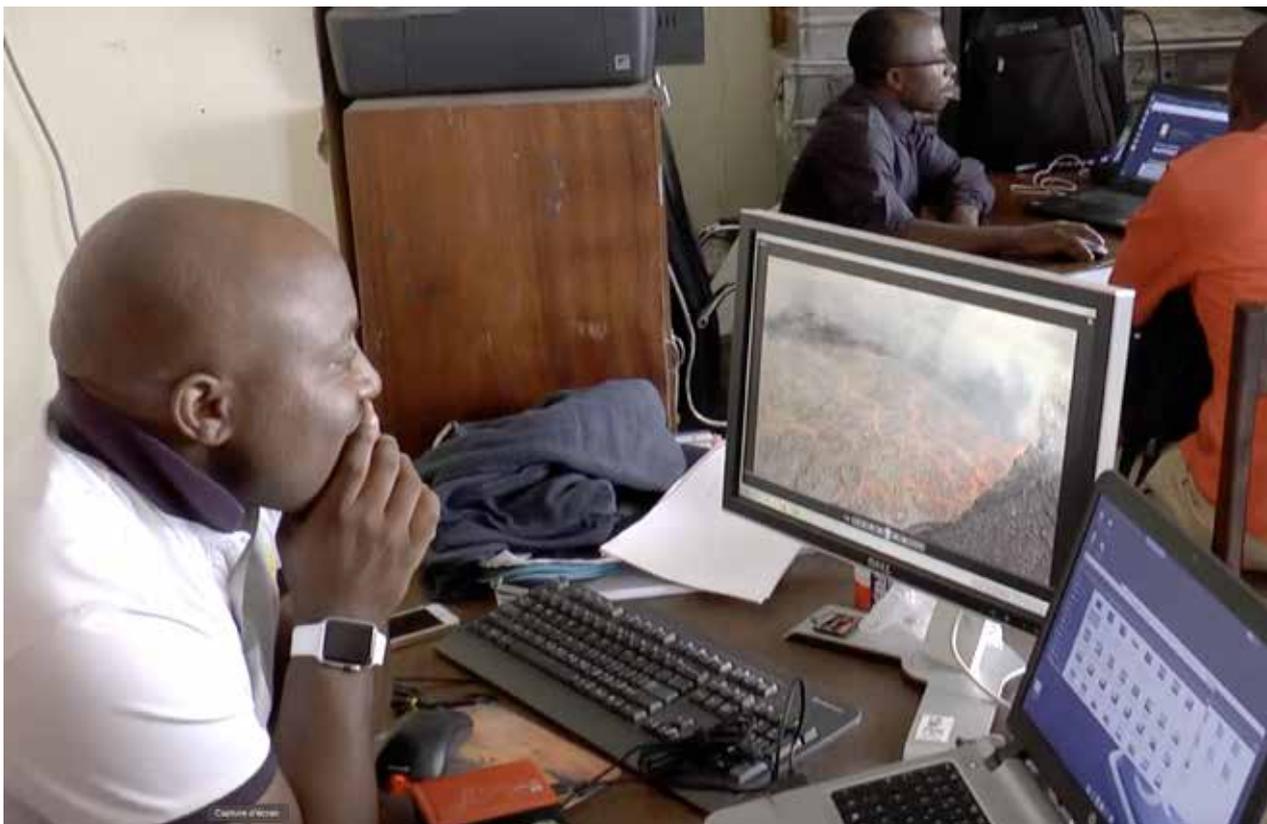


lac de lave qui nous hypnotisent. La bonne durée de ce type de séquence n'est pas évidente : suffisante pour capter le spectateur, pas trop longue pour ne pas générer de lassitude...

