

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DE LA COLONISATION
DES LAVES

DU VOLCAN NYAMURAGIRA PAR LES VÉGÉTAUX (1)

PAR

ALAIN LÉONARD (Bruxelles)

I. — LE MILIEU.

a) Géographie. — Le volcan Nyamuragira, sur les laves duquel nos observations ont été effectuées, appartient au groupe occidental des Virunga. Il s'élève à une altitude de 3.056 m et son cratère a 2.300 m de diamètre.

b) Historique des éruptions. — Diverses éruptions ont eu lieu en 1901, 1904, 1905, 1912, 1920, 1938, 1948, 1951, 1954, 1956, 1957. Elles ont donné naissance à de petits cratères adventices Nahimbi, Rumoka, Shabubembe, etc. Plusieurs de ces coulées, notamment celles de 1912, 1938, 1948, ont atteint le lac Kivu dans la baie de Sake (± 1.500 m).

c) Climat. — La pluviosité moyenne annuelle varie fortement suivant l'altitude. Elle est de 1.200 mm à Sake, 1.700 mm à Rumangabo; son maximum, qui se situe entre 2.200 et 2.500 m, atteint plus ou moins 2.300 mm. Au-dessus de ce niveau les pluies diminuent rapidement.

La répartition des pluies est du type subéquatorial : deux saisons de pluie alternent avec une petite saison sèche en décembre-février et avec une saison sèche plus importante en juillet-août.

On constate que non seulement les précipitations sont plus élevées jusqu'à une certaine altitude mais que les saisons sèches y sont également moins accusées.

(1) Ex *Vegetatio, Acta Geobotanica*, vol. VIII, fasc. 4, 1959.

A Sake et à Rumangabo la température moyenne annuelle est de 19° avec des minima et maxima respectivement de 9° et de 28° C. A altitude plus élevée, au gradient normal de diminution de la température (0,55° par élévation de 100 m), s'ajouteront les facteurs physiographiques, la modifiant parfois profondément.

d) Nature du matériel soumis à la colonisation. — Il s'agit ici de laves basiques et sodopotassiques. Du point de vue physique ce matériel offert à la colonisation se caractérise par sa grande porosité, c'est donc en fait un substrat des plus arides.

Nous pouvons y distinguer deux types principaux :

1. Scories : Amas caillouteux de nature extrêmement poreuse.
2. Dalles : Laves se présentant sous forme de grandes plaques lisses entrecoupées de fissures provoquées par la contraction due au refroidissement ou par l'échappement des gaz.

Subsidiairement on peut distinguer les cendrées qui se rapprochent des scories mais sont de plus petit diamètre, et les laves rubanées qui ne sont qu'une forme un peu particulière du second type.

e) Végétation climatique. — Le climat de Sake et du Gitebe, où nous avons effectué la majorité de nos relevés, est constitué par les forêts sclérophylles montagnardes et submontagnardes (ordre *Oleo-Jasminetalia*) décrites par LEBRUN et GILBERT (1954) : la pluviosité relativement élevée est en effet compensée par la porosité du substrat.

Ces deux auteurs ont distingué, d'une part, une alliance submontagnarde : le *Grewio-Carission edulis* de 800 à 1.500 m environ et, d'autre part, une alliance montagnarde : l'*Agauria-Myricion* de 1.500 à 3.200 m environ.

La végétation climatique des laves de Sake (1.500 m) se trouve à la limite des deux, alors que la végétation du Gitebe (2.100 m) appartient à l'*Agaurio-Myricion* uniquement. Les végétaux qui les constituent sont essentiellement des xérophytes souvent mégathermes dans le premier cas, franchement mésothermes dans le second à cause de la décroissance altitudinale de la température (LEBRUN et GILBERT, loc. cit.).

II. — FACTEURS INFLUENÇANT LA COLONISATION.

a) Le facteur le plus important sera l'âge de la coulée : de celui-ci dépendront directement la nature des espèces, leur nombre et leur développement.

b) Le substrat vient en second lieu. Les scories, avec leur pouvoir de rétention d'eau pratiquement nul, constituent un milieu très rebelle à la colonisation par les plantes vasculaires.

