

INSTITUT DES PARCS NATIONAUX DU CONGO ET DU RUANDA-URUNDI

---

# Exploration du Parc National Albert

---

(DEUXIÈME SÉRIE)

---

FASCICULE 11

---

MISSION HENRI H. MOLLARET

**BIOTOPES DE HAUTE ALTITUDE  
RUWENZORI II ET VIRUNGA**

---

**ÉTUDES DIVERSES**



BRUXELLES

---

1961

## SOMMAIRE

---

	Pages
PRÉFACE, par VICTOR VAN STRAELEN ... ..	5
1. Les eaux des lacs d'altitude du Ruwenzori et du Visoke, par CÉCILE POTVIEGE . ... ..	9
2. Bactéries anaérobies des lacs du Ruwenzori, par ANDRÉ-ROMAIN PRÉVOT ...	39
3. Recherches sur les bactéries pectinolytiques des lacs du Ruwenzori et des Virunga, par PAUL KAISER ... ..	47
4. Pouvoir lépidolytique en aérobiose de quelques prélèvements du Ruwenzori et des Virunga, par MADELEINE SEBALD . ... ..	59
5. Analyse microbiologique à pH neutre et pH acide de deux tourbes du Ruwenzori, par HUGUETTE DE BARJAC ... ..	63
6. Étude microbiologique sur des laves du Kivu, par ANDRÉE ROCHE, JACQUES POCHON, HUGUETTE DE BARJAC et BERNADETTE PINOIR ... ..	69
7. Contribution à l'étude de la colonisation des laves du volcan Nyamuragira par les végétaux, par ALAIN LÉONARD ... ..	79
8. Observations sur la microflore et la microfaune des lacs du Ruwenzori et du Visoke, par MARCEL LEFÈVRE . ... ..	89
9. Observations concernant certains microorganismes décelés chez des <i>Dendrohyrax</i> du Ruwenzori, par HENRI H. MOLLARET ... ..	95

---

## PRÉFACE

---

Les Parcs Nationaux du Congo et le Parc National Albert en particulier sont, aujourd'hui, les territoires des régions tropicales humides dont la flore et la faune ont été le plus intensément explorées. Il ne faut pas en conclure que l'inventaire des organismes qui y vivent est achevé. Tous les matériaux recueillis ne sont pas encore étudiés, souvent faute de spécialistes qualifiés et ceci est surtout vrai pour les Arthropodes. D'autre part, il est certain que de nombreux représentants de groupes aisément visibles d'Angiospermes et de Métazoaires, généralement de petite taille, n'ont pas encore été observés et recueillis. Les associations sont en général inconnues, sauf celles constituées par les Phanérogames utilisables pour la définition des entités phytosociologiques.

L'étendue des résultats scientifiques acquis est due à la conception qui se manifesta avec force, dès 1932, dans l'administration du Parc National Albert et des autres parcs nationaux créés successivement au Congo et au Ruanda-Urundi. Cette conception a été précisée, à l'époque, au cours de mes entretiens avec JOHN-C. MERRIAM, président de la Carnegie Foundation, à Washington et HENRY FAIRFIELD OSBORN, président de l'American Museum of Natural History, à New-York. Tous deux furent membres de la Commission administrative de l'Institut. Feu H.-F. OSBORN lança les premières explorations zoologiques menées méthodiquement au Congo, dont certains résultats sont fondamentaux. Une de ces explorations, entreprise par CARL AKELEY, détermina, en 1925, la constitution en réserve du massif des Virunga, habitat du gorille de montagne, noyau du Parc National Albert, réserve aujourd'hui amputée au point que la persistance du peuplement de gorilles est en danger.

Les explorations méthodiques du Parc National Albert débutèrent en 1933 et se poursuivirent jusqu'en mars 1961, avec une interruption due à la deuxième guerre mondiale. Elles furent menées, au Parc National Albert, comme dans les autres parcs, par des naturalistes dont la grande majorité s'acquitta de sa tâche avec passion. Certains d'entre eux acquirent une expérience et une maîtrise des méthodes qui, jusqu'à présent, n'ont été surpassées par personne dans aucune région tropicale, humide ou sèche. Le nombre des spécimens recueillis est à la mesure des localités de récolte et permet, dans de nombreux cas, des observations sur la variabilité intraspécifique. Les critiques de ces méthodes l'ont perdu de vue. La définition d'une espèce ne peut être fondée sur quelques individus.

Le matériel réuni par les trois principales missions d'exploration est considérable. Dans les groupes importants, ces missions ont ramené 4.755 mammifères, 9.691 oiseaux, 18.216 poissons, 146.891 batraciens, 13.446 reptiles, 3.610.000 insectes. Cette énumération ne couvre qu'une fraction des récoltes. A ces groupes s'ajoutent de nombreuses récoltes d'annélides, de nématodes, de mollusques, de crustacés, d'acariens, d'arachnides, de planctons, ainsi que beaucoup d'autres formes vivantes et plus de 30.000 numéros d'herbiers.

Un énorme matériel récolté au Ruwenzori et dans les secteurs nord du Parc National Albert, de 1952 à 1958, est en cours de dépouillement.

Cependant la fresque de la vie dans ces réserves n'est qu'esquissée.

\*  
\*\*

La notion de réserve naturelle n'éveille généralement que l'idée de la protection des grands mammifères, des oiseaux, parfois aussi des associations végétales. Ce ne sont là que de faibles fractions des millions d'organismes qui végètent, ou qui survivent encore de nos jours. Tous sont à garder, grands et infiniment petits, dans leurs associations, y compris leurs parasites, externes et internes, sans distinction de zones biotiques.

Les régions tropicales humides offrent les milieux qui ont favorisé les types d'organisations les plus divers, tant parmi les animaux que parmi les végétaux terrestres. C'est là que l'évolution des êtres vivants s'est manifestée avec le plus d'intensité et il en est ainsi au moins depuis les temps jurassiques. La constance des conditions de ce milieu a été favorable à la stabilisation graduelle de nombreuses mutations.

Les flores et surtout les faunes tropicales sont les moins connues relativement à leur richesse. Cependant c'est leur contact qui a été déterminant dans la réorientation des sciences naturelles. Il suffit de se souvenir du choc que DARWIN et WALLACE éprouvèrent au spectacle de la vie exubérante propre aux régions humides et chaudes. On estime que 70 % des formes animales connues aujourd'hui sont tropicales. Parmi elles, plus de la moitié sont ombrophiles. Il est permis de s'aventurer à relater des estimations : la densité des espèces ombrophiles tropicales serait trois fois celle de la savane et six fois celle de la zone tempérée. Au cours de l'évolution organique, la spéciation a été plus élevée dans la zone tropicale que partout ailleurs.

Il y a donc un endémisme qu'il faut s'attacher à observer avant que les formes qui y sont soumises ne disparaissent sous la pression des introductions et des destructions, qui toutes favorisent les ubiquistes, végétaux et animaux. L'intervention humaine aboutit à la simplification des systèmes écologiques qui exploitent à fond les diverses composantes issues des climats et des sols.

\*  
\*\*

Il devient de plus en plus difficile de trouver en Afrique équatoriale des paysages végétaux naturels n'ayant pas été modifiés par l'homme sur de grandes étendues. Les régions centrales de la cuvette du bassin du Congo, les versants des volcans Virunga et du massif du Ruwenzori au-delà de l'altitude 2.000, constituent les termes d'une énumération, tragique par sa brièveté. La seule région du Congo où s'observe encore le passage graduel de la forêt de plaine à la forêt de montagne, ne constitue plus qu'un étroit couloir de moins de 20 km de largeur. Celui-ci s'est étendu sur un front de plusieurs centaines de kilomètres, non seulement là, mais sur tout le pourtour des Virunga. Le début de la dévastation a été marqué par l'invasion des pasteurs poussant devant eux un bétail famélique. Diverses supputations placent le début de la catastrophe il y a deux siècles. Il est vrai qu'au cours du dernier demi-siècle la dévastation a progressé bien plus que durant les cent cinquante années précédentes.

Les formations végétales ligneuses denses sont, partout au monde, celles qui abritent les associations animales les plus variées. Les climax normaux, c'est-à-dire l'aboutissement unique de toutes les successions végétales progressives manifestées dans une même aire climatique, révèlent une grande stabilité, même s'ils n'occupent pas toujours leurs emplacements actuels depuis des temps géologiques reculés, cependant relativement récents au regard de la chronologie. Ils se sont déplacés sous la poussée d'oscillations climatiques caractérisées par des variations notables dans la pluviosité. Ces migrations ne se sont pas toujours faites en bloc : à la faveur de conditions climatiques circonscrites, des massifs restèrent en place.

Les arbrisseaux et les arbres constituant ces climax ombrophiles croissent lentement et vivent très vieux; ils conditionnent la richesse des faunes y compris celles de l'humus.

Ces formations climatiques détruites ou bouleversées par les cultures, pratiquées par rapine ou non, sont habituellement remplacées par des espèces à croissance rapide et à vie brève. Dans les régions où le couvert végétal est entamé, les oscillations thermiques au voisinage du sol gagnent en amplitude, contribuant au bouleversement profond des faunes tant épigées qu'hypogées. Celles-ci sont plus sensibles à la longueur de la saison sèche et à l'intensité temporaire de la dessiccation, qu'à la valeur de la précipitation totale.

Tant de phénomènes, observés pour la première fois d'une manière scientifique dans les régions tempérées, ont une allure toute différente sous les Tropiques. Ainsi, les migrations d'animaux tropicaux sont-elles difficiles à comprendre, les oscillations climatiques étant faibles. Il en est de même pour les rythmes de la reproduction.

Il faut se hâter d'étudier les marais des régions chaudes, avant qu'ils ne soient asséchés pour y établir des cultures dont tout permet de prévoir la brièveté de leur existence; à moins qu'ils ne soient noyés sous de grandes masses d'eau accumulées derrière des barrages. Ces marais ne sont-ils pas les milieux originels de nombreux invertébrés et vertébrés terrestres ?

\*  
\*\*

Au cours des dernières années qui précédèrent la réforme du régime politique des territoires dont l'entité fut déterminée par la Conférence de Berlin, en 1885, l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge avait décidé de réaliser des explorations parfois à buts multiples, mais confiées de plus en plus à des naturalistes devant porter leur effort sur des sujets limités.

Le début de l'occupation de surfaces supposées vierges pose des problèmes dont la solution ne peut être trouvée que dans deux milieux : les coulées de laves émises par des volcans à une température qui stérilise tout apport d'organismes jusqu'au moment où le refroidissement superficiel permet aux spores et aux semences de germer, ou les surfaces découvertes par le retrait des glaciers polaires ou d'altitude. Le Parc National Albert offre à cet égard des opportunités uniques. Les coulées de laves y sont fréquentes dans la partie occidentale du massif volcanique des Virunga et les glaciers du Ruwenzori sont dans une phase de retrait rapide. L'étude des coulées volcaniques fut abordée il y a longtemps, mais surtout en ce qui concerne leur colonisation par des végétaux supérieurs. Les pionniers, bactéries, algues et mycètes, étaient inconnus.

Ce fut l'objet de deux expéditions qui opérèrent au cours des années 1955-1956 et 1957-1958.

Leur principe était né au cours d'un voyage effectué au Congo par ANDRÉ-ROMAIN PREVOT, Directeur du Service des Anaérobies de l'Institut Pasteur de Paris et l'auteur de ces lignes. La grande tradition du célèbre institut, qui ne considère pas la microbiologie d'un point de vue simplement médical, devait suggérer l'appel à une collaboration de nos deux organismes.

De décembre 1955 à février 1958, HENRI H. MOLLARET, du Service de la Peste de l'Institut Pasteur de Paris et ANDRÉ FRIBOURG-BLANC, ancien assistant de cet Institut, se joignirent à la mission qui, depuis le 10 janvier 1952, travaillait sous la direction de GASTON-FRANÇOIS DE WITTE, à l'exploration du Parc National Albert. Ils firent de nombreux prélèvements d'eaux, de sédiments et de tourbes, destinés à être étudiés dans les laboratoires de Paris. CÉCILE POTVIEGE entreprit, sur les lieux, l'étude chimique des eaux, tandis que son mari, JEAN DE HEINZELIN DE BRAUCOURT, poursuivait l'exploration physiographique et géologique du Ruwenzori.

Enfin, HENRI-H. MOLLARET apporta la première contribution à l'étude d'états pathologiques du Daman de montagne et notamment d'un dermatophyte dont celui-ci est affecté.

Le présent fascicule est le deuxième consacré aux résultats d'une entreprise, qui marque le début d'un ensemble de recherches, dont on espère qu'elles ne sont que momentanément interrompues.

VICTOR VAN STRAELEN,  
Président de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo  
et du Ruanda-Urundi.

PARC NATIONAL ALBERT. — DEUXIÈME SÉRIE

MISSION HENRI H. MOLLARET

Fascicule 11 (1)

---

# LES EAUX DES LACS D'ALTITUDE DU RUWENZORI ET DU VISOKE ÉTUDE CHIMIQUE (1)

PAR

CÉCILE POTVLIÈGE (Bruxelles)

---

## INTRODUCTION

Ce travail concerne l'étude chimique des lacs du Ruwenzori et du lac occupant le cratère de l'ancien volcan Visoke.

Ce sont des lacs de haute altitude situés entre 3.200 et 4.350 m, d'âges légèrement différents (fin Pléistocène supérieur à moderne). Les lacs du Ruwenzori sont en majeure partie alimentés par les eaux de fonte des glaciers. Les moins élevés le sont aussi par des eaux de ruissellement. Le Visoke par contre est uniquement alimenté par l'eau de pluie et de drainage du cône intérieur.

Ces lacs se différencient des lacs européens et américains de haute altitude par le fait d'être situés à l'Équateur, c'est-à-dire de ne pas subir de variations saisonnières.

Tous ces lacs sont en général peu profonds et de faible étendue; cette profondeur varie de 1 m pour le lac le plus récent et le plus élevé : le lac Blanc, jusqu'à 37 m pour le lac Vert. Mais en général, ils ont une profondeur d'une dizaine de mètres. La surface varie de 9,18 ha à 0,10 ha. Le volume de 1.850,10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> à moins de 1.000 m<sup>3</sup>.

Avant d'aborder l'étude proprement dite des divers lacs, je tiens à résumer brièvement les méthodes suivies au cours des investigations. Une partie des analyses fut effectuée au laboratoire du Parc National Albert, au

---

(1) Cette étude a été réalisée avec l'aide d'une subvention de la Fondation pour favoriser l'Étude scientifique des Parcs Nationaux du Congo et du Ruanda-Urundi.

pied du Ruwenzori. Les autres furent faites au laboratoire de protistologie à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. J'y ai bénéficié de la compétence et de l'aide attentive de M. L. VAN MEEL que je remercie ici bien vivement.

Ce fut la première fois que l'on utilisa le laboratoire de Mutsora, laboratoire spacieux, muni de tables et d'étagères, mais où il fallut amener tout le matériel d'analyse et organiser une distribution d'eau pour les besoins du laboratoire ainsi que la production d'eau distillée.

L'eau fut amenée par dérivation de la rivière Talya, d'abord sur un filtre de sable, cailloux, charbon de bois, de là dans des réservoirs vers le laboratoire où elle fut bidistillée en Pyrex. Les échantillons d'eau furent prélevés par les autres membres de l'expédition, descendus par les porteurs au laboratoire où ils furent analysés quant aux éléments labiles. Les éléments minéraux stables dont l'analyse demandait un appareillage spécial furent dosés à Bruxelles.

1° pH. — Le pH-mètre de Beckman modèle N muni d'électrodes de verre et de calomel fut utilisé. Il fut réglé systématiquement à l'aide de solutions tampon Beckman de pH = 4,0-7,0 et 10,0 (latitude d'erreur  $\pm 0,05$  pH).

2° Alcalinité. — Celle-ci a été déterminée par potentiométrie au moyen de solutions Titrisol HClN/10. La précision de la burette était au 50° (latitude d'erreur  $\pm 0,01$  cc HClN/1).

3° Acide carbonique libre. — Par potentiométrie au moyen du pH-mètre de Beckman, solution Titrisol Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> N/10. Burette au 100° (latitude d'erreur  $\pm 0,06$  mg/l).

4° Oxygène. — On a fait usage de la méthode classique de Winkler. Solution Titrisol d'hyposulfite N/10. En ce qui concerne les calculs, le % de saturation fut corrigé non seulement pour la température mais encore pour la pression atmosphérique, en appliquant la méthode de C. H. MORTIMER (1956). Afin de faciliter les calculs j'ai fait usage de la règle à calcul circulaire pour dosage de l'oxygène récemment introduite par R. BURKARD (1956).

5° Cl. — Dosage ordinaire par la méthode de Mohr.

6° SO<sub>4</sub>. — Par volumétrie iodométrique.

7° NO<sub>3</sub>. — Par colorimétrie à la brucine sulfurique.

8° NO<sub>2</sub>. — Par colorimétrie à la méthode de Griess en appliquant la réaction colorée au moyen d'acide sulfanilique et de naphthylamine.

9° PO<sub>4</sub>. — Par colorimétrie de l'acide phosphomolybdique réduit par le chlorure stanneux.

10° Si O<sub>2</sub>. — Par colorimétrie de l'acide silicomolybdique et comparaison avec une solution d'acide picrique de teinte équivalente (latitude d'erreur  $\pm 0,1$  mg/l).

11° Ca et Mg. — Dosage volumétrique à l'aide de Complexon, selon une méthode mise au point au laboratoire par M. L. VAN MEEL (latitude d'erreur  $\pm 0,08$  mg/l).

12° Na et K. — Au moyen d'un photomètre à flamme en adoptant la méthode du standard interne (latitude d'erreur  $\pm 0,1$  mg/l pour Na et  $\pm 0,05$  mg/l pour K).

13° NH<sub>3</sub>. — Par nesslerisation et colorimétrie.

14° Fer. — Par colorimétrie à l'ortho-phénanthroline (latitude d'erreur  $\pm 0,02$  mg/l).

15° Urée. — Selon la méthode décrite par KORTZ et COHEN, 1954. On développe une coloration rose en faisant réagir l'urée avec de la diacétylmonoxime en présence d'une amine aromatique (diphénylamine-para-sulfonate de sodium) et de persulfate de potassium. La réaction est fort sensible à la lumière solaire et à la température. Afin d'opérer dans les meilleures conditions, tous les dosages d'urée furent faits après le coucher du soleil. Toutefois, des causes indéterminées ont considérablement réduit la sensibilité de la méthode telle qu'elle fut mise au point à Bruxelles (j'ai obtenu à Bruxelles une sensibilité de 1 micromole à  $\pm 3$  % et à Mutsora une sensibilité de 0,5 mg/l). L'un des facteurs en cause était sans doute la température trop élevée du laboratoire (supérieure à 24°, température optimum pour la réaction colorée).

16° Résistivité. — Mesurée en ohms/cm<sup>2</sup> à 18° à l'aide du conductomètre Metrohm 182.

17° Température. — Fut mesurée aux diverses profondeurs à l'aide d'un thermomètre à renversement (latitude d'erreur estimée à  $\pm 0,2^\circ$ ).

## CARTOGRAPHIE ET MESURES D'ALTITUDE.

On trouvera dans la publication de J. DE HEINZELIN et H. MOLLARET (1956) les cartes et courbes bathymétriques de cinq des lacs étudiés : Blanc, Gris, Vert, Noir, Catherine.

M. J. DE HEINZELIN a complété ces cartes en 1958 par celles des lacs de Kitandara et du Visoke, qu'on trouvera ici (fig. 1, 2, 3 et 4).

Les altitudes lues à l'altimètre Thommen furent corrigées selon une méthode approchée décrite en 1956.

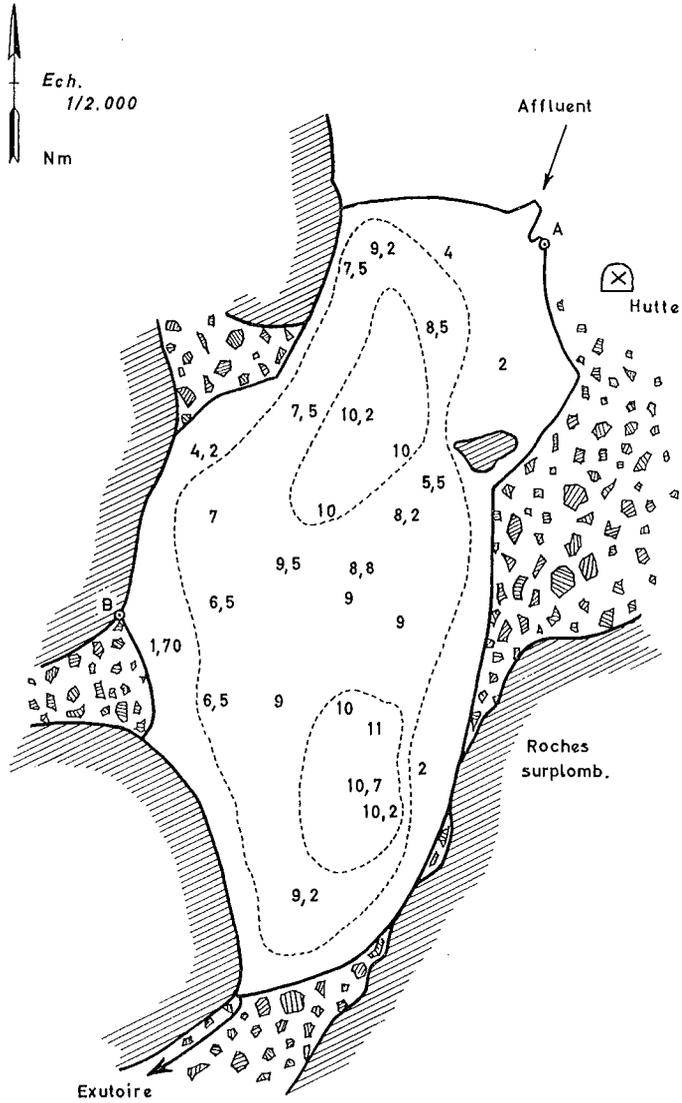


FIG. 1. — Lac inférieur de Kitandara.  
(Cartographie JEAN DE HEINZELIN.)

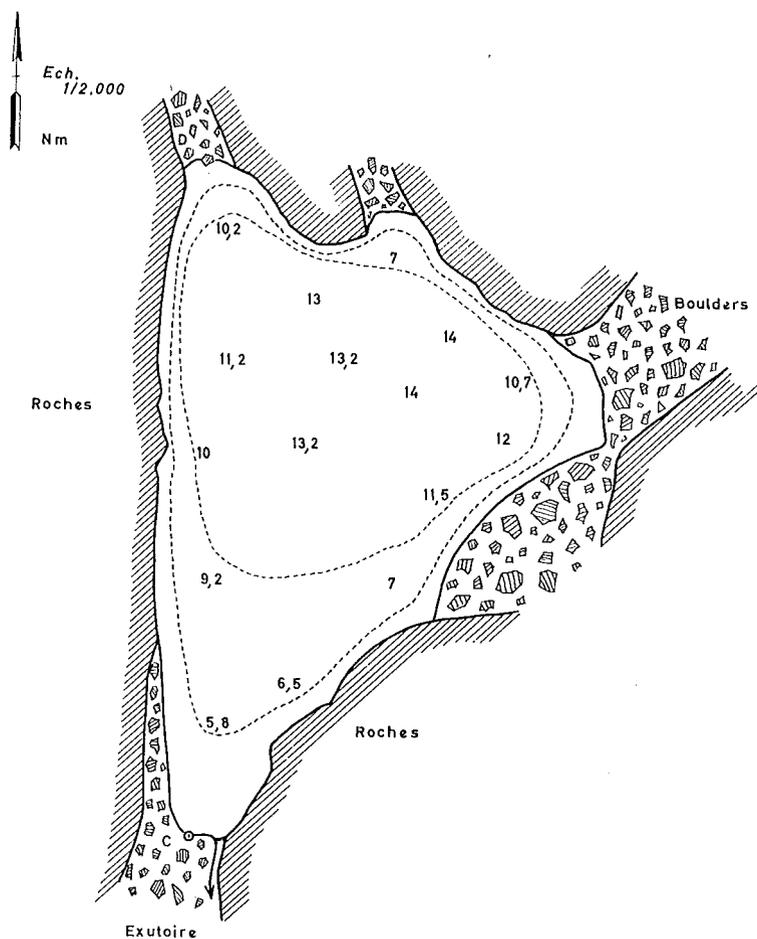


FIG. 2. — Lac supérieur de Kitandara.  
(Cartographie JEAN DE HEINZELIN.)

Pour le calcul de la saturation en oxygène, la pression atmosphérique fut déduite des mesures d'altitude à l'aide d'un graphique spécialement établi par M. L. JONES, de l'Institut Géographique Militaire. Que M. JONES veuille bien trouver ici l'expression de mes remerciements.