- La vie de camp, la convivialité des joyeuses soirées, les plaisanteries : illustrer l'amitié qui nous

monter est un casse-tête. Si certaines s'imposent d'emblée, d'autres sont longuement soupesées. La qualité de l'image rentre en compte, mais aussi le son, qui est le gros problème auquel je suis confronté. Il faut avouer que sur le terrain, la prise de son n'est pas notre priorité, car ce n'est pas évident de crapahuter avec une extension munie d'une bonnette

poilue. Ce qui fait que le moindre souffle d'air pollue l'enregistrement, et le vent ne manque pas au sommet du volcan. Certaines scènes sont éliminées purement et simplement sur



Josué sur le terrain et à l'OVG

sions de l'expédition :

- L'aventure que représente la descente dans un cratère actif le long d'une paroi à la stabilité douteuse, l'approche du lac actif, l'excitation de l'exploration, mais aussi l'installation des cordes.
- Les mesures et prélèvements réalisés par nos scientifiques : les gaz par Dario, dans des fumeroles extrêmement chaudes et puissantes, l'activité sismique par Josué, les mensurations du lieu par Pierre-Yves et le télé-mètre...
- La contemplation du paysage incroyable, des coulées hawaïennes et de l'activité du

lie en jouant sur la complicité, en évitant de faire passer une scène de partage joyeux d'une bouteille de vin ou de génépy (denrées rares en ces lieux) pour une beuverie alcoolisée...

- Le contexte de la mission, la localisation, la situation politique compliquée du Nord Kivu qui justifie le déplacement en hélicoptère...

Une fois le fil rouge établi (je ne fais pas de scénario élaboré, mais j'essaie d'ordonner mentalement différents épisodes afin de dérouler un récit logique et pas toujours chronologique), le choix des séquences à

ce critère, et ne figure donc pas dans le film, comme celle où Josué explique à Marc son parcours de jeune volcanologue à côté de la station sismique qu'il est en train d'installer, malheureusement en un lieu un peu trop venteux...

*Josué Subira : Toute la génération de congolais qui surveillent les volcans, ils sont déjà vieux et il faut qu'il y ait des jeunes qui s'intéressent à les remplacer. C'est vraiment important et c'est pourquoi j'essaie de me donner à fond. C'est par passion, car ça paye difficilement, mais aussi pour la ville de Goma et ses habitants. J'ai un de mes parents qui est du sud Kivu, un autre du nord, mais j'ai plus passé de temps au sud Kivu. En fait au*



départ je ne me destinais pas à être volcanologue. Après mes études de Géologie, je voulais travailler dans les mines, comme tout bon géologue congolais qui se respecte. Ma spécialité c'était l'exploration minière. Je devais faire un stage de perfectionnement et j'ai choisi de m'intéresser à la géophysique. C'est ainsi que je me suis retrouvé à l'observatoire volcanologique de Goma à faire la sismologie juste pour un stage de 3 mois, et ensuite aller ailleurs. Mais j'ai vu que c'était génial et qu'on pouvait faire carrière, oh oui...

Heureusement, les explications qu'il donne sur ses mesures sont audibles, et j'ai pu les intégrer dans le film.

Dario lui aussi fait preuve de pédagogie en commentant en direct ses prélèvements de gaz à plus de 1000 °C. Il évoque aussi les particularités du volcan congolais :

*Dario : C'est extrêmement fracturé partout. Donc c'est vrai qu'il y a un flux gigantesque de gaz qui vient du magma directement, mais en même temps les fractures entraînent énormément d'air atmosphérique à l'intérieur, qui se réchauffe et qui repart avec les gaz. Donc tu ne peux jamais être sûr à 100% que tu as pris du bon gaz.*

Ces précieux détails, donnés au milieu des émanations acides, permettent de mieux comprendre son travail de géochimiste.

Les heures de montage s'enchaînent pendant deux mois, parfois sur des journées entières, parfois durant une heure ou deux en rentrant du travail. Il faut aussi trouver les musiques qui vont bien, sur des sites dédiés aux oeuvres libres de droits (j'aime bien le site auboutdufil.com). Certaines s'imposent vite, elles correspondent bien au ton qu'on veut

donner, et guident le rythme du montage. Il faut écrire le commentaire, le tester, en réécrire une partie parce que les mots accrochent trop, l'enregistrer et le placer au mieux sur le film.

Et un jour, tout est terminé. Le film dure 52 minutes. Un objet artisanal, du fait maison qui n'a pas la perfection des produits professionnels, mais qui me plaît suffisamment pour que j'aie envie de le montrer aux copains et à ceux qui veulent en savoir plus sur cette superbe aventure, au cours de laquelle on a marché sur le Nyamulagira.