Quant aux dalles, leur surface lisse, sans aspérité, exposée aux vents et aux pluies, représente un milieu encore beaucoup moins favorable non seulement pour les plantes vasculaires mais même pour les lichens et les mousses.

Par contre dans les fissures qui séparent les dalles nous avons des micro-climats particulièrement intéressants. En même temps qu'une humidité persistante, nous y trouvons une accumulation de déchets amenés par les pluies ruisselant sur les dalles. Cette combinaison heureuse d'humidité et d'un substrat hautement humifère favorise l'installation des Ptéridophytes d'abord et des plantes supérieures ensuite.

c) Le climat interviendra fortement dans la vitesse de colonisation et dans la nature des espèces colonisatrices. Ce facteur climatique sera évidemment lui-même régi par l'altitude.

Comme nous l'avons souligné plus haut, les différences de pluviosité et de température notamment sont importantes; ajoutons-y le rôle de l'exposition et de la pente.

Il est intéressant également de remarquer qu'à altitude plus élevée les coulées sont beaucoup plus rapides; leur colonisation sera par conséquent beaucoup plus sous l'influence directe de la végétation avoisinante.

III. — OBSERVATIONS ET COMMENTAIRES.

1. Choix des relevés et surface.

Dans la mesure des possibilités et compte tenu du laps de temps réduit dont nous disposions, nous avons effectué des relevés à des altitudes différentes :

Sake	...	...	...	...	...	...	...	...	± 1.460 m.
Kakomero	...	...	...	...	...	...	...	...	± 1.700 m
Gitebe	...	...	...	...	...	...	...	...	± 2.100 m
Shabubembe	...	...	...	...	...	...	...	...	± 2.300 m
Nyamuragira	...	...	...	...	...	...	...	...	± 3.000 m

Chaque relevé avait une étendue de 20 m².

Pour les laves de 1912, nous avons adopté des surfaces de 40 m².

2. Description des relevés.

A. Goma Sake. — Altitude 1.460 m.

Relevés n^{os} 1 et 2 — Année de la coulée : 1948 — Nature : Dalles.

Moins de 10 % de la surface des dalles sont recouverts par un lichen *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. Les fissures sont colonisées à concurrence de 80 % par des fougères entremêlées d'une mousse *Campylopus*

introflexus (HEDW.) MITT.; *Nephrolepis biserrata* (SW.) SCHOTT. domine, *Phymatodes scolopendria* (BURM.) CHING est fréquent, tandis que *Pteris vittata* L. et *Arthropteris orientalis* (J. F. GMEL.) POSTH. sont représentés par quelques pieds.

Relevés n^{os} 3 et 4 — Année de la coulée : 1948 — Nature : Scories.

90 % de la surface sont recouverts de *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. Dans les anfractuosités à ciel ouvert nous retrouvons *Campylopus introflexus* (HEDW.) MITT.; *Tortella theriotii* BROTH. et P. DE LA V. se développera par contre dans les anfractuosités couvertes. Moins de 1 % de la surface est peuplé de fougères.

Relevés n^{os} 5 et 6 — Année de la coulée : 1938 — Nature : Dalles.

Les dalles sont pratiquement nues (moins de 5 % de lichens). Les fissures sont recouvertes dans une proportion de 90 %. *Nephrolepis biserrata* (SW.) SCHOTT domine de nouveau.

Nous avons à nouveau *Campylopus introflexus* (HEDW.) MITT. et *Tortella theriotii* BROTH. et P. DE LA V.

Cà et là, quelques pieds de *Phymatodes scolopendria* (BURM.) CHING, *Pteris vittata* L., *Pellaea calomelanos* (SW.) LINK, *Pellaea schweinfurthii* (H.) DIELS, *Pellaea leucomelas* (METT.) BAK., *Psilotum nudum* (L.) GRISEB.