Les courbes de niveau ont été interpolées entre les stations de sondage et les surfaces ont été planimétrées. Les volumes ont été calculés d'après la formule approchée de PENCK :

$$V = \frac{h(A + a + \sqrt{Aa})}{3}$$

pour chaque tranche de hauteur  $h$ , de surface supérieure et inférieure  $A$  et  $a$ . Le volume total est  $\Sigma V$ .

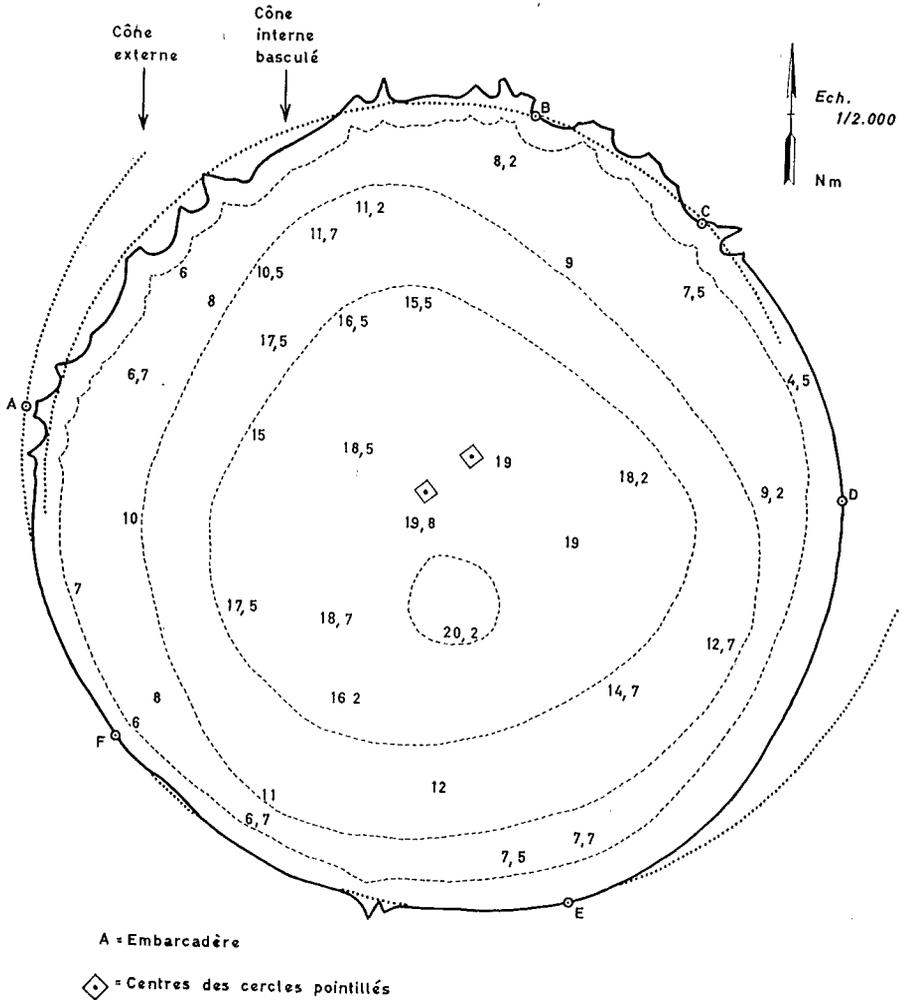


FIG. 3. — Cratère-lac du Visoke (ou Bishoke).  
(Cartographie JEAN DE HEINZELIN.)

Profondeur moyenne = (volume total/surface supérieure).

Il faut admettre une large marge d'erreur pour les chiffres trouvés. En effet, les positions de toutes les stations de sondage ne sont qu'approchées, les lectures d'angles précises étant pratiquement impossibles en bateau, par suite de la dérive due au vent.

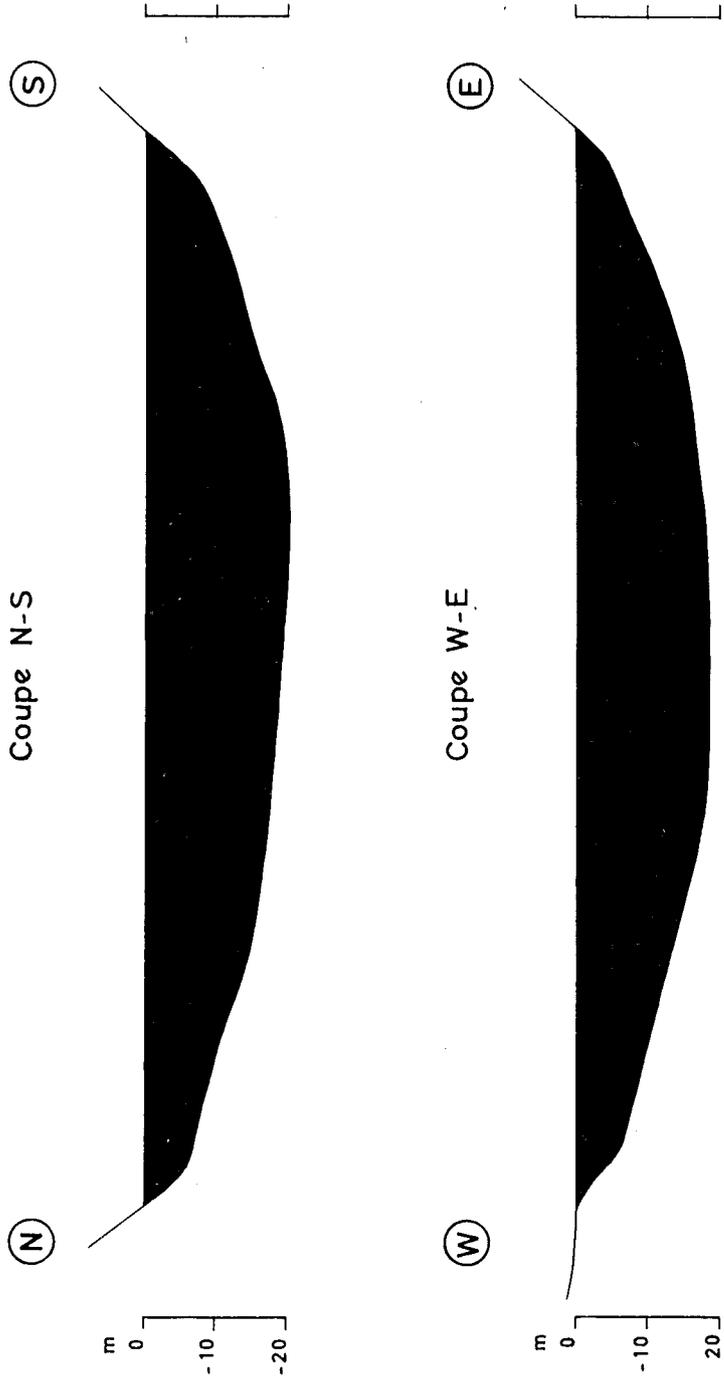


Fig. 4. — Coupe au travers du cratère-lac du Visoke.

TABLEAU II. — Température.

	Lac Noir	Lac Vert	Lac Gris	Lac Blanc	Lac Catherine	Kitandara Inférieur	Kitandara Supérieur	Visoke
Altitude corrigée en m ...	3.785	4.185	4.300	4.350	4.050	3.805	3.828	3.587
Température :								
de surface en 1956 ...	7°8 (16.II)	—	2°6 (13.II)	2°6 (13.II)	6°1 (12.II)	—	—	—
profondeur en 1956 ...	7°3 (16.II) 9 m	6° (10.II) 5 m 6°1 (10.II) 30 m	—	—	—	—	—	—
Température de l'air en 1956 .	6°4	7°6	5°	4°9	7°	—	—	—
Température :								
de surface en 1958 ...	—	6°8 (5.I) 6°2 (16.I)	—	1° (8.I)	6°5 (15.I)	—	5°2 (13.I)	9°7
profondeur en 1958 ...	—	5°2 (5.I) 15 m 5°7 (16.I) 15 m 5°5 (16.I) 25 m 4°9 (5.I) 34 m	—	—	5°5 (15.I) 9,5 m	5°3 (13.I) 7,5 m	4°6 (13.I) 10,5 m	8°7 5 m 8° 10 m 7°5 15 m 7°7 19 m 7°7 20 m

TABLEAU III. — Oxygène.

	Température °C	Oxygène mg/l	Oxygène cc/l	Oxygène % de saturation
Lac Noir : surface ... ..	7°8 (1956)	6,38	4,46	87
Lac Vert :				
surface ... ..	6°2	7,00	4,89	97
15 m . ... ..	5°7	6,74	4,71	92
25 m . ... ..	5°5	6,30	4,40	85
Lac Gris :				
surface ... ..	2°6	8,16	5,80	103
3 m .. ... ..	—	8,00	5,60	101
Lac Blanc : surface ... ..	1°	7,75	5,42	95
Lac Catherine :				
surface ... ..	6°5	7,34	5,13	100
9,5 m ... ..	5°5	6,83	4,78	91
Visoke :				
surface ... ..	9°7	6,17	4,31	86
5 m . ... ..	8°7	6,77	4,73	93
10 m . ... ..	8°	3,97	2,77	53
15 m . ... ..	7°5	1,24	0,86	15
19 m . ... ..	7°7	0,91	0,63	12
20 m . ... ..	7°7	0,66	0,46	9

TABLEAU IV. — Système de l'acide carbonique.

	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> libre mg/l	Alcalinité cc HCl/N ‰	pH
Lac Noir : surface ... ..	2,55	1,80	0,18	6,85
Lac Vert :				
surface ... ..	2,80	1,98	0,037	6,5
15 m . ... ..	2,55	1,80	0,035	6,4
25 m . ... ..	2,43	1,72	—	6,3
34 m . ... ..	3,24	2,29	0,03	6,25
Lac Gris :				
surface ... ..	2,49	1,76	0,03	6,2
fond 3 m . ... ..	2,18	1,54	0,03	6,2
Lac Blanc : surface ... ..	2,58	1,82	0,00	5,65 à 6,1 d'après les endroits
Lac Catherine :				
surface ... ..	2,24	1,58	0,20	7,0
9,5 m (fond) ... ..	2,23	1,58	0,20	7,0
Kitandara inférieur :				
surface ... ..	2,18	1,54	0,07	6,6
7,5 m (fond) ... ..	2,33	1,65	0,11	6,6
Kitandara supérieur :				
surface ... ..	2,74	1,93	0,08	6,6
10,5 m (fond) .. ... ..	2,21	1,56	0,09	6,6
Visoke :				
surface ... ..	3,44	2,44	0,05	6,0
5 m .. ... ..	3,51	2,48	0,05	6,0
10 m . ... ..	6,45	4,57	0,05	5,7
15 m . ... ..	8,41	5,96	0,05	5,6
19 m . ... ..	9,96	7,06	0,05	5,5

TABLEAU V. — Silice.

Lac Noir : surface ... ..	4,40 mg/l de SiO <sub>2</sub>
Lac Vert :	
surface ... ..	3,90
15 m . ... ..	3,72
25 m . ... ..	3,80
34 m . ... ..	3,90
Lac Gris :	
surface ... ..	0,00
fond .. ... ..	0,00
Lac Blanc ... ..	0,00
Lac Catherine :	
surface ... ..	2,31
fond .. ... ..	3,63
Kitandara inférieur :	
surface ... ..	3,96
7,5 m ... ..	4,10
Kitandara supérieur :	
surface ... ..	3,96
10,5 m ... ..	4,10
Visoke :	
surface ... ..	3,90
5 m .. ... ..	3,80
10 m . ... ..	4,02
15 m . ... ..	3,70
19 m . ... ..	3,90

TABLEAU VI. —

	Lac Noir	Lac Vert	Lac Gris
Ca mg/l ... ..	3,60 (S)	0,64 (S) 0,84 (15 m) 0,76 (25 m) 0,76 (34 m)	0,72 (S) 0,80 (F 3 m)
Mg mg/l ... ..	0,70 (S)	0,41 (S) 0,35 (15 m) 0,35 (25 m) 0,30 (34 m)	0,00
Na mg/l ... ..	2,0 (S)	1,7 (S) 1,6 (15 m) 2,1 (34 m)	1,2 (S) 1,1 (F 3 m)
K mg/l ... ..	0,40 (S)	0,40 (S) 0,22 (15 m) 0,52 (34 m)	0,20 (S) 0,20 (F 3 m)
Fe mg/l ... ..	0,10 (S)	0,08 (S) 0,08 (15 m) 0,10 (25 m) 0,11 (34 m)	0,00 (S) 0,13 (F 3 m)
Résistivité à 18° en ohms/cm <sup>2</sup> ... ..	43.000	108.000 (S) 112.000 (F)	166.000 (S) 157.000 (F)
Salinité mg/l ... ..	22	9 (S) 9 (F)	4 (S) 4 (F)
Sous-sol géologique ... ..	Gabbro à hornblende et dérivés dynamométamor = Série du Stanley		

S = surface. F = fond.

## Système des cations.

Lac Blanc	Lac Catherine	Kitandara Inférieur	Kitandara Supérieur	Visoke
0,60 (S)	3,20 (S) 4,56 (F 9,5 m)	3,08 (S) 3,04 (F 7,5 m)	2,24 (S) 2,44 (F 10,5 m)	0,68 (S) 0,76 (5 m) 0,72 (10 m) 0,60 (15 m) 0,56 (19 m)
0,00	tr. (S) 0,53 (F 9,5 m)	0,20 (S) 0,24 (F 7,5 m)	0,34 (S) 0,29 (F 10,5 m)	0,41 (S) 0,29 (5 m) 0,31 (10 m) 0,38 (15 m) 0,44 (19 m)
1,1 (S)	2,4 (S) 1,4 (F 9,5 m)	0,8 (S) 1,5 (F 7,5 m)	2,0 (S) 1,5 (F 10,5 m)	1,7 (S) 1,9 (5 m) 1,9 (10 m) 1,7 (15 m) 2,2 (19 m)
0,20 (S)	0,68 (S) 0,74 (F 9,5 m)	0,32 (S) 0,33 (F 7,5 m)	0,20 (S) 0,40 (F 10,5 m)	0,54 (S) 0,55 (5 m) 0,47 (10 m) 0,67 (15 m) 0,55 (19 m)
0,00	tr.	0,00	0,00	0,07 (S) 0,07 (5 m) 0,07 (10 m) 0,18 (15 m) 0,20 (19 m)
174.000 (S)	37.000 (S) 38.000 (F)	54.000 (S) 55.000 (F)	69.000 (S) 64.000 (F)	95.000 (S) 92.000 (F)
2	21 (S) 23 (F)	13 (S) 16 (F)	14 (S) 14 (F)	10 (S) 11 (F)
phiques, amphibolites, dolérites		Schistes et micaschistes à cordiérite, sillimanite, grenats; drainage provenant des roches basiques de la Série du Stanley		Cône volcanique

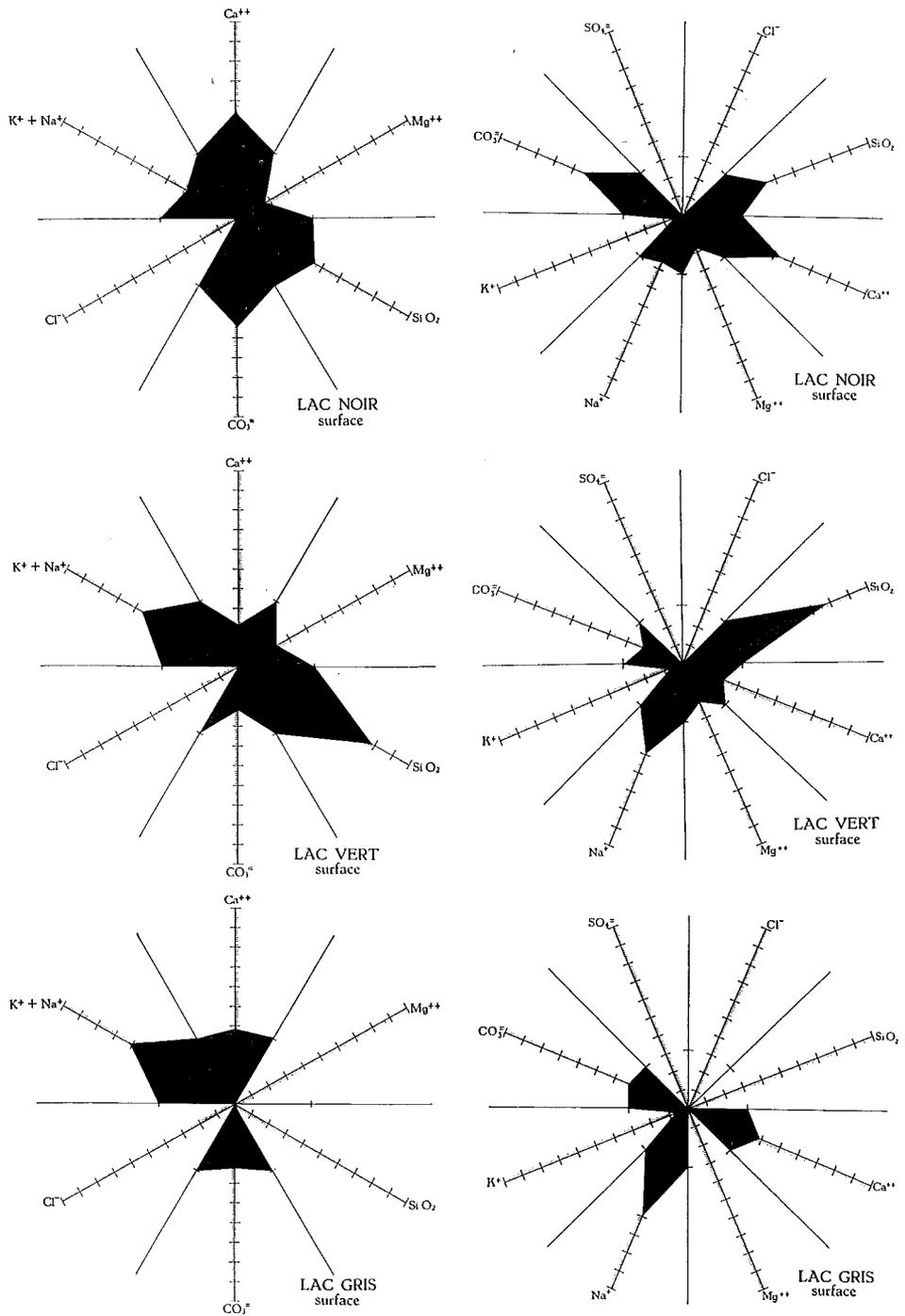


FIG. 5. — Diagrammes ioniques.

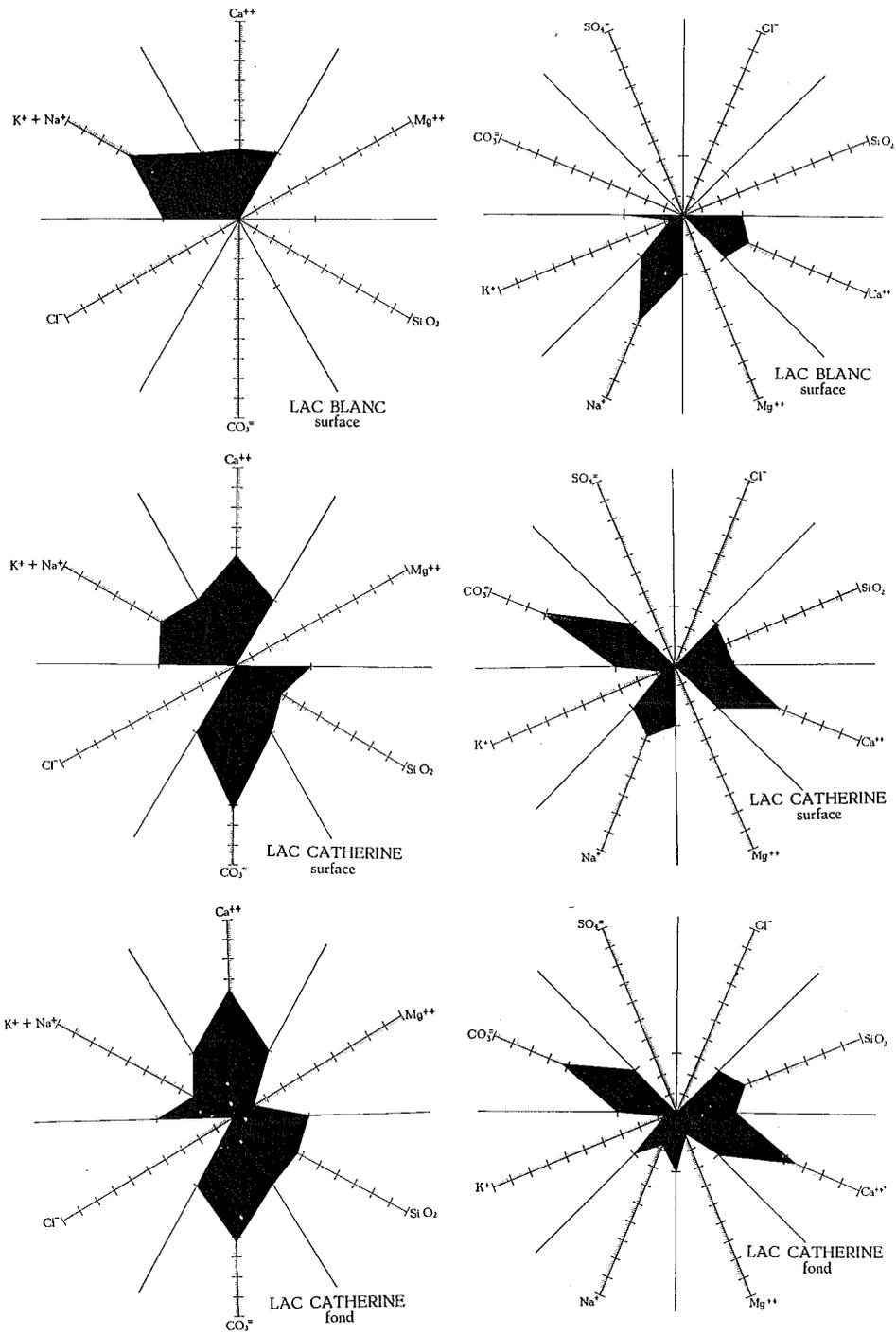


FIG. 6. — Diagrammes ioniques.

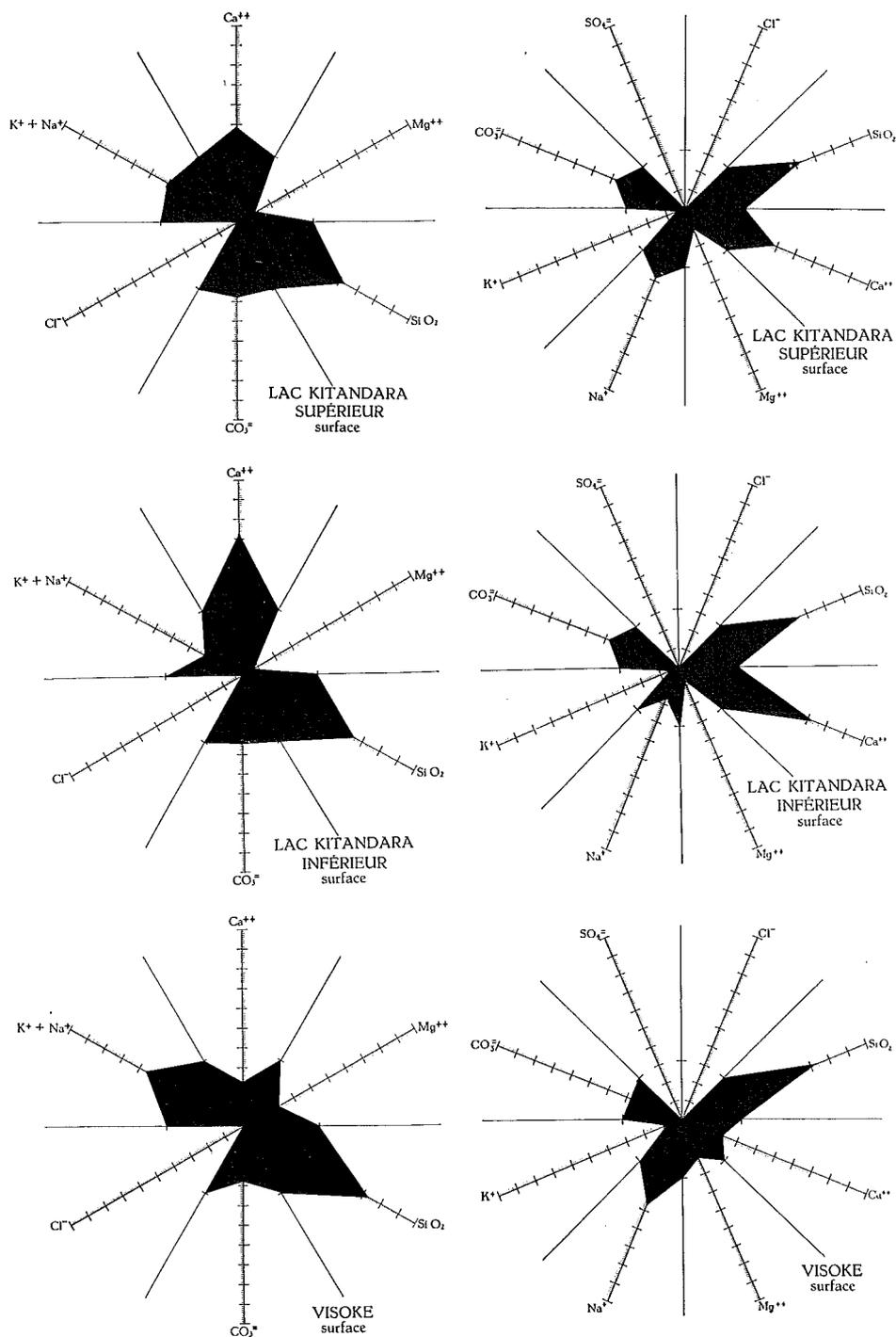


FIG. 7. — Diagrammes ioniques.