Bande annonce à voir sur la chaîne Youtube de Patrick Marcel:

<https://youtu.be/8Y843-eE6-8>



Le camp de base des deux flots rouges avec le Nyiragongo au loin (photo P.-Y. Burgi)



## Dossier

# L'évolution du Nyamuragira depuis 2012

Le Nyamuragira est considéré comme le volcan le plus actif d'Afrique, avec plus de 40 éruptions effusives depuis 1882, la dernière ayant eu lieu de novembre 2011 à avril 2012 (Smets et al., 2015), ce qui représente en moyenne une éruption tous les 3-4 ans, une période qui a diminué à 2 ans entre 1979 and 2005 (Bluth & Carn, 2008; Coppola & Cigolini, 2013).

Ce large volcan bouclier culmine à 3'058 m au-dessus du niveau de

produit à lui seul au moins 5-10% du flux annuel total. Ces émissions depuis 1980 ont accompagné l'effusion cumulative d'environ 1,2 km<sup>3</sup> de lave (Bluth & Carn, 2008 ; Campion, 2014).

L'éruption latérale de 2011-2012 a été caractérisée par un effondrement concomitant du fond du pit cratère (situé dans la caldera) de ~20 m, avec une profondeur résultante de ~70 m mesurée en janvier 2012 (Figure 1); en avril 2012 la partie centrale de ce pit cratère est



Texte  
**Pierre-Yves Burgi**



Photos  
**Dario Tedesco**  
(quand pas spécifié)



Fig. 1: Janvier 2012. Aucune activité n'est visible.

la mer, et contient à son sommet une caldera peu profonde de forme légèrement elliptique de 2,3 × 2 km qui contient deux petits « pit » cratères.

La production cumulée de SO<sub>2</sub> par les 17 éruptions survenues depuis 1980 (début que l'observation par satellite est possible) s'élève à 25 Tg entre 1979 et 2005. Avec une telle production, le volcan Nyamuragira est considéré la plus grande source volcanique mondiale de SO<sub>2</sub> qui



Fig. 2: Avril 2012



Fig. 3: Le 2 novembre 2014



Fig. 4: Le 16 mars 2015

pourtant devenue active (Figure 2).

Il faudra attendre avril 2014 pour détecter des anomalies thermiques dans la caldera du Nyamuragira, qui sont interprétées comme la réapparition du lac de lave (Campion, 2014), soit 74 ans après sa disparition suite à l'éruption Tshambene de 1938-1940 (Verhoogen, 1948).

Le 2 novembre 2014 et le 16 mars 2015, Dario (accompagné d'une équipe de l'OVG) a pu se rendre dans la caldera afin d'évaluer l'activité du lac de lave naissant et de recueillir des échantillons. Son évolution était déjà bien visible tant dans sa forme que par sa taille (Figures 3 et 4).

L'activité en Figure 4 est typique d'un lac de lave à la morphologie bien définie, très différente de celle observée en novembre 2014 (Figure 3), qui était mal définie, et aurait aussi pu être interprétée comme une simple remontée de magma du réservoir à la surface. La nouvelle activité observée lors de cette visite sur le terrain, ainsi que celle en juillet 2015 (Figure 8) et (celle d'octobre 2015) montrent qu'un magma soutenu alimente le lac de lave. Il s'agit d'une activité importante, et en fonction de l'historique de l'activité du Nyamuragira, on pouvait en déduire

### Nyamuragira ou Nyamulagira?

Il existe deux versions de la signification de Nyamuragira, dépendant du sens attribué au verbe « kura-gira (ou kulagira) ». Selon les uns, il se traduirait par « commander ou ordonner », selon d'autres par « garder ». Nyamuragira signifierait donc soit « celui qui commande » ou « celui qui ordonne », soit « celui qui garde ». L'activité de ce volcan étant plus violente que celle du Nyiragongo ou des petits massifs éparpillés, il est vraisemblable que les indigènes lui ont attribué un rôle prépondérant. Les formes Nyamlagira, Namlagira, Namlajira, etc. rencontrées dans la littérature sont des transformations du « Nyamuragira » fondamental.

