

Institut Royal Colonial Belge

SECTION DES SCIENCES NATURELLES
ET MÉDICALES

Mémoires. — Collection in-8°.
Tome XII, fasc. 3.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

AFDELING DER NATUUR-
EN GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling
in-8°. — T. XII, afl. 3.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DES
SOLS SALINS
ET DE
LEUR VÉGÉTATION
AU
RUANDA-URUNDI

PAR

L. ADRIAENS

Docteur en Sciences Chimiques,
Chef des travaux chimiques au Laboratoire de Recherches Chimiques
et Onialogiques du Congo belge,

ET

G. WAEGEMANS

Ingénieur chimiste agricole,
Chimiste au Laboratoire de Recherches Chimiques
et Onialogiques du Congo belge.



BRUXELLES

Librairie Falk fils,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,
22, rue des Paroissiens, 22.

BRUSSEL

Boekhandel Falk zoon,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Opvolger,
22, Parochiënstraat, 22.

1943

LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS

COLLECTION IN-8°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

- PAGÈS, le R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo Belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (703 pages, 29 planches, 1 carte, 1933) . . . fr. 125 »

Tome II.

- LAMAN, K.-É., *Dictionnaire kikongo-français* (XCIV-1183 pages, 1 carte, 1936) . . . fr. 300 »

Tome III.

1. PLANQUAERT, le R. P. M., *Les Jaga et les Bayaka du Kwango* (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 45 »
2. LOUWERS, O., *Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932* (69 pages, 1933) . . . 12 »
3. MOTTOULIE, le Dr L., *Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais* (48 pages, 16 planches, 1934) . . . 30 »

Tome IV.

MERTENS, le R. P. J., *Les Ba dzing de la Kamtsha :*

1. Première partie : *Ethnographie* (381 pages, 3 cartes, 42 figures, 10 planches, 1935) . . . fr. 60 »
2. Deuxième partie : *Grammaire de l'Idzing de la Kamtsha* (XXXI-388 pages, 1938) . . . 115 »
3. Troisième partie : *Dictionnaire Idzing-Français suivi d'un aide-mémoire Français-Idzing* (240 pages, 1 carte, 1939) . . . 70 »

Tome V.

1. VAN REETH, de E. P., *De Rol van den moedertijken oom in de inlandsche familie* (Verhandeling bekroond in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935) (35 bl., 1935) . . . 5 »
2. LOUWERS, O., *Le problème colonial du point de vue international* (130 pages, 1936) . . . 20 »
3. BITTREMIEUX, le R. P. L., *La Société secrète des Bakhimba au Mayombe* (327 pages, 1 carte, 8 planches, 1936) . . . 55 »

Tome VI.

- MOELLER, A., *Les grandes lignes des migrations des Bantous de la Province Orientale du Congo belge* (578 pages, 2 cartes, 6 planches, 1936) . . . fr. 100 »

Tome VII.

1. STRUYF, le R. P. I., *Les Bakongo dans leurs légendes* (280 pages, 1936) . . . fr. 55 »
2. LOTAR, le R. P. L., *La grande chronique de l'Ubangi* (99 pages, 1 figure, 1937) . . . 15 »
3. VAN CAENEGHEM, de E. P. R., *Studie over de gewoontelijke strafbepalingen tegen het overspel bij de Batuba en Ba Lulua van Kasai* (Verhandeling welke in den Jaarlijkschen Wedstrijd voor 1937, den tweeden prijs bekomen heeft) (56 bl., 1938) . . . 10 »
4. HULSTAERT, le R. P. G., *Les sanctions coutumières contre l'adultère chez les Nkundó* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (53 pages, 1938) . . . 10 »

Tome VIII.

- HULSTAERT, le R. P. G., *Le mariage des Nkundó* (520 pages, 1 carte, 1938) . . . fr. 100 »

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE
DES
SOLS SALINS
ET DE
LEUR VÉGÉTATION
AU
RUANDA-URUNDI

PAR

L. ADRIAENS

Docteur en Sciences Chimiques,
Chef des travaux chimiques au Laboratoire de Recherches Chimiques
et Onialogiques du Congo belge,

ET

G. WAEGEMANS

Ingénieur chimiste agricole,
Chimiste au Laboratoire de Recherches Chimiques
et Onialogiques du Congo belge.

Mémoire présenté à la séance du 17 février 1940.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE DES SOLS SALINS ET DE LEUR VÉGÉTATION AU RUANDA-URUNDI

INTRODUCTION

L'histoire du sel se confond un peu avec celle de l'homme...

Les plus vieux livres du monde signalent l'emploi qu'en faisaient les peuplades d'autrefois pour l'alimentation, les sacrifices religieux, les alliances, dont il était appelé à symboliser la durée et la fidélité, pour la conservation et la destruction...

Certains termes du langage actuel rappellent encore la haute estime en laquelle les anciens tenaient le sel; certaines coutumes perpétuent le geste rituel des Hébreux.

Ainsi, « manger le sel du palais » était synonyme, en ces temps, de « être nourri aux frais du prince ». Tel était le cas des soldats auxquels on donnait de l'argent pour se procurer du sel. Cet argent se dénommait « salaire », nom qui, à partir de l'empereur Auguste, servit à désigner toute espèce de soldes et d'appointements.

Selon toute vraisemblance, ce sel était obtenu par évaporation de l'eau d'une mer ou d'un marais salant.

Les textes de la Bible nous apprennent, en effet, que les Hébreux, qui menaient en Palestine une vie agricole, l'empruntaient à la mer Morte.

Il est connu, d'autre part, que certains rois de Syrie pré-

levaient des droits sur le sel et sur des mares ou des salanques pareilles à celles formées par les eaux de la mer Morte.

De nos jours, l'évaporation artificielle ou naturelle des eaux de mer, de lacs salés ou de mers fermées fournit toujours au commerce un tonnage appréciable de ce condiment.

Les eaux de la mer Morte, particulièrement denses grâce aux sels divers dont elles sont chargées, sont actuellement soumises à une exploitation rationnelle et intensive. On estime qu'elles doivent contenir deux milliards de tonnes de sels de potasse.

Quand en été le soleil darde ses rayons ardents sur les eaux du lac de Baskountchac, dans la région de la mer Caspienne, la concentration du milieu saumâtre provoque un salinage sur le fond semi-desséché du lac et sur les nombreux piliers en bois qui jalonnent l'étendue de la nappe salée.

Les quelque 101 marais salants de Hafun et de Hordio, dans la région désertique de la Somalie du Nord, sont réputés pouvoir produire un million de quintaux par an d'un sel très pur.

La plupart du temps, cependant, ce sont les salines, formées, au cours des siècles, par l'accumulation de couches cristallines, qui servent à approvisionner en sel une grande partie de l'Europe. A des profondeurs parfois très grandes, l'homme moderne a recoupé de puissantes couches salines, souvenirs de ces temps préhistoriques qui, dans d'autres régions, ont légué de véritables affleurements de sel gemme.

Le type des « cités souterraines du sel » et peut-être le plus vieux gisement connu, car on le mentionne déjà en 1044, est le gisement de Wieliczka, près de Cracovie.

Le gisement de Schoenbeck, en Saxe, aligne à 410 m. sous le niveau du sol ses galeries à parois semi-transparentes; on en extrait annuellement 60.000 tonnes de sel.

On exploite également des veines de sel dans le Tyrol, en Autriche, en Hongrie, en Espagne et en Angleterre, où, dans le comté de Chester, on trouve à la fois des sources salées et des dépôts rocheux.

Parmi ces salines nous pouvons encore ranger les mines de sel d'Agorgot, dans le Sud Saharien, situées à environ 2° Ouest de Greenwich par 22° de latitude Nord.

A l'encontre de ces exploitations minières, à Hanic, en Roumanie, dans l'ancienne Moldavie, les veines de sel affleurent à la surface et forment des dômes s'élevant à quelque 400 m. au-dessus du niveau de la mer.

Enfin, les eaux de pluie, émigrant vers les profondeurs et traversant certains dépôts minéraux de la fin de la période primaire et du début de la période secondaire, peuvent s'y minéraliser pour donner naissance à de grandes nappes souterraines d'eau salée ou à des sources salées.

C'est ainsi qu'en Chine, dans le bassin supérieur du fleuve Bleu, près du Thibet, se trouvent les grandes salines de Sze-Tchouen.

On y compte plus de 4.000 puits pour l'exploitation de la nappe souterraine d'eau salée qui est recoupée, à plusieurs centaines de mètres de profondeur, dans les couches du Trias.

Les gisements de sel, quelle que soit leur nature, constituent une richesse nationale.

On ne pourrait pas les qualifier de la sorte s'ils foisonnaient dans le monde entier.

Comment, dès lors, ont réagi devant le besoin en sel les individus vivant dans des contrées où ce condiment n'existe pas à l'état naturel, alors que les moyens de communication ne permettaient pas l'échange contre d'autres marchandises.

En d'autres termes, qu'ont fait les indigènes du Congo belge pour se procurer du sel avant que la pénétration

blanche leur ait permis de s'approvisionner assez régulièrement en sel étranger.

Car, tout comme chez les Hébreux nomades et pasteurs, le besoin en sel s'est fait sentir de façon pressante chez les peuplades nomades mais agricoles du centre de l'Afrique.

Vivant essentiellement de produits végétaux, pauvres en chlorure de sodium, leur alimentation végétarienne ne pouvait compenser que faiblement les doses de chlore et de sodium éliminées journellement par l'organisme sous des formes diverses.

Si les habitants de la Transjordanie avaient à leur disposition les réserves inépuisables de la mer Morte, les autochtones du Congo n'avaient, pour satisfaire leur besoin en sel, que la nature.

Ils ont mis à profit ce que cette mère souvent ingrate leur réservait : sols salins, végétation des terres salines, marais salants, sources salines, se livrant bien souvent à une véritable industrie de transformation des ressources du sol.

L'habitude des indigènes de recueillir des eaux de marais, de les concentrer par évaporation, d'exploiter certains terrains ou carrières, d'incinérer des végétaux, toutes pratiques en vue d'obtenir des condiments pour leur alimentation ne furent considérées jusqu'à présent que comme simples curiosités locales appelées à disparaître devant la pénétration grandissante de la colonisation.

Si ces coutumes firent l'objet d'une attention spéciale, celle-ci ne dépassa cependant jamais la stade de l'étude ethnographique.

Rares furent ceux qui, au delà du fait, virent que l'indigène, dans la préparation de condiments minéraux, cherchait, et cela confusément, à pallier à une carence qu'il sentait en lui.

De même que ses animaux léchaient certaines plaques

de terre, ou s'abreuvaient de préférence à certains trous d'eau plutôt qu'à d'autres, il en vint, lui aussi, à exploiter ces endroits pour son usage personnel.

Beaucoup de régions de la Colonie n'ayant que des sols à fertilité superficielle et peu durable, on ne s'est pas suffisamment rendu compte que l'indigène souffrait d'une carence en éléments minéraux trouvant elle-même son origine dans la nature qui devait le nourrir. Ainsi, les recherches pédologiques du Prof^r Bayens ont démontré que dans le Bas-Congo, sur 100 km² de terrains prospectés, 80 km² environ sont à considérer comme médiocres ou mauvais ⁽¹⁾.

Ce que l'expérience a montré pour le Bas-Congo est certainement à prévoir pour d'autres provinces. Or, comme le dit M. De Wildeman, « la pauvreté en éléments minéraux du sol réagit sur la production et doit se marquer dans la nature chimique de la matière alimentaire, pouvant créer dans l'organisme humain ou animal des carences plus ou moins importantes ».

Il en résulte « la nécessité urgente d'entreprendre des recherches analytiques sur tous les genres de terres consommées soit ordinairement, soit exceptionnellement par les indigènes » ⁽²⁾.

Les recherches demandées ne pourront se limiter uniquement aux terres, elles doivent aussi s'étendre aux plantes entrant dans la fabrication du sel indigène, car « cette question de grande importance, elle aussi, demanderait à être approfondie tant du côté ethnographique que du côté de l'origine végétale et de celui de l'analyse chimique du produit consommé » ⁽³⁾.

(1) BAYENS, J., *Les sols de l'Afrique centrale, spécialement du Congo belge*, Bruxelles, 1938, p. 326.

(2) DE WILDEMAN, Notes sur les plantes médicinales et alimentaires du Congo belge [*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, 8^e, t. IX, 3 (1939), pp. 5 et 50].

(3) DE WILDEMAN, Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo belge [*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, 8^e, t. II, 4 (1934), p. 83].

Les considérations précédentes prouvent à l'évidence que le problème déborde largement le cadre étroit dans lequel il avait été relégué jusqu'ici. En fait, il vient s'intégrer dans l'ensemble des questions qui intéressent à juste titre tous ceux qui sont préoccupés par l'alimentation des indigènes.

Un autre aspect du problème, bien que différant essentiellement, à première vue, de celui que nous avons développé, revêt une importance non moins capitale.

Si, comme nous le savons, l'indigène recherche un complément d'éléments minéraux dans la nature qui l'entoure, et en particulier dans certains sols, c'est qu'il existe des endroits accusant une teneur plus importante en éléments minéraux solubles que les avoisinants. Les régions où des sols salins ont été signalés sont assez nombreuses dans la vallée de la Ruzizi et au Ruanda. Or, le Ruanda en particulier possède une forte densité de population, dépendant entièrement de la terre, tant par ses animaux que par ses cultures. Qu'un changement de la nature du sol vienne à se produire, il en résulte des modifications importantes dans les associations végétales naturelles; les plantes cultivées peuvent même se trouver dans l'impossibilité de croître si l'alcalinité du milieu devait devenir trop élevée.

Il en résulte que les *ingugu*, considérés, d'une part, comme salutaires, parce que compensant par leur emploi la pénurie générale en matières minérales qui affaiblit l'organisme, sont, d'un autre côté, éminemment nocives pour toute une gamme de végétation; en fin de compte elles menacent de provoquer un déséquilibre autrement grave que celui occasionné par une simple carence en matières minérales.

Considérée sous ce second aspect, l'étude des sols salins prend place parmi les problèmes extrêmement graves que la pédologie se doit de résoudre. Il rejoint toutefois le premier par son aspect social.

S'il est vrai que « l'homme est ce que le sol le fait » ⁽¹⁾, il est un devoir impérieux pour les peuples colonisateurs, grâce à une évolution des conditions de vie, favorisée tant par une transformation judicieuse de l'alimentation des indigènes que par la mise en valeur des terres, de modifier le milieu dans un sens tel qu'il devienne plus fécond.

Si cette modification aura entraîné la suppression de cette pratique, originale peut-être, de la préparation de sel, elle aura gagné à la culture des hectares de terre qui, tôt ou tard, faute d'avoir porté remède, auraient été définitivement perdus.

Loin donc d'être regrettable, la disparition des « sauniers » aura préparé une nouvelle étape dans le progrès de l'œuvre colonisatrice.

En apportant une contribution à la résolution du problème des sols salins, nous avons voulu collaborer pour notre modeste part à cette œuvre.

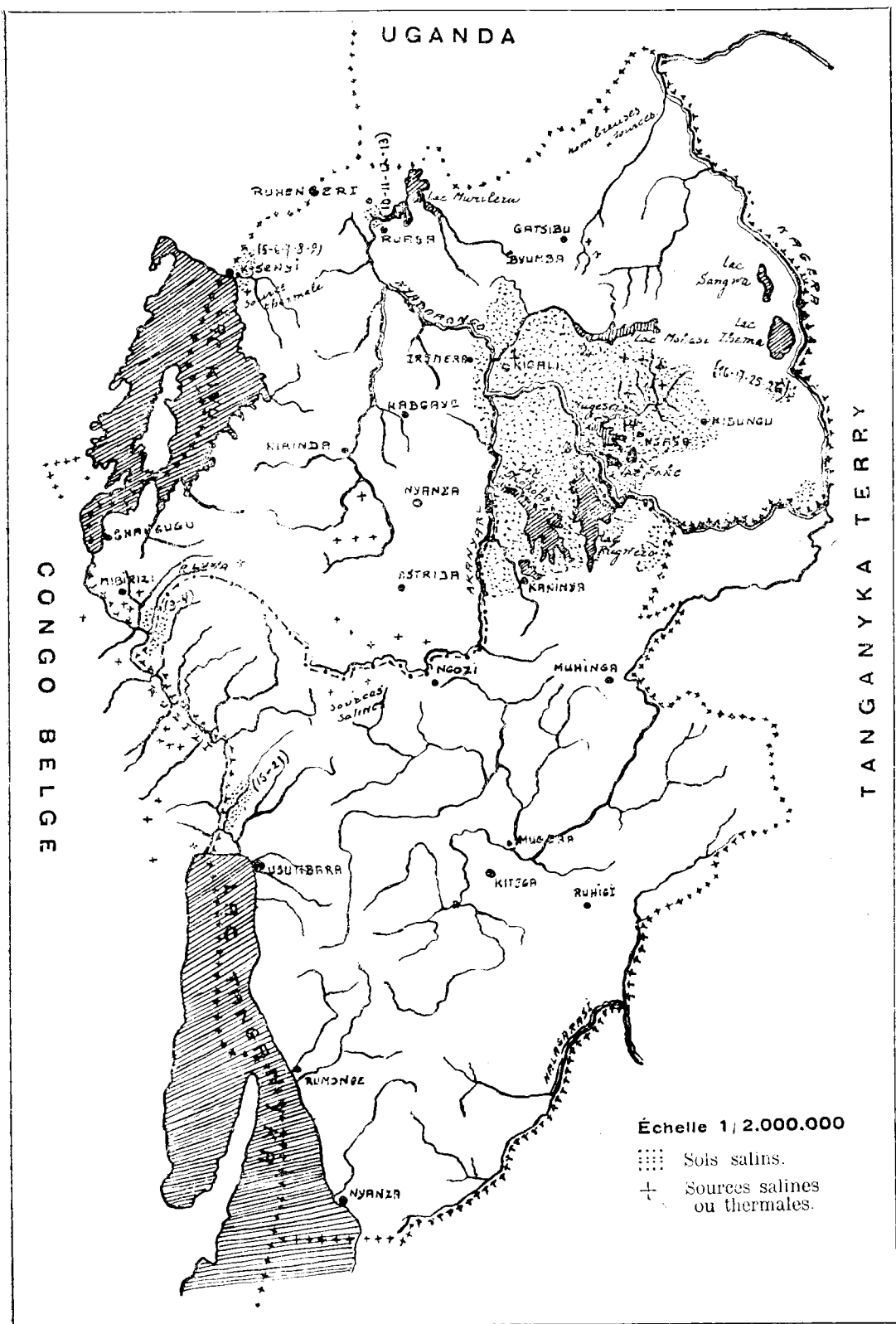
Pour terminer cette introduction nous ne pouvons nous empêcher de rendre un hommage sincère à M. Everaerts, chef du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

Le mérite d'avoir signalé l'existence de sols salins lui revient en grande partie. Sans sa précieuse collaboration, qui a provoqué celle de plusieurs résidants, nous n'aurions pu réaliser ce travail. Le soin mis à collationner la documentation, à confectionner les herbiers, à récolter à plusieurs reprises des échantillons de terres, de végétaux et d'eaux lui fait honneur.