# LAC VERT

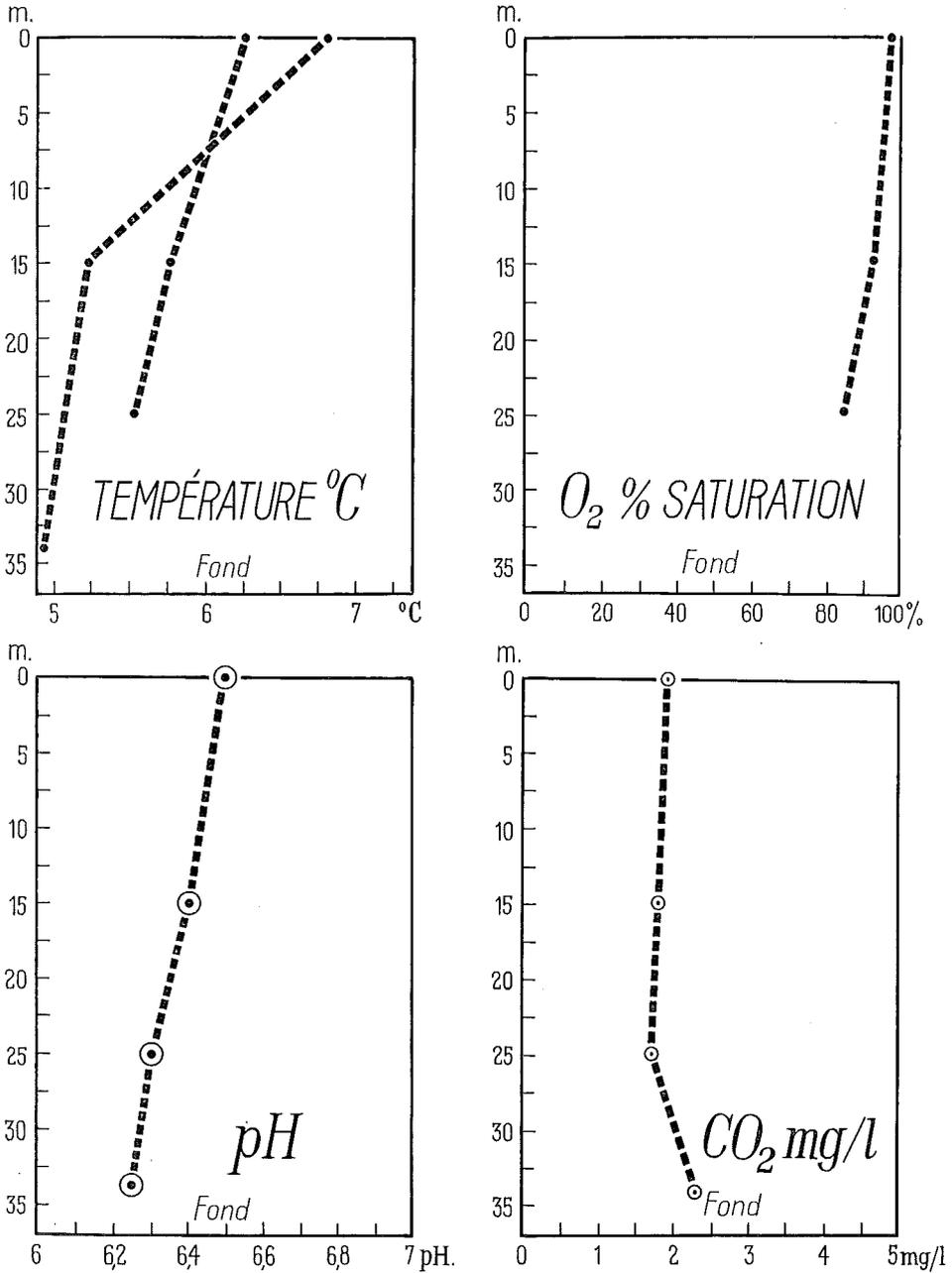


FIG. 8. — Lac Vert. Stations en profondeur.

# VISOKE

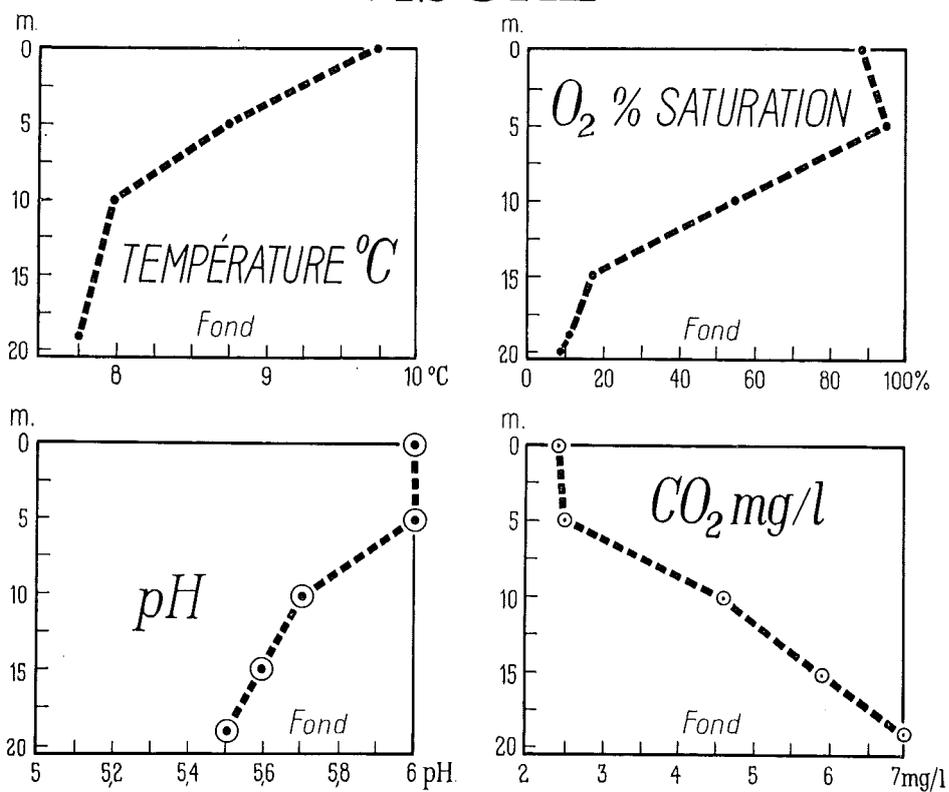


FIG. 9. — Cratère-lac du Visoke. Station de profondeur.

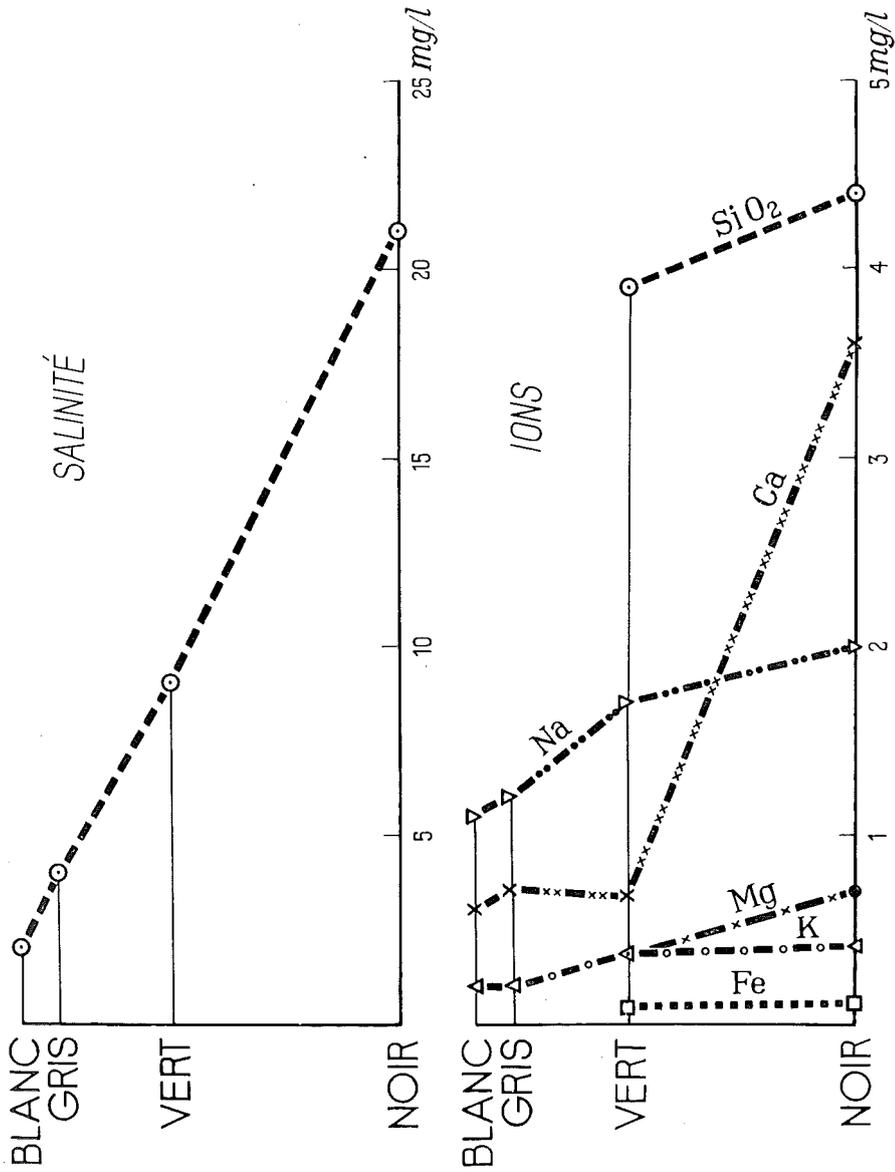


Fig. 10. — Evolution de la salinité et des concentrations ioniques en fonction de la longueur du drainage.

## DISCUSSION ET COMPARAISON DES RÉSULTATS.

### LA TEMPÉRATURE.

La température de la plupart des lacs du Ruwenzori avait déjà été mesurée une première fois en 1956, vers la même période de l'année; il n'y a guère d'écart entre les deux séries de mesures. Sans qu'on ait pu le vérifier, on ne peut s'attendre à des variations saisonnières importantes puisque ni l'ambiance ni l'alimentation ne subissent de fluctuations notables.

Par contre, il existe certainement des variations journalières et diurnes-nocturnes de la surface, sous l'influence de l'insolation, de la nébulosité et du brassage par le vent. Ces facteurs paraissent se manifester lorsqu'on compare les courbes de température en profondeur du lac Vert à dix jours d'intervalle. Dans un cas, la courbe est rectiligne et, dans l'autre, fort infléchie. A l'altitude du lac Vert, une nébulosité presque constante est entrecoupée de rares éclaircies très ensoleillées avec très forte irradiation. D'autre part, pendant les périodes de mauvais temps, il n'est pas rare que des vents de l'ordre de 80 km/h balayent la surface des lacs.

La température de surface paraît dépendre surtout de l'alimentation. Les lacs Blanc et Gris, alimentés directement par le glacier Stanley occidental, ont une température inférieure à 4°. Le lac Vert, situé plus bas dans la même vallée, a une température de surface plus élevée. L'eau parvenue au lac Noir, le plus bas, a déjà semble-t-il eu le temps de se mettre à peu près en équilibre avec le milieu, car sa température est voisine de la température de l'air.

La température du lac Catherine est semblable à celle du lac Vert, mais les lacs de Kitandara, cependant à une altitude inférieure, ont des températures de 1°5 plus basses. Sans doute parce qu'ils sont situés dans une vallée encaissée et plus proches d'une alimentation directe par les glaciers du Stanley sud et du Baker.

La température de surface du Visoke, situé à une altitude comparable mais dans une tout autre ambiance que les lacs de Kitandara et le lac Noir, a une température de surface plus élevée, proche de 10°.

L'évolution de la température en fonction de la profondeur n'est, parmi nos mesures, significative que pour le lac Vert et le Visoke. Pour le lac Vert, les eaux du fond s'approchent de la densité maximum de 4°5. Pour le Visoke, la température ne s'abaisse que très peu avec la profondeur et paraît même s'élever d'un quart de degré au contact du fond, ce qui pourrait être l'indice d'une activité volcanique latente.

On n'a pu mettre en évidence l'existence d'un thermocline, les mesures étant trop espacées. Au lac Vert, il s'en ébauche peut-être un le 5 janvier mais il disparaît certainement le 16 janvier.

Les plus caractéristiques des lacs du Ruwenzori : lac Vert, lac Noir, lacs de Kitandara pourraient être classés parmi les lacs oligomictiques de HUTCHINSON et LOFFER : lacs de faible surface dans une région de grande humidité à température moyenne supérieure à 4°; ils ne possèdent guère de circulation, une faible différence de température entre la surface et le fond suffisent à maintenir une stratification stable; ils subissent peu ou pas de circulation, hormis celle de surface entre l'affluent et l'effluent.

Par contre, s'il s'avère que la température du Visoke augmente réellement au contact du fond, ce pourrait être l'amorce d'une circulation très lente.

#### L'OXYGÈNE.

Outre la latitude d'erreur inhérente au dosage proprement dit, il faut se remémorer les sources de difficultés et les causes d'erreur suivantes :

a) difficultés de prélèvement, une partie des manipulations devant se faire dans le bateau, c'est-à-dire dans des conditions pénibles et instables;

b) le transport fait subir aux flacons scellés des variations rapides de température et de pression (difficulté d'éviter que les flacons ne se descellent);

c) correction par rapport à l'altitude et à la pression atmosphérique (recalculée indirectement) pour le calcul de la saturation;

d) dans certains cas, imprécision de la mesure de température, notamment à propos des lacs Noir et Gris, pour lesquels les températures de 1956 ont été reprises.

On peut conclure que tous les lacs du Ruwenzori examinés sont saturés en surface, donc en équilibre avec l'atmosphère. En profondeur, leur saturation ne descend pas au-dessous de 85 %, même à 25 m. Aucun d'eux n'a donc de flore planctonique, alguaire ou bactérienne suffisante pour causer soit une sursaturation, soit un déficit d'oxygène.

La situation est tout autre au lac du Visoke. La surface n'est pas saturée, ce qui est malaisément explicable (effet d'une chute momentanée de pression atmosphérique ?). A 5 m de profondeur, on mesure 92,5 % de saturation, ce qui peut être dû à une photosynthèse. Plus bas, la courbe devient très fortement clinograde : 51 % et 15,3 % respectivement à 10 et 15 m de profondeur. Près du fond, la saturation n'atteint même plus 10 %. L'augmentation en CO<sub>2</sub> dissout avec la profondeur est concomitante de l'abaissement du taux d'oxygène, ce qui montre bien l'intervention d'une activité bactérienne. La légère élévation des taux de Na et Fe au voisinage du fond pourrait indiquer une action de la vase qui, en s'oxydant, libérerait des ions métalliques (MORTIMER, C., 1941).

### LE SYSTÈME DE L'ACIDE CARBONIQUE.

#### A. — Acide carbonique libre.

Dans les lacs du Ruwenzori, la concentration en acide carbonique dissout est faible et est probablement due principalement, sinon exclusivement, à la dissolution de  $\text{CO}_2$  atmosphérique. Cette concentration est du même ordre de grandeur pour tous les lacs (1,5 à 2,0 mg  $\text{CO}_2$  libre par litre) et elle varie très peu avec la profondeur. Seules les eaux du lac Vert et de Kitandara inférieur montrent une très légère augmentation de la concentration vers le fond, qui doit être attribuée à une activité bactérienne.

Il en va autrement au Visoke, où la concentration en acide carbonique libre est quasi constante dans les cinq premiers mètres mais augmente considérablement au voisinage du fond, en même temps que la saturation en oxygène se réduit presque à rien; l'activité bactérienne aérobie (et probablement aussi anaérobie) y est donc bien plus considérable qu'au Ruwenzori.

Au Ruwenzori, le lac Noir est sans doute le siège d'une activité biologique supérieure aux autres mais il n'a malheureusement pas été étudié en détail.

#### B. — Alcalinité.

Celle-ci est partout très basse, au voisinage des limites de dosage. Les lacs Noir et Catherine ont les alcalinités les plus fortes, ce sont aussi ceux dont le pH est le plus grand, respectivement 6,8 et 7.

#### C. — pH.

Tous les lacs sont proches de la neutralité mais légèrement acides, sauf le lac Catherine qui est parfaitement neutre sur toute la profondeur.

D'une façon générale, le pH ne varie guère avec la profondeur. Le lac Vert passe de 6,5 en surface à 6,25 en profondeur et le lac du Visoke de 6,0 à 5,5.

On se rappellera que les mesures de 1956 donnèrent régulièrement des pH beaucoup plus acides. Or, on ne peut admettre que les acidités aient réellement toutes varié en l'espace de deux ans. La raison des divergences est donc à trouver dans les méthodes de mesure.

En 1956, les mesures furent faites sur place, l'eau étant prélevée directement; on a fait usage d'un colorimètre à disque qui était en dépôt à Mutsora et qui avait été utilisé avec des résultats satisfaisants par d'autres missions scientifiques.

En 1958, les mesures furent faites au pH-mètre Beckman sur échantillons acheminés à la base de Mutsora. Les mesures elles-mêmes ne peuvent être mises en doute, mais il se peut que le pH des échantillons ait varié par suite du transport (agitation, changement de température et de pression, fermentations).

Il convient donc de réserver une opinion définitive sur les valeurs réelles des pH, tant qu'on n'aura pas transporté de pH-mètre sur les rives mêmes des lacs.

#### LA SILICE.

La concentration en silice est du même ordre de grandeur dans tous les lacs et à toutes les profondeurs, à l'exception des lacs les plus jeunes.

Seuls les lacs Blanc et Gris n'en contiennent pas du tout. La silice entre donc en solution dans l'eau dans le parcours ultérieur des eaux, c'est-à-dire lorsque celles-ci passent au sein des moraines déjà couvertes de végétation.

La concentration, au lac Catherine, diminue de moitié en surface et on peut se demander si cela n'est pas dû à l'activité de diatomées.

#### LE FER.

Cet élément ne se trouve qu'à l'état de traces et sa concentration est à peu près la même partout : environ 0,1 mg par litre. Les lacs Blanc, Catherine et de Kitandara paraissent ne pas en contenir du tout.

Au Visoke, la concentration augmente nettement au voisinage du fond, sans doute par l'activité de la vase.

#### CONDUCTIVITÉ.

Elle est exprimée comme une résistivité en ohm/cm<sup>2</sup> à 18° C. Cette résistivité est la plus grande pour les lacs les plus élevés de la Kamusoso (Blanc à Vert) : à des salinités inférieures à 10 mg/l correspondent des résistivités de 110.000 et 175.000 ohms/cm<sup>2</sup>. Les lacs de Kitandara, dont la salinité est comprise entre 13 et 16 mg/l, ont une résistivité de 55.000 et 70.000 ohms/cm<sup>2</sup>. Le lac Noir, dont la salinité est de 22 mg/l, a une résistivité moindre : 43.000 ohms/cm<sup>2</sup>.

D'après C. MORTIMER, 1941, la conductivité exprimée en megohms à 18° est égale à 1,6 fois la concentration totale de la salinité, dans des eaux où le bicarbonate est l'anion principal. C'est le cas du lac Catherine, où l'alcalinité représente 72 % à 62 % des anions. La salinité de surface est égale à 21 mg/l, ce qui correspondrait théoriquement à une résistivité de 33,6 megohms (mesuré 37). La salinité au fond est égale à 23 mg/l, ce qui correspondrait théoriquement à une résistivité de 36,8 megohms (mesuré 38).

#### SALINITÉ.

Le graphique de la figure 10 exprime l'évolution de la salinité en fonction du parcours des eaux et donc du drainage. Les positions des lacs sur l'axe des ordonnées correspondent à peu près aux distances qui les séparent dans la vallée glaciaire.

La salinité est une fonction linéaire de la longueur de drainage.

Fe, Mg et Si O<sub>2</sub> n'apparaissent pratiquement qu'à partir du lac Vert, c'est-à-dire à partir du moment où les dépôts morainiques anciens et couverts de végétation sont drainés. L'évolution des alcalins, K et Na est beaucoup plus graduelle et presque linéaire : ce sont les éléments solubles des réseaux cristallins minéraux. L'augmentation considérable du taux de Ca entre les lacs Vert et Noir peut être attribuée à la présence d'une barre de cipolin à hauteur de Kiondo.

#### ÉLÉMENTS ABSENTS OU À L'ÉTAT DE TRACES.

Dans aucune des eaux analysées, on n'a pu déceler de :

chlorures (limite de sensibilité du dosage 1 mg Cl/l);  
sulfates (id. 0,3 mg SO<sub>4</sub><sup>--</sup>/l);  
nitrites (id. 0,015 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup>/l);  
phosphates (id. 0,01 mg P/l).

Les phosphates furent dosés le lendemain du prélèvement dans les eaux du lac Vert, après quelques jours dans les eaux des autres lacs du Ruwenzori et après une quinzaine de jours dans les eaux du Visoke.

La limite extrême de la sensibilité du dosage de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> semble être de 0,04 mg/l (en ajoutant au réactif quelques gouttes d'une solution de sublimé). Les traces de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> étaient partout inférieures à 1 mg/l.

La limite de sensibilité du dosage de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> est de 0,2 mg/l. Les traces de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> étaient partout inférieures à 1 mg/l (lac Noir, en surface 0,7; lac Vert, en surface 0,4; lac Gris, en surface 0,2; lac Blanc, en surface 0,2; lac Catherine, en surface 0,4; lacs de Kitandara, en surface 0,3; lac du Visoke, de 0,2 en surface à 0,6 au fond).

L'absence pratiquement complète de phosphates (malgré la grande sensibilité de la méthode) est particulièrement remarquable. Elle constitue peut-être le facteur limitatif majeur au développement de la vie dans ces lacs.

Les eaux du Visoke n'ont pu être dosées que huit jours après prélèvement et peut-être des traces anioniques furent-elles fermentées pendant ce temps.

#### URÉE.

La découverte d'*Inflabilis lacustris* au lac Catherine et ultérieurement dans quelques autres échantillons d'eau a posé la question de la présence d'urée dans ces lacs et de l'origine éventuelle de cette urée.

La quantité d'urée en solution dans l'eau, au centre d'un bassin, est trop faible pour être décelée. L'urée n'en est pas moins présente dans les macérations et les paquets d'algues des bords. Elle fut notamment identifiée ainsi au lac Catherine (1,5 mg/l) et au bord du lac Gris. On peut donc croire à une synthèse végétale d'urée, aux dépens d'associations alguaire, ce qui justifie l'apparition d'une fonction uréase et une certaine spécialisation chez *Inflabilis lacustris*.

### FIGURATION GRAPHIQUE ET CLASSEMENT.

Les eaux analysées ne se prêtent pas bien à la figuration devenue classique du diagramme à six ions (KUFFERATH, J., 1951). C'est pourquoi je présente simultanément pour chaque eau de surface un diagramme à six ions légèrement modifié et un diagramme à huit ions construit sur le même principe. En effet, pour obtenir une balance équilibrée, il faut tenir compte de la silice, laquelle est présente en quantités appréciables dans ces eaux. Dans le diagramme à six ions, j'ai fait occuper par la silice la place des ions  $\text{SO}_4^{--}$  absents.

#### A. — Eaux pentaioniques.

En tenant compte de la silice comme cinquième ion, on peut réunir dans cette classe les lacs Noir, Vert, de Kitandara, du Visoke et les eaux du fond du lac Catherine. Tous sont achlorurés et asulfatés.

Les eaux des deux lacs de Kitandara sont fort semblables, sauf que la proportion de  $\text{Ca}^{++}$  est un peu plus forte dans le lac inférieur.

#### B. — Eau tétraionique.

C'est le cas de l'eau de surface du lac Catherine. Elle est sans magnésium, sans sulfates, sans chlorures et ne contient qu'une quantité réduite de silice.