Plusieurs tentatives d'imposer des noms européens ont eu lieu, mais n'ont guère rencontré de succès. La première fut celle de Grogan en 1899, qui, entre autres dénominations, appliqua celles de « Mount Sharp » au Nyamuragira et de « Mount Götzen » au Nyiragongo; il ne fut pas suivi. L'expédition du duc de Mecklenburg garda les noms indigènes des massifs, mais donna des noms européens à quelques traits géographiques : en plus du « volcan Adolf Friedrich » le cratère du Nyiragongo devint le « Graf Götzen-Krater »; les deux cratères inférieurs du Karisimbi devinrent le « Branca-Krater » et le « Hans Meyer-Krater », tandis que la pointe terminale de ce volcan fut nommée le « Pic Barthélémy », en l'honneur du missionnaire qui en effectua le premier l'ascension. Ces noms ont été consacrés par la littérature géologique.

Ultérieurement, Delhaye et Salée ont voulu honorer des géologues éminents en appelant le Visoke « Volcan Cornet », le Rumoka, « Volcan Lacroix », et le Kanamaharage, « Volcan Iddings », mais ils n'ont pas été suivis. Ces dénominations diverses ne se justifiaient pas, car l'usage en cette matière veut que le nom d'une montagne anonyme soit fixé par celui qui la découvre ou par celui qui le premier en réussit l'ascension.

Source : Aperçu historique de l'exploration et de l'étude des régions volcaniques du Kivu (avec bibliographie géologique). Publié avec l'autorisation du Directeur du Service Géologique du Congo Beige par André Meyer (Léopoldville), 1954.

qu'elle durerait probablement longtemps.

Les données d'anomalies thermiques satellitaires (MIROVA) suggèrent de l'activité présente jusqu'au début du mois de juin 2016. Cette période a été suivie d'une période



Fig. 5: Juillet 2016



Fig. 6: Juillet 2016

durant laquelle le lac de lave n'était plus présent et ceci jusqu'au début de novembre 2016.

La visite de Dario sur le volcan Nyamulagira en juillet 2016 confirme ces observations. En effet, malgré la mauvaise vue du cratère, due à la présence d'un panache intense et épais, le constat fut que le lac de lave s'était retiré de son emplacement et de son niveau d'origine. Seule la présence de quelques skylights («fenêtres naturelles» permettant d'observer

l'activité sous la surface), témoignait la présence du magma à quelques mètres ou moins sous la surface du cratère (Figure 5). L'odeur très intense de dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et l'ensemble du gigantesque panache (Figure 6), était une preuve que le magma se dégazait encore et qu'il devait être très proche de la surface.

Les anomalies du signal MIROVA sont réapparues début novembre 2016, suivie d'alertes thermiques intermittentes à partir du 27 no-

vembre. Une nouvelle impulsion d'activité thermique, avec des valeurs similaires à celles observées entre juillet 2015 et avril 2016, est réapparue début janvier 2017 et s'est poursuivie jusqu'en avril 2017, comme le montre les Figures 7 et 8)

Cette période active s'est à nouveau interrompue brusquement le 2 mai 2017, bien que le cratère ait continué de dégager en abondance des panaches (Figure 9). Le graphique des anomalies thermiques de MIROVA en Figure 11 montre très bien l'augmentation des valeurs thermiques de janvier 2017 à avril 2017, la fréquence et l'intensité diminuant en mai 2017. Aucune anomalie thermique n'a été rapportée à moins de 5 km du sommet de juin 2017 à avril 2018 (Figure 12).

Cependant l'activité a repris en mai 2018 jusqu'en mai 2019, comme le montrent les anomalies thermiques de MIROVA en Figure 13. La présence du lac de lave a bien été confirmée lors de notre visite du cratère fin février 2019 (Figure 10).

Ce qui est surprenant c'est la vitesse du remplissage du cratère depuis 2015. En juillet 2015, la



Fig. 9: Septembre 2017. Panaches s'élèvent du cratère lors de la prise des échantillons (photo Vincent)



mesure télémétrique de la profondeur du cratère avait indiqué une valeur de 310 m, mesurée depuis le bord ouest (Burgi, 2015). La dernière photo avant l'interruption de l'activité de mai 2017 remonte à mars 2017 (voir Figure 8). D'après cette dernière photo, j'estime à environ 80 m la remontée de niveau par rapport à juillet 2015. La profondeur estimée en Figure 8 est donc d'environ 230 m. En février 2019, le niveau a passablement changé puisque les 2 terrasses, visibles dans la Figure 15, ont disparu sous la lave (Figure 14) et la profondeur du cratère est de l'ordre de 30 m. A noter que le plancher du cratère n'est pas plat, mais plutôt conique avec le lac de lave représentant le point culminant à  $2948 \text{ m} \pm 3 \text{ m}$  et le pied des falaises sont situés à environ 13 m en contrebas.