Nous devons des remerciements au Dr P. Staner, directeur au Ministère des Colonies, qui identifia les herbiers de la végétation étudiée.

Enfin, nous tenons à assurer de notre vive gratitude tous ceux qui, directement ou indirectement, ont apporté une contribution à l'élaboration de notre travail.

(1) J. LESAGE, Le problème colonial et la culture humanitaire, in *Actes et C. R. de l'Association Colon. Sciences*, n° 165, 39 (1939).



PREMIÈRE PARTIE

PRÉPARATION ET VALEUR DE QUELQUES SELS INDIGÈNES

I. — INCINÉRATION DE PLANTES AQUATIQUES.

« Chez les Niam-Niam (Azande, dans les Uele) il n'y a d'autre sel que celui qu'on obtient par lixiviation des cendres de *Grewia mollis* (1). »

Les Bakango (Uele) récoltent des algues marines, les font sécher au soleil, pour les calciner ensuite au-dessus d'énormes bûches enflammées (1^{bis}).

Les Banyarwanda incinèrent des herbes connues sous le nom d'*umuberabyi*, *umurago*, *igikanana*, qui poussent dans les marais et dans les marécages. La cendre est déposée dans un grand tesson sur lequel les Noirs versent de l'eau qui déborde et coule dans une cruche. Le liquide sert aux cuisinières pour assaisonner les repas (2).

Des mixtures de ce genre ne sont guère de grande valeur au point de vue culinaire : « les soupes à la graisse, assaisonnées avec cet alcali, se saponifient en bouillant et il est plus facile de se figurer leur saveur que de la décrire. Aussi, pour relever les sauces et donner aux légumes qu'elles renferment une qualité supérieure, on y ajoute de la viande d'éléphant et de buffle séchée, qu'on a réduite en poudre » (1).

A titre documentaire, nous joignons l'analyse d'un échantillon de « cendres de Graminées aquatiques utilisées comme « sel » par les indigènes de la région de Lisala (province de Coquilhatville) ».

	%
Perte à 100°	0,38
Perte à la calcination	2,00
Silice (SiO_2)	1,00
Chlore (Cl)	33,58
Acide sulfurique (SO_3)	11,00
Acide phosphorique (P_2O_5)	traces
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	0,10
Chaux (CaO)	0,24
Magnésie (MgO)	0,10
Potasse (K_2O)	51,10
Soude (Na_2O)	0,38
Acide carbonique (CO_2)	9,20
Pertes et non dosé	1,02

Ce sel indigène est donc loin d'être fait de chlorure de sodium, mais comporte principalement des chlorure et sulfate de potasse.

Après avoir laissé évaporer pendant de nombreux mois la solution de ce produit, nous sommes parvenus à obtenir de superbes cristaux que l'analyse a montrés être du K_2SO_4 et du KCl. Dans les dernières eaux mères nous avons pu identifier des sels de sodium par la réaction à l'acétate d'urane.

II. — EXTRACTION DU SEL DES CENDRES VÉGÉTALES ⁽¹⁾.

Dans le Kasai, le sel est également fabriqué par lixiviation des cendres végétales.

Ce procédé est également en honneur chez certaines peuplades de l'Uele (Medje), des régions du lac Léopold II et certainement de beaucoup de contrées de la Colonie, où ne sont pas connues les sources salines.

Le Dr J. Maes décrit en détail le mode de préparation, pour le moins ingénieux, qu'emploient, à quelques variantes près, de nombreuses peuplades du bassin du Congo (3).

(1) Les clichés illustrant ce paragraphe sont extraits du travail du Dr J. MAES.



FIG. 1. — Préparation du liquide connu sous le nom d'*imunya* (sel), près de Ntaga (Mirenge).

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 2. — Meules d'herbes salines chez les Bobaie.

Cliché du Musée du Congo belge, Tervuren.

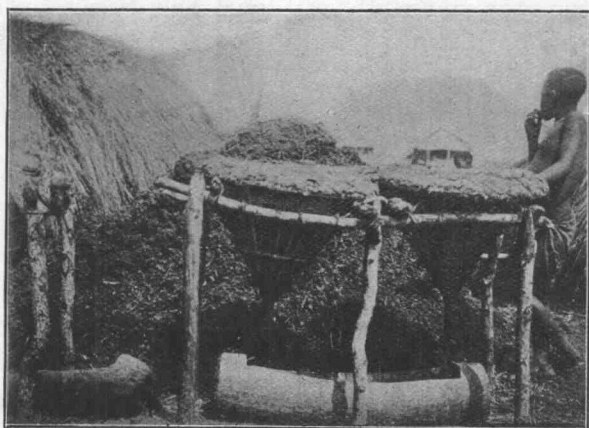


FIG. 3. — Entonnoirs pour la dissolution des matières alcalines dans l'Uele.

Cliché du Musée du Congo belge, Terrvuren.

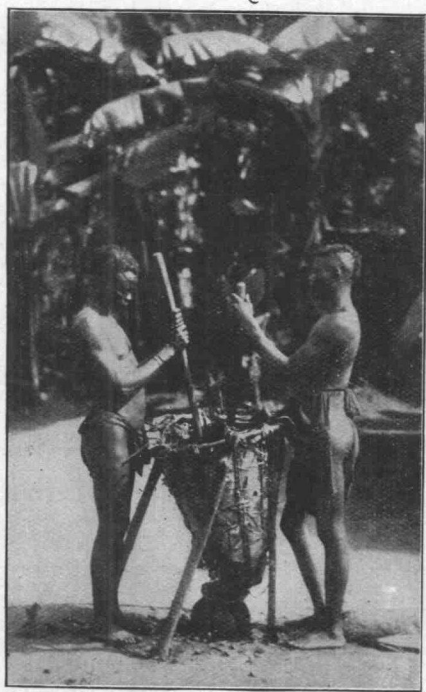


FIG. 4. — Tassement des cendres alcalines.

Cliché du Musée du Congo belge, Terrvuren.

Celui-ci se résume à récolter des herbes dans les salanques, les incinérer et à entasser les cendres dans des entonnoirs rudimentaires.

Les indigènes y versent ensuite de l'eau qui se minéralise et s'écoule dans un vase sous-jacent.

Les eaux saturées sont évaporées à sec dans un grand récipient. Le résidu constitue le sel que les autochtones enveloppent soigneusement de feuilles, ou gardent dans desalebasses à usage spécifique (fig. 2 à 6).

Les Batetela utilisent, pour la fabrication de sel, des Graminées dénommées *ongombe*, *waka*, *lolengelenge*, qui croissent dans les marécages provoqués artificiellement par le barrage de petits cours d'eau (4).

Au Kasai, on utilise, outre les grandes herbes des marais, des nénuphars dont on enlève les feuilles, qu'on place en tas pour être brûlées ensuite.

Dans les régions où les herbes salines font défaut, les Noirs recherchent, pour la préparation de sel, les troncs de bananiers et surtout les fleurs de palmier (1).

Il apparaît immédiatement que les matières ainsi préparées, enrichies en sels alcalins solubles dans l'eau, n'ont pas grand'chose de commun avec le sel de cuisine extrait des grandes salines.

Voici quelques analyses de sels indigènes préparés dans les bassins du Kasai et de la Lukenie et la région du lac Léopold II, analyses effectuées par M. L. L'Heureux, sur des échantillons récoltés par le Dr J. Maes (5) :

(1) En annexe à ce mémoire nous joignons une liste de plantes utilisées par les indigènes de notre Colonie pour la préparation de sel. Cette liste nous a été aimablement transmise par le Dr P. Staner, directeur au Ministère des Colonies. Certaines de ces plantes sont également signalées par M. DE WILDEMAN [De l'origine de certains éléments de la flore du Congo belge et des transformations de cette flore sous l'action des facteurs physiques et biologiques (*Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, Section Sc. nat. et méd., coll. in-8°, t. X, 1940)].

	Sel récolté chez les Mosengere	Sels indigènes			
Perte au feu	1,28	2,42	2,32	1,74	1,05
Insoluble	0,49	0,99	0,88	0,37	1,00
Chlorure de potasse . .	46,80	63,46	74,23	43,93	67,12
Sulfate de potasse . .	—	32,12	21,76	35,34	27,10
Chlorure de sodium . .	39,56	—	—	—	—
Sulfate de sodium . .	9,94	—	—	—	—

Outre ces composés, les sels indigènes contenaient encore des traces de fer et d'alumine, de chaux, de phosphates, de magnésie et d'acide carbonique.

Sauf peut-être l'échantillon fabriqué par les Mosengere, qui n'est cependant guère propre à la consommation, ces mixtures n'ont rien de commun avec le sel de cuisine.

Voici encore, à titre documentaire, l'analyse complète, faite au Laboratoire de Tervuren, d'un sel indigène dont nous ne connaissons pas exactement l'origine :

	%
Perte à 100°	2,23
Perte au feu	1,85
Matières insolubles dans l'eau	0,49
Silice (SiO_2)	1,02
Chlore (Cl)	20,40
Acide phosphorique (P_2O_5)	0,16
Acide sulfurique (SO_3)	19,85
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	0,08
Chaux (CaO)	0,28
Magnésie (MgO)	0,24
Potasse (K_2O)	33,56
Soude (Na_2O)	3,08
Acide carbonique (CO_2) et non dosé	16,74

Tout comme les mixtures dont les analyses sont rapportées plus haut, celle-ci est loin d'être composée de chlorure de sodium.

Les essais de cristallisation ont fourni presque uniquement des chlorure et sulfate de potasse.



FIG. 5. — Évaporation de l'eau saturée de sel chez les Basakata.

Cliché du Musée du Congo belge, Terruren.

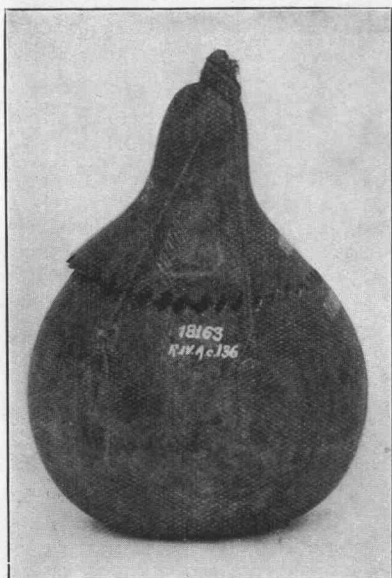
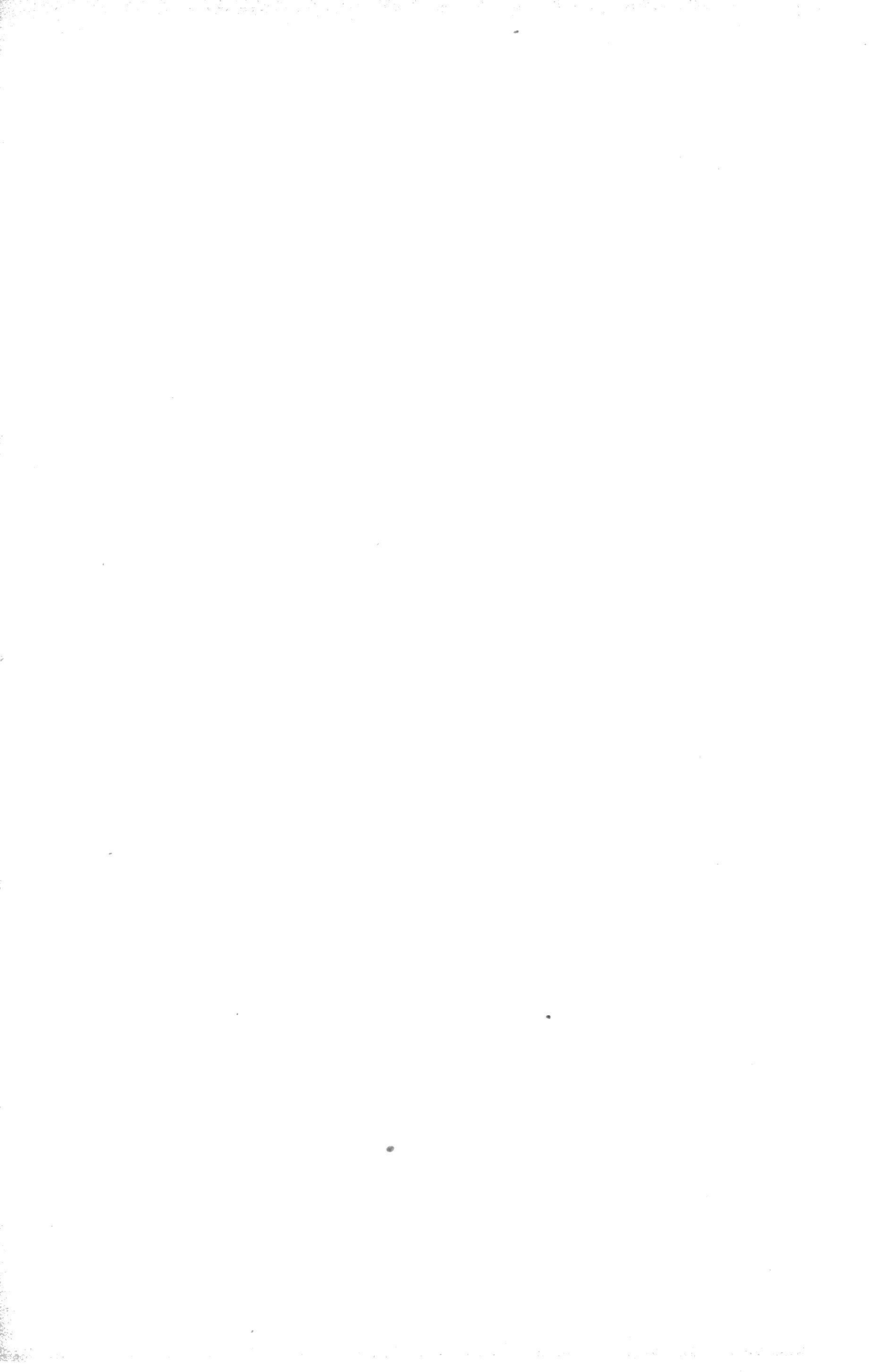


FIG. 6. — Calébasses salières.

Cliché du Musée du Congo belge, Terruren.



III. — PRÉPARATION DU SEL DES MARAIS SALANTS ET DES TERRES SALINES NATURELS.

A côté du sel d'origine végétale, les grands chefs Batutsi se procuraient une mixture recueillie par les Noirs dans les marais du lac Edouard, marais dont ils s'étaient réservé le monopole.

« Le grand marais qui se trouve près de Ruyenzo, au passage de la Nyavarongo, était autrefois interdit au profane. Il avait ses gardiens attitrés, fournisseurs officiels de sel de Sa Majesté Noire » (6).

Ce sel contenait une proportion de sable et de terre pour le moins égale à la moitié de son volume.

Outre ce produit, on connaissait encore, dans ces régions, d'autres sels.

Ainsi, les indigènes ont parfois recueilli les sels résultant d'éruptions volcaniques. Ils dissolvent ces matières minérales dans de grandes auges en bois, séparent les parties terreuses et font évaporer ensuite la solution saturée. Le sel résiduel, de qualité inférieure, servait à approvisionner autrefois les marchés qui se tenaient dans la région du Kivu.

Les terres réputées salines ne se localisent pas uniquement dans le voisinage immédiat des volcans. On en situe dans une grande partie du Ruanda, où elles donnent parfois lieu à une véritable exploitation de la part des indigènes (1).

Un jour, sans doute, ces derniers se rendirent compte que le bétail et le gibier avaient une tendance à s'abreuver à certaines mares plutôt qu'à d'autres. Ils trouvèrent ainsi que ces abreuvoirs naturels, *ibuga*, contenaient, dans certains cas, un liquide salifère, *amakera*, qu'ils eurent tôt fait de puiser et d'utiliser pour leurs animaux domestiques.

(1) Ces données sont extraites de rapports qui furent transmis par M. Everaerts, chef du Service de l'Agriculture au Ruanda-Urundi.

Pendant la saison sèche, quand l'*amaker*a s'évapore, les parois des excavations se tapissent d'un dépôt, *amatonde*, que les Noirs s'empressent de racler.

D'autre part, les autochtones se sont bien vite rendu compte que ces terres salines n'avaient pas toutes la même valeur. S'ils désignent indifféremment d'*ingugu* tout gisement salin, il arrive parfois qu'*igitumba* (en kirundi) et *umuloba* (en kinyarwanda) sont synonymes de « terres plus riches en éléments minéraux ». Il est toutefois à remarquer que le terme *umuloba* signifie, dans certaines régions, tout simplement un ravinement creusé par les eaux de pluie.

Les gisements de terre à *ingugu* sont exploités soit à ciel ouvert, telles les terres de Nasho (province du Migongo) (fig. 7), soit au moyen de galeries creusées à la base des collines, comme à Ntaga, galeries qui peuvent atteindre 10 à 12 m. de profondeur et 5 à 7 m. de largeur (fig. 9, 10, 11), soit encore, comme à Mpanga, à 60 m. du lac Nasho, où de petites excavations permettent aux Noirs de racler la paroi au moyen d'une houe (fig. 8).

La terre extraite est versée dans un entonnoir rudimentaire ou dans unealebasse et généreusement arrosée de l'eau d'un lac voisin (fig. 1).

Le filtrat est une eau minéralisée qui n'a guère le goût de sel; ce liquide est mélangé aux aliments lors de la cuisson.

Dans la seconde partie de ce mémoire sont condensés les résultats analytiques fournis par l'étude de l'extrait aqueux de chaque échantillon de terre saline de gisement ou d'abreuvoir que nous avons à notre disposition. Cet extrait aqueux correspond assez fidèlement au liquide que doivent obtenir les Noirs quand ils lessivent les terres. Nous ne pouvons les reprendre ici et prions le lecteur de se reporter aux pages 67 s.s.