#### C. — Eaux aberrantes.

Cas du lac Gris : trois cations  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  contre un seul anion à l'état de traces,  $\text{CO}_3^{--}$ . La balance n'est pas équilibrée.

Cas du lac Blanc : les trois mêmes cations sont présents mais ne paraissent équilibrés par aucun anion.

On pourrait décrire ces eaux comme triioniques non équilibrées. On peut présenter deux hypothèses explicatives de cette anomalie : les cations peuvent être soit liés à des acides organiques non dosés soit liés à des colloïdes argileux (lait de glacier).

### COMPARAISONS.

Bien peu de données comparables aux nôtres figurent dans la littérature limnologique et hydrobiologique. Citons, parmi les revues qui nous sont accessibles :

- lacs des Alpes entre 1.800 et 2.625 m (PESTA, O., 1929);
- lacs de Norvège entre 1.214 et 1.448 m (MÜNSTER-STRÖM, K., 1938);
- lacs du Canada, Montagnes Rocheuses entre 1.280 et 1.990 m (RAWSON, D. S., 1942);
- lacs du Colorado entre 2.500 et 3.884 m (PENNAK, R. W., 1941 à 1955);

- lacs japonais vers 2.800 m (YAGAMATA, N. et al., 1955);
- lacs du Tibet jusqu'à 5.297 m (HUTCHINSON, G. E., 1957).

a) Les lacs des Alpes étudiés par PESTA sont semblables aux lacs ruwenzoriens par leur faible surface, leur faible profondeur (42 lacs ont moins de 10 ha et moins de 7 m de profondeur), par leur concentration en oxygène voisine de la saturation avec faible diminution vers le fonds, par leur absence de nitrates, nitrites, ammoniacque, chlore (sauf traces), leur pauvreté en potassium (0,7 à 1,6 mg/l), en sodium (0,6 à 1,2 mg/l), en calcium (0,7 à 44 mg/l), en magnésium (0,18 à 6,18 mg/l).

b) Les quelques lacs de Norvège décrits par MÜNSTER-STRÖM sont semblables aux lacs ruwenzoriens par l'absence de thermocline, leur concentration en oxygène voisine de la saturation avec faible diminution en profondeur, un pH voisin de la neutralité pour les eaux dépourvues de boue glaciaire (glacial ooze); les eaux influencées par les boues glaciaires sont plus riches en matières dissoutes et élèvent leur pH jusqu'à 8,5.

c) Les lacs du Canada étudiés par RAWSON sont semblables aux lacs ruwenzoriens par l'absence de thermocline et une concentration en oxygène voisine de la saturation jusqu'au fond. Par contre, ces lacs sont alcalins et plus riches que les nôtres en sels dissous : silice (3,1 à 5,7 mg/l), calcium (17,6 à 47,3 mg/l), magnésium (5,6 à 14,3 mg/l), sodium (0 à 2 mg/l), sulfates (4,3 à 54,3 mg/l), bicarbonates (78,1 à 152 mg/l), alcalinité de 64,1 à 125 mg/l, carbonate de calcium, chlore absent sauf dans un lac.

d) Les lacs du Colorado étudiés par PENNAK et situés au-delà de 3.200 m sont comparables aux lacs ruwenzoriens par leur faible surface, leur faible profondeur (moins de 11 ha et moins de 10 m de profondeur moyenne), par leur absence de thermocline. Quatre parmi les lacs décrits ont, jusqu'au fond, une saturation en oxygène voisine de la saturation (comme au Ruwenzori), tandis que quatre autres montrent une diminution nette de l'oxygène avec la profondeur (comme au Visoke).

Ces lacs peuvent encore se comparer aux nôtres par leur pH voisin de la neutralité et variant peu en profondeur; leur concentration en CO<sub>2</sub> libre augmente vers le fond (comme au Visoke); leurs alcalinités et résidus secs sont supérieurs ou égaux aux nôtres (r. s. 17,38 à 102,74 mg/l).

e) Certains lacs japonais analysés par YAGAMATA et son équipe ont des concentrations ioniques semblables aux nôtres : sodium (0,19 à 1 mg/l), potassium (0,04 à 0,19 mg/l), calcium (0,26 à 2,13 mg/l), magnésium (0,40 à 2,89 mg/l), fer absent. Par contre, ces lacs sont très pauvres en silice (inf. à 0,3 mg/l) et leur pH est fort acide (5,0 à 5,2).

f) Les lacs du Tibet que HUTCHINSON a fait connaître sont très différents des nôtres. Un thermocline s'y dessine et la concentration en oxygène s'abaisse vers le fond. Ils se divisent en lacs dits ouverts, qui sont en communication avec l'extérieur et en lacs fermés.

Les caractéristiques des lacs ouverts sont les suivantes : pH de 7,1 à 8,7, résidu sec de 78 à 138 mg/l; concentrations ioniques faibles : potassium (3 à 6 mg/l), sodium (5 à 12 mg/l), magnésium (3 à 6 mg/l), calcium (9 à 17 mg/l), fer (0,3 à 0,5 mg/l), silice (3 à 9 mg/l).

Les lacs fermés ont un pH de 8,9 à 9,6, un résidu sec de 1.368 à près de 80.000 mg/l, les ions principaux étant sulfates, chlorures et carbonates.

On peut ajouter, d'une façon générale, qu'au point de vue climatique, les lacs du Ruwenzori et du Visoke sont seuls jusqu'ici, parmi leurs semblables décrits, à ne pas subir de régime saisonnier. Alors que les lacs norvégiens ou canadiens, par exemple, gèlent sur une grande profondeur pendant plusieurs mois de l'année, les lacs les plus élevés du Ruwenzori se couvrent presque chaque nuit d'une pellicule de glace (lac Blanc, lac Gris); non pas les autres ni le lac du Visoke.

### CONCLUSION GÉNÉRALE.

Il s'agit d'eaux très peu minéralisées dans lesquelles plusieurs des ions habituels manquent totalement et pour lesquelles il faut tenir compte au contraire d'ions habituellement négligés.

## BIBLIOGRAPHIE.

- BURKARD, R., 1955, Zur Ermittlung der relativen Sauerstoffsättigung von Wasser (*Jarb. vom Wasser*, 22).
- DE HEINZELIN, J. et MOLLARET, H., 1956, Biotopes de haute altitude. Ruwenzori I (*Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Expl. du Parc Nat. Albert*, 2<sup>e</sup> série, fasc. 3, 31 p., cartes et 6 pl.).
- HUTCHINSON, G. E., 1937, Limnological studies in Indian Tibet (*Intern. Rev. Hydrob.*, vol. 35, pp. 134-177).
- 1957, A treatise on limnology, vol. I, 1015 p. (John Wiley and Sons, New-York).
- KORITZ, S. B. et COHEN, P. P., 1954, Colorimetric determination of carbamylaminoacids and related compounds (*Journ. Biol. Chem.*, t. 209, pp. 145 et suiv.).
- KUFFERATH, J., 1951, Représentation graphique et classification rationnelle en types des eaux naturelles (*Bull. Inst. roy. Sc. nat. de Belgique*, t. XXVII, n<sup>os</sup> 43, 44 et 45).
- MORTIMER, C., 1941, The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes [*Journ. Ecol.*, t. 29, (2), pp. 280-329].
- 1956, The oxygen content of air-saturated fresh waters, and aids in calculating percentage saturation (*Intern. Verein. f. Theor. und Ang. Limnologie*, Mitt. 6, 20 p. et graph.).
- MÜNSTER-STRÖM, K., 1938, Norwegian mountain lakes (*Archiv. f. Hydrob.*, vol. 33, pp. 82-92).
- OHLE, W., 1935, Organische Kolloide in ihrer Wirkung auf den Stoffaushalt der Gewässer (*Naturwiss.*, 23, pp. 480-484).
- PENCK, A., 1894, Morphologie der Erdoberfläche, Bd I, Stuttgart.
- PENNAK, R. W., 1941, An introduction to the limnology of Northern Colorado (*University of Colorado studies*, Ser. D, Phys. and Biol. Sc., vol. I, n<sup>o</sup> 3, pp. 203-220, pl.).
- 1941, A bibliography of high altitude limnological investigations in the Western U. S. (*Ibid.*, Ser. D, vol. I, n<sup>o</sup> 3, pp. 225-229).
- 1945, Hydrography and morphometry of some Northern Colorado lakes — Some aspects of the regional limnology of Northern Colorado (*Ibid.*, Ser. D, vol. 2, n<sup>o</sup> 2, pp. 245-262 et 263-293).
- 1955, Comparative limnology of Eight Colorado mountain lakes (*Ibid.*, ser. Biol., n<sup>o</sup> 2, 75 p.).
- PESTA, O., 1929, Der Hochgebirgssee der Alpen (*Die Binnengewässer*, A. THIENEMANN, Stuttgart, 156 p.).
- RAWSON, D. S., 1942, A comparison of some large alpine lakes in Western Canada (*Ecology*, vol. 23, pp. 143-161).
- RUTNER, F., 1937, Limnologische Studien am einigen Seen der Ostalpen (*Archiv. f. Hydrob.*, vol. 32, pp. 167-319).

- 
- YAGAMATA, N. et AL., 1955, Geochemical studies in the district of Mount Norikura (II).  
On the chemical composition of the waters of alpine and subalpine lakes  
(*Jap. Journ. Limnol.*, vol. 17, pp. 18-22).
- YOSHIMURA, S., 1936, Limnological observations of two crater lakes of Miyake Island,  
Western North Pacific (*Jap. Journal of Geology and Geography*, vol. XIII,  
pp. 339-352).
- 1936, Contribution to the knowlegde of iron dissolved in the lake waters of Japan.  
Second report (*Ibid.*, vol. XIII, pp. 40-56).
-

## BACTÉRIES ANAÉROBIES DES LACS DU RUWENZORI

PAR

ANDRÉ-ROMAIN PRÉVOT (Paris)

---

Des 24 prélèvements rapportés par H. MOLLARET en 1956 de la première mission au Ruwenzori, 32 souches anaérobies ont été isolées et déterminées par M<sup>me</sup> DE CADORE et M<sup>le</sup> THOUVENOT.

Elles appartenait à 9 espèces différentes. Pour leur répartition géographique nous éliminons tout de suite les 4 prélèvements faits sur le glacier Stanley, tous stériles.

Les 5 prélèvements du lac Marion ont fourni 8 souches appartenant aux espèces *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris* et *Clostridium saccharobutyricum*.

Les 4 prélèvements du lac Noir ont fourni 6 souches appartenant aux espèces *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*, *Clostridium caproicum*, *Cl. acetobutyricum*.

Les 3 prélèvements du lac Blanc ont fourni 3 souches appartenant aux espèces *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*, *I. barati*.

Les 2 prélèvements du lac Gris ont fourni 5 souches appartenant aux espèces *Inflabilis lacustris*, *Clostridium caproicum*, *Inflabilis magnus* et *Clostridium regulare*.

Les 2 prélèvements du lac Catherine ont donné 3 souches appartenant aux espèces *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris* et *Plectridium fluxum*.

Les 2 prélèvements du lac Vert ont fourni 3 souches appartenant aux espèces *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*.

Le prélèvement du lac Dominique a donné 2 souches *Welchia perfringens* et *Inflabilis lacustris*.

Le prélèvement du lac de la Lune a donné 2 souches *Welchia perfringens* et *Inflabilis lacustris*.

Lac	N° du pré-lèvement	Analyste	Anaérobies déterminés
Blanc supérieur ... ..	13/39	THOUVENOT	<i>I. lacustris</i>
Noir ... ..	24/40	DE CADORE	<i>I. lacustris</i>
Noir ... ..	24/7	SILLIOC	<i>W. perfringens</i>
Noir ... ..	24/8	KNELSON	<i>Cl. acetobutyricum, Cl. caproicum</i>
Noir ... ..	24/1	SILLIOC	<i>W. perfringens, I. teras</i>
Blanc principal . ... ..	16/38	DE CADORE	<i>I. barati</i>
Glacier Stanley . ... ..	14/19	SILLIOC	Stérile
Blanc supérieur ... ..	15/16	KNELSON	<i>I. barati</i>
Glacier Stanley . ... ..	14/32	SILLIOC	Stérile
Gris ... ..	18/28	SILLIOC	<i>Cl. caproicum, Cl. regulare, I. magnus, Cl. caproicum</i>
Blanc principal . ... ..	16/49	THOUVENOT	<i>W. perfringens</i>
Catherine .. ... ..	17/44	THOUVENOT	<i>I. lacustris</i>
Catherine .. ... ..	17/50	PETRIGALLA	<i>Pl. fluxum, W. perfringens</i>
Gris ... ..	18/17	SILLIOC	<i>I. lacustris</i>
Vert ... ..	12/32	SILLIOC	<i>W. perfringens</i>
Marion ... ..	8/30	SILLIOC	<i>W. perfringens</i>
Marion ... ..	9/24	PETRIGALLA	Stérile
Glacier Stanley . ... ..	14/28	SILLIOC	Stérile
Dominique ... ..	3/41	KAISER	<i>W. perfringens, I. lacustris</i>
Marion ... ..	6/33	KAISER	<i>W. perfringens, I. lacustris</i>
Lune .. ... ..	9/43	KAISER	<i>W. perfringens, I. lacustris</i>
Vert ... ..	12/6	KAISER	<i>W. perfringens, I. lacustris</i>
Marion ... ..	4/18	SILLIOC	<i>W. perfringens, I. lacustris</i>
Marion ... ..	8/7	THOUVENOT	<i>W. perfringens, I. lacustris, Cl. saccharobutyricum</i>

Résumé. — *Welchia perfringens* et *Inflabilis lacustris* constituent la microflore anaérobie obligée des lacs du Ruwenzori. L'espèce *Clostridium caproicum* les accompagne deux fois : deux autres *Inflabilis* y sont successivement présents : *I. barati* et *I. magnus* ainsi que d'autres *Clostridium* et *Plectridium* de moindre importance.

Cette formule est peu différente de celle que A. R. PRÉVOT a détecté dans tous les sols vierges du monde depuis les pôles jusqu'à l'équateur. La différence très marquante est la présence d'*Inflabilis lacustris* qui est vraiment une caractéristique de ces lacs. Notons toutefois que depuis sa description il a été retrouvé dans les matières fécales du Gorille du Congo Belge et dans une semi-conserve de poisson en Tunisie.

#### RÉCAPITULATION.

Lac Blanc (3) : *Inflabilis lacustris*, *I. barati*, 2 *Welchia perfringens*.

Lac Noir (4) : *Inflabilis lacustris*, *Welchia perfringens*, *Clostridium acetobutyricum*, *Cl. caproicum*.

Glacier Stanley (4) : stérile.

Lac Gris (2) : *Inflabilis magnus*, *I. lacustris*, *Clostridium caproicum*, *Cl. regulare*.

Catherine (2) : *Inflabilis lacustris*, *Plectridium fluxum*, *Welchia perfringens*.

Vert (2) : *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*.

Marion (5) : *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*, *Clostridium saccharobutyricum*.

Dominique (1) : *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*.

Lune (1) : *Welchia perfringens*, *Inflabilis lacustris*.

Donc *Welchia perfringens* et *Inflabilis lacustris* partout.

Autres, dans l'ordre décroissant : *Clostridium caproicum*, *Inflabilis barati*, *Clostridium acetobutyricum*, *Inflabilis magnus*, *Clostridium regulare*, *Plectridium fluxum*, *Clostridium saccharobutyricum*.

INSTITUT PASTEUR,  
SERVICE DES ANAÉROBIES (Paris).

#### UNE NOUVELLE ESPÈCE ANAÉROBIE DES LACS DU RUWENZORI : *INFLABILIS LACUSTRIS* n. sp. (1).

Habitat. — La souche 17/44 A a été isolée d'un prélèvement fait le 12 février 1956 dans les sédiments profonds du lac Catherine (altitude, 3.900 m; température de l'eau, 6°1; pH de l'eau, 5). Sur les rives de ce lac croissent uniquement des herbes et des senecions. La profondeur maximum est de 10 m. Aucun poisson ni autre animal n'y a été observé. Les prélèvements ont été faits au carottier stérilisé extemporanément. L'échan-

(1) Ex *Annales de l'Institut Pasteur*, t. 91, 1956, par A.-R. PRÉVOT, H. THOUVENOT, M. PATRIGALLA et R. SILLIOC (Paris).

tillon est arrivé à l'Institut Pasteur en mars et gardé à la glacière. L'étude a commencé le 31 mai 1956. La densité microbienne était très marquée. L'espèce étudiée y pullulait à l'état pur.

Les souches 0633 B et 0633 C ont été isolées dans les sédiments prélevés à l'embouchure du torrent alimentant le lac Marion (altitude, 3.685 m; température, 10°); flore : mousse, senéçons, alchémilles, immortelles; faune : damans, léopards, canards; prélèvements faits le 21 janvier 1956. Étude entreprise en juillet 1956. Ces deux souches étaient abondantes dans cet échantillon qui renfermait en outre *Welchia perfringens*.

La souche 0943 B a été isolée de sédiments superficiels d'une petite grève sableuse du lac de la Lune (point D) le 24 janvier 1954; altitude, 3.900 m; température de l'eau, 4°5; pH, 4,5; flore : mousse et senéçons; faune : damans, léopards et chauves-souris. L'étude en a été faite en juillet 1956. La souche y voisinait avec *Welchia perfringens*.

Les souches 1216 B et 1216 C ont été isolées de sédiments prélevés le 10 février 1956 au point J du lac Vert, près du rivage, sous 30 cm d'eau, sur un fond d'aspect en *riffle-marks*, sédiments verts, denses et secs. Altitude, 4.035 m; pH, 4,9; température, 6°; flore : senéçons, carex et immortelles; faune : léopards. Dans l'eau : œufs de batraciens. Elles y coexistaient avec *Welchia perfringens*.

La souche 18-17 a été isolée d'un prélèvement fait le 13 février 1956 dans les sédiments superficiels du lac Gris (altitude, 4.150 m; température de l'eau, 2°6; pH, 4,8). Sur les rives, végétation de lichens, de petits senéçons et d'immortelles; faune : léopards. Mêmes remarques sur le prélèvement et sa conservation. Étude entreprise le 11 juin 1956. Densité microbienne faible. Cette souche était la seule bactérie anaérobie existant dans le prélèvement. Des anaérobies facultatifs en assez grande abondance l'accompagnaient.

Ainsi ces sept souches proviennent de 5 lacs différents mais dont les deux premiers sont alimentés par les eaux du même glacier.

Morphologie. — Bâtonnet de 2 à 4  $\mu$  sur 0,8 à 1  $\mu$  à extrémités arrondies, immobile, non cilié, non encapsulé, sporulé. Les spores sont en général rares ou invisibles sur les milieux ordinaires. Sur milieu de Ellner (1) elles sont plus abondantes et se montrent centrales ou subterminales dans les formes jeunes, libres dans les formes âgées. Coloration : Gram-positif. Certaines souches montrent des spores abondantes et visibles dans les milieux VF.

Physiologie. — Anaérobie strict stable. La thermorésistance est peu marquée : dix minutes à 80°, cinq minutes à 90°, une minute à 100°. Le pouvoir réducteur est très marqué : il réduit définitivement le rouge neutre et la phénosafranine et temporairement la safranine. Pas de catalase. Les cultures sont gazogènes (gaz explosif) et fétides (odeur âcre et nauséabonde).

**Caractères culturaux.** — En gélose profonde il donne rapidement des colonies lenticulaires et du gaz. Une souche y donne des colonies ouatées et très peu de gaz. En eau peptonée il donne un léger trouble. En bouillon VF glucosé le trouble est très marqué et le dépôt rapide et abondant. La gélatine n'est en général pas liquéfiée. Le fait est rapidement coagulé avec ou sans rétraction alvéolaire du caillot. Les protéines coagulées ne sont pas attaquées. Les glucides suivants sont fermentés par la plupart des souches : glucose, lévulose, maltose, saccharose, galactose, lactose, amidon et glycérol, avec forte acidification et dégagement gazeux abondant. Quelques souches n'attaquent pas le glycérol. L'une des souches réduit les nitrates en nitrites en présence de glycérol; toutes les souches réduisent les sulfites en sulfures.

**Caractères biochimiques.** — La fermentation du bouillon VF glucosé produit une forte acidité volatile : acide acétique et butyrique pour la plupart des souches, mais certaines produisaient un acide supérieur (valérianique ou caproïque). Pas d'acide fixe. Pas d'acétoïne. Traces ou petite quantité de  $\text{SH}_2$ . Très grosse quantité de  $\text{NH}_3$  (0,5 g par litre). Amines volatiles, éthanol, cétones, aldéhydes, phénol, indole et scatole.

Le caractère biochimique important de ces sept souches est l'existence dans leur équipement enzymatique d'une uréase très active. On sait que l'uréase est relativement rare chez les anaérobies (2) et que, par conséquent, l'existence de cet enzyme chez une espèce ajoute un caractère déterminatif de haute valeur. Dans le cas de cette espèce, cette existence est d'autant plus remarquable que la source d'urée dans ces lacs sans poisson est pauvre. On sait toutefois que certains végétaux forment de l'urée. Il est probable que cet enzyme trouve son substrat dans les plantes des rives de ce lac.

**Pouvoir pathogène.** — La plupart de ces souches étaient totalement dépourvues de pouvoir pathogène pour le cobaye et la souris et ne produisaient ni toxine ni hémolysine. La souche 1744 A produisait chez le cobaye, après injection intramusculaire de 2,5 cm<sup>3</sup> de culture, un abcès qui, après ouverture à la peau et surinfection de cage, tuait l'animal en huit jours. Cette souche ne produisait pas de toxine, mais présentait une hémolysine faiblement active (0,1 cm<sup>3</sup> de filtrat de culture de 24 heures hémolysait 0,5 cm<sup>3</sup> de la suspension de GR de mouton au 1/20). Une autre souche produisait une nécrose locale et superficielle de la peau et était légèrement hémolytique.

**Position dans la systématique et diagnostic différentiel.** — La morphologie de ces souches permet de les classer dans le genre *Inflabilis* (3). A l'intérieur de ce genre, leurs cultures gazogènes les situent dans le groupe A, sous-groupe *b* non protéolytique, comprenant six espèces. Il se distingue :

*d'Inflabilis teras* qui a des dimensions plus grandes, ne coagule pas le lait, n'a pas d'uréase;

d'*Inflabilis sanguicole* qui liquéfie la gélatine, n'est pas fétide ni uréasique;

d'*Inflabilis barati* qui est lipidolytique, non indologène, non uréasique;

d'*Inflabilis plagarum* qui est gélatinolytique, non indologène, non uréasique;

d'*Inflabilis setiensis* qui ne coagule pas le fait et n'a pas d'uréase;

d'*Inflabilis carbonei* qui a des colonies rouges, n'est ni indologène, ni uréasique.

Il s'agit donc bien d'une espèce nouvelle dont le caractère le plus marquant est le pouvoir uréasique et pour laquelle nous proposons le nom d'*Inflabilis lacustris* n. sp.

Résumé et conclusion. — Dans les sédiments de cinq lacs de haute montagne inexplorés du Massif du Ruwenzori ont été isolées sept souches d'une nouvelle espèce anaérobie thermorésistante, réductrice, peptolytique, glucidolytique, uréasique, ferment acéto-butyrique, sulfito-réductrice, peu ou pas pathogène, pour laquelle est proposé le nom d'*Inflabilis lacustris*.

#### BIBLIOGRAPHIE.

- (1) ELLNER, P. D., *J. Bact.*, 1956, 71, 495.
- (2) HUET, M. et CADORE, F., DE, *Ann. Inst. Pasteur*, 1954, 86, 421.
- (3) PRÉVOT, A.-R., *Manuel de Classification des Anaérobies*, 2<sup>e</sup> édit., Masson, 1948, 134.

### MÉTHODE AMÉLIORÉE D'ÉTUDE QUANTITATIVE DE LA PECTINOLYSE MICROBIENNE DANS LE SOL (\*)..

La fonction pectinolytique du sol est assumée par les microorganismes les plus divers (Champignons, Actinomycètes, Bactéries) possédant des types respiratoires variés. Les enzymes responsables sont de trois types : protopectinase, polygalacturonidase, pectine-méthylestérase. Il est donc nécessaire, pour mesurer cette fonction du sol, de dénombrer les germes aérobies et anaérobies, eu égard à ces trois enzymes.

#### 1. Protopectinase.

Certains microorganismes sont capables d'attaquer directement la protopectine. Cette attaque se mesure par le ramollissement de fragments de végétaux tels que carotte, pomme de terre, lin, etc. (1), (2).

---

(\*) Ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 247, 1958, par P. KAISER et A.-R. PRÉVOT (Paris).