Fig. 7: Le 26 janvier 2017 (Photo Tim Best Direct)

Une autre évidence visuelle de cette progression du niveau du plancher se trouve dans la Figure 16 dans laquelle un dyke sert de référence (à noter une caractéristique intéressante de ce dyke: le magma n'a pas pu continuer sa course finale, créant une sorte de boursouffure, probablement du fait de changement de milieu). Alors qu'en juillet 2015 le haut du dyke était situé à environ 300 m du fond du cratère, en février 2019 j'ai pu le photographier presque à



Fig. 8: Le 11 mars 2017 (Photo Charly Kasereka)

niveau d'homme! Ce changement de perspective est très troublant, ajouté à la disparition des terrasses côté Est, m'a donné l'impression d'un nouveau volcan avec un cratère bien plus vaste - simple illusion d'optique!



Fig. 10: Le 19 février 2019 (Photo P.-Y. Burgi)



Cratère alors Dario collecte (Tremeau)

Ces changements indiquent qu'en les-

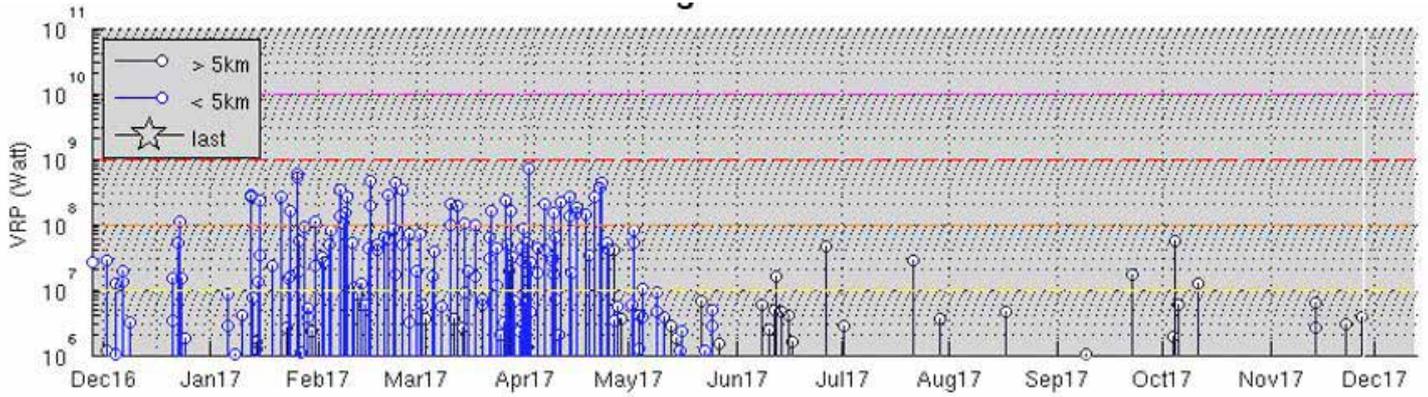


Fig. 11: Anomalies thermiques de décembre 2016 à novembre 2017. Avec l'aimable autorisation de MIROVA