FIG. 7. — Exploitation d'ingugu.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 8. — Excavations à ingugu.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 9. — Vue générale vers l'entrée de l'excavation
à *ingugu*.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 10. — Exploitation d'*ingugu*. Entrée de l'excavation.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 7. — Exploitation d'ingugu.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 8. — Excavations à ingugu.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

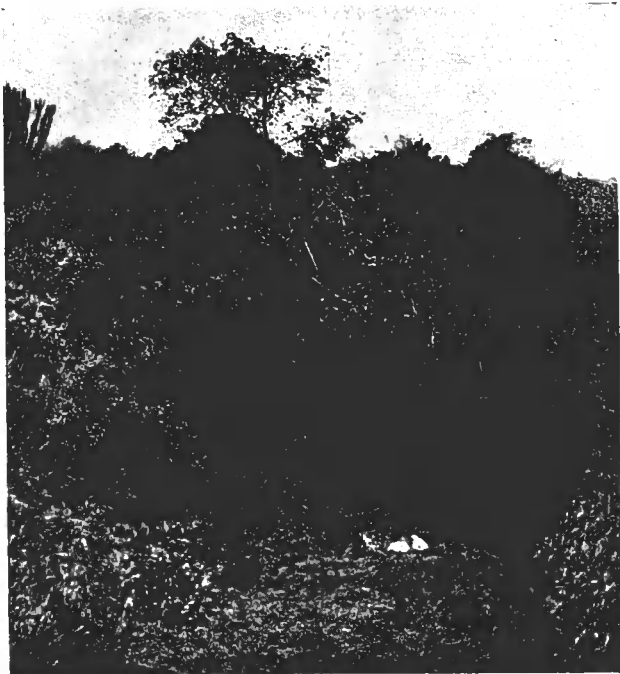


FIG. 9. — Vue générale vers l'entrée de l'excavation
à *ingugu*.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 10. — Exploitation d'*ingugu*. Entrée de l'excavation.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

De ces recherches il se dégage que ces terres sont sans grande valeur pour le but poursuivi :

1. La quantité de matières minérales solubles dans l'eau est, dans la plupart des cas, fort réduite;

2. La dose de chlorure de sodium est parfois insignifiante.

Il est intéressant de noter que la perspicacité des autochtones n'est trompée que rarement sur la valeur des terres : presque toujours les terres dites *igitumba* sont plus riches en sels et particulièrement en alcalins.

Nous complétons cette documentation par l'examen de produits naturels et de ceux de l'industrie indigène. Nous les devons à la bonne obligeance de M. Everaerts.

A. — Liquides salins d'abreuvoirs.

Résidence du Ruanda.	Résidence du Ruanda.
Territoire de Kibungu.	Territoire de Kibungu.
Province de Mirenge.	Province de Migongo.
Chef Nyiringondo.	Chef Mpiga.
Abreuvoir à ciel ouvert, situé à 22 m. du lac Mugesera.	Petite cuvette bourbeuse à quelques mètres du lac Nasho. Semble être fréquentée par les buffles. Les indigènes prétendent que ce creux renferme de l'eau « umuloba ». Presque complètement desséché.
Eau puisée dans une bouteille, au milieu de l'abreuvoir.	Eau très bourbeuse puisée dans une écuelle et transvasée dans une bouteille.
Couleur de l'eau : grisâtre, sale.	Couleur de l'eau : gris terreux.
	Saveur : goût de vase.
Date de prélèvement : 9 mars 1939.	Date de prélèvement : 16 avril 1939.

COMPOSITION CHIMIQUE POUR 1.000 PARTIES D'EAU FILTRÉE :

Extrait sec	0,97	Extrait sec	0,34
Perte à la calcination ...	0,14	Perte à la calcination ...	0,16
Chlorures (Cl)... ..	0,118	Chlorures (Cl)... ..	0,033
Sulfates (SO ₃)... ..	0,337	Sulfates (SO ₃)... ..	traces
Chaux (CaO)	0,129	Chaux (CaO)	0,018
Magnésie (MgO)	0,084	Magnésie (MgO)	0,018
Potasse (K ₂ O)... ..	0,036	Potasse (K ₂ O)... ..	0,027
Soude (Na ₂ O)	0,114	Soude (Na ₂ O)	0,112

A titre de comparaison, nous donnons la composition d'un échantillon d'eau du lac Nasho, échantillon prélevé à proximité du creux à *umuloba* auquel il est fait allusion.

NOTE DU RÉCOLTEUR :

Résidence du Ruanda. — Territoire du Kibungu. — Province de Migongo. — Chef Mpiga. — Lac Nasho.

Eau puisée à même le lac avec des bouteilles, à quelques mètres du bord et à proximité du creux à *umuloba*. — Couleur de l'eau : limpide. — Saveur de l'eau : léger goût de vase.

Date de prélèvement : 16 avril 1939.

COMPOSITION CHIMIQUE POUR 1.000 PARTIES D'EAU FILTRÉE :

Extrait sec	0,13
Perte à la calcination	0,04
Chlorures (Cl)	0,0148
Sulfates (SO ₃)	traces
Chaux (CaO)	0,015
Magnésie (MgO)	0,021
Potasse (K ₂ O)	0,0116
Soude (Na ₂ O)	0,027

B. — Liquides de préparation indigène.

Pour terminer, nous donnerons la composition d'une eau salée de préparation indigène, obtenue en soumettant une terre à *ingugu* à une lixiviation de la façon détaillée plus haut.

NOTE DU RÉCOLTEUR :

Résidence du Ruanda. — Territoire de Kibungu. — Province de Migongo. — Chef Mpiga. — Colline Mpanga. — Lac Nasho.

Eau salée (?) obtenue par les indigènes en versant de l'eau du lac sur la terre d'*ingugu*, terre qu'ils trouvent dans une excavation du lac Nasho. Couleur de l'eau : opaline. — Saveur : très légèrement salée.

Date de prélèvement : 16 avril 1939.

COMPOSITION CHIMIQUE POUR 1.000 PARTIES D'EAU FILTRÉE :

Extrait sec	6,744
Perte à la calcination	1,32
Chlorures (Cl)	2,118
Sulfates (SO_3)	0,334
Chaux (CaO)	0,043
Magnésie (MgO)	0,031
Potasse (K_2O)	0,112
Soude (Na_2O)	1,671

La saveur salée des extraits aqueux, pour autant qu'elle soit réelle, n'est donc nullement due au chlorure de sodium, mais semble plutôt provenir de carbonates et de sulfates de soude, de potasse et de magnésie.

Il est donc illusoire de vouloir exploiter ces gisements comme source de sel de cuisine. Si beaucoup d'indigènes continuent encore, de nos jours, l'exploitation de ces terres, il faut y voir avant tout, croyons-nous, une question d'atavisme.

Nous verrons maintenant comment les autochtones essaient de remédier à la pauvreté de leurs « salines ».

IV. — PREPARATION DE SEL OU D'EAUX SALÉES ENRICHIES.

L'emploi, comme condiments, de liquides salins, préparés par lixiviation des terres salines, s'est révélé fort peu efficace.

En effet, les *ingugu*, *umuloba*, *igitumba* ne cèdent à l'eau que des quantités très faibles, voire insignifiantes, de sels minéraux.

Dès lors, les indigènes se sont efforcés d'enrichir ces extraits.

Pour ce faire, ils n'avaient guère d'autre ressource que la végétation.

Ainsi, dans la région de Kibungu (Ruanda oriental), la terre extraite depuis des générations dans le flanc

abrupt de la colline Naga est mélangée avec du charbon de bois et les cendres du *Pluchea Dioscoridis* D. C., arbuste dénommé *Bute* (fig. 14).

On peut se demander si c'est fortuitement ou de propos délibéré que les Noirs ont fait appel à ce végétal pour améliorer la qualité de leur eau salée.

Question fort embarrassante !

Il est cependant à remarquer que le fameux gisement de Naga est situé dans une partie boisée où le *Bute* semble se complaire particulièrement. Nombreux sont les indigènes qui affirment ne connaître aucun autre endroit où il croît.

Il a peut-être suffi de cette observation pour mettre en éveil la sagacité des « sauniers » du Ruanda et leur faire conclure que la plante, qui affectionne particulièrement les terrains salins, doit extraire le plus clair des sels qu'ils renferment.

Si le *Bute* paraît uniquement localisé dans les environs des gisements salins, on ne peut pourtant pas dire que c'est une plante spécifique des terrains salins. On la rencontre, en effet, dans plusieurs endroits de notre Colonie, soit dans des régions humides, en bordure des fleuves, soit sur les bords rocaillieux de certains chemins. Elle a été signalée à plusieurs reprises au Katanga et dans le territoire du Tanganyka.

Toujours est-il qu'en faisant appel au *Pluchea*, les Noirs ont eu la main heureuse : ce végétal donne à l'incinération une quantité importante de cendres riches en sulfates de K et de Na, composés qui sont parmi les principaux constituants des sels indigènes.

D'après les renseignements fournis par M. l'administrateur territorial Verhulst, les indigènes ne se sont pas limités à cette seule Composée pour améliorer leurs « sels ». On signale qu'ils font également emploi des cendres d'une petite plante herbacée de la même famille.

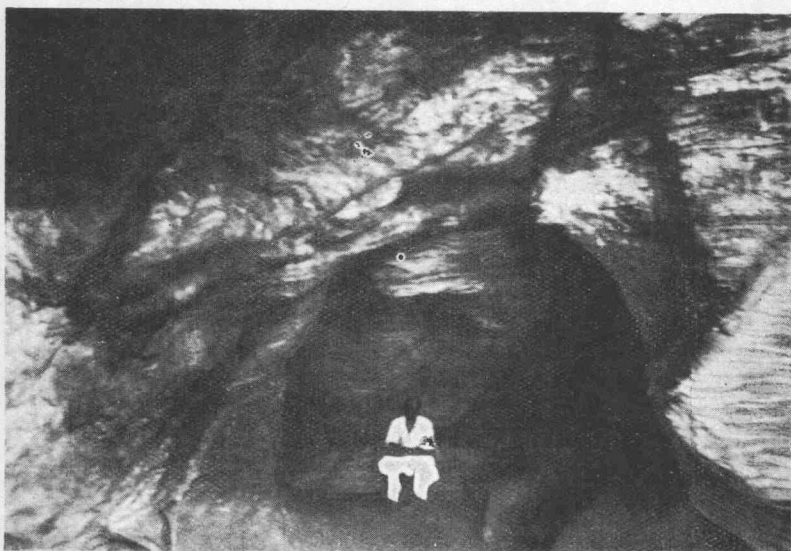


FIG. 11. — Intérieur de l'excavation à *ingugu*.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

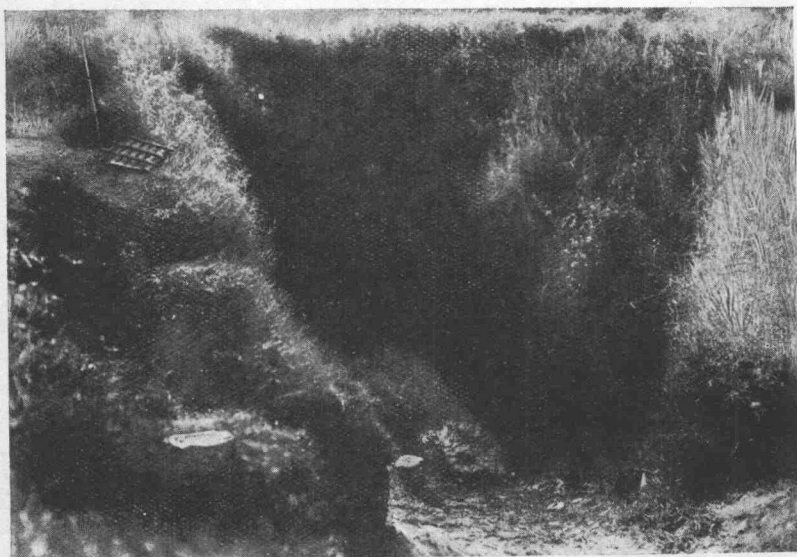


FIG. 12. — Trou à *amakere* connu dans toute la région sous le nom de Butaka.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 13. — Vue de Butaka vers le lac.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.



FIG. 14. — Bute.

Photo du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

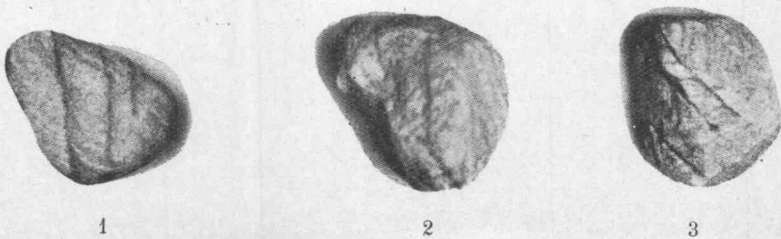


FIG. 15.

croissant en des endroits frais et secs, le *Spilanthes Acmella* (L.) Murr. var. *oleracea* (L.) Clarke ⁽¹⁾.

Selon la région où elle croît, les autochtones l'utilisent à des fins médicinales aussi variées qu'inattendues. Nulle part, cependant, on n'a signalé l'usage qu'en font les indigènes du Ruanda.

La préparation du liquide salin de Maga ne diffère pas beaucoup des procédés décrits d'autre part : raclage de la paroi de l'excavation ou de la couche superficielle du sol, addition d'une certaine quantité de cendres de *Bute*. Le mélange, entassé dans un entonnoir rudimentaire, est saturé au moyen d'eau puisée dans un lac voisin. Le liquide filtre goutte à goutte dans une cruche (fig. 1).

Comme le sel, ce liquide, dénommé *imuny*, est vendu dans les environs; on en verse quelque peu dans l'eau destinée à la cuisson des aliments.

Les produits obtenus de la sorte par les indigènes, s'ils montrent parfois des teneurs intéressantes en sels minéraux, continuent à se différencier du sel de cuisine par leur extrême pauvreté en chlorure de sodium.

Quant au bétail, il doit se contenter de *Famakera*, qui est, comme nous l'avons noté plus haut, le liquide salin des *ibuga*, abreuvoirs naturels à ciel ouvert.

Il est assez curieux de noter que le bétail de la plaine, où *Famakera* est rare, ne reçoit pas de ce précieux produit: les Noirs le mènent brouter certaines herbes qui croissent aux environs des carrières de sel et notamment *Fikiteza* (*Commelinacée*), *Furuchacha* (*Cynodon*) et *Fuguya* (*Sporobolus*). Parfois, cependant, les indigènes versent un peu de terre à *ingugu* dans les abreuvoirs.

Nous ne tenterons pas d'approfondir la question de savoir si c'est par pur hasard, ou après expérimentation,

(1) Extrait d'un rapport de l'administrateur territorial A. Synave de Kibungu, qui nous fut transmis par M. Everaerts.

que les autochtones ont eu recours à ces végétaux pour enrichir les *ingugu* en sels. Cette « industrie » ne résout en rien le problème de l'approvisionnement en sel.

En effet, les paragraphes précédents ont montré que l'incinération des végétaux ne fournit aux « sauniers » que des mixtures où dominent des chlorure et sulfate de potassium.

Dans le cas présent, on pouvait supposer, à première vue, que ces végétaux, aux dires des indigènes, strictement spécifiques des gisements salins, présentent quelque intérêt par leurs propriétés absorbantes particulières vis-à-vis des sels alcalins solubles. Ceci, bien entendu, à condition que le sol sur lequel on les rencontre communément ait une richesse qui, pour être importante, ne dépasse pas l'optimum permettant une croissance normale.

Voyons si ces conditions sont réellement remplies par le *Pluchea Dioscoridis*, dont les éléments botaniques sont utilisés par les Noirs.

a) L'analyse a montré que les terrains de Ntga, d'où nous viennent les échantillons de cette espèce, ne semblent pas être salins au sens restreint du mot, mais plutôt légèrement alcalins; la dose de NaCl y est très réduite.

b) Les représentants du genre *Pluchea* ne paraissent pas être localisés, au Congo du moins, uniquement aux environs des gisements salins. Jusqu'à ce jour même, aucun récolteur n'avait attiré l'attention sur ce point.

Certains *Pluchea* pourtant sont signalés comme plantes types des terres salines américaines.

Ainsi, le *Pl. camphorata* se retrouve près des marais salants du Texas et du Mexique, ainsi que sur les côtes Est et Sud des Etats-Unis.

Le *Pl. servicea* et parfois le *Pl. borealis* y sont considérés comme « indicateurs » de terrains salins. La dernière

espèce est fréquente le long des rivières à sol sablonneux et poreux, profond et bien drainé.

c) Quant à l'hypothèse d'une absorption élevée des sels alcalins par le *Bute*, l'analyse chimique, détaillée dans les lignes qui suivent, montre que l'incinération de la tige fournit un mélange dont les deux tiers sont solubles dans l'eau.

L'utilisation du *Pl. Dioscoridis* à Ntaga, pour être purement locale, est donc intéressante à noter. On est, pour le surplus, tenté de faire un rapprochement entre la localisation de certains *Pluchea* sur les terrains salins d'Amérique et du Ruanda.

Il ne nous appartient pas d'affirmer s'il s'agit d'un caractère spécifique ou accidentel de ces végétaux, puisque les mêmes espèces croissent communément sur les terrains ordinaires ou dont on ne connaît pas la nature avec certitude. Il est en effet possible que, dans ces derniers, les racines aillent puiser dans des couches profondes des sels que les terrains superficiels américains leur dispensent abondamment.

Nous avons été assez heureux de pouvoir disposer de la plupart des matières servant à préparer du liquide salin de Ntaga : *ingugu*, *Bute*, mélange *ingugu*-charbon de bois-cendres de *Bute*, ainsi que le liquide de préparation indigène.

Nous donnons ci-après la composition de ces différentes matières.

A. — Arbuste Bute (*Pluchea Dioscoridis* DC.).
(Fig. 14.)

Grâce aux bons soins de M. Everaerts, nous avons pu obtenir une quantité importante de matériel d'étude qui nous a permis de mener ces recherches à bien.

a) **BOTANIQUE.**

Voici, tout d'abord, copie de la fiche dressée par le récolteur :

Territoires du Ruanda-Urundi.

Résidence du Ruanda.

Territoire de Kibungu.

1. Récolté à Ntaga, le 9 février 1938.

2. *Aire de dispersion* : se trouve uniquement à Ntaga dans les environs immédiats du gisement d'ingugu.

3. *Degré de fréquence ou de rareté* : Arbustes assez nombreux, mais uniquement à proximité du gisement.

4. *Nom indigène* : Bute.