Les végétaux supérieurs font leur apparition avec quelques individus de *Rhynchelytrum repens* (WILLD.) HUBB., *Gomphocarpus fruticosus* (L.) AIT. f., *Rumex maderensis* LOWE, *Pentas schimperiana* VAIKE, *Kalanchoe crenata* HAW., *Bulbostylis lanifera* (BOCK.) KUK. ex PETER.

Relevés n^{os} 7 et 8 — Année de la coulée : 1938 — Nature : Scories.

Les lichens ont un recouvrement de 90 %.

Campylopus introflexus (HEDW.) MITT. et *Tortella theriotii* BROTH. et P. DE LA V. se retrouvent dans les anfractuosités. Les fougères apparaissent (2-3 %).

Relevés n^{os} 9 et 10 — Année de la coulée : 1912 — Nature : Dalles.

60 à 70 % de la surface des dalles sont colonisées par *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. et *Campylopus introflexus* (HEDW.) MITT. en proportions égales. Quelques pieds de *Bulbostylis lanifera* (BOCK.) KUK. ex PETER, sont parvenus à s'implanter. Dans les fissures, les fougères sont en nette régression et n'ont plus que quelques représentants.

Parmi les plantes supérieures herbacées, *Bulbostylis lanifera* (BOCK.) KUK. ex PETER est le plus répandu (5 à 10 %). *Andropogon eucomus* NEES a une certaine importance (1 à 2 %), *Rhynchelytrum repens* (WILLD.) HUBB. a quelques pieds isolés.

(1) Nous remercions MM. LIBEN et DEMARET d'avoir bien voulu déterminer quelques-uns de nos spécimens.

Parmi les plantes ligneuses, *Hymenodictyon floribundum* (HOCHST. ex STEUD.) ROBINSON recouvre 25 % de la surface, *Dodonea viscosa* (L.) JACQ. 10 %, *Pentas schimperiana* (A. RICH.) VATKE 5 %.

Certains arbustes atteignent 5 à 7 m. Notons encore quelques individus isolés de *Vernonia karangensis* OLIV. et HIERN, *Trema orientalis* BLUME, *Myrica salicifolia* HOCHST., *Rumex maderensis* LOWE, *Ficus cyathistipula* WARB., *Rhus incana* P. MILL.

Relevés n^{os} 11 et 12 — Année de la coulée : 1912 — Nature : Scories.

Stereocaulon recouvre 90 % de la surface, les fougères (*Nephrolepis*, *Phymatodes*, *Arthropteris*) 10 à 20 %.

Hymenodictyon floribundum (HOCHST. ex STEUN.) ROBINSON et *Rumex maderensis* LOWE, sont quelque peu représentés mais ont un faible développement.

B. Kakomero. — Altitude 1.700 m.

Relevés n^{os} 13 et 14 — Date de la coulée : 1954 — Nature : Dalles.

10 % des fissures sont peuplés de *Nephrolepis biserrata* (Sw.) SCHOTT., *Arthropteris orientalis* (J. F. GMEL) POSTH., *Pentas zanzibarica* (KLOTSCH) VATKE; *Calvoa orientalis* TAUB., *Diodia scandens* SWARTZ. En bordure quelques *Rumex maderensis* LOWE.

C. Gitebe. — Altitude 2.100 m.

Relevés n^{os} 15 et 16 — Année de la coulée : 1954 — Nature : Dalles.

La surface même des dalles est nue. Dans les fissures nous trouvons 4 à 5 % de *Helichrysum longiranum* MOESER, par pieds ou en rares touffes *Pteris vittata* L., *Arthropteris orientalis* (J. F. GMEL) POSTH., *Asplenium* sp., *Rumex maderensis* LOWE, *Cineraria bracteosa* O. HOFFM. ex ENGL., *Agauria salicifolia* (COMM. ex LAM.) HOOK. f.

Relevés n^{os} 17 et 18 — Année de la coulée : 1954 — Nature : Scories.

60 % sont recouverts par *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. Quelques pieds de fougères.

Relevés n^{os} 19 et 20 — Année de la coulée : 1938 — Nature : Dalles.