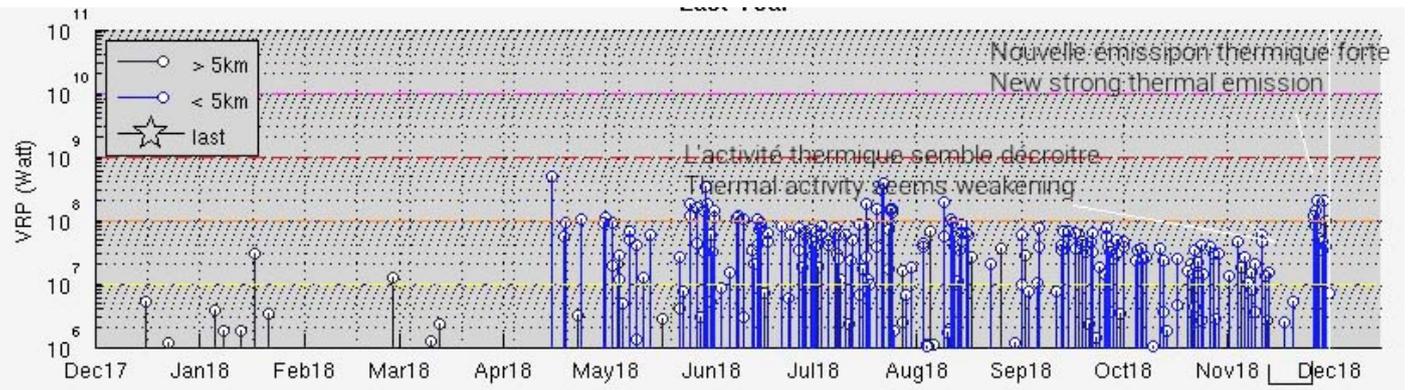


Fig. 12: Anomalies thermiques de décembre 2017 à novembre 2018. Avec l'aimable autorisation de MIROVA

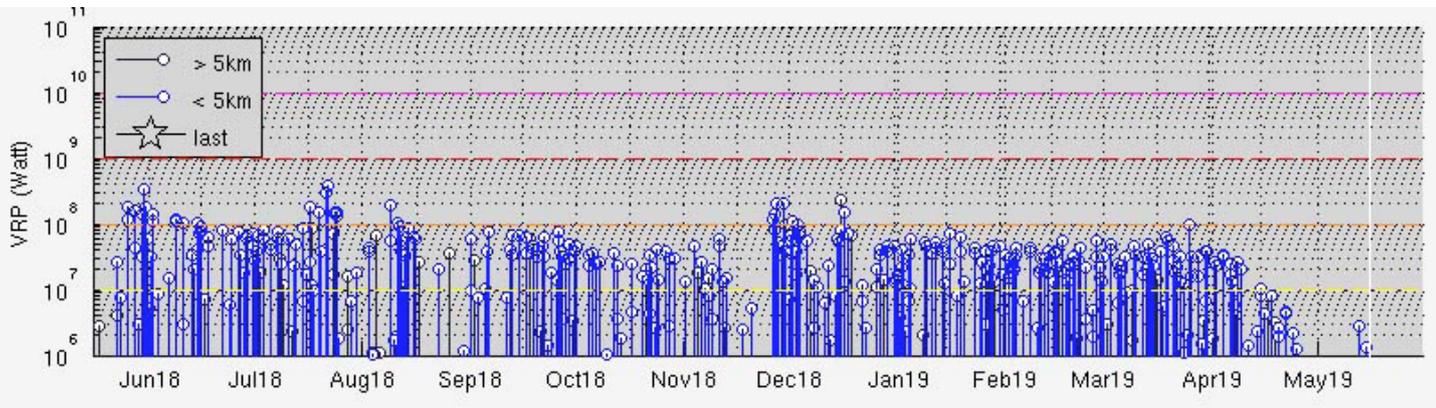


Fig. 13: Anomalies thermiques de juin 2018 à Mai 2019. Avec l'aimable autorisation de MIROVA





Fig. 15: Le 10 juillet 2015 (photo P.-Y. Burgi), avec comparaison de la situation en mars 2017 (Figure 8)

pace de 10 mois le niveau du plancher a augmenté de 200 m. Avec les mesures télémétriques du cratère effectuées en 2015 (fond du cratère estimé à environ 150 m de diamètre) et en 2019 (dimensions du cratère de 600 m pour l'axe nord-sud, et de 440 m pour l'axe est-ouest), j'estime, en considérant un cône tronqué de 200 m de hauteur, le volume de lave

à  $0.02 \text{ km}^3$ . En considérant que ce remplissage s'est effectué en 10 mois, cela représente un débit moyen de sortie de magma de  $0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Cela représente un volume annuel de  $25 \text{ Mm}^3$ , une valeur proche du maximum dans les cycles observés entre 1912 et 1971 (Pouget, 1975), mais visiblement une valeur compatible avec les

estimations reportées depuis 1980 qui se situent entre  $0.47$  et  $1.13 \text{ m}^3/\text{s}$  (Coppola & Cigolini, 2013). D'autant qu'il faut ajouter à cette valeur l'apport en magma nécessaire pour maintenir le lac de lave en fusion. Ce

dernier, avec sa surface de  $5'000 \text{ m}^2$ , produit par rayonnement  $165 \text{ MW}$  (en première estimation en appliquant des paramètres similaires au Nyiragongo, cf. Burgi et al, 2014), ce qui demande selon le modèle de mise en place du magma, entre  $0.07$  et  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$  de flux convectif.