5. Les cendres de cette plante sont mélangées à l'ingugu pour produire, par aspersion, le liquide connu sous le nom d'imunyu.

6. *Conditions de végétation* : sol préféré : ingugu.

7. Arbuste à tiges multiples, d'une hauteur d'environ 2^m50, à texture ligneuse mais assez fragile. Coupé, il donne des rejets.

Les herbiers de Bute, remis au Dr P. Staner, permirent à ce dernier de les identifier avec le *Pluchea Dioscoridis* DC., Composée.

C'est une plante suffrutescente de 1 m. à 2^m50 de hauteur, aux fleurs rouge violacé pâle, répandue dans les savanes de l'Afrique tropicale, ainsi qu'en Egypte, en Arabie et en Palestine.

Signalée très tôt dans notre Colonie, elle s'y trouve dans les régions humides bordant les fleuves, parfois aussi sur les bords rocaillieux des chemins.

Elle se rencontre parfois au Katanga et dans les régions avoisinantes du Ruanda-Urundi.

Les indigènes la désignent sous différents noms selon la région :

Tonga à Malela (R. Verschuren);

Matsudi-tsudi à Boma (C. Vermoesen);

Bute à Ntaga (Everaerts).

En général, le *Pl. Dioscoridis* n'entre qu'exceptionnellement dans la médecine indigène.

Dans les Indes néerlandaises, le *Pl. indica* est parfois utilisé à des fins très diverses.

b) ÉTUDE CHIMIQUE.

Un premier envoi de M. Everaerts, datant de 1934, comportait des tiges feuillées; elles étaient tellement recouvertes de terre que nous avons été obligés de les laver.

Les analyses subséquentes se rapportent aux tiges et aux feuilles lavées; nous les compléterons par la composition des eaux de lavage.

Ces données expérimentales ne reflètent donc qu'imparfaitement les teneurs réelles des éléments botaniques examinés. En effet, il est parfaitement possible que des particules terreuses aient, malgré tout, continué à adhérer aux tiges et aux feuilles. D'autre part, malgré que les éléments botaniques n'aient séjourné que quelques instants dans l'eau, ils peuvent néanmoins y avoir diffusé des substances minérales.

Ces réserves étant faites, voici la composition minérale :

Nature du terrain : Lieu de récolte :	Terrains salins dits à « ingugu ». Colline Ntaga.		
	Tiges	Feuilles	Eaux de lavage
Matières minérales totales .	11,59 %	16,56 %	62,94 %
Matières minérales solubles dans l'eau	8,87 %	9,92 %	56,65 %
Matières minérales insolubles dans l'eau	2,72 %	7,34 %	6,29 %

Composition centésimale des matières minérales (1) :

	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO_2)	1,96	tr.	1,96	15,48	tr.	15,48	4,87	tr.	4,87
Chlorures (Cl)	2,46	16,53	18,69	0,28	3,87	4,43	tr.	28,50	28,50
Acide phosphorique (P_2O_5)	2,51	4,43	3,94	3,56	0,87	4,43	2,26	tr.	2,26
Acide sulfurique (SO_3)	0,67	16,95	17,62	1,61	24,63	26,24	2,29	16,70	18,99
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	2,29	tr.	2,29	7,82	tr.	7,82	0,65	tr.	0,65
Chaux (CaO)	9,93	0,67	10,60	11,99	4,78	16,77	2,97	1,79	4,76
Magnésie (MgO)	5,41	0,26	5,67	4,56	0,17	4,73	0,19	1,36	1,55
Potasse (K_2O)	8,65	17,81	26,46	7,20	8,84	16,04	tr.	32,69	32,69
Soude (Na_2O)	1,51	4,68	6,19	1,04	4,44	5,48	0,36	4,45	4,79
Alcalinité en K_2CO_3 %	---	14,44	11,06	---	4,20	2,33	---	1,19	1,07

En 1938, le même récolteur mit à notre disposition une quantité importante de tiges de ce végétal. Les herbiers complets, joints à l'envoi, permirent l'identification botanique.

1. Analyse immédiate de la tige sèche.

	%
Azote total	0,31
Matières azotées totales (6,25)	1,96
Extrait pétroléique	0,44
Extrait étheré	0,64
Extrait chloroformique	0,50
Extrait benzénique	0,20
Matières cellulosiques	53,72
Pentosanes	16,54
Matières hydrolysables par H_2SO_4 à 5 %	17,55
Matières solubles dans l'eau	8,54

(1) Les signes C.I., C.S., C.T. signifient respectivement : cendres insolubles dans l'eau; cendres solubles dans l'eau; cendres totales. Les chiffres figurant sous ces rubriques donnent la composition des cendres insolubles et solubles dans l'eau, par rapport aux cendres totales, dont la composition est résumée sous C.T., admettant que $\text{C.I.} + \text{C.S.} = \text{C.T.}$

2. Étude de l'extrait aqueux.

L'extrait aqueux est brunâtre et faiblement acide au tournesol.

Traité par AgNO_3 il donne un précipité blanc sale.

Avec le sous-acétate de plomb on obtient un précipité gris gélatineux; avec l'acétate neutre, le précipité est blanc sale et dépose bien.

Agité pendant quelques secondes, le soluté ne donne pas de mousse persistante; il semble donc qu'il n'y ait pas de saponines.

En chauffant il se produit un dépôt très faible.

Le réactif de Millon ne donne pas la réaction des albuminoïdes.

HNO_3 fumant donne une teinte orangée qui passe au jaune quand on chauffe; l'addition d' AmOH la fait redevenir orangée.

En présence de FeCl_3 , la solution donne un abondant précipité bleu noirâtre.

La sulfate de quinine donne un précipité jaunâtre.

L'eau de brome est sans effet, alors que le sous-acétate de plomb donne un précipité. Il semblerait donc qu'il y ait du tanin pyrogallique.

La liqueur de Fehling indique la présence de sucres.

20 c.c. d'extrait fournissent 0.01998 gr. de glucose, soit 1 gr. pour 100 gr. de lige et 13,17 gr. pour 100 gr. d'extrait sec.

L'alcool fort provoque l'apparition d'un précipité gélatineux de mucilage, albumine et sels.

Les essais tentés en vue de séparer les constituants organiques n'ont pas abouti.

3. Composition centésimale des matières minérales.

Nature du produit analysé	Tiges entières			Extrait aqueux de la tige (1)	Tige extraite à l'eau
Matières minérales totales	5,98			3,90	2,27
Matières minérales solubles dans l'eau	4,05			3,25	1,92
Matières minérales insolubles dans l'eau	1,93			0,65	1,15
	C. L.	C. S.	C. T.	C. T.	C. T. (2)
Silice (SiO ₂)	1,84	tr.	1,84	0,82	5,32
Chlorures (Cl)	—	4,94	4,94	13,66	tr.
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,90	0,44	5,65	2,93	4,84
Acide sulfurique (SO ₃)	0,23	22,34	22,57	26,25	22,24
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	11,42	tr.	11,46	tr.	15,68
Chaux (CaO)	6,23	0,40	6,40	2,70	18,66
Magnésie (MgO)	2,38	0,25	2,47	3,86	6,89
Potasse (K ₂ O)	1,80	35,46	37,66	39,78	22,04
Soude (Na ₂ O)	2,59	6,10	8,47	10,70	5,30
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	16,42	11,41	3,00	6,83

4. Considérations.

La tige de *Bute* cède donc 8,54 % de son poids à l'eau chaude.

Ces 8,54 % d'extrait sont formés de :

Matières minérales	3,90 %
Matières organiques	4,64 %

(1) L'extrait aqueux a été obtenu en chauffant la tige, finement moulue, pendant deux heures au bain d'eau, à raison de 1 gr. de tige pour 100 cc. d'eau. L'extrait est séparé par essorage. Le soluté et le résidu (tige extraite de l'eau) ont été examinés séparément.

(2) Voir ailleurs l'explication des signes C.L., C.S., C.T.

Les 3,9 de matières minérales se décomposent, à leur tour, en :

Matières minérales solubles dans l'eau . . .	3,30 %
Matières minérales insolubles dans l'eau . . .	0,60 %

Les matières minérales que l'eau chaude extrait de la tige sont donc partiellement transformées, lors de l'incinération, en d'autres sels insolubles, puisque 85,24 % seulement se redissolvent dans l'eau.

Naturellement, la totalité des matières minérales de la tige de *Pluchea* ne diffuse pas dans l'eau : elle n'en élimine que les deux tiers, quantité déjà importante. Expérimentalement, nous retrouvons le tiers non extrait dans le résidu du traitement de la tige par l'eau.

Ceci appelle déjà une première conclusion, à savoir que le matériel étudié paraît être particulièrement riche en sels minéraux entraînés par l'eau.

En résumé :

2) CENDRES TOTALES :

100 gr. de tige sèche fournissent :

5,98 gr. de cendres totales;

8,54 gr. d'extrait aqueux, dont 3,9 gr. de cendres totales;

100 gr. de résidu d'extraction de la tige par l'eau chaude fournissent 2,27 gr. de cendres totales.

Les cendres totales de la tige sèche se répartissent comme suit : pour 100 gr. de substance primitive :

Extrait aqueux	3,90 gr.
Résidu d'extraction	2,076 gr.

3) CENDRES SOLUBLES DANS L'EAU.

Les cendres totales de la tige entière fournissent 4,05 gr. de cendres solubles dans l'eau; l'extrait aqueux de la tige, 3,25 gr. et le résidu d'extraction, 1,15 gr.

Les cendres solubles de la tige sèche se répartissent comme suit, pour 100 parties de matière primitive :

Extrait aqueux	3,25 gr.
Résidu d'extraction	1,05 gr.

Plusieurs ions sont donc présents dans la tige de *Bute* sous une forme différente de celle que l'incinération nous livre. On n'expliquerait pas sinon la présence de matières minérales insolubles dans l'eau dans les cendres de l'extrait aqueux de la tige.

Si nous parcourons les données expérimentales résumées dans les tables ci-avant, nous pouvons remarquer que les cendres de la tige entière de *Pluchea* sont formées principalement de deux groupes de sels :

α) chlorures, sulfates et carbonates de K et de Na, solubles dans l'eau;

β) phosphates et carbonates de Ca et de Mg, insolubles dans l'eau;

γ) des traces de sels de fer.

α) SELS DU PREMIER GROUPE.

Ceux-ci sont extraits par l'eau chaude des cendres de la tige.

L'extrait aqueux concentré, mis à cristalliser, a laissé déposer, après de nombreux mois, de gros cristaux de K_2SO_4 et de KCl.

Les dernières eaux mères ont déposé du NaCl, dont la forme cristalline ne fut guère si nette que celle des sels de potasse.

β) SELS DU SECOND GROUPE.

Les cendres insolubles dans l'eau retiennent la quasi-totalité de la chaux, liée en grande partie sous forme de carbonate insoluble, la magnésie et l'acide phosphorique

qui peuvent se trouver partiellement sous la forme de phosphate dimagnésien.

Ces faits sont confirmés par la comparaison des matières minérales de l'extrait aqueux de la tige entière et de la tige extraite par l'eau.

L'eau chaude a éliminé de la tige entière, finement moulue, tous les chlorures de K et de Na et une partie importante des sulfates, selon toute vraisemblance du K_2SO_4 .

Les sels de chaux ont résisté à l'action de l'eau; nous en retrouvons la quasi-totalité dans les cendres du résidu d'extraction sous forme de $CaSO_4$ et probablement aussi de $CaCO_3$, puisque les cendres réagissent violemment avec les acides minéraux.

Que valent, en présence des constatations expérimentales, les extraits aqueux des cendres de cet arbuste?

Rappelons tout d'abord que nous avons soumis, en deux ou trois étapes, les cendres à une lixiviation poussée par l'eau chaude; c'est-à-dire : incinération suivie d'un lessivage et d'une nouvelle incinération du résidu, suivis à leur tour d'une nouvelle extraction de façon à obtenir un soluté de 500 c.c. pour les cendres de 50 gr. de tige.

Ces lixiviations successives ne nous ont pas encore permis d'extraire tous les sels de K et de Na des cendres, puisque les cendres insolubles dans l'eau continuent à en doser. Pourtant, nous n'avons arrêté les lavages que lorsque la solution n'avait plus qu'un pH voisin de la neutralité.

Quand alors les indigènes de l'Afrique centrale se contentent de verser abondamment de l'eau froide sur les cendres végétales, nécessairement l'extraction sera beaucoup moins poussée que celle réalisée au laboratoire.

Il est vrai que pour eux la question de matière première ne se pose pas ou si peu!

Les Noirs n'ont alors d'autre ressource que de concentrer les extraits pour avoir des solutions plus fortes ou

d'évaporer la totalité de l'eau pour ne conserver que les matières dissoutes.

Dans le cas présent, les natifs du Ruanda agissent autrement, espérant obtenir des solutions plus riches en sels : ils mélangent intimement les cendres et le charbon de bois, provenant de l'incinération des végétaux, avec de l'« ingugu » et aspergent généreusement le tout avec de l'eau d'un lac voisin.

Obtiennent-ils ainsi le résultat escompté? C'est ce que nous verrons dans les paragraphes qui suivent.

B. — « Ingugu » tel que les indigènes le réduisent en poudre par grattages successifs le long de la paroi de l'excavation (A).

Bloc détaché de la paroi de l'excavation (B).

	A	B
	—	—
	g	g
	100	100
Extrait sec	16,9	10,66
Chlorures (Cl)	2,12	0,69
Sulfates (SO_4)	0,74	0,297
Chaux (CaO)	0,20	0,15
Magnésie (MgO)	0,382	0,252
Potasse (K_2O)	0,52	0,68
Soude (Na_2O)	4,06	2,474
Acide carbonique (CO_2)	8,50	6,13

C. — « Ingugu » mélangé de charbon de bois et de cendres de l'arbuste Bute (*Pluchea Dioscoridis*), prêt à l'emploi pour la production de l'« imunu ».

360 gr. de ce mélange se composent de 150 gr. de refus au tamis de 1 mm. et de 210 gr. de terre fine.

Les 150 gr. de refus comportent de 6 à 7 gr. de charbon de bois.

En résumé :

Charbon de bois, 6 à 7 gr. soit sensiblement.	2 %
Refus au tamis, 142 gr. soit sensiblement.	39 %
Terre fine, 211 gr. soit sensiblement.	59 %

Les compositions sont les suivantes :

	Extrait aqueux total.	Charbon de bois ⁽¹⁾ .
	—	—
	°/o.	%
Extrait sec	28,00	—
Chlorures (Cl)	2,36	4,13
Sulfates (SO ₃)	3,84	7,39
Chaux (CaO)	2,15	10,87
Magnésie (MgO)	0,407	6,13
Potasse (K ₂ O)	0,64	7,44
Soude (Na ₂ O)	5,76	11,85

**D. — Eau salée obtenue par les indigènes
en versant de l'eau du lac sur un mélange « ingugu »
et cendres de Bute.**

Eau prélevée à la colline Ntaga le 9 février 1938, par temps très clair.

Couleur de l'eau : opaline. Saveur fortement salée ⁽²⁾.

	°/o.
Extrait sec	77,85
Chlorures (Cl)	5,84
Sulfates (SO ₃)	21,66
Chaux (CaO)	1,52
Magnésie (MgO)	0,62
Potasse (K ₂ O)	3,40
Soude (Na ₂ O)	3,47

En guise de conclusion, nous ne pouvons que répéter ce que nous avons été amenés à dire souvent au cours de ce travail :

S'il est vrai que le produit examiné — dans ce dernier cas l'*imunya-amakera* obtenu de la façon détaillée au début de ce paragraphe — peut avoir une saveur salée incontestable, celle-ci n'est due que très partiellement à du chlorure de sodium.

(1) Teneur en cendres : 9,03 %. Outre les éléments mentionnés, nous y avons dosé 9,68 % d'oxydes de fer et d'alumine, 6,13 % d'acide phosphorique et 21,65 % de silice. Ces résultats s'entendent sur 100 parties de cendres sèches.

(2) Indications du récolteur.

V. — PRÉPARATION DU SEL DES LACS ET DES SOURCES SALÉES.

De part et d'autre de la grande dépression qui traverse l'Est de notre Colonie, ainsi que sur certains hauts plateaux du Ruanda-Urundi, on trouve couramment des sources thermales, salines, sulfureuses.

Déjà aux temps de l'État Indépendant on signalait plusieurs sources thermales et salines au Katanga (7).

Actuellement, 81 ont été repérées. Celle de N'Guba, à 200 km. d'Élisabethville, est exploitée. En 1929, elle a fourni 2.840 kg. de sel de cuisine et 517.000 kg. de sel de traite. Les salines de Moachia — les plus importantes du Katanga — sont connues depuis fort longtemps; elles étaient autrefois les seules à alimenter en sel les populations katanguiennes et des régions avoisinantes (7) ⁽¹⁾.

De nombreuses sources sont situées près des affluents du Lualaba et de la Lufira; certaines près de rivières dépendantes du bassin du lac Tanganyka ⁽²⁾.

En 1933, G. Passau (8) a rassemblé les données existant sur les quelque 130 sources thermales de la Province Orientale et a signalé que les indigènes ont l'habitude d'extraire le sel de la croûte superficielle des terrains entourant les sources.

Ainsi, dans la région du lac Albert, quand la sécheresse provoque l'assèchement des terrains inondés, le sol est imprégné de NaCl jusqu'à 25 et même 40 cm. de profondeur. Les Noirs en retirent alors le précieux condiment qu'apportent les eaux de petits marais salants.

(1) En 1938, les diverses salines du Katanga ont produit un total de 1.013 tonnes de sel.

(2) Nous devons tous ces renseignements à l'extrême obligeance du Prof^r M. Robert, membre de l'Institut Royal Colonial Belge, directeur au C.S.K.

Quand la nature ne se charge pas de l'extraction du sel, on voit les indigènes faire évaporer les eaux des sources ainsi que celles de lacs et de ruisseaux, ce qui sous-entend, dès lors, des eaux fortement minéralisées.

C'est le procédé classique employé dans l'île de Curaçao pour la préparation de sel à partir de l'eau de la mer des Caraïbes. C'est aussi celui qu'utilisent les natifs de l'Uganda pour l'extraction du sel des eaux du lac Katwe.

Seulement, les autochtones du Katanga, riverains de lacs et de rivières salées, obtiennent le sel par une voie légèrement détournée.

Généralement le travail est mené en quatre étapes :

1° Raclage de la partie superficielle du sol, là où le sel s'est déposé à la saison des pluies;

2° Saturation des terres par l'eau d'une source salée;

3° Lavage de la terre gorgée de sel au moyen de l'eau de source;

4° Évaporation de la saumure, lavage et séchage du résidu.