Milieu amélioré. — Chaque tube contient un petit cube de carotte immergé dans 6 ml de la solution suivante : 1° pour aérobiose : extrait de terre, 700 ml; eau de rivière, 300 ml pour 1 l de milieu; 2° pour anaérobiose : bouillon de pomme de terre, 500 ml; eau de rivière, 500 ml; extrait de levure (<sup>6</sup>), 5 g pour 1 l de milieu. Stérilisation : 10 mm à 120° C à l'autoclave. Onensemence 0,5 ml des suspensions-dilutions  $10^{-1}$  à  $10^{-7}$  d'un sol, à raison de cinq tubes par dilution. Les tubes pour les anaérobies sont étirés, scellés sous vide et incubés à 30° C; les aérobies à 26° C. Les résultats sont calculés par les tables de Mc Crady. Il faut noter que ces germes sécrètent souvent une polygalacturonidase.

## 2. Polygalacturonidase.

La dépolymérisation causée par cette enzyme provoque une forte baisse de viscosité ou la liquéfaction d'un gel de pectine. Pour les aérobies les milieux sur plaques du type Wieringa (<sup>3</sup>), (<sup>4</sup>) conviennent le mieux.

Milieu de Wieringa modifié (W 3). — *a*) Plaque de gélose au chlorure de calcium; pour 1 l : gélose, 15 g;  $Cl_2Ca$ , 5 g; extrait de terre, 700 ml; eau de rivière, 300 ml, le tout réparti à raison de 200 ml par tube, stérilisé 20 mm à 120° C; *b*) Plaque de pectine, pour 1 l : pectine de pomme (<sup>7</sup>), 18 g;  $SO_4(NH_4)_2$ , 1 g;  $PO_4K_2H$ , 1 g; eau de source, 600 ml; eau distillée, 200 ml; bouillon de pomme de terre, 150 ml; bouillon de carotte, 50 ml; lessive de soude au 1/10°, 6 ml. Préparation : la pectine mise à part dans un récipient est mouillée avec 35 ml d'alcool à 96°. On verse alors le litre de solution chauffé à 80° C d'un seul trait sur la pectine qui se dissout presque instantanément. Répartition à raison de 10 ml par tube; stérilisation en portant l'autoclave momentanément à 120° C. Le pH après stérilisation est de 7. Les tubes de pectine liquide sontensemencés avec 1 ml de suspension-dilution de terre et coulés sur la couche de gélose solidifiée. La pectine se gélifie 1 h après. Les pectinolytiques y creusent un godet en trois à cinq jours. La moyenne des godets par dilution donne le nombre de germes pectinolytiques.

Pour les germes anaérobies et microaérophiles (type *Clostridium polymyxa*) le milieu suivant a été réalisé (Vr). Pour 1 l : pectine de pomme (<sup>7</sup>), 13 g; extrait de levure, 5 g; bouillon de pomme de terre, 1.000 ml. Préparation et stérilisation comme plus haut. Répartition : 6 ml par tube de 14 mm. Le milieu ainsi préparé est à pH 5. Au moment de l'emploi, on neutralise à chaud (80°) chaque tube par 0,1 ml de lessive de soude stérile au 1/20°. Les tubes sontensemencés à 45° C par des dilutions de terre, étirés et scellés sous vide. La pectinolyse se traduit par une liquéfaction du gel. Ce milieu s'aérant très mal ne peut pas être employé pour les aérobies.

### 3. Pectine-méthylestérase.

La déméthylation d'une pectine se traduit par une production d'acidité. Celle-ci ne peut être mise en évidence qu'indirectement <sup>(2)</sup>, <sup>(5)</sup>. Onensemence avec des dilutions de terre les milieux suivants :

1° pour aérobiose, pour 1 l : pectine de pomme <sup>(8)</sup>, 7 g; extrait de terre, 800 ml; eau de rivière, 200 ml.

2° pour anaérobiose : pectine de pomme <sup>(8)</sup>, 7 g; extrait de levure, 5 g; bouillon de pomme de terre, 1.000 ml. Préparation, répartition, stérilisation, neutralisation comme plus haut. Après 10 à 15 jours d'incubation, on mélange 1 ml de liquide de culture à 7 ml de substrat de Smith <sup>(5)</sup>. Les tubes positifs virent du bleu au jaune avant 24 h. Les tables de Mc Crady indiquent le nombre de germes actifs.

Conclusions. — La numération des germes pectinolytiques d'un sol ne pouvait se faire jusqu'ici qu'en aérobiose, et ne donnait par conséquent qu'une mesure incomplète de la fonction pectinolytique considérée comme l'une des grandes fonctions microbiologiques du sol. L'extension des méthodes classiques aux anaérobies grâce à des milieux modifiés permet désormais de dénombrer la totalité des germes pectinolytiques en ajoutant au nombre total d'aérobies, le nombre total d'anaérobies possédant une ou plusieurs des enzymes de la pectinolyse.

Ces méthodes pourront être jointes avantageusement aux autres méthodes de mesure des fonctions microbiologiques d'un sol donné. Elles pourront être de plus utilisées pour deux buts pratiques :

1° La connaissance de la valeur d'une terre ou d'une eau en vue du rouissage naturel;

2° L'évaluation du nombre d'espèces phytopathogènes du genre *Erwinia* dans un sol donné.

(1) LAMBINA, V. A. *Mikrobiologija*, 26, 1957, p. 66.

(2) SAISSAC, R., BRUGIÈRE, J. M. et RAYNAUD, M., *Ann. Inst. Pasteur*, 82, 1952, p. 356.

(3) WIERINGA, K. T., *Congrès Microb. Copenhagen*, 1947.

(4) JONES, G. E., *J. appl. bact.*, 19, 1956, p. 231.

(5) SMITH, W. K., *J. gen. microbiol.*, 18, 1958, p. 33.

(6) Difco.

(7) Unipeptine ruban rouge.

(8) Unipeptine ruban brun.

INSTITUT PASTEUR,  
SERVICE DES ANAÉROBIES (Paris).

RECHERCHES  
SUR  
LES BACTÉRIES PECTINOLYTIQUES  
DES LACS DU RUWENZORI ET DES VIRUNGA

PAR

PAUL KAISER (Paris)

---

Les échantillons de sédiments des lacs du Massif du Ruwenzori, rapportés par H. MOLLARET et J. DE HEINZELIN DE BRAUCOURT au cours de leurs expéditions de 1956 (1) et de 1958, ont fait l'objet d'une étude sur la pectinolyse.

La numération, la description et l'étude du pouvoir pectinolytique de ces germes seront publiées prochainement dans une Thèse.

Les germes aérobies pectinolytiques sont isolés grâce au milieu de Wieringa modifié (2), les germes anaérobies pectinolytiques cultivés sur milieu sélectif en tubes scellés (2) sont isolés par la technique classique des géloses profondes (3). Seules, les bactéries ont été isolées et déterminées.

**LAG DOMINIQUE.**

Échantillons :

03/9 (1956). — Sédiment en rive du lac, en aval, boue brune, lourde.

Pectinolyse aérobie : champignons.

Pectinolyse anaérobie : *Clostridium polymyxa*.

03/15 (1956). — Sédiment en rive du lac, en aval, boue brun noirâtre, sableuse.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum* (= *Flavobacterium pectinovorum*) (4) + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : faible, non isolé.

03/23 (1956). — Sédiments superficiels en rive du lac, prélevés dans une zone asséchée superficiellement. Boue brun noirâtre, sableuse.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum* + Actinomycètes.  
 Pectinolyse anaérobie : *Clostridium* 314, de SUGAMA.

03/39 (1956). — Vase brune, légère, prélevée sous 50 cm d'eau dans l'émergence de la source d'alimentation.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.  
 Pectinolyse anaérobie : nulle.

03/41 (1956). — Vase brune, homogène, prélevée au même endroit que 03/39.

Pectinolyse aérobie : faible : bactéries, Actinomycètes, champignons.  
 Aucun germe isolé.

Pectinolyse anaérobie : faible, non isolé.

#### LAG MARION.

Échantillons :

04/36 (1956). — Vase compacte prélevée sous 50 cm d'eau au centre du lac.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.  
 Pectinolyse anaérobie : faible, non isolé.

05/20 (1956). — Vase brune, homogène, prélevée en rive du lac superficiellement.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.  
 Pectinolyse anaérobie : *Clostridium laniganii*.

05/40 (1956). — Prélèvement sous-jacent à 05/20. Vase homogène, brun-rouille.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum*, *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.  
 Pectinolytique anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

06/11 (1956). — Vase brun grisâtre, légère, mélangée à un sable gris très fin, prélevée à l'embouchure du torrent alimentant le lac.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.  
 Anaérobie pectinolytique : *Plectridium pectinovorum*.

06/33 (1956). — Sédiment identique à 06/11.

Pectinolyse aérobie et anaérobie nulle.

08/7 (1956). — Sédiment rougeâtre, d'aspect ferrugineux, prélevé près du rivage.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + champignons.  
 Pectinolyse anaérobie : nulle.

08/30 (1956). — Échantillon desséché et souillé. Non analysé.

**LAC DE LA LUNE.**

Échantillons :

09/3 (1956). — Boue brune, mélangée à des débris végétaux, prélevée en bordure du lac.

Pectinolyse aérobie : *Pseudomonas boreopolis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : négative.

09/5 (1956). — Vase brune, organique, ligneuse, avec graviers prélevés par 13 m de fond.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

09/21 (1956). — Vase brune, homogène, prélevée à 7 m de fond.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

09/22 (1956). — Vase et sédiments végétaux prélevés par 14 m de fond.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

09/43 (1956). — Sédiment à fleur d'eau prélevé à côté d'une grève sableuse.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

**LACS BLANGS.****Lac Blanc supérieur.**

Échantillons :

15/16 (1956). — Vase gris verdâtre, argileuse + débris végétaux.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum*.

Pectinolyse anaérobie : négative.

15/39 (1956). — Vase gris verdâtre, argileuse, compacte, prélevée sous 10 cm d'eau.

La pectinolyse est négative aussi bien en aérobiose qu'en anaérobiose.

71 (1958). — Sédiment gris verdâtre, argileux, homogène, du lit du lac.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

**Lac Blanc principal.**

Échantillons :

16/38 (1956). — Vase argileuse, compacte, lourde, prélevée sous 30 cm d'eau.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

En anaérobiose : *Clostridium polymyxa*.

16/49 (1956). — Vase argileuse, compacte, lourde, sous-jacente à 16/38.

Pectinolytique aérobie : *Empedobacter* nov. sp. + Actinomycètes.

Pectinolytique anaérobie : *Clostridium laniganii*.

45 (1958). — Mousse brune avec terre argileuse prélevée sur une pierre sous l'eau.

Pectinolyse aérobie : champignons.

Pectinolyse anaérobie : faible, espèce non isolée.

#### GLACIER STANLEY OCCIDENTAL.

Échantillons :

14/49 (1956). — Sédiment vert-gris, argileux, prélevé sous glace.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*.

Pectinolyse anaérobie : négative.

14/46 (1956). — Sédiment identique à 14/49.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : négative.

#### LAC GRIS.

Échantillons :

18/17 (1956). — Sédiment superficiel, boue lourde, argileuse, vert-gris, entremêlée de radicelles.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes et champignons.

Pectinolyse anaérobie : *Clostridium* nov. sp. espèce nouvelle voisine de *Clostridium pectinolyticum*.

18/26 (1956). — Sédiment superficiel voisin de 18/17.

Pectinolyse aérobie : faible, bactérienne, souche non isolée.

Pectinolyse anaérobie : germe non isolé.

79 (1958). — Sédiment du rivage, boue argileuse, lourde, vert-gris.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

#### LAC VERT.

Échantillons :

12/10 (1956). — Vase brun-gris, légère, prélevée sous 30 cm d'eau.

Pectinolyse aérobie : bactérienne (non isolé). Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Clostridium polymyxa*.

Les 5 sédiments suivants constituent 5 couches se superposant. Elles se situent en rive du lac sous 30 cm d'eau :

---

12/32

---

12/38

---

12/14

---

12/16

---

12/12

---

12/32 (1956). — Vase verte, argileuse, avec débris végétaux.

Pectinolyse aérobie : Bactérie : *Bacillus subtilis*, *Angiococcus disciformis* (Myxobactérie), la souche conservée en glacière n'est plus viable + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

12/38 (1956). — Vase brune et sable noir.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

12/14 (1956). — Vase vert-gris et sable noir fin.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter butyri* (variété) (*Achromobacter butyri* BERGEY) + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : faible, non isolée.

12/16 (1956). — Vase vert-brun et sable fin noir.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + quelques champignons.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

12/12 (1956). — Sédiment argileux vert-gris.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

78 (1958). — Sable gris et débris végétaux, prélevés en bordure du rivage.

Pectinolyse aérobie : Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

#### LAG NOIR.

Échantillons :

24/1 (1956). — Boue brune, organique, ligneuse, prélevée sous l'eau à 7,50 m entre les points C et D.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*, *Empedobacter pectinovorum*.  
 Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

24/7 (1956). — Vase brune prélevée à l'embouchure du torrent d'alimentation.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum*.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

Les échantillons 24/40, 24/8, 24/3 forment 3 couches superposées :

---

24/40

---

24/8

---

24/3

---

Ces échantillons sont constitués essentiellement de graines de *Carex* peu décomposées.

24/40 (1956).

Pectinolyse aérobie : *Vibrio* nov. sp. (à l'étude) + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

24/8 (1956).

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter pectinovorum*, *Acinetobacter metalcaligenes* (*Alcaligenes metalcaligenes* BERGYE) + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

24/3 (1956).

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

42 (1958). — Terre sous mousse, brune, prélevée en bordure du rivage.

Pectinolyse aérobie : *Empedobacter* nov. sp., *Pseudomonas schuyllkylensis*.

Pectinolyse anaérobie : faible, souche non isolée.

49 (1958). — Terre brune, légère, avec débris végétaux prélevée en bordure du rivage.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + champignons.

Pectinolyse anaérobie : faible, souche non isolée.

48 (1958). — Terre brune et débris végétaux prélevée sous mousse en rive du lac.

Pectinolyse aérobie : champignons.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

44 (1958). — Terre légère, brun-noir, avec radicelles, prélevée en bordure du rivage.

Pectinolyse aérobie : *Pseudomonas schuykilliensis*, *Empedobacter dormitator* (*Flavobacterium dormitator* BERGEY), *Bacillus subtilis* + champignons.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

#### LAG GATHERINE.

Échantillons :

17/48 (1956). — Sédiment rougeâtre prélevé au bord du rivage en amont du lac.

Pectinolyse aérobie : *Pseudomonas boreopolis*, *Empedobacter pectinovorum*.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

17/50 (1956). — Boue floconneuse, brun-rouge, légère, prise sous 20 cm d'eau.

Pectinolyse aérobie : *Angiococcus disciformis*, *Bacillus subtilis*.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

17/44 (1956). — Couche sous-jacente à 17/50. Boue brune, légère, floconneuse.

Pectinolyse aérobie et anaérobie nulle.

40 (1958). — Vase brune légère prélevée au rivage.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

41 (1958). — Sable et graviers prélevés au rivage.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

46 (1958). — Vase vert-gris composée surtout d'algues, prélevée au rivage.

Pectinolyse aérobie : *Pseudomonas sauromali* (*Bacillus sauromali*, BERGEY, 6°), *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

#### LAGS KITANDARA (1958).

##### Inférieur.

Échantillons :

47. — Boue verdâtre argileuse avec algues et débris végétaux, prélevée au bord du lac.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

74. — Boue brun-gris légère homogène prélevée au rivage.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*, *Clostridium* identique à la souche 314 de SUGAMA.

**Supérieur.**

Échantillon :

72. — Vase légère, brun-rouge, homogène, prélevée au rivage.

Pectinolyse aérobie : *Achromobacter sewerinii*.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

**PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS  
EN DEHORS DU MASSIF DU RUWENZORI (1958).**

**LAC DU VISOKE (Volcan).**

Échantillons :

118 A. — Boue homogène, légère, brune, prélevée au bord du lac.

Pectinolyse aérobie : *Achromobacter venenosum*.

Pectinolyse anaérobie : *Clostridium laniganii*.

118 B. — Boue brune, fine, homogène, prélevée au fond du lac au point le plus profond.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis* + Actinomycètes.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

**NYAMURAGIRA (Volcan) (1958).**

Échantillons :

109. — Amas d'algues qui poussent sur le sol dans le fond du cratère.

Pectinolyse aérobie : faible, non isolée.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

108 M. — Mousse avec débris de terre brune poussant sur les flancs du volcan.

Pectinolyse aérobie : champignons.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

108 G1. — Sable, gravier et grains de soufre prélevés dans un solfatare du volcan.

Pectinolyse aérobie et anaérobie : nulle.

108 S. — Identique à 108 G1.

Pectinolyse aérobie et anaérobie : nulle.

**SOURCES CHAUDES DE MAY-YA-MÔTO (94 °C) (1958).**

Échantillons :

121 A. — Boue sableuse, fine, brun-gris.

Pectinolyse aérobie : nulle.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

121 B. — Amas d'algues et de boue, forte odeur d'H<sub>2</sub>S.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*.

Pectinolyse anaérobie : nulle.

121 C. — Amas d'algues et de boue.

Pectinolyse aérobie : *Bacillus subtilis*.

Pectinolyse anaérobie : *Plectridium pectinovorum*.

Les germes ne sont évidemment pas actifs à une telle température. Avec H. MOLLARET, nous avons constaté que les cultures restaient stériles au-dessus de 50° C, alors que la croissance était abondante à 30° C. Ce fait curieux reste encore inexpliqué.

**CONCLUSIONS.**

La microflore pectinolytique de ces lacs de haute montagne peut être considérée comme « microflore originelle » selon la notion de A.-R. PRÉVOT. Les germes étudiés sont pour la plupart tous connus, mis à part une espèce anaérobie et trois aérobies.

La fonction pectinolytique n'était pas connue chez tous les germes déterminés, mais dans l'ensemble, nous pouvons dire que la pectinolyse est assurée par les mêmes germes dans les lacs du Ruwenzori que dans les terres et les boues européennes.

En effet, beaucoup de bactéries bien connues pour leur fonction pectinolytique dans les sols européens ont été retrouvées au Ruwenzori.

*Bacillus subtilis*, cité le plus fréquemment dans ce catalogue, est isolé de façon régulière dans les lacs et les sédiments européens.

*Empedobacter pectinovorum* (*Flavobacterium pectinovorum* DOREY) (4) a été trouvé récemment dans les sols d'Écosse et d'Angleterre. Cette espèce, fort répandue au Ruwenzori, fait donc partie de la microflore originelle.

Toutefois, il n'est pas le seul *Empedobacter* pectinolytique puisque *E. dormitator* et deux espèces nouvelles ont été isolés également (toutes trois se rencontrent aussi dans les échantillons européens).

Plus rarement, d'autres aérobies contribuent à la pectinolyse de ces sédiments. Leur fonction pectinolytique n'était pas connue : *Pseudomonas schuyllkylensis*, *Ps. sauromali* (*Bacillus sauromali*, BERGEY, 6<sup>e</sup> édition, non mentionné dans la 7<sup>e</sup>), *Pseudomonas boreopolis*.

Parmi le genre *Achromobacter* et *Acinetobacter*, notons la présence des enzymes pectinolytiques chez *Acin. butyri*, *Achromobacter metalcaligenes*, *Achr. sewerini*, *Achr. venenosum*.

Ces germes ont été réétudiés par J. BRISOU récemment (5), ce qui facilite beaucoup leur détermination.

La famille des *Pseudomonadaceae* avec les genres *Empedobacter*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Acinetobacter*, se trouve donc être une des plus riches en espèces pectinolytiques.

Avant de clore la liste des germes aérobies, citons une espèce nouvelle de *Vibrio* et deux souches de Myxobactéries : *Angiococcus disciformis*. Malheureusement, ces souches, bien que conservées en glacière à 1° C ne sont plus viables.

Les Actinomycètes, très fréquents, viennent compléter le pouvoir pectinolytique aérobie de ces sédiments.

Les bactéries anaérobies isolées appartiennent toutes au groupe des pectinolytiques stables incolores. Dans le groupe des *Clostridium* sous-genre *Clostridium aurantibutyricum*, nous trouvons sporadiquement *Cl. laniganii*. Ce *Clostridium* provient du rouissage du lin australien (6).

Deux souches (74' et 03/23) sont identiques au *Clostridium* souche n° 314 de SUGAMA (7) primitivement isolé au Japon et retrouvé en France par nous-même. Ce germe est actuellement encore à l'étude et fera l'objet d'une publication ultérieure.

Enfin, la présence d'une nouvelle espèce de *Clostridium* pectinolytique, bactérie très voisine de *Cl. pectinolyticum*, vient accroître la liste des anaérobies pectinolytiques tous très proches les uns des autres.

Nous avons isolé en grand nombre *Plectridium pectinovorum*. Il joue un rôle considérable dans la fonction pectinolytique des boues de lacs de haute montagne.

En résumé, 89 souches de bactéries pectinolytiques ont été isolées; 34 de ces souches sont des bactéries pectinolytiques anaérobies, 24 appartenant à *Plectridium pectinovorum*. Les 55 autres souches sont des pectinolytiques aérobies; 25 de ces souches sont déterminées comme *Bacillus subtilis*.

---

Ce travail a été réalisé grâce à une subvention du « Fonds Belge d'Interventions Sociales et Scientifiques » qui nous a accordé une bourse de recherche et de nombreux instruments de laboratoire.

Nous remercions très vivement le Prof<sup>r</sup> V. VAN STRAELEN qui nous a obtenu ces moyens de travail.

INSTITUT PASTEUR,  
SERVICE DES ANAÉROBIES (Paris).

---

## BIBLIOGRAPHIE.

---

- (1) MOLLARET, H. & DE HEINZELIN DE BRAUCOURT, J., 1956, Biotopes de haute altitude. Ruwenzori I (*Explor. du Parc Nat. Albert*, 2<sup>e</sup> série, fasc. 3, Bruxelles).
  - (2) KAISER, P. & PRÉVOT, A.-R., 1958, *C. R. Acad. Sciences*, t. 247, pp. 1065-1067.
  - (3) PRÉVOT, A.-R., 1960, Techniques pour le diagnostic des bactéries anaérobies, Edition de la Tourelle, Paris.
  - (4) DOREY, M. J., 1959 (*J. of Gen. Microbiol.*, vol. 20, n<sup>o</sup> 1, p. 91).
  - (5) BRISOU, J., 1958, Étude de quelques *Pseudomonadaceae* (Thèse).
  - (6) LANIGAN, G. W., 1951, *Australian J. Sc. Research*, B, 4, pp. 461-486.
  - (7) SUGAMA, S. et DOI, S., 1960, *C. R. Soc. Biol.*, t. 154, p. 874.
-

# POUVOIR LIPIDOLYTIQUE EN AÉROBIOSE

DE QUELQUES PRÉLÈVEMENTS DU RUWENZORI  
ET DES VIRUNGA

PAR

MADELEINE SÉBALD (Paris)

---

Dans une note antérieure (1) nous avons montré comment l'utilisation de milieux aux tween permet l'étude de la lipidolyse dans le sol — en aérobiose ou anaérobiose.

Nous utilisons le milieu de Sierra (2) : peptone 10 g; NaCl 5 g; CaCl<sub>2</sub> 0,1 g; gélose 20 g; H<sub>2</sub>O distillée 1.000 cm<sup>3</sup>. Ajuster à pH 7,4. Filtrer. Rajouter 10 ml de tween 40, 60 ou 80. Répartir à raison de 20 ml par tube. Stériliser 20 minutes à 115°.

Les tween 40, 60 ou 80, qui sont des esters du sorbitol et, respectivement, des acides palmitique, stéarique et oléique, sont hydrolysés par les lipases bactériennes; l'acide gras libéré est transformé, en présence de CaCl<sub>2</sub>, en son sel de calcium insoluble qui précipite. Les cristaux ainsi formés ont une morphologie spécifique (fig. 1, 2 et 3) et sont faciles à déceler puisqu'ils donnent naissance à un halo clair autour des colonies (fig. 4).

Nous avons appliqué cette technique à l'étude du pouvoir lipidolytique en aérobiose de quelques prélèvements du Ruwenzori. A partir d'un gramme de terre, on réalise des dilutions de 10<sup>-1</sup> à 10<sup>-6</sup> et l'on étale à la surface de boîtes de Pétri coulées la veille et séchées, 2 gouttes de chaque dilution sur chacun des 3 tween. Incuber à 28°. Un examen des boîtes les 3<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 8<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jours nous a permis de réaliser une numération des colonies lipidolytiques et l'étude des souches ainsi isolées.

Notre but est ici d'énumérer les souches ainsi isolées (après chacune d'elle nous indiquons entre parenthèses leur pouvoir lipidolytique par le signe + suivi du nombre de jours après lesquels apparaît le phénomène, sur respectivement le tween 40, 60 et 80).

**LAC CATHERINE.**

Prélèvement n° 41 (gravier-sable).

*Streptomyces* sp. (+2, +2, +4).

*Aspergillus* sp. (+4, +4, +4).

*Streptomyces* sp. (+2, +2, +2).

**LAC BLANC INFÉRIEUR.**

Prélèvement n° 45 (mousse brun rouille dans eau).

*Penicillium* sp. (0, 0, +7).

**LAC BLANC SUPÉRIEUR.**

Prélèvement n° 71 (sédiment du lit du lac gris-vert, homogène).