A ce jour, le volume de lave nécessaire pour remplir le cratère et produire un débordement est de l'ordre de  $6 \text{ Mm}^3$ . Si le débit moyen reste stable, ce niveau pourrait être atteint en 3 mois seulement!

Si nous faisons le bilan de cette activité intermittente: 26 mois d'activité, puis 4 mois d'interruption suivi de 6 mois actifs, 12 passifs, 12 actifs jusqu'à ce jour, cela rejoint le constat de Burt et al. (1994) qui suggère un modèle de type «pressure-cooker» par lequel les éruptions se produisent lorsque la pression du magma dépasse celle de la résistance de la roche du réservoir magmatique.



Fig. 14: Le 22 février 2019, vue aérienne prise depuis l'Est (photo P.-Y. Burgi)



Avec ce modèle le volume de lave émis est aléatoire, ce qui pourrait expliquer ces phases actives et passives sans liens les unes avec les autres.

Les dernières photos de Dario (12 avril et 20 mai 2019, Figure 17), montrent un lac de lave dont le niveau est redescendu. Les signaux de MIROVA pour le mois de mai (Figure 13) ne montrent plus d'anomalies thermiques, ce qui pourrait laisser penser qu'une nouvelle période d'accalmie a débuté. Ou pas? La dernière photo aérienne (Figure 17) montre qu'un effondrement massif du pit cratère a eu lieu. Selon l'activité sismo-tectonique, cet affaissement de l'ordre de 20 à 30 m du plancher, impliquant des effondrements de parois, le drainage du lac de lave et d'un volume de magma représentant de l'ordre de 5-6 Mm<sup>3</sup>, se serait produit entre le 17 et 18 mai (communication personnelle avec Josué Subira, 26 mai 2019).

Affaire donc à suivre, car le volcan le plus actif d'Afrique nous réservera encore bien des surprises!



### Bibliographie

Bluth G.J.S. & Carn S.A. (2008) Exceptional sulfur degassing from Nyamuragira volcano, 1979–2005, *Int J Remote Sensing*, 29: 6667–6685

Burgi, P.-Y., T. H. Darrah, D. Tedesco, and W. K. Eymold (2014), Dynamics of the Mount Nyiragongo lava lake, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 119:4106–4122

Burgi P.-Y. (2015) Nyamuragira – RDC – juillet 2015. *Bull SVG* 149: 15–24

Burt M.L., Wadge G., & Scott W.A. (1994) Simple stochastic modelling of the eruption history of a basaltic volcano: Nyamuragira, Zaire». *Bull Volcanol* 56: 87–97

Campion R. (2014) New lava lake at Nyamuragira volcano revealed by combined ASTER and OMI SO<sub>2</sub> measurements. *Geophys Res Lett* 41: 7485–7492.

Chakrabarti R., Basu, A.R., Santo A.P., Tedesco D., Vaselli O. (2009) Isotopic and

geochemical evidence for a heterogeneous mantle plume origin of the Virunga volcanics, Western rift, East African Rift system. *Chem Geol* 259:273–289

Coppola D. & Cigolini C. (2013) Thermal regimes and effusive trends at Nyamuragira volcano (DRC) from MODIS infrared data. *Bull Volcanol* 75:744

Minissale S. (2018) Petrogenesis of Alkaline and Strongly Alkaline Volcanism: Examples From African Rift. PhD dissertation. Università di Napoli Federico II

Poulet A. (1975) Activités du volcan Nyamuragira, évaluation des volumes de matériaux émis. *Bull Volcanol* 39: 366–478

Smets B., Kervynb M., d'Oreye N., Kervync F. (2015) Spatio-temporal dynamics of eruptions in a youthful extensional setting: Insights from Nyamulagira Volcano (D.R. Congo), in the western branch of the East African Rift. *Earth-Science Reviews* 150:305–328