Le même procédé est en honneur chez les Banyabungu (9).

Les sels que les autochtones de l'ancienne Province Orientale de notre Colonie récoltent dans le voisinage immédiat des nombreuses sources salées ou thermales qui sourdent dans ces régions sont nécessairement différents du sel marin.

Les sources de la région du Grand Graben Central africain, qui se trouvent en pleine région volcanique, peuvent donner des sels présentant quelque analogie avec ceux extraits des eaux du lac Katwe dans l'Uganda. Ce lac, dont on retire industriellement chaque année des quantités importantes de sel, est d'origine volcanique.

Par contre, « la plupart des sources de la Province Orientale se rencontrent au fond des vallées des cours d'eau » (8).

Alors que les sources de la région volcanique du Kivu paraissent être carbonatées, les autres sont plutôt chlorurées, quelques-unes sulfatées.

Le sel de l'eau de la mer des Caraïbes à Curaçao comporte plus de 75 % de chlorure de sodium; environ 10 % de chlorure de magnésium; sensiblement 15 % de sulfates de calcium et de magnésium et de chlorure de potassium. Il est clair qu'après raffinage on doit obtenir du chlorure de sodium de 97 à 99 % (10).

Le lac Katwe, de par son origine volcanique, sera formé d'eaux chargées de NaCl, qui ont solubilisé d'assez importantes quantités de carbonate et de sulfate de soude (11).

Nous reprenons de la documentation mise à notre disposition par le Prof M. Robert les compositions chimiques de l'eau de quelques sources thermo-minérales du Katanga. D'autre part, l'étude déjà citée de G. Passau fournit les compositions chimiques de l'eau de sources thermales sulfureuses ou salines de l'ancienne Province Orientale. Nous complétons, enfin, la documentation par l'analyse d'un échantillon d'eau des sources thermales de Lubuka (Uvira) effectuée au laboratoire de Tervuren.

Pour certaines sources il existe également des analyses de sel récolté aux alentours immédiats.

A en juger par ces analyses, il est vraisemblable que le chlorure de sodium sera le constituant principal du sel préparé par les indigènes à partir des eaux. Néanmoins, ce sel contiendra des quantités non moins importantes de chlorures et de sulfates d'autres ions.

Les compositions de sels, qui sont la plupart du temps des résidus d'évaporation d'eau chaude, sont suggestives à cet égard.

TABLEAU I. — Composition d'eaux de sources (1).

	BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU LUALABA																		RÉGION DU GRABEN CENTRAL AFRICAÏN									
	VALLÉE DU LUALABA							Province de Lusambo	BASSIN DE LA LUFIRA					BASSIN DE L'ÉLILA			BASSIN DE LA LOWA		RÉGION DU LAC ÉDOUARD						RÉGION DU LAC TANGANYKA			
	Katanga								Katanga					Province de Lusambo			Province de Stanleyville											
	Kafungwe	Kaniambwa	Konkola (Yumba)	Kiabukoi	Kibimbi	Ganza	Lufubu (Piani-Mituba)	Moashya (2)			N'Guba (2)	Saya	Kashiba	Pene Kabonde	Lukuka	Kakungu	Onkandwoi (4)	Shampuni	Sources thermales de la RUTSHURU						Nganza	Rutuku	Lubuka (L'ÉVIRA) (5)	
Thermale sulfureuse	Thermale sulfureuse	Thermale sulfureuse	Thermale plutôt chlorurée	Thermale -	Salines	Thermale saline	Thermales salines			Thermale saline	Saline	Thermale	Thermale saline	Thermale	Thermale	Thermale saline	Thermale	Thermale saline							Thermale	Thermale saline	Thermale	Thermale saline
								I	II	III																		
Résidu fixe à 100°	0,44	0,54	0,73	0,50	0,76	1,97	0,354	33,36	39,28	26,692	—	—	—	0,06	7,152	1,392	2,456	45,368	0,968	6,896	8,256	8,192	8,456	7,920	9,22	2,10	1,215	
Résidu à la calcination	0,37	0,24	0,68	0,34	0,59	1,85	0,34	25,00	26,79	26,156	—	—	—	0,03	6,360	1,112	2,184	40,480	0,740	6,056	7,040	7,004	7,200	6,832	8,95	1,96	1,018	
Composition chimique probable du résidu :																												
Chlorure de sodium	0,032	0,090	0,016	—	0,011	1,300	0,102	18,494	19,67	21,50	19,23	33,00	26,80	0,016	4,805	0,810	1,282	34,224	0,220	1,8659	1,9548	1,9250	2,1560	1,8262	8,201	0,874	traces	
Chlorure de calcium	—	—	—	—	—	—	—	3,747	—	—	—	—	—	—	0,860	—	0,460	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,255
Chlorure de magnésium	—	—	—	—	—	—	—	0,005	1,14	—	—	—	—	—	0,207	traces	0,170	0,004	traces	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfate de calcium	0,096	0,024	0,038	—	0,028	0,254	0,086	1,791	2,34	2,30	—	—	0,60	0,012	0,272	0,040	0,121	3,757	0,030	—	—	—	—	—	0,119	0,532	—	
Sulfate de sodium	—	—	—	—	—	0,271	0,092	—	3,24	—	—	—	—	—	—	—	—	1,227	—	0,5609	0,2582	0,5119	0,5662	0,5971	0,552	0,552	0,126	
Bicarbonate de sodium	—	—	—	—	—	—	—	0,100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbonate de sodium	0,35	0,300	0,630	—	0,570	0,053	0,053	—	0,19	—	—	—	—	—	—	0,236	—	—	0,135	3,5088	4,2312	4,3345	4,3345	4,2312	0,260	0,130	—	
Carbonate de calcium	0,021	0,017	0,028	—	0,021	—	—	—	—	—	—	—	—	0,010	0,086	0,028	0,150	0,321	0,383	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sulfure de sodium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,0589	0,3164	0,0924	0,0550	0,0235	—	—	—	0,023

(1) Les résultats sont exprimés pour 1.000 cc. d'eau. Ceux qui se rapportent à des eaux du Katanga nous ont été communiqués par M. le Prof. M. Robert, les autres sont extraits de l'étude de M. G. Passau.

(2) L'analyse I date de 1905; l'analyse II de 1906; la teneur en Na Cl indiquée sous III représente la moyenne de trois analyses effectuées en 1927.

(3) Les eaux de N'Guba sont plus riches en CaSO₄ et MgSO₄.

(4) La source est exploitée par les indigènes, qui en extraient du sel pour la consommation.

(5) Analyse du Laboratoire de Recherches chimiques et onialogiques du Congo belge, Tervuren.

TABLEAU II. — Composition de sels (1).

	BASSIN DE LA LUFIRA			VALLÉE DU LUALABA	BASSIN DE LA LOWA	
	Salines de Moashya (2)			Lufulu (Piani- Mimba)	Onkondwoi	Entre Kiangara et Mutanda
	I	II	III			
Soluble dans l'eau :	95,38	4,90	—	75,55	89,96	3,20
Chlorure de sodium	93,82	1,21	78,87	65,93	75,84	2,24
Chlorure de calcium	—	0,31	—	1,83	6,28	0,16
Sulfate de calcium	1,38	2,40	—	3,35	0,11	0,80
Chlorure de magnésium . . .	0,18	—	—	—	—	—
Sulfate de magnésium	—	—	2,862	—	—	—
Sulfate de sodium	—	—	2,198	—	—	—
Insoluble dans l'eau :	2,42	95,10	1,20	24,45	10,04	96,80
Insoluble dans les acides . .	1,43	—	—	17,64	7,16	8,92
Oxydes de fer et d'alumine .	—	—	—	3,85	1,88	67,12
Carbonate de calcium	0,99	—	—	3,23	0,85	0,74

(1) Les résultats sont exprimés pour 100 parties de matières minérales.

(2) L'analyse I se rapporte à un sel vendu par les indigènes.

L'analyse II est celle du sel pris aux environs de la source.

L'échantillon III est un sel vendu par le chef Mwashya.

VI. — CONCLUSIONS.

Manquant de sel et sentant le besoin impérieux et insouvi de ce condiment, les indigènes de notre Colonie se sont efforcés de tirer parti de tout ce que la nature leur réserve : depuis les plantes dont ils extraient les éléments minéraux, jusqu'aux terres et sources salées.

Que valent ces produits?

Nous avons montré à suffisance, à la suite d'analyses de « sels » d'origines différentes, que tant le « sel lixiviel des

terres » que le « sel végétal » sont loin d'avoir une composition chimique même approchée des produits qu'ils sont appelés à remplacer.

Nous ne pouvons nous empêcher d'évoquer les Gaulois lessivant les cendres de hêtre et de plantes marines pour préparer, par saponification du suif de mouton, un savon qu'ils emploient non comme détersif, mais pour garder aux cheveux leur belle teinte blonde.

A 2.000 ans d'intervalle, les Noirs de l'Afrique refont religieusement le geste rituel de nos ancêtres pour se procurer un succédané du condiment qu'ils ont appris à apprécier à sa juste valeur.

Ce rapprochement en dit plus qu'un long discours quant à la valeur utile du « sel végétal ».

Au Ruanda-Urundi il existe des gisements de terres salines; d'autre part, on y signale plusieurs sources minérales ou thermales, sources dont les eaux peuvent inonder fréquemment les terres environnantes.

On serait tenté de croire qu'on se trouve là en présence d'un matériel de choix que les « sauniers » n'auraient qu'à « lessiver ».

Malheureusement pour eux, l'argile ne cède qu'imparfaitement les éléments solubles qu'elle retient ou dont elle a pu être imprégnée.

Si à ces terres on mélange des cendres de certains végétaux, les extraits ne seront pas en somme fort différents de ceux dont se contentent les indigènes du centre de l'Afrique, qui préparent un sel par lixiviation des cendres de plantes aquatiques.

Les sources minérales, pour autant qu'elles soient suffisamment riches en NaCl , sont à retenir. Nous avons décrit, d'autre part, l'exploitation illogique à laquelle elles sont soumises par les indigènes.

Les Watutsi du Ruanda sont des pasteurs qui, par tous les moyens, essaient de suppléer au manque de Na et de Cl de l'ordinaire de leurs troupeaux.

Pour eux, les sources salées, les terres salines et leur végétation sont un peu comme la manne envoyée par le ciel.

Aussi, les voit-on racler les parois des cavités salines et préparer les eaux salifiées, conduire le bétail aux abreuvoirs contenant de l'eau salée, garder pour leurs troupeaux les herbes croissant sur les terrains salins.

Mais à côté des pâturages il y a les cultures, seule source de l'alimentation végétale des habitants.

Pour leur industrie du sel, les indigènes ne traitent que les terres les plus riches en ces éléments, laissant délibérément de côté de grandes surfaces moins riches, ce qui peut paraître parfaitement logique pour le but qu'ils poursuivent.

Mais cette politique pose un problème autrement vaste que le précédent, car il peut avoir des conséquences insoupçonnées pour l'économie rurale de la région.

En effet, tout sol ayant une teneur anormale en éléments salins ne supporte plus qu'un certain genre de cultures. Les crues des rivières et les irrigations naturelles mettent en jeu de grandes quantités d'eau qui accusent souvent, en certains endroits, une teneur très grande en éléments alcalins et alcalino-terreux. C'est là un premier fait.

Considérés primitivement comme simple curiosité locale, les sols salins paraissent être plus nombreux qu'on le croit habituellement; nous sommes même près de dire qu'ils sont en voie d'augmentation.

Or, les cultures s'accroissent difficilement des terrains salins.

Qui dit pays sans cultures ou à cultures insuffisantes pré suppose famines en temps de disette prolongée.

Dans le seul territoire de Kigali, où sont situées de nombreuses terres salines, les 195.000 habitants ne cultivent que quelque 44.000 hectares, alors qu'il existe 267.000 hectares non cultivés que broutent, pour une bonne partie, les 133.000 têtes de tout bétail.

Les terres salines posent donc des problèmes dépassant singulièrement le cadre de ce chapitre. Dans les pages qui suivent nous étudierons des terres et leur végétation et nous nous efforcerons d'en élucider différents aspects.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

1. *Le Congo Illustré*, 2^e année, 1893.
- 1bis. Dr VEDY, *Bull. Soc. R. B. Géographie*, XXX, 302 (1906).
2. R. P. PAGES, *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (Bruxelles, M. Hayez, 1935).
3. Dr J. MAES, *Guide ethnographique du Musée du Congo*, I. Alimentation des indigènes (Bruxelles, Goemaere, 1922).
4. J. CLAESSENS, *Revue congolaise*, IV, 371 (1913).
5. Dr J. MAES, Notes sur les populations des bassins du Kasai, de la Lukenie et du lac Léopold II [*Annales du Musée du Congo belge. Miscellanées*, 1, 1, 115 (1924)].
6. *Bulletin Agricole du Congo belge*, XIX, 128 (1928).
7. *L'Etat Indépendant du Congo à l'Exposition de Bruxelles-Tervueren*, 1897.
8. G. PASSAU, *Bulletin de l'Institut Royal Colonial Belge*, IV, 778 (1933).
9. R. ROY, Les Banyabungu [*Revue Congo*, II, 344 (1924)].
10. P. A. ROWANX, Zout in het gewest Curacao [*Koloniale Instituut Amsterdam*, Bericht 87].
11. E. J. WAYLAND, Katwe [*The Uganda Journal*, I, 96 (1934)].

DEUXIÈME PARTIE

LES SOLS SALINS EN GÉNÉRAL ET AU CONGO BELGE

CHAPITRE 1.

ÉTAT DE LA QUESTION.

A. — Généralités.

Le problème des sols salins préoccupe depuis longtemps les pédologues de différents pays (1).

Dès 1768, un membre de l'Académie des Sciences de Russie, Ivan Lepekhin, remarquait la grande quantité de sels répandus à la surface des steppes de la Transvolga.

En 1834, le Prof F. G. Goebbel parcourait la steppe de la mer Caspienne dans l'intention spéciale d'étudier « la composition des lacs salins, des cendres de plantes salines et des sols des steppes sur lesquels elles vivent ».

Dès le début l'école russe divisa les terres salines en deux groupes :

a) Les terres sans structure contenant une grande partie de sels facilement solubles : « Solonchak » (saline soils);

b) Les terres ayant une structure et ne contenant pas dans les horizons supérieurs une grande quantité de sels facilement solubles : « Solonetz » (alkali soils).

En 1928, K. K. Gedroitz donne une définition des sols salins et alcalins. D'après lui :

« *Saline* is a soil containing great quantities of easily

and medium soluble salts, mainly chlorides and sulphates. »

« *Alcaline* is a soil containing absorbed sodium, being taken away soluble salts. The absorbed sodium raises the dispersity of the absorbing complex of the soils and thus the formation of physical properties are explained namely : compactness, impermeability for water and stickiness. »

En fait, il n'existe pas une délimitation bien nette entre sols salins et alcalins. Tous les stades entre ces deux types peuvent se rencontrer. Ils dépendent de divers facteurs dont les principaux sont : la situation de la nappe phréatique, la composition de l'eau souterraine, la nature et le degré de délavage du sol, la nature des précipitations atmosphériques et des irrigations artificielles (2).

Ce n'est donc pas la division en classes, mais bien en stades qui s'indique pour toute classification des sols salins.

L'évolution normale d'un sol salin est décrite par Gedroitz comme étant au premier stade salin, puis alcalin et finalement solodisé ou dégradé. Actuellement cette interprétation de l'évolution d'un sol salin est généralement admise. D'où sols salins et alcalins ne sont pas deux choses totalement différentes, mais l'un est en réalité l'aboutissant de l'autre.

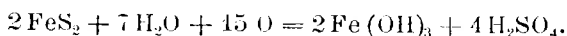
L'emploi de l'expression « terre saline » implique l'idée de sel, ce qui est exact; il n'en va pas de même de « terre alcaline », expression employée par beaucoup, qui est en réalité une traduction défectueuse de « *alkali soils* » employé par le pédologue américain Hilgard et dont la signification française exacte est « *sols à alcalis* ». L'expression « terre alcaline » ne signifie pas que celle-ci a nécessairement une réaction alcaline.

Pour éviter tout malentendu, Erhart (3) préfère désigner tous les sols salifères, quels qu'ils soient, par la

dénomination de *sols salins*, pour ne pas préjuger de leur réaction et de leur composition. von Sigmond, de même que Gedroitz, donnent les noms de « salin » au premier stade de formation des terres salées et « alcalin » au stade ultérieur.

B. — Origine et nature des éléments salins.

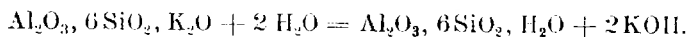
D'après l'hypothèse de Cameron, reprise par Dorsey (4), le chlore et le soufre contenus dans les roches se transforment, sous l'action d'agents hydrolysants et oxydants, en HCl et H₂SO₄. Ainsi le sulfure de fer et la marcasite donnent les réactions suivantes :



Au contact des alcalins et alcalino-terreux, provenant de l'altération des roches, il se forme les sels de l'acide sulfurique et de l'acide chlorhydrique. Ces réactions ne sont pas quantitatives; les acides humiques en particulier soustraient une partie des cations libérés pour les transformer en humates; de même la formation de complexes de néoformation diminue encore la quantité de bases pouvant donner naissance aux sels.

L'exemple suivant fera mieux comprendre l'ensemble des réactions chimiques auxquelles un minéral déterminé est soumis normalement *in situ*.

Soit un feldspath potassique dont le terme final d'évolution est la kaolinite; nous aurons les réactions suivantes :

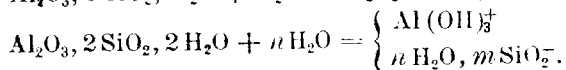
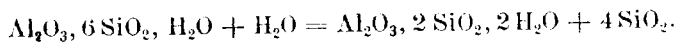


Le KOH libéré peut :

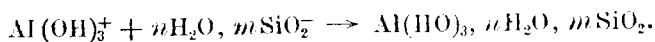
Se combiner avec les acides organiques pour former des humates.

Se combiner avec les acides minéraux contenus dans le sol et donner les chlorure ou sulfate de potassium correspondants.

Former des silicates de néoformation; dans ce cas la réaction décrite plus haut s'achève de la façon suivante :



D'après Mattson les deux radicaux obtenus vont flocculer et donner



Le terme final ou kaolinite est un produit de néoformation qui peut réagir avec KOH et donner un nouveau silicate d'alumine et de potasse. Il va sans dire qu'un même ensemble de réactions peut se produire, avec des minéraux ayant d'autres bases, pour donner finalement des sels de Ca, Mg, Na, etc...