Le recouvrement est à peu près total. Sur les dalles nous avons *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. entremêlé de *Campylopus introflexus* (HEDW.) MITT.

Dans les fissures *Arthropteris monocarpa* (CORDEM.) C. CHR. occupe environ 30 % de la surface. En quantité moindre, mais cependant bien représentés, nous avons *Pycnostachys erici-rosenii* ROB. E. FRIES, qui atteint parfois 1,50 à 2 m, *Senecio chlorocephalus* MUSCHL, *Helichrysum longiranum* MOESER, *Nephrolepis undulata* (AFZ. et Sw.) J. SM.

Nous avons quelques pieds de *Crassocephalum vitellinum* (BENTH.) S. MOORE, *Pleopeltis lanceolata* (L.) KL. F., *Asplenium* sp., *Rumex maderensis* LOWE, *Myrica salicifolia* HOCHST., *Agauria salicifolia* (Csm. ex LAM) HOOK. f.

D. Shabubembe. — Altitude 2.300 m.

Relevé n° 21 — Année de la coulée : 1951 — Nature : Dalles.

Les dalles sont nues.

Dans les fissures quelques algues, *Helichrysum longirantum* MOESER, *Bidens elliotii* (S. MOORE) SHERFF., *Lobelia wollastonii* BAK. f., *Rumex maderensis* LOWE.

Relevé n° 22 — Année de la coulée : 1951 — Nature : Cendrée du cône.

Pieds isolés de *Crassocephalum bumbense* S. MOORE, *Rumex maderensis* LOWE, *Cineraria bracteosa* O. HOFFM. ex ENGL., *Helichrysum longirantum* MOESER et *Bryum argenteum* HEDW. var. *lanatum* BV. et SCHPR.

E. Cratère Nyamuragira. — Altitude 3.000 m.

Relevé n° 23 — Année de la coulée : 1956 — Nature : Cendrées.

Laves à peine colonisées.

Ni mousse, ni lichen, pieds isolés de *Senecio chlorocephalus* MUSCHL., *Cineraria bracteosa* O. HOFFM. ex ENGL., *Rumex maderensis* LOWE.

3. Commentaires des relevés.

a) Discussion des relevés effectués à Sake. — Pour un même type de lave, d'une année donnée, la végétation est, en général, très uniforme.

Les scories sont très rapidement colonisées par les lichens. Le passage aux Ptéridophytes et aux plantes supérieures est très lent. Leur recouvrement est à peine de 15. % après 46 ans (Graphique n° 1).

Les dalles constituent le milieu le plus rebelle à la colonisation. Après 46 ans, seuls les lichens se sont installés avec un recouvrement de 60 %. Ptéridophytes et plantes supérieures ont un recouvrement pratiquement nul (Graphique n° 2).

Lés fissures, par contre, constituent un milieu beaucoup plus favorable : les Ptéridophytes s'installent d'emblée et atteignent un maximum après 20 ans. Après 46 ans, elles ont perdu leur suprématie au profit des plantes supérieures dont le recouvrement atteint 40 % (Graphique n° 3).

Compte tenu de sa durée différente suivant la nature du matériau de départ, le processus de la colonisation végétale à Sake peut se résumer comme suit :

Au début, les laves sont colonisées par un lichen : *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG., auquel se mêlent quelques rares mousses; *Campylopus intro-*

flexus (HEDW.) MITT. et *Tortella thoriotii* BROTH. et P. DE LA V., y succèdent les fougères, *Nephrolepis biserrata* (Sw.) SCHOTT., qui domine, étant accompagné de *Pteris vittata* L., *Arthropteris orientalis* (J. F. GMEL) POSTH., *Phymatodes scolopendria* (B.) CHING, *Pellaea* div. sp., *Psilotum nudum* (L.) GRISEB; viennent ensuite les plantes supérieures : *Rhynchelytrum repens* (WILLD.) HUBB., *Gomphocarpus fruticosus* (L.) AIT. f., *Rumex maderensis* LOWE, *Kalanchoe crenata* HAW., *Bulbostylis lanifera* (BOCK.) KUK. ex PETER, *Hymenodictyon floribundum* (HOCHST. ex STEUD.) ROBINSON, *Dodonea viscosa* (L.) JACQ., *Pentas schimperiana* (A. RICH.) VATKE.