*Bacillus firmus* (+1, +1, +2).

*Bacillus macerans* (+7, +7, 0).

*Staphylococcus albus* (+2, +2, +3).

*Empedobacter* sp. (+2, +2, +3).

*Streptomyces* groupe *albus* (+2, +2, +2).

*Micromonospora* sp. (+3, +3, +4).

**LAC KITANDARA INFÉRIEUR.**

Prélèvement n° 74 (sédiments, boue brun-gris, homogène).

*Pseudomonas fluorescens* (+4, +4, +8).

**LAC VERT.**

Prélèvement n° 78 (sable gris mélangé à un peu de limon et quelques débris végétaux).

*Pseudomonas fluorescens* (+6, +6, +7).

*Staphylococcus albus* (+2, +2, +3).

*Streptomyces* groupe *albus* (+2, +2, +2).

**LAC GRIS.**

Prélèvement n° 79 (sédiments, argile vert-gris, avec un peu de sable très fin).

*Staphylococcus aureus* (+2, +2, +2).

*Staphylococcus albus* (+3, +3, 0).

*Bacillus firmus* (+3, +3, +4).

**SOLFATARE DU NYAMURAGIRA.**

Prélèvement n° 1085 (sable gris se réduisant facilement en poudre fine).

*Staphylococcus albus* (+2, +2, +3).

**SOLFATARE DU NYAMURAGIRA.**

Prélèvement n° 108 M (mousse brune).

*Streptomyces* groupe *albus* (+2, +2, +2).

*Staphylococcus albus* (+3, +3, +4).

**SOURCE CHAUDE DE MAY-YA-MOTO (94°).**

Prélèvement n° 121 A.

*Staphylococcus aureus* (+2, +2, +2).

*Staphylococcus albus* (+2, +2, +3).

*Streptomyces* groupe *albus* (+2, +2, +2).

*Penicillium* sp. (+3, +3, +5).

Le pouvoir lipidolytique de ces prélèvements, surtout ceux d'origine lacustre, est donc notable en aérobiose. Les agents responsables étaient surtout des Bactéries (*Micrococcaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Bacillaceae*) et des Actinomycètes; les champignons semblent intervenir de façon beaucoup moins fréquente.

La lipidolyse bactérienne est à l'origine de la formation des Pétroles, tant dans les fonds marins que dans les lacs d'eau douce (3) et il s'agit là essentiellement d'un phénomène anaérobie. L'existence de bactéries lipidolytiques aérobies dans le sol est par ailleurs connue et avait jusqu'ici été décelée à l'aide de milieux gélosés dans lesquels était incluse graisse ou tributyrine.

Aussi nous a-t-il paru intéressant, en utilisant des milieux aux tween, de mettre en évidence le pouvoir lipidolytique en aérobiose dans ces quelques prélèvements.

## BIBLIOGRAPHIE.

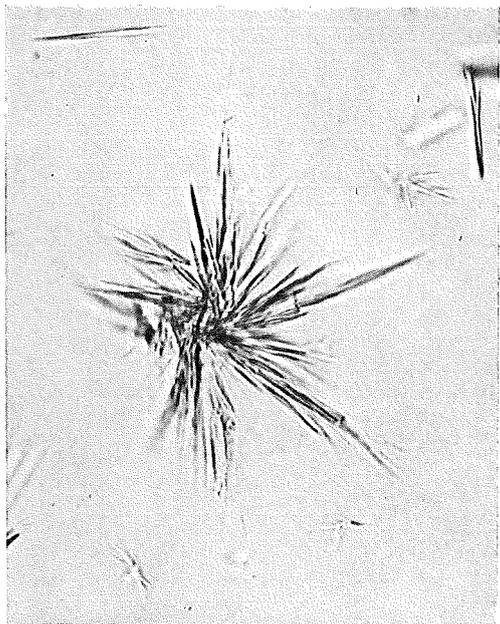
---

- (1) SEBALD, M., 1959, *C.R.Ac.Sc.*, 248, 3363.
- (2) SIERRA, ANTONIE VAN LEEUWENHORK, G., 1957, 23, 15.
- (3) PRÉVOT, A.-R., 1949, *Ann. Inst. Past.*, 77, 400.

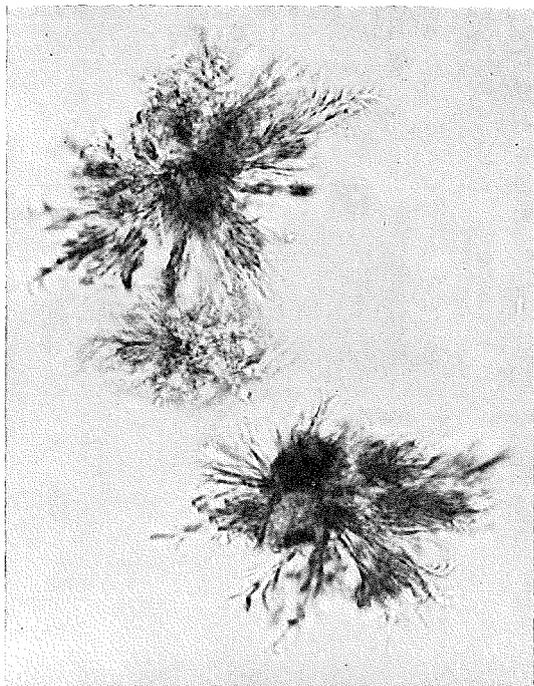
---

Sorti de presse le 31 mai 1961.

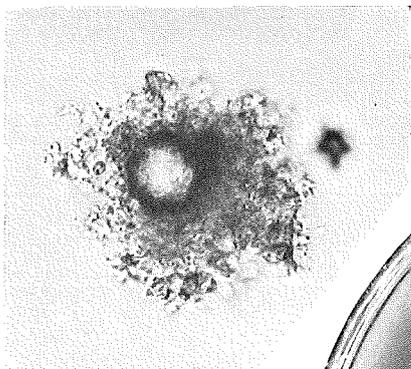
---



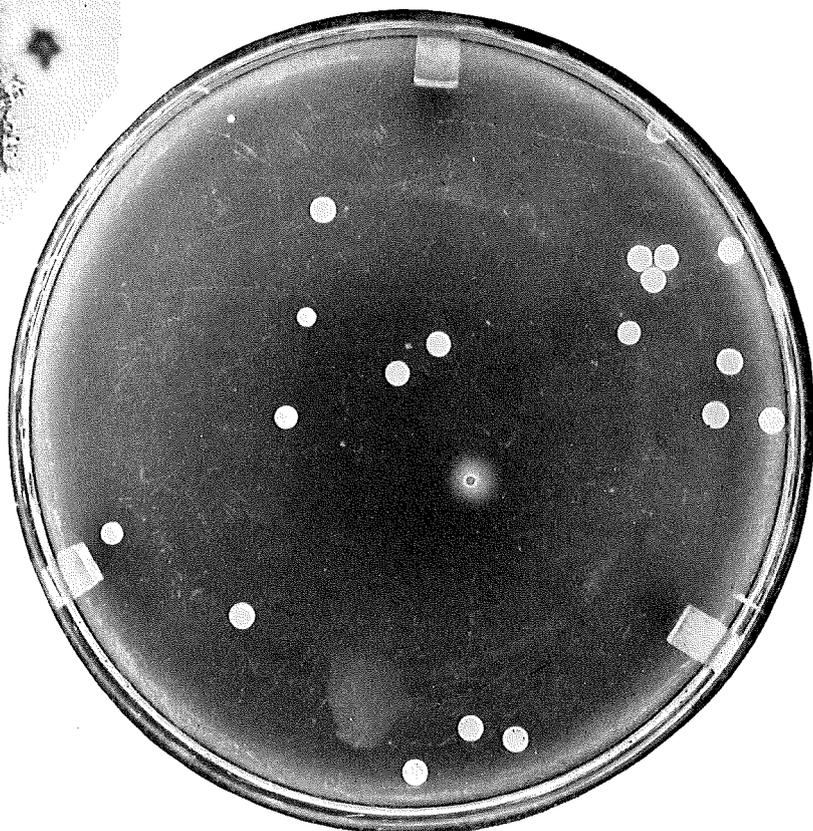
1. — Cristaux de palmitate de Ca ( $\times 1040$ ).



2. — Cristaux de stéarate de Ca ( $\times 1040$ ).



3. — Cristaux  
d'oléate de Ca  
( $\times 1040$ ).



4. — Isolement en boîte de Petri (dilution  $10^{-4}$ ).  
Présence d'une colonie lipidolytique près du centre.

ANALYSE MICROBIOLOGIQUE  
A pH NEUTRE ET A pH ACIDE  
DE  
DEUX TOURBES ACIDES DU RUWENZORI  
PAR  
HUGUETTE DE BARJAC (Paris)

---

Les tourbes acides ont déjà fait l'objet de travaux assez nombreux (1), qui ont tous souligné leurs carences microbiologiques. Par contre, les détails et les causes de ces carences restent imprécis. Il nous a paru intéressant d'étudier ces détails en liaison avec l'une des causes majeures, c'est-à-dire avec l'acidité.

La première tourbière, dite de Ruamya-Ruanoli, se trouve à 3.760 m d'altitude, dans une ensellure entre deux anciennes moraines drainées sur deux versants. Elle porte une végétation composée de carex, sphaignes, immortelles, lobélies, avec de rares sénécions. La seconde tourbière, dite de Kiondo, est située à 4.100 m d'altitude, dans un cirque fermé de tous cotés. Sa végétation comprend des carex en touffes, avec des sphaignes entre ces touffes, des mousses et de nombreux sénécions. Par leur topographie, leur pH et leur végétation, ces deux tourbières se rattachent aux « highmoors » typiques de la classification de Waksman.

Nous disposons, pour l'analyse microbiologique, d'une trentaine d'échantillons représentant des prélèvements effectués de 10 cm en 10 cm, sur une coupe verticale de chaque tourbière. Les échantillons numérotés de 1 à 13 inclus concernent la tourbière de Ruamya-Ruanoli et ceux de 14 à 30

inclus la tourbière de Kiondo. Leur pH (mesuré au pH-mètre, sur échantillon à consistance de boue, avec une électrode de verre spéciale), est le suivant :

Ruamya-Ruanoli		Kiondo	
N°	pH	N°	pH
1 ... ..	4,1	14 ... ..	4,6
2 ... ..	3,7	15 ... ..	4,1
3 ... ..	3,4	16 ... ..	4
4 ... ..	3,4	17 ... ..	4
5 ... ..	3,2	18 ... ..	4,2
6 ... ..	3,4	19 ... ..	4,1
7 ... ..	3,2	20 ... ..	4,2
8 ... ..	3,1	21 ... ..	4,4
9 ... ..	3,2	22 ... ..	4,4
10 ... ..	3,2	23 ... ..	4,3
11 ... ..	3,1	24 ... ..	4,3
12 ... ..	3,6	25 ... ..	4,4
13 ... ..	3,6	26 ... ..	4,5
		27 ... ..	4,5
		28 ... ..	4,6
		29 ... ..	4,5
		30 ... ..	4,6

D'après ces chiffres, l'on voit que, dans l'ensemble, la tourbière de Ruamya-Ruanoli est plus acide que celle de Kiondo. Il n'y a pas de progression constante du pH suivant la profondeur, mais, dans les deux cas, ce sont les horizons intermédiaires qui ont la plus forte acidité. Pour Ruamya-Ruanoli, les premiers 20 cm ont un pH de 3,7 à 4,1; de 20 cm à 110 cm le pH oscille entre 3,1 et 3,4; au-dessous de 110 cm, il remonte à 3,6. Pour Kiondo, les premiers 10 cm ont un pH de 4,6; de 10 à 120 cm, le pH va de 4 à 4,4; au-dessous de 120 cm, il est de 4,5 à 4,6.

Ne pouvant, pour des raisons matérielles, soumettre à l'analyse microbiologique la totalité de ces prélèvements, nous en avons choisi quatre pour chaque tourbe, suffisamment étagés pour couvrir toute l'échelle des profondeurs. Ce sont les échantillons indexés 2, 5, 9 et 13 pour Ruamya-Ruanoli; 14, 17, 23 et 30 pour Kiondo. Ces huit prélèvements ont été soumis à l'étude de la flore totale et des différents groupes physiologiques microbiens, d'une part en milieux ordinaires à pH 7-7,2, d'autre part en milieux ajustés à un pH voisin de celui des tourbes analysées, c'est-à-dire à pH 4.

En effet, les micro-organismes de ces tourbes subissant *in situ* un pH très acide, on pouvait se demander si une étude de leurs nombres et de leurs activités à pH neutre donnait vraiment une image conforme à la réalité. D'autre part, vis-à-vis de cette acidité ambiante, les germes des tourbières montrent-ils une simple tolérance, ou, au contraire, une préférence ou une sorte d'adaptation? L'analyse comparative à pH neutre et à pH acide a été menée dans le but de répondre à ces questions. Voici maintenant, quels en sont les résultats (les techniques d'analyse, quand elles ne sont pas spécifiées, sont celles, courantes, indiquées dans le *Manuel technique d'analyse microbiologique des sols*) (2).

**Flore totale.**

Les numérations ont été faites, par dilutions, sur gélose-extrait de terre, le pH 4 étant ajusté par addition d'acide citrique avant de couler le milieu en boîtes.

A pH 4		A pH 7
N°	germes/g.	germes/g.
2 ... ..	600	3.900.000
5 ... ..	2.000	6.000.000
9 ... ..	1.900	3.200.000
13 ... ..	2.000	3.100.000
14 ... ..	380.000	15.700.000
17 ... ..	10.000	700.000
23 ... ..	15.000	2.800.000
30 ... ..	1.000	1.000.000

L'on voit que les numérations à pH 7 donnent des résultats beaucoup plus élevés que celles à pH 4. La neutralité favorise donc nettement la prolifération des germes. De plus, il faut noter qu'à pH 4 la flore est bien, comme il fallait s'y attendre, à dominance fongique. La neutralité du milieu inverse cet équilibre, en donnant la dominance aux bactéries. Si l'on compare la richesse en flore totale des deux tourbières, à pH 4, Kiondo, naturellement moins acide, est plus riche; à pH 7, la différence s'estompe et la supériorité de Kiondo n'existe plus que dans l'horizon superficiel n° 14.

**Fixateurs d'azote atmosphérique.**

L'analyse a été effectuée sur silico-gel imprégné par la solution adéquate ajustée à pH 4, ou à pH 7 et ensemencé par grains de terre.

Tous les examens pratiqués à pH acide et à pH neutre ont été négatifs, sauf dans un cas. Tous les échantillons s'avèrent donc exempts d'*Azotobacter* comme de *Clostridium*, sauf le n° 17. Dans ce niveau, à pH 7, 40 grains de terre sur 100 donnent lieu à une prolifération de *Clostridium*, présentant la morphologie typique du *Clostridium pastorianum*.

**Ammonification.**

Les résultats sont, en dilutions limites positives, au 15<sup>e</sup> jour :

A pH 4		A pH 7
N°	—	—
2 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
5 ... ..	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
9 ... ..	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>
13 ... ..	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
14 ... ..	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>
17 ... ..	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-6</sup>
23 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
30 ... ..	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>

**Nitrification.**

Résultats partout négatifs.

**Nitrato-réduction.**

Les résultats sont, en dilutions limites positives, au 15<sup>e</sup> jour :

	A pH 4	A pH 7
N <sup>o</sup>	—	—
2 ... ..	—	10 <sup>-4</sup>
5 ... ..	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
9 ... ..	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-4</sup>
13 ... ..	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-6</sup>
14 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
17 ... ..	—	10 <sup>-5</sup>
23 ... ..	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-7</sup>
30 ... ..	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-5</sup>

On peut constater que la dénitrification est toujours plus forte en milieu neutre et que la tourbière de Kiondo y apparaît relativement plus active.

**Cellulolyse.**

Cellulolyse aérobie. — La recherche a été conduite sur silico-gel au papier, imprégné par la solution nutritive voulue amenée à pH 4 ou 7.

A pH 4, comme à pH 7, seuls les échantillons 9, 14, 23 et 30 ont donné lieu à un petit développement fongique, avec un début, tardif (15<sup>e</sup> jour), de cellulolyse. Aucune bactérie cellulolytique n'est apparue.

Cellulolyse anaérobie. — L'étude a été faite en tubes de milieu liquide aux pH voulus, désaérés et scellés sous vide après ensemencement.

A pH 4 et à pH 7, aucun développement de bactéries cellulolytiques mésophiles n'a été noté. Quant aux bactéries cellulolytiques thermophiles, leur présence n'a été décelée que dans les échantillons 5 et 17.

**Amylolyse.**

Les résultats, en dilutions limites positives au 15<sup>e</sup> jour, sont :

	A pH 4	A pH 7
N <sup>o</sup>	—	—
2 ... ..	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>
5 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>
9 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>
13 ... ..	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>
14 ... ..	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>
17 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup>
23 ... ..	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup>
30 ... ..	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-2</sup>

---

Le pouvoir amylolytique apparaît donc généralement plus fort en milieu neutre.

**Sulfato-réducteurs.**

Résultats partout négatifs, sauf pour le n° 17 à pH 7.

**Germes du soufre organique.**

Résultats partout négatifs.

**CONCLUSION.**

L'analyse microbiologique de ces deux tourbières acides du Congo montre clairement leurs déficiences. Leur flore totale est très restreinte, les fixateurs d'azote pratiquement absents. Aucun *Azotobacter* n'a été trouvé, et un seul échantillon sur les huit analysés contient des *Clostridium*. La nitrification fait également partout défaut, les germes Nitreux et Nitriques ne pouvant, comme les *Azotobacter*, survivre à des pH aussi acides. La cellulolyse est presque nulle. Les sulfato-réducteurs ne sont présents que dans un seul prélèvement; les germes du soufre organique absents. Les seules fonctions représentées à peu près normalement sont l'ammonification, la nitrato-réduction et l'amylolyse. Or, ces fonctions, dans leurs techniques d'étude actuelles, ne sont pas le fait de germes spécifiques, mais bien celui d'un très grand nombre de micro-organismes. Au total, ces deux tourbes sont remarquablement pauvres du point de vue microbiologique.

L'étude comparative des caractères de ces tourbes à pH 7 et à pH 4 montre, comme il fallait s'y attendre, que l'acidité est un facteur de première importance dans l'inhibition des germes pouvant coloniser la tourbe. On ne peut, en aucun cas, parler d'acido-préférence, ni d'acido-adaptation, ce qui confirme ce que nous avons déjà pu observer, sur des sols tourbeux acides (3). Le seul fait de mettre la microflore totale des tourbes acides en présence d'un pH neutre permet aux germes un développement supérieur et une activité accrue. L'acidité des tourbières rend donc, une fois de plus, compte de leur existence, par l'« inertie microbiologique » qu'elle impose.

## BIBLIOGRAPHIE.

---

- (1) POCHON, J. et DE BARJAC, H., 1953, Traité de Microbiologie des sols (Dunod, Paris).
- (2) POCHON, J., 1954, Manuel technique d'analyse microbiologique du sol (Masson, Paris).
- (3) DE BARJAC, H., 1955, Essai d'interprétation bactériologique de sols tourbeux acides. Thèse de Sciences (Rolland, Paris).

---

Sorti de presse le 31 mai 1961.

---

# ÉTUDE MICROBIOLOGIQUE SUR LES LAVES DU KIVU

PAR

ANDRÉE ROCHE, JACQUES POCHON, HUGUETTE DE BARJAC  
et BERNADETTE PINOIR

---

L'intérêt scientifique de la région du Kivu n'est plus à démontrer (A. MEYER, 1955). Les sols ont fait l'objet de très nombreuses études tant géologiques que pédologiques (J. L. BURNOTTE, 1952-1953). Par contre, leur biologie et surtout leur microbiologie restent encore très mal connues.

Quelles sont les principales caractéristiques microbiologiques des coulées volcaniques ? Possèdent-elles les mêmes fonctions que celles de sols normaux et à quel degré ? Comment l'âge intervient-il dans l'évolution microbienne de ces fonctions ?

C'est à ces questions que nous avons essayé de répondre en procédant à l'analyse microbiologique de diverses coulées de laves dans la région du Kivu. Ces diverses coulées sont représentées sur la carte annexée et peuvent être classées en trois groupes d'après leur situation topographique. Le premier groupe appartient à la région de Goma-Sake, le second à celle du Nyamuragira, le troisième à celle du Mihaga <sup>(1)</sup>.

Nous exposerons successivement les résultats d'analyse de ces trois groupes. Les techniques sont celles décrites dans le *Manuel technique d'analyses de microbiologie du sol* (J. POCHON, 1954).

---

(1) A l'occasion de la Mission de 1958, M. R. LEONARD, botaniste à l'I.N.E.A.C., a entrepris des observations sur la colonisation des laves par la macroflore. Ses identifications et conclusions sont reproduites à la suite de la présente note.

### I. — GROUPE DE GOMA-SAKE.

La région de Goma-Sake (1.460 m) est représentée par onze échantillons se répartissant ainsi entre des témoins et des coulées d'âge divers :

Trois témoins dont deux couverts par la forêt primaire (100 T et 104 T) (voir graphique), le troisième portant des cultures de bananiers et traité par feux de brousse (102 T).

Deux coulées plus récentes, l'une datant de 1948 (scories), représentée par les échantillons 101 (trois prélèvements différents selon la végétation) et 107 (deux prélèvements distincts en fonction de la végétation); l'autre datant de 1938 (dalles) indexée 103.

Deux coulées plus anciennes, l'une de 1904 numérotée 105, l'autre de 1912 (dalles et scories) numérotée 106.

#### Activité des trois témoins.

- Flore totale : 35.000 à 80.000 germes/g sol.
- Fixateurs d'azote : présents, la plupart du temps aérobies et anaérobies mais en assez petit nombre.
- Ammonifiants : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-4}$ .
- Nitrifiants : présents deux fois sur trois, en faible quantité (dilution limite  $10^{-2}$ ).
- Dénitrifiants : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-3}$  ou  $10^{-4}$ .
- Cellulolytiques : généralement présents en nombre assez grand, surtout en ce qui concerne les aérobies.
- Amylolytiques : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-3}$  ou  $10^{-4}$ .
- Germes du cycle du soufre (minéral et organique) : absents.

En conclusion. — Tous ces témoins manifestent une activité micro-biologique moyenne. Les principaux groupes physiologiques sont représentés (sauf pour le cycle de S), mais leur action n'est pas très forte.

#### Activité des coulées récentes 1948-1938.

- Flore totale : 80.000 à 35.000.000 germes/g sol pour les échantillons de 1948 portant différentes végétations;  
200.000.000 germes/g sol pour l'échantillon de 1938.
- Fixateurs d'azote : aérobies : présents en petit nombre une fois sur cinq dans les laves de 1948; présents en beaucoup plus grand nombre dans la coulée 1938;  
anaérobies : présents en assez petit nombre trois fois sur cinq dans les laves de 1948; présents en beaucoup plus grand nombre dans la coulée de 1938.

- Ammonifiants : présents trois fois sur cinq et actifs jusqu'à la dilution  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  dans les laves de 1948; actifs jusqu'à la dilution  $10^{-6}$  dans la coulée 1938.
- Nitrifiants : rares et assez peu actifs dans les coulées de 1948; on les trouve une fois sur cinq et la dilution limite est  $10^{-2}$ ; présents dans la coulée de 1938 et actifs jusqu'à la dilution  $10^{-2}$ .
- Dénitrifiants : présents quatre fois sur cinq et actifs jusqu'à la dilution  $10^{-3}$  ou  $10^{-4}$  pour les échantillons de 1948; actifs jusqu'à  $10^{-5}$  pour la coulée de 1938.
- Cellulolytiques : aérobies : assez nombreux dans les prélèvements de 1948; nombreux dans celui de 1938;  
anaérobies : présents trois fois sur cinq et assez nombreux dans les coulées de 1948; très nombreux pour la coulée de 1938.
- Amylolytiques : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-3}$  ou  $10^{-5}$  pour les laves de 1948; actifs jusqu'à la dilution  $10^{-5}$  pour la coulée de 1938.
- Germes du cycle du soufre (minéral et organique) : absents.

En conclusion. — L'activité de ces échantillons apparaît dans l'ensemble voisine de celle des témoins. Ceci est surtout valable pour les coulées de 1948. Dans la coulée de 1938 s'amorce déjà une activité supérieure; en effet, dans cette coulée le nombre de germes est plus élevé et les limites d'activité plus poussées.

#### Activité des coulées anciennes 1912-1904.

- Flore totale : 50.000.000 à 175.000.000 germes/g sol.
- Fixateurs d'azote : aérobies : présents en assez grand nombre;  
anaérobies : présents seulement dans la coulée de 1904 et, là, en grand nombre.
- Ammonifiants : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-6}$ .
- Nitrifiants : absents.
- Dénitrifiants : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-2}$  pour la coulée de 1912 et jusqu'à la dilution  $10^{-6}$  pour la coulée de 1904.
- Cellulolytiques : aérobies : très nombreux et très actifs partout;  
anaérobies : très nombreux, surtout dans la coulée de 1904.
- Amylolytiques : actifs jusqu'à la dilution  $10^{-5}$ .
- Germes du cycle du soufre : sulfato-réducteurs : présents jusqu'à la dilution  $10^{-1}$  pour la coulée de 1912 et  $10^{-3}$  pour celle de 1904;  
bactéries dégradant la méthionine présentes seulement dans la coulée de 1904 (dilution limite  $10^{-3}$ ).