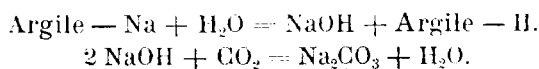
Il n'est pas sans intérêt de citer l'expérience classique de Daubrée (1879). Après avoir fait subir pendant 192 heures une agitation mécanique sous eau, à 3 kg. d'orthoclase, il obtint en solution 12,53 gr. de potasse. Un calcul rapide permettra de réaliser les quantités impressionnantes d'alcalis qui peuvent être libérées ainsi sous l'action combinée de facteurs chimiques et physiques.

Par contre, la formation de carbonates d'alcalins et d'alcalino-terreux, et en particulier la formation de Na_2CO_3 , ne se fait pas suivant le même processus; leur mode de formation prête à discussion. Plusieurs hypothèses ont été émises.

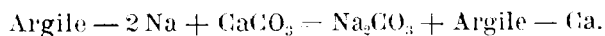
Gedroitz estime que le Na_2CO_3 n'est pas formé dans le sol par une réaction directe entre le NaCl et CaCO_3 , mais que le sodium du NaCl déplace d'abord K, Ca, Mg des humates et silicates. Ces derniers n'abandonnent ensuite leur sodium à l'eau du sol qu'après élimination de l'excès de sels de sodium solubles.

Robinson (2) envisage deux possibilités dans la forma-

tion du Na_2CO_3 . D'après lui le sodium peut déplacer le calcium absorbé par le complexe d'absorption; ce stade atteint, les réactions ultérieures sont les suivantes :



Au contraire, si l'argile sodique est en contact avec du CaCO_3 , le Na_2CO_3 obtenu devient un produit direct de la réaction qui s'effectue de la façon suivante :



Le Na_2CO_3 n'est donc pas, comme le pensait Cameron, un sel alcalinisant, mais en réalité le résultat d'une alcalinisation.

A cet ensemble de possibilités de formation de Na_2CO_3 , ajoutons l'influence capitale de certains micro-organismes dans la formation de sols salins. Dans les sols égyptiens contenant du gypse, on a constaté que dans certaines conditions d'anaérobiose, par variation de la hauteur de la nappe phréatique, la réduction du CaSO_4 devient possible et donne finalement du sulfure correspondant. Il en résulte une augmentation de l'alcalinité et une diminution de la solubilité des sels de chaux et de magnésie, ce qui facilite la formation de sels sodiques.

Les sels des sols salins diffèrent essentiellement de ceux trouvés dans les mers, si pas par leur nature, du moins par leurs proportions.

Clarke assigne à l'eau de mer la composition suivante, exprimée en ‰ :

NaCl	77,76
MgCl_2	10,88
MgSO_4	4,74
CaSO_4	3,60
K_2SO_4	2,46
MgBr_2	0,22
CaCO_3	0,34

Après étude des sels, solubles dans l'eau, des différents sols salins, Hilgard et Harris leurs assignent la composition et les proportions suivantes exprimées en ‰ :

a) EUROPE.

Sels	Hongrie	
	Debrecen	Kalocsa
Na_2SO_4	0,2	1,6
Na_2CO_3	48,4	92,5
NaCl	51,7	4,4
Na_3PO_4	—	1,5

b) ASIE.

Sels	Région de l'Aral Mer Caspienne			Aden Hurka Kara	Indes		
					Gursikar Aligarh	Jellabad Panjab	Bayama Deccan
K_2SO_4	—	—	—	—	11,1	—	—
Na_2SO_4	10,4	18,2	15,5	—	7,0	58,5	2,3
Na_2CO_3	14,7	12,1	69,0	62,7	79,0	22,9	—
NaCl	76,6	69,7	15,5	32,8	2,9	18,6	97,7

c) AFRIQUE (Égypte).

Sels	Trona	Alkali L. Abukir	Fezzan Trona
K_2SO_4	—	6,49	—
Na_2SO_4	23,6	0,82	0,6
Na_2CO_3	28,2	1,13	98,7
NaCl	48,2	89,74	0,7
CaCl_2	—	1,82	—

d) AMÉRIQUE.

Sels	Montana Fort Benton	Montana Upper Missouri Vallée près de Centerville
K_2SO_4	8,59	2,37
Na_2SO_4	47,10	56,54
$NaNO_3$	—	9,39
$NaCl$	0,18	27,47
Na_2CO_3	0,71	—
$MgSO_4$	43,42	4,23
KCL	—	—

C. — Mode de formation des sols salins.

a) Dans les régions à climat humide, l'eau météorique, est l'agent de lixiviation des terres et des roches; elle produit un entraînement de haut en bas des produits d'altération. Suivant la nature minéralogique des terrains drainés, la richesse des eaux en sels sera plus ou moins grande; ainsi l'orthoclase peut donner 17 % d'alcalis, la muscovite 12 %, la sodalite 26 %, l'hajine 17 %.

La topographie du terrain influence la nappe phréatique, augmentant son importance au bas des pentes et dans les fonds aux dépens des sommets, où elle devient moins importante. Il en résulte un écoulement des eaux souterraines qui entraînent avec elles les éléments dissous, enrichissant les nappes situées sur un plan plus bas. A la saison sèche, l'évaporation ramène une notable partie des sels dissous à la surface des dépressions sous lesquelles ils ont été accumulés, laissant indemnes les éminences qui, de par la nature chimique de leurs roches, peuvent avoir été les grandes productrices d'éléments salins.

Sous climat sec le phénomène est inversé, l'ascension des eaux souterraines ramène à la surface les produits

solubles qu'elles tiennent en solution; ceux-ci viennent saturer les couches superficielles de terres et, s'ils sont en doses massives, cristalliser à la surface de celles-ci.

La formation de sols salins n'est pas uniquement limitée aux climats arides; ils se forment également sous climat semi-aride comme celui de la Hongrie ou de la Basse-Volga.

b) L'inondation et les irrigations peuvent créer des sols salins. Ils se forment d'autant plus rapidement que la teneur en éléments salins des eaux qui les recouvrent est plus importante.

La composition chimique des eaux d'un bassin hydrographique est en relation soit avec la nature minéralogique des roches de celui-ci, soit avec la composition des gîtes minéraux qu'elles sont forcées de traverser. Il en résultera : des eaux fertilisantes provenant de bassins volcaniques; des eaux neutres n'offrant pas de teneurs anormales en éléments salins; des eaux ayant une teneur anormale en sels, toxiques pour la végétation.

Les terres recouvertes par les eaux toxiques peuvent être plus ou moins saturées de sels au moment du retrait ou de l'évaporation de celles-ci. Dans une zone aride ou semi-aride, l'évaporation ramènera tous les sels dans les couches superficielles du sol; elles forment des sols salins semblables à ceux décrits plus haut.

c) Pour être complets, nous devons ajouter aux deux cas précédents un troisième, qui offre cependant moins d'intérêt. Ce groupe de sols salins trouve son origine dans l'assèchement naturel ou artificiel de lacs ou de mers. Ainsi l'assèchement du Zuiderzee a donné des sols salins. Si l'assèchement est naturel et dû à l'évaporation, il se produira, aux endroits les plus profonds, une accumulation de sels formant une couche dont l'épaisseur peut aller de quelques millimètres à plusieurs mètres. Les

salines de Stassfurth représentent un aspect typique d'un de ces phénomènes. Les lacs et mers en régression tels que le Grand Lac Salé (U. S. A.), de même que la mer Caspienne, ont leurs rives formées de sols salins.

D. — Répartition et classification des sols salins.

Les sols salins se rencontrent dans divers pays, où ils occupent des superficies plus ou moins grandes.

Les sols alcalins russes se divisent en « Solonetz » et « Solontchak ».

Dans l'Inde les sols salins sont appelés « Reh » ou « Kalar », ou encore « Usar ».

En Égypte on les désigne sous le nom de « Trona »; en Hongrie ils sont appelés « Szik » ou « Szek ». Des sols salins ont été trouvés aussi en Irlande, aux États-Unis et en Mandchourie.

Les différents sols salins que nous connaissons se sont développés sur des substratum et sous des climats variables. Cette hétérogénéité de conditions de formation rend leur classification difficile. von Sigmond, dans la troisième partie du *Handbuch der Bodenlehre* de Blanck, propose différentes classifications applicables à tous les sols salins.

1. Classification d'après la nature des facteurs climatiques pouvant exercer une influence sur le sol, telles l'humidité, la température et l'évaporation. La résultante de ces facteurs se fait surtout sentir sur la végétation, dont l'étude permet de différencier les sols salins de tchernosiomes de ceux de steppes arides ou semi-arides.

Elle permet encore de différencier les sols salins ou alcalins des régions tropicales et subtropicales de ceux des régions à climat tempéré.

2. Classification dépendant de la nature chimique des sols.

3. Classification plus fouillée, basée sur le pouvoir d'adsorption plus ou moins grand des sels alcalins et alcalino-terreux par le complexe d'adsorption. Du degré d'alcalinisation qui en résulte dépend en grande partie la diversité des terres salines. D'autre part, certains sols salins peuvent être soumis à un phénomène inverse, causé par un lavage naturel ou artificiel qui provoque une diminution des bases du complexe d'adsorption.

von Sigmond en conclut que le cycle d'évolution d'une terre soumise à la salinisation peut se faire en quatre stades successifs :

- a) Accumulation des sels alcalins ou salinisation du sol;
- b) Action des sels sur le complexe d'adsorption ou alcalinisation du sol;
- c) Délavage des sels ou désalinisation;
- d) Hydrolyse par l'eau et l'acide carbonique des complexes d'adsorption alcalinisés ou dégradation.

Gedroitz ne fait pas de différence entre les deux premiers stades admis par von Sigmond.

De façon générale, on peut donc admettre qu'il existe quatre types de sols salins correspondant chacun à un stade bien précis dans l'évolution de ceux-ci et qui sont :

- a) Sols salins, avec accumulation de sels, sans modification de ceux-ci;
- b) Sols alcalins, ou sols riches en sels;
- c) Sols salins désalinisés, ou sols alcalins pauvres en sels;
- d) Sols alcalins dégradés ou sols salins acides auxquels on donne en Russie le nom de « Soloti ».

4. Classification plus poussée encore que la précédente, basée sur la composition mécanique, les propriétés chimiques et la structure des sols salins.

5. Enfin une dernière classification peut résulter de la nature biologique des sols ou de leur valeur culturale pratique, mais ceci implique, outre l'étude de la nature des sels incorporés, celle des réactions de la plante vis-à-vis de ceux-ci.

E. — Recherche des sols salins.

C'est essentiellement à la prospection pédologique qu'est dévolue la recherche des sols salins. D'autres que nous ont attiré l'attention sur ce fait.

Les sols salins ne se développent que dans certaines conditions; de plus, là où ils existent ils impriment à la végétation locale un cachet spécial qui la différencie de celle de régions ne présentant pas ces caractéristiques.

Dans les lignes qui suivent nous avons résumé brièvement ce qui, dans la recherche des sols salins, doit intéresser le prospecteur. En effet, de la connaissance de certaines caractéristiques locales découlera pour celui-ci la possibilité de déterminer plus rapidement les zones pouvant présenter des caractères de salinisation.

1. FACTEURS CLIMATIQUES.

Les sols salins et alcalins ne peuvent se former en général que sous climat semi-aride. La connaissance du régime des pluies offre une grande importance; de celui-ci découle ou non la possibilité d'une formation de sols salins. Si des données météorologiques sont inexistantes, il faudra s'en reporter aux indications des autochtones pour se faire une idée de la durée approximative des saisons sèches et humides.

2. COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE.

Une étude chimique aussi poussée que possible des eaux des différentes rivières et ruisseaux d'un bassin hydrographique s'impose. Dans l'impossibilité de faire parcellaire

étude, la détermination du pH des eaux peut donner d'utiles indications. D'après les résultats acquis il sera possible d'effectuer la délimitation de régions particulièrement riches en formations minérales à forte teneur en alcalins.

L'intérêt de pareilles recherches est montré à suffisance par les deux exemples suivants, fournis par l'« U. S. Geological Survey and the U. S. Department of Agriculture » des États-Unis (4). Au Colorado une rivière ayant une teneur en éléments salins de 0,11 % en accuse 1,178 % à 32 km. plus loin. La rivière Jordan dans l'Utah, sur un trajet de 22 km. passe de 0,8 % en éléments salins à 1,97 %.

3. LA NATURE GÉOLOGIQUE DU SOL.

La teneur en éléments salins des eaux souterraines est en relation avec la nature des roches ou des sols au travers desquels l'eau s'est infiltrée. La connaissance de la nature pétrographique des roches ainsi que des terres qui en dérivent est nécessaire. Toutes les roches n'ont pas une importance égale comme donneuses de bases; les principales sont :

a) Les feldspaths et feldspathoïdes.

Ce sont des silico-aluminates d'une base alcaline ou alcalino-terreuse, très fréquents dans beaucoup de roches métamorphiques et éruptives qui donneront, lors de leur désagrégation, du K_2O , Na_2O , CaO . Les feldspaths potassiques peuvent donner jusqu'à 17 % de K_2O . Les plagioclases ou feldspaths sodiques, dont le principal est l'albite, accusent une teneur de 6 à 11 % Na_2O . Les feldspaths du type calcique, tels que l'anorthite, ont une teneur en CaO de 10 à 20 %.

b) Les micas.

Ce sont des silicates hydratés d'alumine, de potasse et de soude; les micas caractérisés par la biotite sont ferro-

magnésiens; les micas blancs, dont le type principal est la muscovite, sont potassiques ou sodiques.

Les biotites contiennent :

	%
K ₂ O	6 à 9
Na ₂ O	1,12
CaO	0 à 2
MgO	2 à 20

La muscovite environ 10 % de K₂O.

c) **Les amphiboles et pyroxènes.**

Ces minéraux sont aussi très répandus. Ce sont des silicates d'alumine riches en calcium, magnésie, fer et manganèse.

Les amphiboles contiennent :

	%
CaO	0 à 15
MgO	2 à 26
Alcalis	0 à 3

Les pyroxènes ont, pour l'augite, par exemple, une teneur en :

	%
CaO	16 à 26
MgO	6 à 20
Alcalis	néant

d) **Les minéraux calciques.**

Sont les grands fournisseurs de chaux; ils sont représentés par la calcite, la dolomie et le gypse.

e) **Verres volcaniques.**

Ont des teneurs en potasse, chaux et magnésie très variables.

4. PROFONDEUR DE LA NAPPE PHRÉATIQUE.

L'alcalinisation des terres est en relation avec la hauteur de la nappe phréatique. Dans les endroits où cette dernière est située à grande profondeur, l'ascension des eaux souterraines se fera plus difficilement en période

sèche. Au contraire, là où elle est proche de la surface du sol, la montée des eaux et des sels se fera facilement. Il en résulte que toute modification de la hauteur de la nappe phréatique, par un fait voulu ou accidentel, aura une répercussion néfaste ou heureuse suivant le sens dans lequel elle se fait. Aussi la détermination de la profondeur est-elle importante dans l'étude du processus de formation des sols salins.

5. ASPECT DU SOL ET DE LA VÉGÉTATION.

L'étude de l'aspect physique des sols peut fournir d'utiles indications, sans aller cependant jusqu'à permettre de tirer des conclusions définitives. Ainsi, un sol contenant du gypse montrera à l'observateur un fin poudrage blanc qui, sans recherches plus approfondies, lui ferait conclure à une salinisation de celui-ci. Or, étant donné le peu de solubilité de ce sel, sa toxicité sera en réalité très faible, et même, dans certains cas, il aura une influence heureuse sur la végétation.

Il n'en sera plus de même avec un sol contenant des sels fortement solubles, par conséquent plus toxiques, qui eux ne laissent pas de traces visibles de leur présence, sauf quand ils se trouvent en forte concentration.

Dans chacun de ces cas, l'étude de la végétation apportera une aide précieuse. F. H. Harris, qui s'est spécialisé dans l'étude des sols salins de l'Utah (U.S.A.), signale, par exemple, que l'*Artemesia tridentata* ne peut vivre sur une terre ayant une teneur trop élevée en sels. Si la plante pousse vigoureusement, c'est que le sol est dépourvu d'alcalis. D'autres végétaux résistent à de fortes concentrations en sels, comme le *Distichlis spicata* ou *Salt Grass*.

De ce qui précède il résulte que la coordination des différentes constatations faites sur le terrain et se rapportant aux facteurs climatiques, à la composition chimique des eaux du bassin hydrographique, à l'aspect physique des

sols, à leur végétation peut déjà rendre possible la délimitation de régions suspectées de contenir des sols salins. Dans celles-ci on prélèvera des échantillons en vue de les soumettre à l'analyse chimique, qui elle seule est capable de définir le type de sol auquel on a affaire.

CHAPITRE II.

LES SOLS SALINS AU CONGO BELGE.

A. — Répartition des sols salins.

En dehors d'une carte publiée par Stremme dans le *Handbuch der Bodenlehre* de Blanck, indiquant à l'Est du lac Tanganyka une région de sols salins; nous ne possédons pas de renseignements quant à leur importance, ni au sujet de leur étendue.

Les services officiels n'ont pas, jusqu'à présent, été préoccupés par ce problème; ce n'est qu'accidentellement que certains agronomes y font allusion, sans d'ailleurs s'étendre sur celui-ci. Sauf les relevés effectués par M. Everaerts pour le Ruanda-Urundi, il n'existe pas, à notre connaissance, une documentation se rapportant aux sols salins qui doivent nécessairement exister à l'Ouest du Graben Central Africain. Nous espérons que cette lacune ne sera que temporaire et qu'il nous sera possible un jour d'avoir une vue d'ensemble sur les sols salins du Congo belge.

Tenant compte de la répartition des sols salins qui existent au Ruanda-Urundi, nous avons divisé ceux-ci en trois groupes, qui correspondent d'ailleurs chacun à une situation géographique bien précise.

Ils se répartissent en sols salins : 1° du Nord-Ouest du Ruanda; 2° de la vallée de la Ruzizi; 3° des régions du Bugesera et du Gisaka.

1. SOLS SALINS DU NORD-OUEST DU RUANDA.

Des sols salins ont été relevés près de Kisenyi et de Ruhengeri. Pour ce dernier territoire, des gisements ont été signalés à Kabaya, Busaro et Kirye. Près de Kisenyi, au lieu dit Mashusa, colline Kiraga, un sol salin occupe une superficie de 1 ha.; il y voisine avec des sources d'eau chaude. D'après Salée, ces sources thermales se trouvent à la limite des laves du graben du Mufumbiro.