TABLEAU RÉCAPITULATIF.

Age	Scories	Dalles	Fissures
10 ans	90 % de <i>Stereocaulon</i> , quelques mousses et fougères	10 % de <i>Stereocaulon</i>	80 % de fougères
20 ans	90 % de <i>Stereocaulon</i> quelques mousses, 5 % de fougères	10 % de <i>Stereocaulon</i>	90 % de fougères, quelques plantes supérieures
46 ans	90 % de <i>Stereocaulon</i> , 10 à 20 % de fougères, 5 % de plantes supérieures	60 % de <i>Stereocaulon</i> , 1 à 2 % de plantes supérieures	5 à 10 % de fougères, 40 % de plantes supérieures

b) Discussion des relevés effectués à plus haute altitude. — Remarque générale : En un endroit donné, pour des laves de même année et de même type, la végétation sera beaucoup moins uniformément répartie qu'à Sake; ce fait résulte des microclimats dus aux différences de pente, d'exposition, etc.

1. Relevés effectués au Gitebe (1954 et 1938).

Les scories sont très rapidement couvertes de lichens, les fougères s'installent très tôt (1954). Les dalles qui, après 20 ans à Sake, n'étaient recouvertes que pour 10 % environ de lichens, sont tout à fait colonisées par *Stereocaulon confluens* MÜLL.-ARG. et *Campylopus introflexus* (HEDW.) MITT. Les fissures contiennent des fougères, des plantes supérieures herbacées et même ligneuses, dont certaines ont une taille de 2 à 3 m. Nous pouvons donc dire que si le processus de la colonisation des laves est du même type à Sake et au Gitebe, il est nettement accéléré dans ce dernier cas.

Ces différences dans la vitesse de colonisation des laves par les végétaux doivent être attribuées aux pluies plus abondantes à cette altitude qu'à Sake et qui remédient à la nature poreuse du substrat.

TABLEAU COMPARATIF (1938).

Type	Sake : 1.460 m	Gitebe : 1.900 m
Scories	90 % de lichen, quelques mousses, 5 % de fougères	—
Dalles	10 % de <i>Stereocaulon</i>	± 100 % de lichen + mousse
Fissures	90 % de fougères, quelques plantes supérieures	30 à 40 % de fougères, 40 % de plantes supérieures

2. Autres relevés.

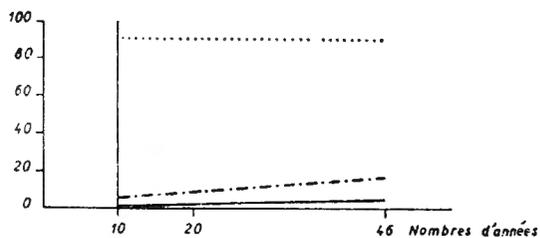
« Mutatis mutandis », ces conclusions s'appliquent également aux autres relevés. Comme pour le Gitebe, nous constatons que la colonisation est très rapide. Certaines plantes disparaissent, tel *Phymatodes scolopendria* (BURM) CHING, que nous ne retrouvons plus à partir de 1.700 m; par contre les Composées : *Senecio*, *Helichrysum*, *Crassocephalum*, *Cineraria*, etc. sont très répandues et participent aux premiers stades de la colonisation, comme c'est le cas notamment dans le cratère du Nyamuragira. Ce fait semble d'ailleurs normal si l'on tient compte de la facilité avec laquelle leurs diaspores sont transportées par le vent.

CONCLUSIONS.

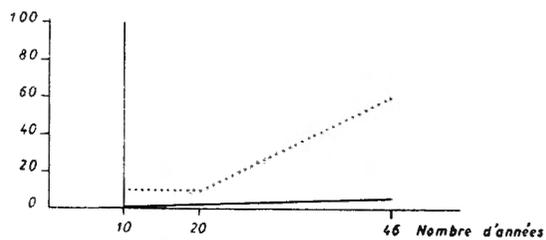
1. Le schéma de la colonisation des laves par les végétaux peut donc se résumer comme suit : au début ce sont les lichens qui s'installent, en même temps que quelques mousses, les fougères leur succèdent, pour céder elles-mêmes la place aux plantes supérieures.