En conclusion. — L'activité microbiologique de ces deux échantillons est, dans l'ensemble, forte. Elle surpasse celle de tous les autres prélèvements étudiés. La coulée de 1904 montre le maximum d'action.

#### Activité générale des coulées et des témoins de Goma-Sake.

Quatre coulées d'âge différent sont ici étudiées par rapport à deux types de témoin, l'un à végétation naturelle, l'autre à végétation artificielle. Il en ressort que l'activité microbiologique des coulées plus récentes, 1948 et 1938, est de l'ordre de celle des témoins (sans que l'on puisse distinguer de différence valable entre les deux types de témoins). Comparativement à la coulée de 1948, celle de 1938 amorce un regain d'activité. L'influence de l'âge des coulées sur leurs caractéristiques microbiologiques est confirmée par les propriétés des éruptions de 1912 et 1904. Il y a donc une nette progression de l'activité biologique avec l'âge. Ceci est en parfait accord avec toutes les observations d'ordre botanique sur la recolonisation des laves.

## II. — GROUPE DU NYAMURAGIRA.

Le matériel d'étude des éruptions du Nyamuragira (3.000 m) comporte huit échantillons ainsi répartis :

- Un échantillon de solfatare, prélevé dans le cratère du volcan (indexé 108), avec, comme témoin comparatif, un échantillon prélevé à côté du solfatare, couvert de mousses ou d'algues et d'activité volcanique datant de 1957 (indexé 109 T).
- Trois échantillons (distincts par leur végétation) représentant la coulée de 1956 (laves cendrées), et sis dans le cratère du Nyamuragira (indexé 110), avec, comme témoin comparatif, un échantillon pris à un endroit voisin, couvert de mousses et caractérisé par un début de formation d'humus (indexé 111 T). Sont joints deux autres échantillons (à végétation différente) représentatifs de l'éruption de 1956, mais sis dans le cratère adventice du Shabubembe, 2.300 m (indexés 112).

#### Activité du solfatare et de son témoin.

- Flore totale : 3.500 germes/g sol pour le solfatare;  
3.500.000 germes/g sol pour le témoin.
- Fixateurs d'azote : aérobies : partout absents;  
anaérobies : présents en petit nombre seulement dans le témoin.
- Ammonifiants : présents seulement dans le témoin jusqu'à la dilution  $10^{-4}$ .
- Nitrifiants : partout absents.
- Dénitrifiants : présents seulement dans le témoin jusqu'à la dilution  $10^{-3}$ .

- Cellulolytiques : aérobies et anaérobies : présents seulement dans le témoin.
- Amylolytiques : présents seulement dans le témoin jusqu'à la dilution  $10^{-2}$ .
- Sulfato-réducteurs et bactéries du soufre organique : partout absents.

En conclusion. — On voit que le solfatare, comme il fallait s'y attendre, se montre absolument dépourvu de toute activité microbiologique normale. Aucune des fonctions typiques du sol n'y est représentée. Le soufre inhibe le développement de tout germe (mis à part les *Thiobacillus*). Au contraire, son témoin possède les principaux représentants des activités biochimiques du sol, à l'exception des nitrifiants, des *Azotobacter*, des sulfato-réducteurs et des germes métabolisant le soufre organique. Toutefois ces représentants ne sont présents qu'à des taux relativement restreints et leur action est très limitée. Ces faiblesses doivent être imputées à l'âge très récent des dernières éruptions volcaniques (1957).

#### Activité des coulées de 1956 et de leur témoin.

- Flore totale : 70.000 à 500.000.000 germes/g sol.
- Fixateurs d'azote : aérobies : partout absents;  
anaérobies : présents quatre fois sur six, à des taux généralement bas.
- Ammonifiants : présents partout, mais d'activité très variable suivant l'échantillon (dilution limite  $10^{-2}$  à  $10^{-8}$ ).
- Nitrifiants : présents une fois sur six (dilution limite  $10^{-1}$ ).
- Dénitrifiants : présents trois fois sur cinq (dilution limite variant de  $10^{-2}$  à  $10^{-6}$ ).
- Cellulolytiques : aérobies rarement présents, deux fois sur six, et en très faible quantité;  
anaérobies : présents quatre fois sur six, en quantité souvent assez grande.
- Amylolytiques : présents partout, avec une activité variable suivant l'échantillon limite  $10^{-1}$  à  $10^{-4}$ ).
- Germes du cycle du soufre (minéral et organique) : partout absents.

En conclusion. — L'activité des coulées datant de 1956, aussi bien que celle du témoin voisin, apparaît, dans l'ensemble, faible et déséquilibrée. Beaucoup de fonctions sont souvent, soit absentes, soit très mal assurées. Tandis que, à l'opposé, une ou deux sont anormalement développées.

#### Activité générale des éruptions et témoins du Nyamuragira.

L'ensemble des activités physiologiques de tous les prélèvements effectués dans les cratères du Nyamuragira et du Shabubembe montre une nette

déficience et un net déséquilibre. Le solfatare est presque stérile. Quant aux coulées de 1956 et aux endroits témoins voisins, les germes y sont souvent mal répartis, d'action faible et hétérogène. Ce sont les coulées examinées les plus récentes, mais aussi les moins normales du point de vue microbiologique.

### III. — GROUPE DE MIHAGA.

Les éruptions volcaniques de la région de Mihaga sont représentées par trois échantillons prélevés dans la coulée de 1954, portant actuellement une végétation naturelle (indexés 113, 114 et 115). Ces prélèvements sont étudiés simultanément à deux témoins, sis entre les laves et couverts par la forêt primaire (répertoriés 118 T et 119 T).

#### Activité de la coulée 1954 et de ses témoins.

- Flore totale : 70.000.000 à 13.000.000.000 germes/g sol.
- Fixateurs d'azote : aérobies : présents trois fois sur cinq, à des taux assez faibles;
  - anaérobies : partout présents, à des taux en général élevés.
- Ammonifiants : partout présents (dilution limite de  $10^{-5}$  à  $10^{-8}$ ).
- Nitrifiants : partout absents.
- Dénitrifiants : partout présents (dilution limite de  $10^{-4}$  à  $10^{-7}$ ).
- Amylolytiques : partout présents (dilution limite de  $10^{-2}$  à  $10^{-6}$ ).

En conclusion. — L'activité de tous ces prélèvements est comparable. Les groupes physiologiques recherchés ne permettent pas de discrimination certaine. L'ensemble des activités évaluées apparaît du même ordre de grandeur que celui des activités des coulées 1948 et témoins de Goma-Sake.

### CONCLUSION GÉNÉRALE.

L'étude microbiologique de laves d'âge et de site divers permet de les classer ainsi (dans les régions étudiées) :

- laves datant de deux ans : activité microbiologique faible et déséquilibrée;
- laves datant de 4 à 10 ans : activité microbiologique moyenne;
- laves datant de 20 ans : activité microbiologique en extension;
- laves datant de plus de 40 ans (46 à 54 ans) : activité microbiologique forte.

Ce classement n'est indiqué qu'à titre de schéma d'ensemble, les différences de détails s'avérant fort grandes suivant les conditions du milieu ambiant (nature des laves, lieu topographique, végétation colonisatrice, etc.).

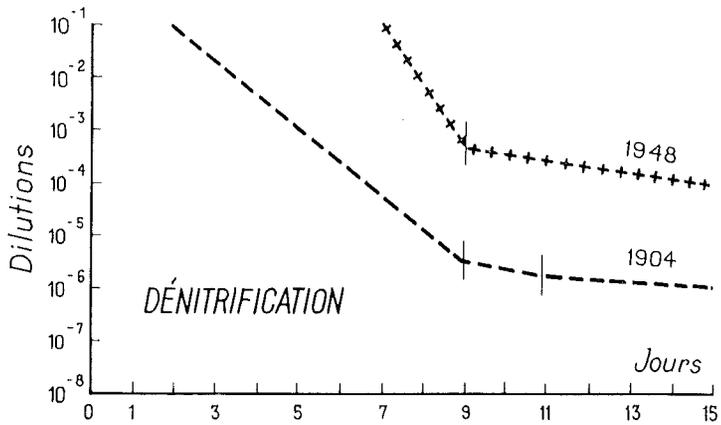
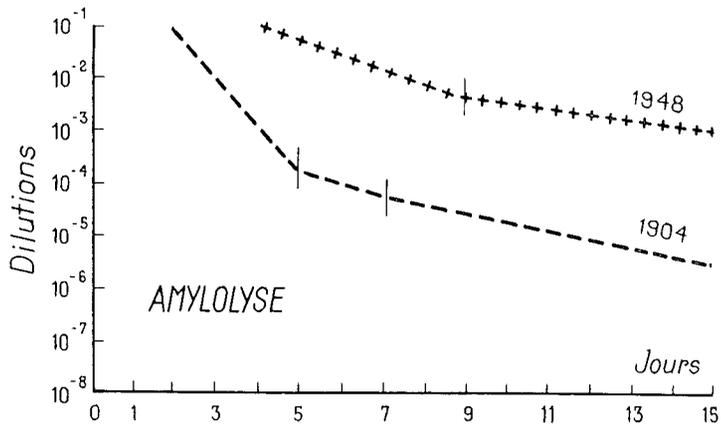
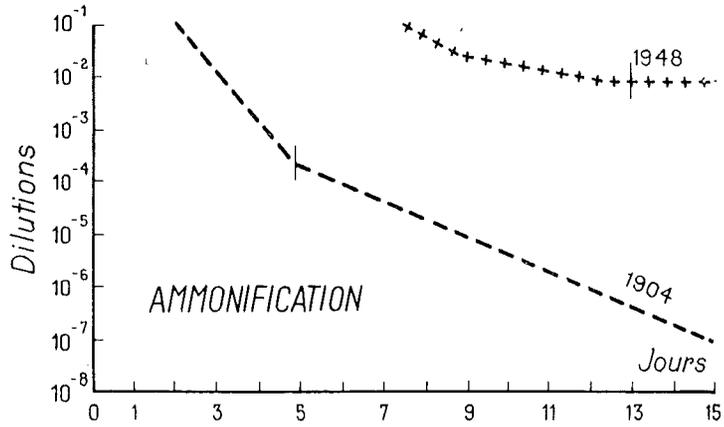
Signalons enfin que, si la plupart des groupes physiologiques inhérents aux sols normaux apparaissent déjà dans des laves datant de 4 à 10 ans, tous les groupes ne semblent pas avoir la même aptitude pour coloniser les coulées volcaniques. En particulier les *Azotobacter*, les nitrifiants, les sulfato-réducteurs et les germes du soufre organique y sont rarement représentés. Quand ils le sont, leur nombre et leur activité sont, le plus souvent, faibles. Il peut être intéressant de faire remarquer que ce sont des germes telluriques à activité très spécifique; au contraire ceux à activité polyvalente (ammonifiants, dénitrifiants ...) s'implantent beaucoup plus rapidement dans les sols neufs. On peut remarquer également que les *Clostridium* fixateurs sont plus précoces et plus ubiquistes que les *Azotobacter*, ce qui tend à faire admettre, comme cela a été souvent soutenu, leur plus grande importance écologique dans le phénomène de la fixation de l'azote moléculaire.

INSTITUT PASTEUR,  
SERVICE DE MICROBIOLOGIE DU SOL (Paris).

## ANNEXE.

Exemple d'analyse (région de Goma-Sake; coulées de 1904 et de 1948 — échantillons indexés 105 et 107).

	1904	1948
Microflore totale . . . . .	50.000.000/g	80.000/g
Fixateurs :		
<i>Azotobacter</i> . . . . .	70/g	—
<i>Clostridium</i> . . . . .	3.000/g	—
Ammonifiants . . . . .	Voir courbe	
Nitrificateurs . . . . .	—	—
Dénitrificateurs . . . . .	Voir courbe	
Cellulolytiques :		
Aérobies . . . . .	300.000/g	5.000/g
Anaérobies . . . . .	40.000/g	—
Amylolytiques . . . . .	Voir courbe	
Réducteurs de sulfates . . . . .	Jusqu'à 10 <sup>-3</sup>	—



## BIBLIOGRAPHIE.

---

- BURNOTTE, G. L., 1952, Le sol des cendrées volcaniques (*Comité Nat. du Kivu*, nouv. sér., n° 3, Bruxelles).
- LÉONARD, A., 1959, Contribution à la colonisation des laves du volcan Nyamuragira par les végétaux (*Vegetatio, Acta Geobotanica*, vol. VIII, fasc. 4, pp. 249-258).
- MEYER, A., 1955, Mission études vulcanologiques (*Expl. Parc Nat. Albert*, fasc. 1, Inst. Parcs Nat. Congo Belge, Bruxelles).
-

CONTRIBUTION  
A L'ÉTUDE DE LA COLONISATION  
DES LAVES

DU VOLCAN NYAMURAGIRA PAR LES VÉGÉTAUX <sup>(1)</sup>

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 ( $\pm 1.500$  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 microclimats 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 disposons, 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 m<sup>2</sup>.

Pour les laves de 1912, nous avons adopté des surfaces de 40 m<sup>2</sup>.

#### 2. Description des relevés.

A. Goma Sake. — Altitude 1.460 m.

Relevés n<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 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.

Çà 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<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 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 karanguensis* OLIV. et HIERN, *Trema orientalis* BLUME, *Myrica salicifolia* HOCHST., *Rumex maderensis* LOWE, *Ficus cyathistipula* WARB., *Rhus incana* P. MILL.

Relevés n<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 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<sup>os</sup> 17 et 18 — Année de la coulée : 1954 — Nature : Scories.

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

Relevés n<sup>os</sup> 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 longirarum* 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 longirarum* 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).

Les 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.

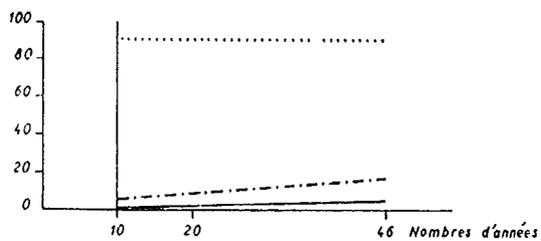
« Mutatis mutandis », ces conclusions s'appliquent également aux autres relevés. Comme pour le Gitebe, nous constatons que la colonisation est très rapide. Certaines plantes disparaissent, tel *Phymatodes scolopendria* (BURM) CHING, que nous ne retrouvons plus à partir de 1.700 m; par contre les Composées : *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.

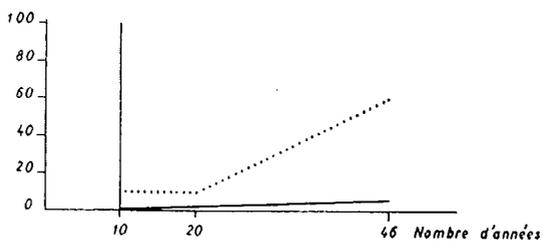
1. Le schéma de la colonisation des laves par les végétaux peut donc se résumer comme suit : au début ce sont les lichens qui s'installent, en même temps que quelques mousses, les fougères leur succèdent, pour céder elles-mêmes la place aux plantes supérieures.

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

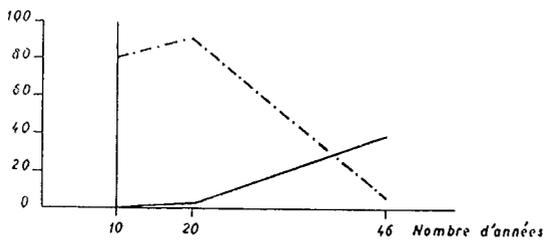
3. Le schéma théorique sera plus ou moins perturbé suivant les circonstances de milieu.



GRAPHIQUE 1 - SCORIES



GRAPHIQUE 2 - DALLES



GRAPHIQUE 3 - FISSURES

- ..... Lichens, mousses
- - - - Pléridophytes
- 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.).
- MULLENDERS, 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).

PARC NATIONAL ALBERT. — DEUXIÈME SÉRIE  
MISSION HENRI H. MOLLARET  
Fascicule 11 (8)

---

OBSERVATIONS  
SUR LA  
MICROFLORE ET LA MICROFAUNE  
DES LACS DU RUWENZORI ET DU VISOKE

PAR  
MARCEL LEFEVRE (Paris)

---

PREMIÈRE MISSION : 1956.

Lac Dominique : 20.I.1956, altitude 3.682 m.

Température de l'eau ... ..	6°4.
Température de l'air ... ..	6°6.
pH ... ..	4,6.

Plancton. — Prélevé en amont du déversoir du lac.

Très abondant : composé uniquement de Chydoridés (Cladocères) et très rares Diatomées.

Benthos. — Expression de mousses du rivage.

Diatomées largement dominantes appartenant surtout aux genres *Pinnularia*, *Fragilaria*, *Navicula*, *Surirella*, *Cymbella*.

Desmidiacées rares : *Euastrum* et *Netrium*. Quelques algues filamenteuses : *Spirogyra*.

Lac Marion : 21.I.1956, altitude 3.685 m.

Température de l'eau au rivage ... ..	6°.
Au centre à 0,50 m de profondeur ... ..	5°.
Température de l'air ... ..	10°.
pH ... ..	4,6.

## Plancton.

## a) Prélevé en surface.

Assez abondant, composé surtout d'Algues filamenteuses : *Microspora*, *Oedogonium*, *Zygnema*, et de Diatomées en rubans (*Fragilaria*).

Rares Diatomées isolées. Quelques Desmidiacées des Genres *Euastrum* et *Closterium*.

## b) Prélevé à 0,50 m de la surface.

Beaucoup plus abondant, mais même composition que a.

## c) Prélevé à la surface de la vase.

Abondant, mais surtout formé de détritits.

Assez nombreux frustules vides de Diatomées, absence de Desmidiacées et très rares filamenteuses.

## d) Prélevé en aval du torrent alimentant le lac.

Plancton très abondant mais formé presque uniquement de détritits et de quelques Diatomées : *Fragilaria*, *Eunotia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Surirella*.

## e) Plancton recueilli le long de la côte occidentale.

Abondant. Composé en majeure partie d'Algues filamenteuses : *Zygnema* et *Mougeotia*. Très nombreuses Diatomées avec un genre dominant : *Diploneis*.

Benthos. — Expression de mousses et de phanérogames aquatiques.

Filamenteuses toujours dominantes : *Mougeotia*, *Zygnema*, *Spirogyra*.

Quelques Diatomées. Desmidiacées mieux représentées que dans les planctons par les genres : *Euastrum*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Penium*, mais peu abondantes.

**Lac Vert** : 10.II.1956, altitude 4.035 m.

Température de l'air ... ..	7°6.
Température de l'eau ... ..	6°.
pH ... ..	4,9.

## Plancton.

## a) Prélevé à 5 m de profondeur.

Assez abondant. Composé uniquement de Chydoridés (Cladocères) et d'Algues filamenteuses : *Oedogonium*.

## b) Prélevé en surface.

Identique au précédent avec, de plus, présence de rares Copépodes.

**Lac Blanc supérieur** : 11.II.1956, altitude 4.200 m.

Température de l'air ... ..	4°9.
Température de l'eau ... ..	2°6.
pH ... ..	4,8.

Plancton. — Recueilli en aval, au déversoir.

Très pauvre, composé en majeure partie de débris et de quelques Algues filamenteuses : *Microspora*.

**Lac Blanc proprement dit** : 13.II.1956, altitude 4.200 m.

Température de l'air ... ..	4°9.
Température de l'eau ... ..	2°6.

Plancton. — Très pauvre, composé uniquement de débris et de quelques *Microspora*. Rares trichomes très courts de Cyanophycées (*Phormidium*).

**Lac Catherine** : 12.II.1956, altitude 3.900 m.

Température de l'air ... ..	7°.
Température de l'eau ... ..	6°1.
pH ... ..	5 à 5,2.

Plancton. — Très pauvre, quelques rares filamenteuses (*Microspora*).

Très rares Desmidiacées (*Cosmarium*, *Euastrum*).

Zooplancton à Cladocères (Chydoridés).

**Lac Gris** : 13.II.1956, altitude 4.150 m.

Température de l'air ... ..	5°.
Température de l'eau ... ..	2°6.
pH ... ..	4,8.

Plancton. — Assez abondant composé presque uniquement de *Microspora* et de rares Cyanophycées (*Oscillatoria*).

#### SECONDE MISSION : 1957-1958.

**Lac Vert,**

Température de l'eau ... ..	6°25.
pH ... ..	6,3.

Plancton. — Au centre, assez peu abondant, formé surtout de débris, de Rotifères et de quelques Cladocères. Présence de quelques Desmidiacées.

Près du rivage, très riche en Diatomées, riche en Périidiniens (*Peridinium*); présence de quelques Rhizopodes

**Lac Gris.**

Température de l'eau ... ..	2°6.
pH ... ..	6,2.

Plancton. — Composé presque uniquement de débris : très rares Diatomées et petits Périidiniens.

**Lac Noir.**

Température de l'eau ... ..	5°5.
pH ... ..	6,85.

Plancton. — Composé uniquement de débris d'origine animale et végétale. Quelques rares Cladocères (Chydoridés).

**Lac Gatherine.**

Température de l'eau ... ..	6°5.
pH ... ..	7.

Récoltes faites.

a) En amont, près de l'affluent.

Riche en Algues filamenteuses (*Draparnaldia*). Quelques Diatomées, Desmidiacées et Cyanophycées.

b) Au centre.

Très nombreux débris. Présence de Desmidiacées (*Staurastrum*, *Euastrum*, *Cosmarium*), de Diatomées (peu nombreuses), de Protococcales (*Pediastrum*), de Volvocales et de quelques Cyanophycées (*Merismopedia*).

c) En aval, près de l'exutoire.

Très riche en Diatomées filamenteuses (*Fragilaria*). Quelques Protococcales (*Scenedesmus*, *Pediastrum*). Très rares Desmidiacées.

**Lac du Visoke.**

Température de l'eau ... ..	9°75.
pH ... ..	6.

Plancton. — Composé uniquement de débris et de quelques Diatomées.

**Lac Kitandara supérieur.**

Température de l'eau ... ..	5°.
pH ... ..	6,6.

Plancton. — Très peu abondant, composé surtout de débris et d'assez nombreuses Diatomées. Présence de quelques Cyanophycées (*Oscillatoria*). Très rares *Microspora*.

**Lac Kitandara inférieur.**

Température de l'eau ... ..	5°.
pH ... ..	6,6.

Plancton. — Peu abondant, renfermant surtout des débris d'origine animale et végétale puis quelques Chlorophycées filamenteuses (*Draparnaldia*), quelques Hétérocontes et Diatomées.

### OBSERVATIONS.

La microflore planctonique ou même benthique de tous ces lacs est très pauvre : le filet traîné sur 500 m ne recueille parfois que quelques millimètres cubes de plancton et encore celui-ci est-il beaucoup plus riche en détritiques qu'en organismes animaux ou végétaux.

Ceci tient à plusieurs causes, mais surtout à la basse température des eaux qui atteignent à peine 10° et ensuite à leur pauvreté au point de vue substances minérales et organiques dissoutes.

Les nitrates et les phosphates, éléments particulièrement limitants pour les végétaux, n'ont pas été dosés en raison des conditions de travail très difficiles et pénibles créées par les recherches en haute altitude. Il est probable que ces éléments, particulièrement les phosphates, ne devaient exister dans les eaux qu'à l'état de traces.

La teneur en calcium est particulièrement faible. Elle se situe entre 0,6 et 3,6 mg/l en Ca. Dans les tourbières à *Sphagnum* européennes, cependant peu minéralisées, on ne rencontre jamais de teneur aussi basse : celle-ci atteint souvent 8, 10 et même 12 mg/l.

Cette pauvreté en Ca explique l'absence de Protococcales dans tous les lacs, sauf dans une partie du lac Catherine, celle qui renferme la plus forte teneur en Ca de tous les lacs (3,6 mg/l), où elles font une timide apparition. Les Protococcales sont en effet des organismes d'eaux riches et relativement tièdes.

La microflore et la microfaune sont bien celles d'eaux à pH acide, voisin de 5. On remarquera que les pH pris aux mêmes endroits et à la même époque de l'année en 1956 et 1958 sont différents. Ceci tient sans doute à ce que les premiers ont été mesurés sur place alors que les seconds ne l'ont été que 36 à 48 heures après le prélèvement, à la suite d'un long transport.

Les valeurs très acides de pH relevées au cours de la première mission sont plus vraisemblables que les secondes parce qu'elles s'accordent mieux avec la présence de certains organismes de la microflore.