2. VALLÉE DE LA RUZIZI.

Les gisements de sols salins semblent être très nombreux dans la vallée inférieure et moyenne de la Ruzizi. Il en existe :

a) Dans la plaine de Bugarama, au confluent des rivières Luha et Ruzizi.

b) Dans la plaine au Sud de Bome, au confluent des rivières Kajeke et Ruzizi.

A remarquer que peu de ces sols sont exploités; leur profondeur varie de 1 m. à 1^m50. Aux dires des indigènes, de semblables gisements existent au Kivu et dans les terres des Bafulero (Uvira).

3. CUVETTES DU BUGESERA ET DU GISAKA.

Le plus grand nombre de gisements de sols salins actuellement connus se situent aux environs des nombreux lacs de ces régions (lacs Mohasi, Mugesera, Sake, Nacho, Rwihinda, Chohoha, Rugwero, etc.) et se répartissent de la façon suivante :

30 dans la partie Est du territoire de Kigali.

19 dans le territoire de Kibungu.

9 dans le territoire de Kaninya.

Les sols salins connus depuis toujours par les indigènes sont classés par ceux-ci en deux catégories :

a) Les terres riches en matières salines.

A ces terres les indigènes donnent le nom d'*Ingugu* en kinyaruanda et kirundi; au Gisaka, d'après Synave, *Ingugu* désigne en général toute terre saline.

b) Les terres relativement pauvres en matières salines.

Celles-ci portent le nom d'*Igitumba* en kirundi et *Umuloba* en kinyaruanda; au contraire, au Gisaka, *Umuloba* s'applique au ravinement causé par les eaux de pluies; le mot est ainsi totalement étranger à toute idée de sol salin.

Cette valeur inégale des gisements de sols salins n'empêche pas les indigènes de les exploiter. Dans le territoire de Kibungu, le gisement de la colline Naga est exclusivement réservé à l'extraction des matières salantes destinées à la consommation humaine; de Ngos et de Kitega les indigènes viennent pour en acheter. Au contraire, dans la vallée de la Ruzizi, l'extraît salin des terres ne sert plus aux indigènes, mais est donné au bétail, pour lequel il serait absolument indispensable et de loin préférable au sel ordinaire.

Everaerts rapporte que tous les indigènes sont d'accord pour dire que le bétail subitement privé de cette terre saline maigrit et que son lait devient rare.

Très souvent, à côté des sols salins, existent des sources d'eau salée. On en signale notamment aux limites du Bugesera, près de Gabiro, au début de la plaine marécageuse qui s'étend jusqu'à la Kagera, à la frontière Nord-Ouest du Ruanda et, enfin, dans la vallée de la Ruzizi. Les eaux salées de sources ou de lacs sont fort recherchées par les indigènes, qui leur attribuent une action bienfaisante sur le bétail; d'après eux, elles stimulent l'appétit, les fonctions génésiques et reproductrices; de plus, elles régénèrent l'organisme, guérissent de la diarrhée, tout en étant dépuratives.

B. — Physiographie des régions à sols salins du Ruanda-Urundi.

1. GÉOLOGIE.

Les formations géologiques sur lesquelles se rencontrent les sols salins sont :

a) Système de la Ruzizi.

Ce système est caractérisé par un complexe cristallophyllien qui s'étend sur une vaste région, dont les limites s'étendent dans le Ruanda-Urundi, entre 50 et 100 km. de la Ruzizi. Il englobe des schistes cristallins variés, des amphibolites, micaschistes et gneiss avec, à certains endroits, des masses de quartzites feldspathiques. Plus à l'Est, ce système réapparaît dans la région de Kabgaye, Kisenyi, Lubengera, à l'Ouest de Kigali et dans la région de Rwamagna.

b) Système de l'Urundi.

Ce système est stratigraphiquement supérieur au précédent. Il comprend surtout des schistes foncés, avec ou sans quartzites, et s'étend sur le restant du territoire du Ruanda-Urundi, sauf au Sud, où il est limité par le système de la Lumpungu, qui est plus récent.

c) Laves volcaniques.

Se trouvent principalement dans le Nord-Ouest du Ruanda et au Sud du lac Kivu.

d) Travertins calcaires.

Existents dans la vallée de la Ruzizi, près de Busiga, Ruhengeri, Mbirizi et Bugarama.

2. CLIMATOLOGIE.

Le climat de ces régions n'appartient pas au type congolais; il ressemble plus au type soudanais, caractérisé

par une assez grande sécheresse, causée par les moussons. La période sèche dure environ sept mois et s'étend de juin à septembre et de décembre à février. Les autres mois appartiennent à la saison pluvieuse. Cette délimitation en saisons sèche et pluvieuse est loin d'être absolue; en fait, le régime des pluies est souvent fort irrégulier et cause souvent dans ces régions des périodes de famine.

La vallée de la Ruzizi, à climat différent, appartient au type de climat congolais, mais par suite de l'action desséchante du Föhn les pluies y sont plus rares.

3. AGRICULTURE (7).

Le Ruanda-Urundi est divisé par d'innombrables vallées marécageuses en vastes zones herbeuses. Les autochtones sont essentiellement des éleveurs, qui considèrent le bétail comme une marque de fortune. Quand on totalise les terres occupées par des lacs, marais et pâturages il ne reste pour l'agriculture qu'une superficie relativement petite par rapport à la densité de la population.

Les cultures indigènes sont : bananiers, haricots, pois, sorgho, éleusine, maïs, patates douces, colocases, manioc, colous, ambrévade, ignames, arachides et courges.

Il existe de plus des cultures industrielles dont les principales sont le caféier d'Arabie, le coton, le palmier élaeis, le tabac.

C. — Etude chimique des sols salins.

L'aspect superficiel du sol, sa structure ainsi que la nature de la végétation sont autant d'indices qui guident le prospecteur dans la recherche des sols salins. Il n'en est pas moins vrai que seule l'étude chimique au laboratoire confirme le type exact de sol auquel on a affaire.

Les méthodes chimiques à appliquer à l'étude des sols en général et des sols salins en particulier ne peuvent être choisies de façon arbitraire. Ce qui importe ce n'est pas

de fixer par des valeurs numériques la quantité des différents cations et anions qui s'y trouvent, mais bien leur état.

Un exemple fera mieux comprendre que tout commentaire l'importance de cette discrimination. Un porphyre, donnant à l'analyse globale 3,30 % de Na_2O , n'offrira aucun intérêt ni pour l'indigène, qui ne pourra en extraire le sodium pour ses besoins domestiques, ni pour la plante, qui ne pourra l'assimiler. Au contraire, une argile, à laquelle est mélangée et même en partie adsorbée par celle-ci, une quantité de Na_2O égale à 3,30 %, offrira un grand intérêt pour l'indigène, mais elle sera cause aussi de la disparition de toute une gamme de végétation.

C'est donc le but à atteindre qui a conditionné le choix des méthodes employées. Lorsque dans un cas précis plusieurs méthodes s'offraient à nous, nous avons toujours choisi la plus simple quant aux manipulations. On pourra objecter d'avoir visé davantage la facilité de travail que l'exactitude. Qu'on nous permette de faire remarquer qu'en dehors de l'analyse globale, qui donne avec une bonne méthode d'analyse et un minimum de soins des résultats exacts, les autres déterminations, effectuées sur les sols, ne donnent jamais que des résultats relatifs.

Les chiffres obtenus par l'analyse ne valent que pour autant qu'on puisse les comparer entre eux. Il est donc totalement contre-indiqué de mettre en branle des méthodes longues, laborieuses et délicates, pour un nombre limité d'échantillons. Dans la plupart des cas, une étude fouillée, mais de détail, donne un chef-d'œuvre sans aucune utilité pratique, puisque sans possibilité de répétition par un chercheur travaillant dans un autre laboratoire ou dans d'autres conditions. Il va sans dire que l'analyse chimique proprement dite des différentes solutions ou extraits étudiés doit se faire de la façon la plus précise.

Si nous avons jugé utile de faire cette remarque, c'est

parce que malheureusement trop de chercheurs, étudiant au laboratoire un nombre restreint d'échantillons, perdent de vue que leurs travaux ne sont en réalité qu'une contribution à l'étude d'un vaste problème et que leurs résultats n'auront réellement de valeur, que pour autant qu'ils puissent être ajoutés à ceux d'autres travailleurs.

I. — MÉTHODES CHIMIQUES D'ANALYSE.

Les échantillons de terres, séchés à la température du laboratoire, sont écrasés à la main ou éventuellement à l'aide d'un pilon en bois pour désagréger, par légère pression, les particules plus résistantes. Le tout, soigneusement mélangé, est passé au tamis calibré de 1 mm. L'analyse porte sur la terre fine obtenue après tamisage. Il est à remarquer que, pour les échantillons étudiés, le refus au tamis fut nul.

Pour chaque échantillon de sol, l'analyse chimique a déterminé le degré plus ou moins grand de liberté des éléments alcalins et alcalino-terreux qui s'y trouvent, en soumettant les différents échantillons à un ensemble d'extractions :

Extraction aqueuse.

Extraction acide, HCl N/20.

Extraction acide, HCl 20 %.

Analyse globale.

Sur l'extrait obtenu les éléments chimiques ont été déterminés par les méthodes suivantes :

a) DOSAGE DE CHLORE. — Titré par AgNO_3 , en présence de K_2CrO_4 , le résultat obtenu, corrigé selon la table de Winckler, donne un résultat final ayant une précision suffisante.

b) DOSAGE DES SULFATES. — Précipitation par le BaCl_2 et pesée du BaSO_4 obtenu.

c) DOSAGE DE CALCIUM. — Précipitation sous forme d'oxalate, après calcination, pesée sous forme de CaO .

d) DOSAGE DU MAGNÉSIUM. — Précipitation sous forme de phosphate ammoniacomagnésien, qui, après calcination, est pesé sous forme de pyrophosphate.

e) DOSAGE DU SODIUM. — Précipité et séché sous forme d'acétate triple d'urane de magnésium et de sodium d'après la méthode de Kahane.

f) DOSAGE DU POTASSIUM. — Précipité par le nitrite double de cobalt et de sodium; le précipité, après floculation et filtration, est traité par l' α naphtylamine et l'acide sulfanilique; la coloration rosée obtenue permet la détermination du potassium par l'emploi du colorimètre à cellule photoélectrique de Lange.

Les différents extraits ont été obtenus de la façon suivante :

1. Extrait aqueux.

L'eau au contact du sol solubilise plus ou moins les différents sels qui lui sont incorporés. Parmi ceux-ci, les chlorures et sulfates alcalins le sont entièrement, tandis que les mêmes sels alcalino-terreux le sont à un degré moindre.

L'humus et certaines combinaisons aluminosiliciques sont également dissoutes dans l'eau. Pour obtenir des résultats comparables, il importe de soumettre chaque échantillon de sol exactement au même mode opératoire. Une variation dans le rapport $\text{Sol}/\text{H}_2\text{O}$, dans la durée de contact ou la température influence fortement les résultats d'analyse.

L'extrait aqueux a été obtenu comme suit :

Peser 50 gr. de terre tamisée et séchée à température de laboratoire, les mettre dans une bouteille à fermeture mécanique avec 750 c.c. d'H₂O distillée. Le tout maintenu à la température de 20° (température du laboratoire), pendant une durée de 20 h., est soumis à une agitation lente et continue. Après une première filtration, sur filtre en papier, la solution, contenant encore une importante quantité d'éléments argileux, est passée sur un filtre à membranes de Zsigmondy; la solution obtenue est portée au volume et soumise à l'analyse.

2. Bases échangeables (8).

Les sels mélangés au sol perdent rapidement leur individualité en s'intégrant à celui-ci. Les complexes colloïdaux et organiques du sol adsorbent, en effet, une quantité plus ou moins grande d'ions qui proviennent de la dissociation électrolytique des sels dans le sol. La masse d'ions adsorbée est fonction de la quantité totale de substances colloïdales ainsi que du degré de saturation de celles-ci. Comme les ions adsorbés ne sont pas dissous par une simple extraction à l'eau, il faut les déplacer par l'intermédiaire d'autres ions du complexe d'adsorption qui les relient, pour permettre leur dosage par voie chimique. La détermination des ions adsorbés est aussi importante que celle des sels libres qui leur donnent naissance, car ces ions, au même titre que les sels libres, peuvent influencer directement la plante.

L'abondante documentation existant sur ces questions, développée dans les différents traités de Pédologie de Erhart, Robinson, Baeyens, Demolon et d'autres, ainsi que les données générales dont nous avons fait précéder ce paragraphe nous dispensent d'y revenir.

MODE OPÉRATOIRE. — 25 ou 50 gr. de sol tamisé et séché à la température du laboratoire sont mélangés dans une

capsule en porcelaine avec 50 ou 100 c.c. de HCl N/20; la solution est filtrée sur filtre Schleicher et Schüll dur n° 602 de 14 cm. de diamètre. La terre est amenée sur le filtre avec l'acide de même force et lavée jusqu'à disparition du calcium. Le filtrat obtenu est concentré et traité par quelques gouttes de HNO₃ concentré pour détruire les substances organiques qu'il contient. Ensuite le tout est évaporé à sec pendant une heure à 125°C. Le résidu obtenu est redissous par de l'HCl à faible concentration. Après élimination des traces de silice, de fer et d'alumine on porte au volume. Sur des parties aliquotes s'effectue alors, par les méthodes mentionnées au début de ce paragraphe, la détermination des divers éléments chimiques recherchés.

3. Extrait acide (8).

Les résultats obtenus par l'analyse de l'extrait acide d'un sol ne peuvent servir pour différents sols que comme terme de comparaison.

Jusqu'à présent, nous ne sommes pas fixés sur la nature exacte des combinaisons minérales attaquées par des acides à forte concentration, bien qu'il soit admis que HCl à 10 % dissout ce que différents auteurs appellent « la partie active du sol ». Celle-ci représente la réserve immédiate en éléments minéraux, par opposition à la fraction non attaquée, qui peut être considérée comme formant la réserve lointaine.

Des résultats identiques sont atteints quand on remplace HCl à 10 % par le même acide ayant une concentration de 20 %, mais en modifiant en conséquence la durée de contact.

MODE OPÉRATOIRE. — Dans un vase de Berlin en verre d'Iéna, on traite 50 gr. de terre avec 500 c.c. de HCl à 20 %. Le tout est chauffé jusqu'à ébullition, qui est main-

tenue pendant 30 secondes, en ayant soin d'agiter continuellement la masse et de laisser le récipient couvert le plus possible en vue de diminuer l'évaporation. Filtrer ensuite à chaud sur filtre Schleicher et Schüll n° 589², en évitant d'accumuler de la terre sur le filtre. La filtration terminée, la masse attaquée est lavée avec de l'eau chaude acidifiée par HCl jusqu'à disparition complète du fer.

Dans l'extrait concentré on élimine la silice, le fer et l'alumine; dans la solution restante, amenée à un volume déterminé, on prélève des quantités aliquotes pour la détermination des différents éléments chimiques recherchés.

4. Analyse globale.

Cette analyse donne la teneur globale d'un échantillon de terre en ses différents constituants chimiques et, dans le cas qui nous occupe, en éléments alcalino-terreux et alcalins. La connaissance de la teneur globale d'un sol en ses différents éléments chimiques offre de l'importance : outre qu'elle peut expliquer, pour certains sols, un enrichissement anormal en certains ions, elle est la seule qui donne des résultats d'analyse entièrement exacts.

MODE OPÉRATOIRE (8). — Un échantillon de terre est divisé en deux fractions d'environ 1 gr. chacune. La première fraction est mélangée avec du carbonate de sodium; l'ensemble est fondu dans un creuset de platine. Ensuite la masse est dissoute dans de l'HCl concentré; après élimination de la silice, du fer et de l'aluminium, la solution est portée au volume. Les teneurs en chaux et magnésie sont déterminées sur des parties aliquotes.

La deuxième fraction de terre est fondue en présence de CaCO_3 . Après traitement à l'HCl, comme pour la fraction précédente, le filtrat est porté au volume, sur lequel sont déterminées la soude et la potasse.

II. — COMPOSITION CHIMIQUE DES SOLS SALINS DU RUANDA-URUNDI.

En août 1932, le médecin-vétérinaire Giana envoyait au laboratoire de Tervuren le premier échantillon de sols salins qu'il venait de recueillir dans la vallée de la Ruzizi. Depuis lors, Everaerts, étudiant systématiquement la question, a relevé une centaine de gisements de sols salins, ou réputés tels, ainsi qu'un nombre à peu près équivalent de sources salées ou thermales.

Vingt échantillons de terre provenant de différentes régions à sols salins du Ruanda-Urundi ont été étudiés. Il convient d'y ajouter six échantillons de terre provenant d'abreuvoirs ou de parois d'excavations contenant de l'eau saumâtre.

Chaque étude chimique a été précédée d'une courte description de la région, en vue de situer, le plus exactement possible, le cadre dans lequel les prélèvements ont été effectués. Pour cela nous avons largement puisé dans la dernière Monographie agricole du Ruanda-Urundi (7) établie par M. Everaerts, chef du Service de l'Agriculture du Ruanda-Urundi.

A. — Nord-Ouest du Ruanda.

Neuf échantillons provenant de deux gisements de cette région ont été étudiés.

1. — RÉGION DE KISENYI.

Gisement 47, n^{os} 5, 6, 7, 8, 9.

Cette région est située dans le Bigogwe, appartenant au Bugoye; elle est caractérisée par un climat tempéré qui devient plus froid près du lac Kivu. Aux abords de la forêt, qui limite cette région au Nord-Est, les pluies sont plus abondantes. Entre Ruhengeri et Kisenyi s'étend une plaine de lave.

a) *Données fournies par le prospecteur :*

Échantillon n° 5. — Territoire de Kisenyi.

Échantillon n° 6. — Territoire de Kisenyi.

Échantillon n° 7. — Territoire de Kisenyi.

Échantillon n° 8. — Territoire de Kisenyi. Terre prélevée dans une couche de 1 à 3 cm. d'épaisseur, à 1 m. de profondeur.

Échantillon n° 9. — Territoire de Kisenyi. Prélevé échantillon dans les *ingugu* creusés par le bétail.

b) *Composition chimique :*

Remarque importante : Les résultats sont exprimés en ‰ d'une masse de 5 gr. de terre chauffée à 110° jusqu'à poids constant.