Fig. 16: Niveau du fonds du cratère en février 2019. La flèche indique le niveau du dyke en juillet 2015 (photos P.-Y. Burgi)

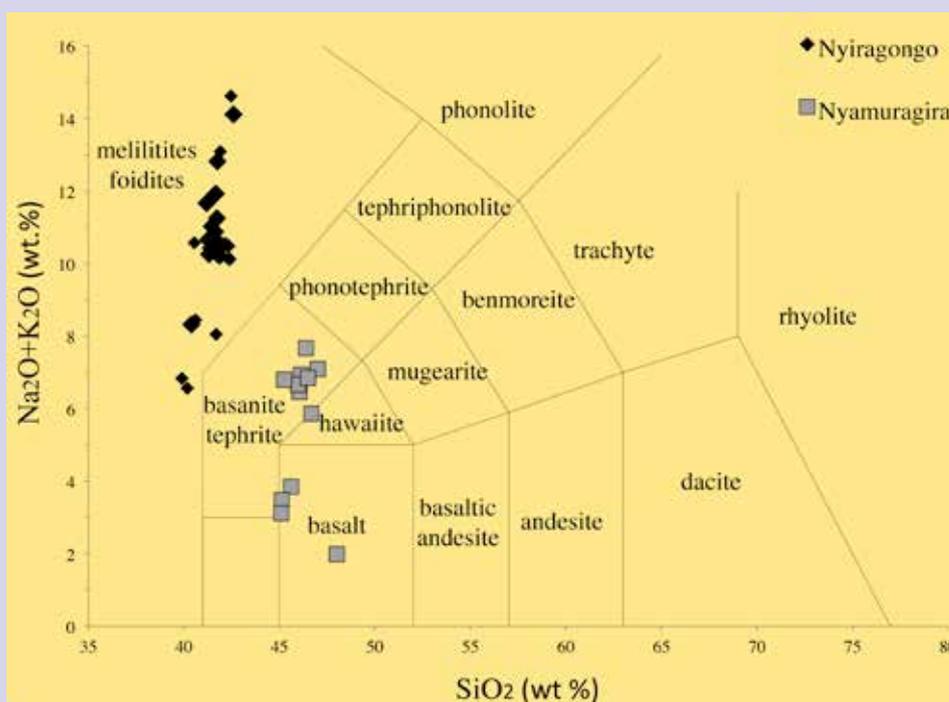


Fig. 17: Le 20 Mai 2019, vue aérienne prise depuis le Sud-Est. La flèche indique l'emplacement précédemment occupé par le lac de lave. L'image à gauche a été prise le 12 avril. A ce moment, l'effondrement n'avait pas eu lieu, mais le niveau du lac de lave était descendu.

**Les laves du Nyamuragira sont-elles similaires à celles du Nyiragongo?**

Seulement 15 km séparent ces deux géants, cependant leurs laves diffèrent, à commencer par la teneur en silice, de l'ordre de 40% pour le Nyiragongo (avec des valeurs mesurées à 36.6% pour les plus basses), et 45-47% pour le Nyamuragira

(cf. diagramme ci-contre), dont les laves seraient dérivées de profondeurs moins importantes que celles de son voisin (Chakrabarti, 2009). Aussi, ces faibles différences chimiques leur confèrent des comportements rhéologiques très distincts pendant le refroidissement et la cristallisation (avec des implications sur les risques des éruptions).



Reste à comprendre pourquoi le Nyiragongo est un strato-volcan alors qu'il a des laves plus liquides que le volcan bouclier voisin. L'explication est que pendant la période initiale de construction du Nyiragongo, les laves étaient très probablement plus siliceuses, ce qui a permis la formation d'un édifice plus abrupt. L'afflux de matériel plus primitif peut avoir changé par la suite la composition des laves pour celle du matériel mafique et foiditique observé lors d'éruptions plus récentes.

Composition en éléments majeurs selon le diagramme Total Alkali Silica, dans lequel la teneur en silice des laves du Nyamuragira et du Nyiragongo est bien différenciée. Avec l'aimable autorisation de Silvia Minissale (2018).



*Alimentation du lac de lave du Nyamuragira, février 2019 - Photo © Pierre-Yves Burgi*