Dans ces eaux pauvres, acides, favorables aux Sphaignes, on aurait pu s'attendre à une riche flore à Desmidiacées comparable à celle qui existe dans les tourbières européennes.

De fait, on rencontre, dans ces lacs, des espèces de Desmidiacées qu'on trouve en nos pays, mais en nombre très limité.

Ce sont toujours de petites espèces. Les grandes (*Micrasterias rotata*, *Euastrum oblongum*, *Cosmarium ovale*, *Pleurotaenium Ehrenbergii*, *Closterium lunula*, *C. intermedium*, *C. striolatum*, etc.) ne semblent pas y exister.

Les filamenteuses (*Desmidium*, *Hyalotheca*, *Sphaerosozma*, etc.) sont également absentes.

On note également une grande pauvreté en Cyanophycées et en Péri-diniens.

Lors de la seconde exploration du lac Catherine (1958), les récoltes effectuées renfermaient une notable proportion de Protococcales alors qu'elles étaient absentes dans la récolte de 1956.

Ceci tient à ce que trois récoltes ont été faites en 1958 dans ce lac : en amont, au centre et en aval, alors qu'une seule avait été faite en 1956.

Or, les conditions biologiques sont différentes dans les trois stations explorées en 1958, surtout en ce qui concerne la première qui se trouve être une tourbière à *Sphagnum* à peu près typique.

Ceci explique les différences observées, d'une part, entre l'analyse microscopique de l'eau du lac Catherine en 1956 et 1958 et d'autre part, entre les trois prélèvements du même lac en 1958. Le prélèvement de 1956 avait du reste dû être fait dans la région tourbeuse puisque le pH indiqué était de 5-5,6.

Dans tous les cas, les organismes dominants sont les Diatomées, à la fois en nombre d'espèces et d'individus.

Ceci s'explique encore facilement, puisque, bien que pauvres, les eaux renferment toujours une proportion notable de silice et que les Diatomées se multiplient assez activement par faible température et éclaircissement modéré.

CENTRE DE RECHERCHES HYDROBIOLOGIQUES  
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (Paris).

---

Sorti de presse le 31 mai 1961.

---

OBSERVATIONS  
CONCERNANT  
CERTAINS MICROORGANISMES  
DÉCELÉS CHEZ DES DENDROHYRAX DU RUWENZORI

PAR

HENRI H. MOLLARET (Paris)

---

1. — *Microsporum gypseum*.

Ce dermatophyte rencontré pour la première fois en 1894 par SABOURAUD chez le chien a été retrouvé depuis chez le cheval, le chat, le singe, le tigre, le coq et chez l'homme dans diverses régions d'Europe, d'Amérique, du Japon et d'Australie. En Afrique, il est signalé pour la première fois par VANBREUSEGHEM et BORGERS, chez une fillette européenne, peu de temps après son arrivée à Léopoldville, mais un doute existe en ce qui concerne l'acquisition de ce dermatophyte au Congo. L'observation de teigne à *Microsporum gypseum* chez deux damans du Ruwenzori apporte une preuve indiscutable de son existence en Afrique.

Le premier cas est celui d'une femelle de 1.900 g capturée le 8 juillet 1957 au lac Marion et ramenée à Paris le 1<sup>er</sup> mars 1958 avec 11 autres animaux qui se sont montrés indemnes. Le 20 mars fut constatée une plaque d'alopecie couverte de nombreuses squames mesurant environ 2 cm de diamètre et située à la base du dos. La lésion évoluait probablement depuis un certain temps, mais l'épaisseur de la fourrure en retarda la constatation. Un traitement par l'acide undécylénique fut entrepris mais l'animal décéda le 1<sup>er</sup> avril 1958 d'une affection intercurrente n'ayant pas fait sa preuve étiologique.

Le second cas concerne une femelle de 2.500 g capturée en février 1958 près de la rivière Lume. A son arrivée à Paris, le 30 juin avec trois autres animaux qui restèrent indemnes, plusieurs lésions furent constatées, toutes du même type, plaques d'alopecie avec squames siégeant au menton, à l'oreille droite, à la région angulo-maxillaire gauche et au dos des quatre extrémités.

L'examen microscopique des squames et des poils de la zone atteinte, entre lame et lamelle, dans une goutte de potasse à 20 %, chauffée légèrement à la veilleuse, a mis en évidence des filaments mycéliens fragmentés en arthrospores et à l'extérieur entourés de spores un peu plus grosses que celles de *Microsporium canis*, mais moins grosses que celles des mégaspores. Une coupe de la peau de la plaque teigneuse montre le type ectoendothrix de l'infection pilaire et l'envahissement de l'ostium folliculaire.

Les cultures (D<sup>r</sup> E. DROUHET) faites sur moût de bière gélosé, sur milieu de Sabouraud glucosé et sur milieu de Sabouraud additionné d'actidione ont permis l'obtention rapide en quatre à cinq jours de colonies identifiées d'après l'aspect macroscopique et microscopique comme *Microsporium gypseum*. L'aspect macroscopique des colonies est poudreux, de couleur cannelle à teinte rougeâtre surtout sur le moût de bière. Cet aspect ressemble à la variété rouge signalée par AJELLO chez les *Microsporium gypseum* isolés du sol ou des animaux. L'aspect microscopique montre un grand nombre de fuseaux rassemblés en bouquets à parois moins épaisses que celles de *Microsporium canis*. Des appendices flagellaires accompagnent souvent ces fuseaux et l'on remarque l'abondance de microspores. Dans les cultures colorées au bleu coton acétique la paroi des fuseaux est crénelée.

La reproduction expérimentale de cette teigne a été obtenue chez le cobaye après application sur la peau épilée et scarifiée d'une pâte adhérente faite de spores et de mycélium de la culture isolée du premier daman incorporés à du miel. Dix jours après l'inoculation, des lésions squameuses sont apparues et à l'examen direct on trouve dans les squames des filaments mycéliens fragmentés en arthrospores et des poils présentant le même type parasitaire que chez le daman. Les cultures sont positives après quatre à cinq jours.

Si dans le cas du premier daman teigneux une réserve pouvait être faite sur l'origine africaine de la contamination, dans le deuxième cas on peut affirmer indiscutablement que l'infection a bien eu lieu au Parc National Albert où l'animal fut capturé. La source d'infection est probablement le sol comme l'ont montré des travaux récents. AJELLO a isolé ce dermatophyte 37 fois sur 116 échantillons de sol collectés dans des régions américaines où *Microsporium gypseum* fut décelé chez des chiens.

Du point de vue mycologique, le type parasitaire des poils dans le cas du daman est intermédiaire entre celui des *Microsporium canis*, *audouini* et *ferrugineum* à petites spores et celui des *Trichophyton megaspores* à grosses spores entourant les poils. L'absence de fluorescence des poils à *Microsporium gypseum* le distingue également des autres *Microsporium*. A côté de nombreux fuseaux typiques avec des appendices flagelliformes qui n'ont rien d'inhabituel comme certains auteurs ont voulu le croire, cette souche présente une abondance de microspores; ce caractère retrouvé dans la souche congolaise humaine de VANBREUSEGHEM n'est pas habituellement observé chez les autres souches qui ne donnent que de très rares microspores.

2. — *Toxoplasma gondii*.

L'étude anatomo-pathologique d'un daman provenant de la Haute-Ruanoli a permis de déceler chez cet animal une infestation par *Toxoplasma gondii*. Il s'agissait d'un *Dendrohyrax* mâle d'environ 2 ans ramené à Paris le 1<sup>er</sup> mars 1958.

Il présenta durant les derniers jours de septembre un ictère visible au niveau des muqueuses avec urobilinurie et cholalurie. Il devait mourir le 31 octobre après une courte maladie marquée par une asthénie intense, une diarrhée profuse, une température à 39°. Le traitement (pénicilline-streptomycine, arobon, extrait hépatique et réhydratation massive) fut sans effet.

La numération sanguine en cours de maladie montra :

G.R.	... ..	3.810.000
G.B.	... ..	15.800
Poly. neutro	... ..	60 %
Petits lymphos	... ..	6 %
Grands lymphos	... ..	29 %
Monocytes	... ..	5 %

L'autopsie révéla :

- des poumons grisâtres avec les deux lobes supérieurs congestifs;
- un foie volumineux (117 g, la normale étant 60 g);
- une rate également augmentée (9,5 g, la normale étant 4 g);
- un volumineux paquet ganglionnaire mésentérique comportant une quinzaine de ganglions de la taille d'un pois à celle d'un haricot avec périadénite;
- l'intestin grêle présentait un piqueté hémorragique sur ses 7 à 8 derniers centimètres;
- les plaques de Peyer étaient ulcérées. Les fèces étaient filantes, muqueuses, orangées;
- les reins étaient normaux (le droit 22,5 g, le gauche 12 g);
- la vessie contenait 80 cm<sup>3</sup> d'une urine jaune franc.

L'ensemencement du foie, de la rate et des ganglions fut négatif. Les coprocultures ne révélèrent pas de germes pathogènes.

L'examen histologique (D<sup>rs</sup> LEVADITI et GUILLON) montra :

- au niveau du poumon : un oedème aigu et une congestion diffuse accompagnés d'une très légère réaction cellulaire. Aspect de poumon cardiaque dans lequel on ne mit en évidence ni germes ni parasites;
- au niveau de la rate : une hyperémie avec intense activité macrophagique de pigment ocre sans lésions infectieuses ou parasitaires;

— au niveau des ganglions mésentériques : une adénite subaiguë avec infiltrats histio-plasmocytaires atteignant le chorion et ulcérant les plaques de Peyer. A un endroit toute la lumière intestinale était obturée par un exsudat inflammatoire contenant quelques polynucléaires éosinophiles mais sans caractères suppuratifs;

— au niveau du rein : la présence d'un léger exsudat dans l'espace glomérulo-capsulaire des glomérules de Malpighi;

— l'examen du foie devait être plus intéressant : il présentait les caractères du foie infectieux avec une importante infiltration inflammatoire histio-plasmocytaire prédominant dans les espaces de Kiernan et s'accompagnant de néogénèse biliaire. La cellule hépatique restait relativement intacte. Mais dans certains territoires existaient, au sein des infiltrats cellulaires, des formations sphériques ou vaguement polyédriques atteignant 30 à 40  $\mu$  de diamètre, éosinophiles, et constituées d'un agrégat de particules basophiles, ovoïdes, de taille variant de 2 à 4  $\mu$ , parfois disposées géométriquement et identifiées comme pseudo-kystes de toxoplasmes. Outre ces pseudo-kystes existaient, en dehors de la réaction inflammatoire, des parasites intra-cellulaires soit dans les cellules de Kupffer soit le plus souvent dans les cellules hépatiques elles-mêmes. De forme ovoïde, plus ou moins allongée, les toxoplasmes apparaissent en nombre variable (de 4 à 10 éléments environ) dans une cellule restée morphologiquement normale. Il existait très peu de formes libres extra-cellulaires.

Ces lésions ne correspondent pas à celle d'une toxoplasmose évolutive; en effet le parasite est relativement rare, localisé exclusivement au foie. Il semble se trouver sous une forme de résistance et ne pas avoir déterminé de réactions inflammatoires.

Celles qui sont observées sont dues vraisemblablement à une infection hépato-intestinale avec atteinte des ganglions mésentériques. Il est probable que le daman qui hébergeait des toxoplasmes a succombé à une infection dont l'agent (*Pasteurella pseudotuberculosis* ?) n'a pu être isolé probablement à cause du traitement antibiotique mis en œuvre.

Il faut du reste signaler que deux mois avant sa mort cet animal avait présenté, à la suite d'une bataille avec un autre mâle, une plaie pénétrante du crâne ayant entraîné une méningite purulente à staphylocoques et avait reçu quotidiennement 10 mg de streptomycine et 1 million d'unités de pénicilline pendant 10 jours. Ce traitement, outre la guérison de l'infection méningée, aura pu amener la stérilisation d'une infection latente à *Pasteurella pseudotuberculosis*.

Quoi qu'il en soit, cet animal hébergeait bien des toxoplasmes et cette observation permet, d'une part, d'ajouter le *Dendrohyrax* à la liste des mammifères réservoirs de toxoplasmes et, d'autre part, d'affirmer la présence de ce parasite dans le Ruwenzori.

### 3. — *Pasteurella pseudotuberculosis*.

Nous rapportons, sans pouvoir affirmer formellement l'origine africaine de la contamination, deux cas d'infection à *Pasteurella pseudotuberculosis* chez deux damans provenant de la Haute-Ruanoli et morts à Paris 50 jours après leur arrivée.

Il s'agissait d'une femelle capturée en décembre 1957 et arrivée le 1<sup>er</sup> mars 1958 à Paris où elle mourut le 20 avril ainsi qu'un petit mâle qu'elle avait mis bas le 25 février à Mutsora.

La maladie de la mère fut marquée par une diarrhée intense entraînant une chute de poids de 500 g en 48 h chez un animal de 2 kg 500. Les coprocultures ne permirent d'isoler qu'un *Fecalis alcaligenes*. Les urines contenaient quelques hématies, de rares cellules épithéliales, des phosphates tricalciques et ammoniaco-magnésiens.

A l'autopsie la rate était doublée de volume (10 g) avec de nombreux nodules blanchâtres de 2 à 3 mm. Le foie, les reins, les surrénales étaient normaux. Les ganglions mésentériques au nombre d'une douzaine atteignaient la taille d'un pois ou d'un haricot. Les poumons étaient hépatisés, rouge sombre, avec quelques taches blanchâtres; le tube digestif était légèrement hémorragique dans son ensemble, les vaisseaux anormalement injectés; les plaques de Peyer étaient ulcérées.

Les frottis de rate et de ganglions se révélèrent extraordinairement riches en bacilles Gram négatifs ayant la morphologie des pasteurelles.

L'hémoculture fut négative, mais lesensemencements à partir des ganglions, de la rate et de la sérosité péritonéale donnèrent tous une culture pure d'une souche de *Pasteurella pseudotuberculosis* du groupe sérologique 1.

Le deuxième animal décédé était un petit mâle de 60 jours né de la précédente et non séparé d'elle jusqu'à sa mort. Il mourut 4 jours après sa mère. A l'autopsie la rate présentait quelques très petits nodules, les ganglions mésentériques avaient la taille d'un grain de blé.

Lesensemencements à partir du ganglion, de la rate, du sang du cœur et du liquide péritonéal permirent d'isoler la même souche du type 1.

L'étude anatomo-pathologique de ces deux animaux ne montra rien de significatif au niveau des poumons et des reins. Le foie présentait quelques micro-abcès dispersés, hématogènes, d'aspect subaigu avec amas de monocytes. Certains abcès étaient en voie de nécrose, entourés d'histiocytes intacts et pouvaient témoigner d'une infection subaiguë déjà ancienne. Dans la rate existaient de nombreux abcès inégaux à centre fibrineux contenant des amas bactériens. Autour d'eux existait une réaction histiocytaire et monocytaire très étendue prédominant près des vaisseaux centro-lobulaires.

Les ganglions montraient des états variables : certains presque intacts avec seulement une inflammation subaiguë réactionnelle, d'autres nettement infiltrés de cellules inflammatoires diverses en plages diffuses, d'autres, enfin, comportant des micro-abcès contrés d'amas bactériens.

Dans le jéjunum existaient des petits abcès hémorragiques avec des amas bactériens dans les plaques de Peyer. Le premier cæcum présentait une inflammation aiguë avec de nombreux petits abcès dans la muqueuse. Dans le deuxième cæcum existait également un petit foyer. Les mésos comportaient des infiltrats bactériens plongés dans une réaction histio-monocytaire avec quelques polynucléaires développés dans les vaisseaux lymphatiques et autour d'eux.

Dans la couche profonde réticulée de la surrénale existaient de petits foyers histio-monocytaires non nécrosés.

L'image d'ensemble de cette infection à petits abcès multiples à point de départ intestinal et à propagation lymphatique rappelait plus l'aspect des infections de type typhique rencontrées chez l'homme que celui de la pseudo-tuberculose des rongeurs.

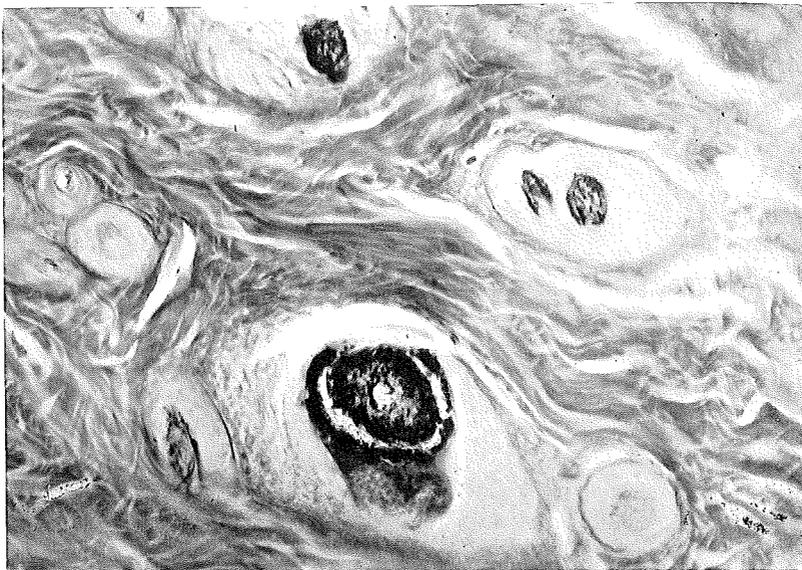
L'intérêt de ces deux cas ne résidait pas tant dans l'adjonction du daman à la liste des animaux sensibles à *Pasteurella pseudotuberculosis* que dans la discussion de la contamination : s'agissait-il d'un contagé antérieur ou postérieur au départ de l'animal du sol africain ?

Il est malheureusement impossible de conclure, le délai entre le départ d'Afrique et les premiers signes cliniques d'infection pouvant correspondre aussi bien à une infestation latente éclatant à l'occasion de la transplantation qu'à une contamination postérieure à l'arrivée en Europe.

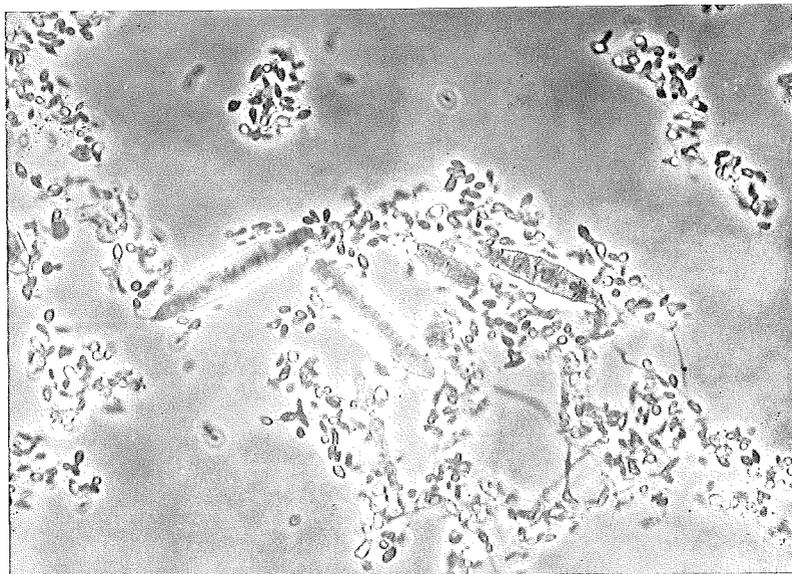
Cependant, ces deux cas sont à rapprocher de celui d'un troisième animal capturé au même endroit en décembre 1955 et autopsié sur les lieux mêmes de sa capture; il présentait des lésions macroscopiques du foie, de la rate et des ganglions mésentériques évoquant la pseudo-tuberculose. Il ne fut pas possible de pratiquer l'ensemencement de ces lésions et l'examen histologique des pièces fixées dans des conditions de fortune ne permit pas un diagnostic formel.

La confrontation de ces trois cas concernant des animaux provenant du même point du Ruwenzori reste néanmoins très troublante et mériterait de faire entreprendre la recherche de *Pasteurella pseudotuberculosis* dans le secteur nord du Parc National Albert.

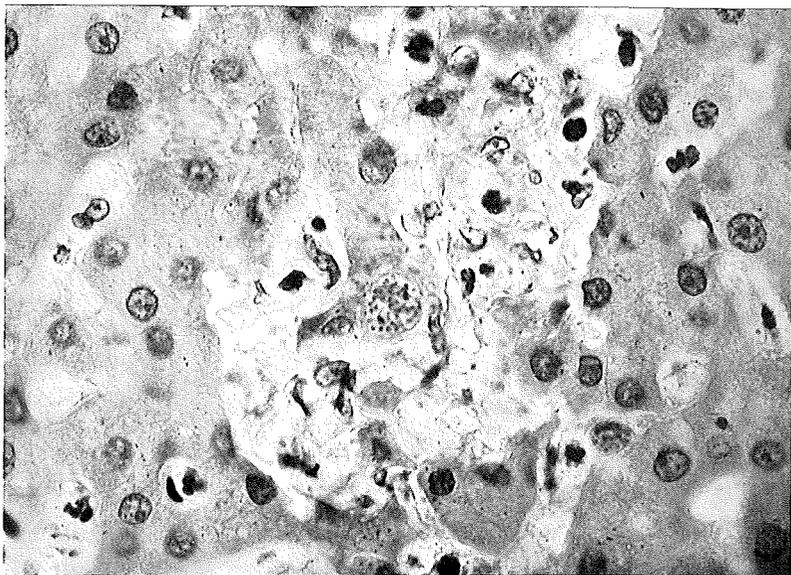
En effet, d'une part jamais *Pasteurella pseudotuberculosis* n'a encore été isolée en Afrique; d'autre part, les trois animaux suspects ayant été capturés dans un territoire situé dans le grand foyer ancestral centro-africain de la peste, et, compte tenu des rapports existant entre *Pasteurella pestis* et *Pasteurella pseudotuberculosis*, rapports tellement étroits que pour certains une mutation aurait pu conduire d'une espèce unique à ces deux espèces si voisines, la confirmation de la présence de *Pasteurella pseudotuberculosis* dans le Ruwenzori revêtirait une signification épidémiologique considérable.



Section au niveau des follicules pileux parasités.  
Nombreux spores intrapilaires et autour du poil dans le follicule ( $\times 260$ ).



Fuseaux et nombreux microspores de *Microsporium gypseum*  
dans une goutte de bleu coton au lactophénol.  
Contraste de phase ( $\times 520$ ).

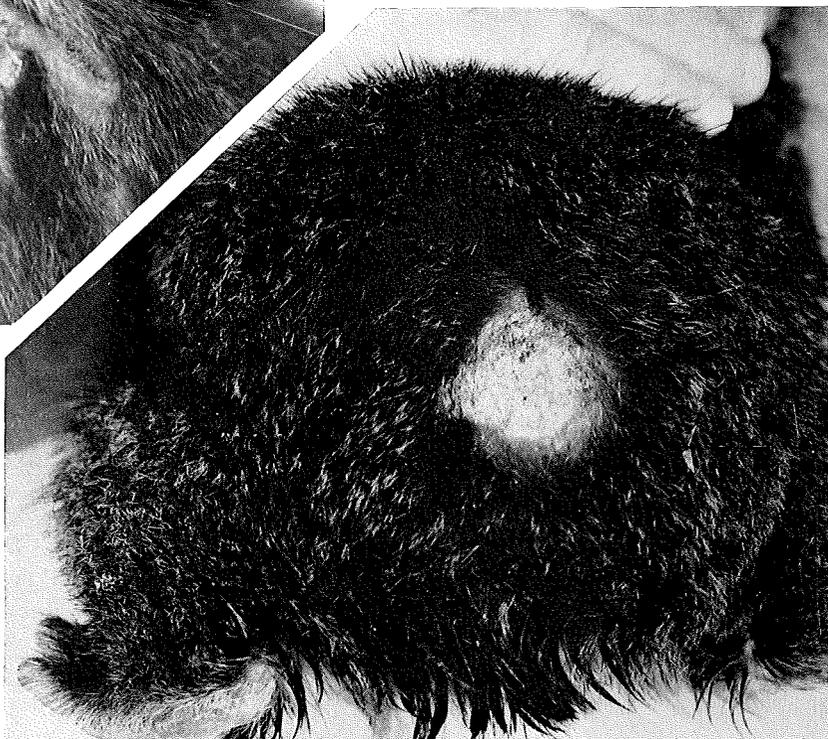


*Toxoplasma Gondii*. — Foie infectieux ( $\times 610$ ).



*Microsporium gypseum*.  
Plaque de teigne du menton.

*Microsporium gypseum*.  
Plaque de teigne du dos.



4. — **Rickettsies.**

Tous les sérums de damans avec lesquels fut recherchée l'agglutination des rickettsies (D<sup>r</sup> GROUD) se sont révélés négatifs à l'exception d'un seul qui fut légèrement positif vis-à-vis de l'antigène de la fièvre boutonneuse (*Rickettsia conori*).

INSTITUT PASTEUR,  
SERVICE DE LA PESTE (Paris).

---