2. Ce processus se déroulera plus ou moins rapidement suivant la nature du matériel de départ.

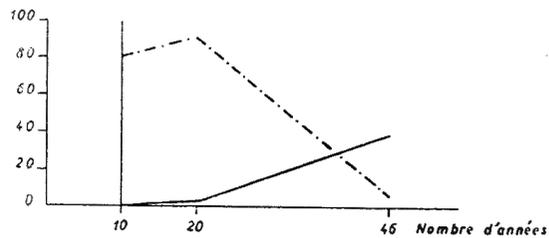
3. Le schéma théorique sera plus ou moins perturbé suivant les circonstances de milieu.



GRAPHIQUE 1 - SCORIES



GRAPHIQUE 2 - DALLES



GRAPHIQUE 3 - FISSURES

- Lichens, mousses
- . - . Ptéridophytes
- Plantes supérieures

BIBLIOGRAPHIE.

- BRAUN-BLANQUET, J., 1932, *Plant Sociologie* (New-York).
- BULTOT, F., 1950, Régimes normaux et cartes des précipitations dans l'Est du Congo belge (Long. : 26° à 31° Est, Lat. : 4° Nord à 5° Sud) pour la période 1930 à 1946) (Bruxelles, I.N.E.A.C.).
- 1952, Sur le caractère organisé de la pluie au Congo belge (Bruxelles, I.N.E.A.C.).
- DELHAYE, F., 1941, Les volcans au Nord du lac Kivu (*Bull. Inst. Royal Col. Belge*, t. 2, pp. 409-459).
- DUVIGNEAUD, P., 1956, Les *Stereocaulon* des Hautes montagnes du Kivu. Essai anatomo-systématique (*Lejeunia*, Revue de Botanique, Mém. n° 14, 144 p.).
- HOIER, H., 1939, Contribution à l'étude de la morphologie du volcan Nyamuragira (*Inst. des Parcs Nat. du Congo Belge*, 20 p., pl. XVI).
- I.N.E.A.C., 1951-1957, Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi.
- LEBRUN, J., 1942, La végétation du Nyiragongo. Aspects de la végétation des Parcs Nationaux du Congo Belge, série 1 (*Parc National Albert*, vol. 1, fasc. 3-4-5, Bruxelles).
- LEBRUN, J. et GILBERT, G., 1954, Une classification écologique des forêts du Congo (*Public. I.N.E.A.C.*, Série Scient., n° 63, 89 p.).
- MEYER, A., 1953, Le volcan Nyamuragira et son éruption de 1951-1952 (*Bull. Inst. Royal Col. Belge*, t. XXIV, 287 p.).
- MULENDERS, W., 1953, Contribution à l'étude des groupements végétaux de la contrée de Goma-Kisenyi (*Vegetatio*, t. IV, pp. 73-83).
- ROBYNS, W., 1932, La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kater) (*Mém. Inst. Royal. Col. Belge*, t. I, fasc. 1, pp. 1-33, fig. 10, 1 carte).
- 1937, Aspects de la végétation des Parcs Nationaux du Congo Belge, Série I (*Parc National Albert. Aperçu général de la Végétation*, vol. I, fasc. 1-2, pl. 1-12).
- 1947-1955, Flore des spermatophytes du Parc National Albert (*Inst. des Parcs Nationaux du Congo Belge*).
- SCAËTTA, H., 1934, Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil (*Mémoires Inst. Royal Col. Belge*, Sect. Sc. nat. et médic., in-4°, t. III, p. 336, fig. 61, pl. 20, 1 carte).
- TATON, A., 1949, La colonisation des roches granitiques de la région de Nioka (*Vegetatio*, t. I, fasc. 4-5, pp. 17-332).