CaO	5	6	7	8	9
Extrait aqueux	0,08	0,19	0,17	0,07	0,12
Extrait HCl N/20	0,56	4,84	3,70	0,34	1,00
Extrait HCl 20 %... ..	1,58	7,72	6,06	1,56	1,66
Analyse globale	6,04	14,30	13,71	9,82	3,40
MgO					
Extrait aqueux	0,15	0,10	0,15	0,14	0,09
Extrait HCl N/20	0,24	0,58	0,87	1,07	0,25
Extrait HCl 20 %... ..	6,04	7,59	2,75	4,12	4,68
Analyse globale	12,55	10,41	12,90	5,14	5,12
K₂O					
Extrait aqueux	0,11	0,09	0,59	0,09	0,43
Extrait HCl N/20	3,26	2,61	2,78	1,60	1,33
Extrait HCl 20 %... ..	8,00	5,21	3,17	2,93	2,93
Analyse globale	14,79	33,17	11,70	3,57	4,31
Na₂O					
Extrait aqueux	0,31	0,85	0,89	0,24	0,50
Extrait HCl N/20	0,46	1,05	1,23	0,52	0,78
Extrait HCl 20 %... ..	0,96	1,75	1,45	1,85	1,60
Analyse globale	9,18	28,40	30,40	36,10	16,65
Extrait aqueux					
Cl	0,02	0,11	0,08	0,02	0,08
SO ₃	0,14	0,25	0,32	0,12	0,54
CO ₂	1,50	6,49	6,90	1,32	3,81

c) *Commentaire :*

Le gisement 47 est considéré par les indigènes de ces régions comme étant de l'*ingugu*. Les échantillons 5, 8, 9 ont une composition minéralogique semblable; ils sont caractérisés par une forte proportion de micas blancs.

La masse du sol est extrêmement friable. Des résultats sensiblement équivalents sont donnés par l'extrait aqueux et l'extrait acide N/20; les différences plus importantes qui existent entre les autres extraits sont à imputer à la composition quantitative différente des deux sols.

Les échantillons 6, 7 ont une valeur semblable; ils contiennent plus de carbonates que les précédents.

L'ensemble du gisement 47 n'offre donc pas une teneur anormale en éléments salins. Il doit, nous semble-t-il, l'intérêt que les indigènes lui portent, uniquement à la nature minéralogique des roches très friables qui composent ce sol.

2. — RÉGION DE RUHENGRI.

Gisement 48, n^{os} 10, 11, 12, 13.

Cette région est située dans le Mulera; le climat y est froid et humide. Le terrain est d'origine volcanique; c'est le pays des « plaines de lave ».

a) *Données fournies par le prospecteur :*

Échantillon n^o 10. Territoire de Ruhengeri. Colline Busaro.

Échantillon n^o 11. Territoire de Ruhengeri. Colline Busaro.

Échantillon n^o 12. Territoire de Ruhengeri. Colline Kiryi.

Échantillon n^o 13. Territoire de Ruhengeri. Colline Kabaya.

b) *Composition chimique :*

CaO	10	11	12	13
Extrait aqueux	0,08	0,10	0,12	0,09
Extrait HCl N/20	0,40	0,88	0,27	0,48
Extrait HCl 20 %	0,78	1,62	1,04	1,02
Analyse globale	4,14	4,90	5,10	2,90
MgO				
Extrait aqueux	0,11	0,17	0,14	0,11
Extrait HCl N/20	1,19	0,83	0,73	0,35
Extrait HCl 20 %	1,30	1,77	1,25	1,07
Analyse globale	3,50	5,34	4,51	5,66
K ₂ O				
Extrait aqueux	0,70	0,40	0,22	0,37
Extrait HCl N/20	0,65	0,43	0,34	0,41
Extrait HCl 20 %	5,37	8,80	0,16	0,53
Analyse globale	14,54	10,55	1,26	0,65
Na ₂ O				
Extrait aqueux	0,55	traces	0,37	0,62
Extrait HCl N/20	0,57	0,36	0,21	0,85
Extrait HCl 20 %	0,91	0,73	traces	traces
Analyse globale	14,56	13,65	11,81	24,54
Extrait aqueux				
Cl	0,05	0,30	traces	0,05
SO ₄	0,76	0,35	1,29	0,76
CO ₂	2,65	2,90	2,52	2,29

c) *Commentaire :*

Les indigènes considèrent ces terres comme étant de l'*ingugu*. La composition minéralogique des différents échantillons est semblable, ce qui d'ailleurs est confirmé par l'analyse chimique.

Ces sols très argileux ne présentent pas de teneurs anormales en éléments alcalins ou alcalino-terreux.

B. — **Vallée de la Ruzizi.**

Les échantillons provenant de quatre gisements de sols salins de la vallée de la Ruzizi ont été étudiés au laboratoire.

Ces différents gisements se situent dans la région de l'Imbo, que traverse d'ailleurs la Ruzizi.

Cette région a une altitude d'environ 850 m.; elle est

la seule du Ruanda-Urundi où le climat est vraiment tropical. Le relief du sol y est peu accidenté; il est constitué par de vastes plaines formées presque entièrement d'alluvions et de terres d'érosion.

a) *Données fournies par le prospecteur :*

Échantillon n° 3. Igitumba. Territoire de Kamembe.

Échantillon n° 4. Igitumba. Territoire de Kamembe.

Gisement de la rivière Luha.

Échantillon n° 15. Igitumba. Région d'Usumbara.

Échantillon n° 21. Igitumba. Région d'Usumbara.

b) *Composition chimique :*

CaO	3	4	15	21
Extrait aqueux	0,25	0,32	0,20	0,50
Extrait HCl N/20	3,84	3,52	2,52	3,04
Extrait HCl 20 %	6,20	5,14	3,56	5,40
Analyse globale	14,57	8,13	10,00	7,08
MgO				
Extrait aqueux	0,17	0,21	0,21	0,31
Extrait HCl N/20	0,94	0,76	0,82	2,40
Extrait HCl 20 %	10,14	8,34	8,41	—
Analyse globale	12,20	8,89	14,18	3,00
K ₂ O				
Extrait aqueux	0,71	0,66	0,43	0,71
Extrait HCl N/20	1,43	1,66	0,52	1,11
Extrait HCl 20 %	1,90	1,96	1,15	1,32
Analyse globale	2,74	2,17	1,25	1,44
Na ₂ O				
Extrait aqueux	4,16	6,35	25,40	11,30
Extrait HCl N/20	4,93	28,06	30,00	12,80
Extrait HCl 20 %	5,99	34,94	39,86	16,06
Analyse globale	16,06	49,92	—	87,52
Extrait aqueux				
Cl	0,31	0,05	2,54	0,62
SO ₃	2,97	1,16	16,44	3,04
CO ₂	8,88	29,61	21,01	9,51

c) *Commentaire :*

Ces terres sont réputées riches en éléments salins; aussi les indigènes leur donnent-ils le nom d'Igitumba. Ces

terres sont d'aspect noirâtre et contiennent surtout en proportions variables du Na_2CO_3 et du Na_2SO_4 à l'état libre. La chaux, la potasse et la magnésie s'y trouvent en quantités beaucoup moindres. On peut considérer ces sols comme appartenant à la catégorie des vrais sols salins. Le n° 15 contient en plus du Na_2CO_3 , Na_2SO_4 et du NaCl .

C. — Cuvettes du Bugesera et du Gisaka.

1. — TERRITOIRE DE KIGALI.

Ce territoire est situé dans le Buliza; le climat est tempéré et les pluies tombent à suffisance, mais sont irrégulières. L'altitude varie de 1,400 à 1,800 m. Cette région appartient au plateau central du Ruanda-Urundi.

a) Données fournies par le prospecteur :

Échantillon n° 1. Provient des limites de la région de l'Umugongo.

Échantillon n° 2. Provient de l'extrémité Nord de la région de Bwanaskyambwe, aux limites Sud du Buganza. Les régions de l'Umugongo et du Bwanaskyambwe appartiennent au Buliza. L'échantillon a été prélevé dans la colline Gikomero.

b) Composition chimique :

CaO	1	2
Extrait aqueux	0,21	0,28
Extrait HCl N/20	0,42	0,30
Extrait HCl 20 %	1,10	0,90
Analyse globale	2,71	10,10
MgO		
Extrait aqueux	0,10	0,12
Extrait HCl N/20	0,23	0,17
Extrait HCl 20 %	2,04	0,44
Analyse globale	4,13	1,63
K ₂ O		
Extrait aqueux	0,39	0,11
Extrait HCl N/20	3,30	3,52
Extrait HCl 20 %	3,30	4,54
Analyse globale	12,10	5,36

Na_2O		
Extrait aqueux	0,14	0,27
Extrait HCl N/20	0,14	0,37
Extrait HCl 20 %	0,75	3,48
Analyse globale	3,57	10,63
Extrait aqueux		
Cl	0,02	0,02
SO_3	0,14	0,44
CO_2	2,12	2,30

c) *Commentaire :*

Ces sols sont considérés par les indigènes comme étant de l'*pingugu*, c'est-à-dire pauvres en éléments salins. D'après leur composition minéralogique ils paraissent être semblables à ceux de la région de Ruhengeri.

Ce qui confirme d'ailleurs cette hypothèse, c'est que leur composition chimique se rapproche de celle trouvée pour les échantillons n^{os} 10, 11, 12 et 13.

2. — TERRITOIRE DE KIBUNGU.

α) PROVINCE DE MIRENGE.

La région de Mirenge est physiquement et géographiquement apparentée au Bugesera; elle se compose de vastes plateaux qui entourent le lac Mugesera. Son climat est tempéré mais sec. Dans le Bugesera le climat est chaud et sec, les pluies sont irrégulières.

a) *Données fournies par le prospecteur :*

L'échantillon n^o 14 provient de la colline Ntaga, chefferie du Ngtrimgondo, aux abords Nord-Ouest du lac Mugesera.

b) *Composition chimique :*

CaO	14
Extrait aqueux	0,50
Extrait HCl N/20	1,00
Extrait HCl 20 %	5,16
Analyse globale	6,49

MgO	
Extrait aqueux	0,27
Extrait HCl N/20	0,41
Extrait HCl 20 %	2,01
Analyse globale	6,33
K ₂ O	
Extrait aqueux	0,78
Extrait HCl N/20	1,46
Extrait HCl 20 %	1,46
Analyse globale	1,55
Na ₂ O	
Extrait aqueux	5,76
Extrait HCl N/20	6,05
Extrait HCl 20 %	7,04
Analyse globale	9,00
Extrait aqueux	
Cl	3,55
SO ₃	4,77
CO ₂	3,38

c) *Commentaire :*

Ce sol, considéré tantôt comme *Ingugu*, tantôt comme *Umuloba*, est un exemple type qui confirme la perspicacité des indigènes; en effet, sa composition chimique le classe parmi les sols salins ayant un faible pourcentage en chlorure, sulfate et carbonate de soude. Comme cette richesse doit certainement varier d'après les endroits où se feront les prélèvements, les uns le considèrent comme sol relativement riche, les autres comme sol pauvre en éléments salins.

3) PROVINCE DE MIGONGO.

Gisement de Mpanga. — Cette province appartient au Gisaka, qui fait suite au Mubari, ressemblant beaucoup au Mutara. L'ensemble de la région est caractérisé par une température sèche et chaude, où les pluies sont irrégulières et où l'hiver est très caractérisé.

a) *Données fournies par le prospecteur :*

Échantillon n° 16. Gisement de Mpanga. Chefferie de Mpiga, entre les lacs Rwehikana et Rwimpanga.

Échantillon n° 17. Autre type du même gisement.

Échantillon n° 25. Colline Mpanga, chef Mpiga. *Ingugu* de Mpanga prélevé dans une des excavations situées à 60 m. du lac Nasho, à l'Est de l'île Malenga.

Échantillon n° 26. Colline Nasho, chef Mpiga. Terre que les indigènes de Nasho appellent *Ingugu*, prélevée en bordure du lac Nasho.

b) *Composition chimique :*

CaO	16	17	25	26
Extrait aqueux	0,10	0,10	2,10	0,08
Extrait HCl N/20	2,36	0,46	3,96	3,00
Extrait HCl 20 %	2,54	0,50	3,98	3,12
Analyse globale	8,26	5,72	14,30	5,00
MgO				
Extrait aqueux	0,38	0,21	0,50	0,14
Extrait HCl N/20	1,11	1,15	0,97	0,58
Extrait HCl 20 %	2,28	1,60	2,40	0,78
Analyse globale	4,08	1,95	6,18	2,56
K ₂ O				
Extrait aqueux	0,74	0,62	0,93	0,63
Extrait HCl N/20	0,83	1,46	1,96	1,48
Extrait HCl 20 %	1,63	2,21	2,31	2,61
Analyse globale	2,14	3,28	2,67	3,40
Na ₂ O				
Extrait aqueux	4,26	26,90	6,94	1,82
Extrait HCl N/20	6,58	29,56	16,20	3,84
Extrait HCl 20 %	6,76	32,80	28,56	6,44
Analyse globale	42,35	111,36	58,81	23,15
Extrait aqueux				
Cl	1,22	1,09	1,78	0,88
SO ₃	0,68	0,95	6,02	0,24
CO ₂	9,26	35,03	6,70	9,54

c) *Commentaire :*

Les gisements 16 et 17 sont formés d'argiles rouges, considérées par les indigènes comme étant des terres à *Igitumba*. L'analyse chimique confirme cette appréciation. Le sel libre qui se trouve dans ces sols est essentiellement du Na₂CO₃. Les autres gisements sont aussi

composés d'argile rouge, avec absence de roches non désagrégées et de micas.

Le n° 25 accuse une teneur en Na_2SO_4 et Na_2CO_3 relativement importante.

D. — Conclusions.

Dans le relevé des sources salines et thermales effectué dans la Province Orientale par G. Passau (5) et au Ruanda-Urundi par Everaerts, on ne s'est pas préoccupé, sauf pour cette dernière région, de signaler simultanément les terres présentant une teneur anormale en éléments salins. La chose pourtant eût été facile, car les plages terreuses, particulièrement riches en sels, sont connues et des indigènes, qui, dans beaucoup de cas, les exploitent, et des animaux, qui, en les léchant, y trouvent le complément minéral voulu.

Pour le Bas-Katanga, ce n'est qu'incidemment que la chose fut signalée par F. Mathieu (6). Parlant de la source thermale de Kiabukoï, située à environ 6 km. Est-Nord-Est du village de Kionto, le long de la route de Kionto à Kiamoliro, il est noté qu'à la saison des pluies le ruisseau qui évacue l'eau de la source déborde dans la plaine environnante en y déposant une partie de son sel. C'est là, dit l'auteur, l'origine de la plaine salée de Kionto, où abonde le gibier venant lécher le sel déposé lors des crues.

Les sols salins sont connus depuis longtemps des indigènes, qui dans beaucoup d'endroits les exploitent, soit pour leurs besoins personnels, soit pour l'alimentation de leur bétail. Jusqu'à présent, les services agronomiques officiels ne s'en sont guère préoccupés.

L'étude des échantillons de sols que nous avons effectuée nous permet de dire qu'il existe pour certaines régions de l'Est du Congo belge un problème des sols salins. Malheureusement, faute de matériaux et de docu-

ments en nombre suffisant, il nous est impossible de présenter une solution définitive du problème qui se pose, sauf pour les sols salins de la vallée de la Ruzizi.

Cette vallée, appartenant au Grand Graben Central Africain, recoupe des bancs volcaniques et draine les eaux de sources thermales et salines qui abondent dans ces régions. Celles-ci sont elles-mêmes en relation avec les manifestations volcaniques qui caractérisent ces régions.

Les eaux de rivières ont donc une double possibilité de se charger d'éléments minéraux solubles provenant, soit de l'attaque progressive des bancs volcaniques, soit des eaux thermales ou salines qui se jettent dans leur cours.

A la saison des pluies, les eaux débordent et recouvrent le sol, qui s'imprègne des sels solubles que ces eaux contiennent. Au moment de la saison sèche, la concentration des sels dans les sols s'effectue de façon intense : pompées des profondeurs de la terre, par l'action de la chaleur, les eaux souterraines sont amenées à la surface entraînant avec elles les sels qu'elles gardent en solution. Lorsqu'elles sont arrivées près de la surface, une précipitation progressive des sels s'effectue, devenant totale dans les derniers centimètres. Aussi, dans la vallée de la Ruzizi, les indigènes ne creusent jamais le sol à une profondeur dépassant 1 m, à 1^m50.

Les sols salins de la Ruzizi trouvent donc leur origine dans les inondations périodiques qui les couvrent. En évitant le débordement de cours d'eau ayant une forte proportion en sels minéraux solubles, en développant le drainage pour pallier aux inconvénients des inondations inéluctables et pour maintenir la nappe phréatique suffisamment basse, on en arrivera à diminuer l'importance des sols salins, ou tout au moins à éviter leur extension.

Celle-ci sera aussi évitée par la pratique d'une politique agricole et forestière prudente qui évitera des dénudations excessives de sols pouvant amener des modifications importantes dans l'écoulement des eaux naturelles.

Pour la cuvette du Bugesera et du Gisaka, nous ne pouvons, quant aux conclusions que nous désirons tirer, qu'émettre une hypothèse.

Nous croyons que les sols salins étudiés se divisent, en fait, en trois groupes :

- a) Sols devant leur salinisation à la nature des roches de leur substratum;
- b) Sols salins d'origine ancienne, qui sont en corrélation avec les premières manifestations volcaniques dont ces régions furent le théâtre;
- c) Les sols salins actuels.

1. Les sols salins dont l'alcalinisation est due aux roches du substratum sont situés, en effet, dans les terres à *Ingugu* des indigènes. Celles-ci abondent en territoires de Kigali, de Kibungu et dans les mêmes formations géologiques à Biumba. Ce substratum est composé de grès schisteux, légèrement micacés ou de schistes foncés avec plus ou moins de mica; beaucoup de ces roches accusent un fort état de décomposition.

Par suite des conditions climatiques de ces régions, il est possible que suite à la lixiviation, suivie d'évaporation, une concentration plus ou moins forte en éléments salins s'effectue dans certaines dépressions connues des indigènes et des animaux, qui viennent s'y désaltérer quand elles sont remplies d'eau. L'analyse des échantillons d'*Ingugu* provenant de ces endroits confirme leur extrême pauvreté en éléments minéraux solubles.

Ces sols se situent donc parmi ceux offrant le moins d'éléments alcalins et le moins de danger pour l'agriculture. Leur extension éventuelle sera toujours liée à l'altération plus ou moins grande des roches du substratum ayant une teneur élevée en alcalins. Il va de soi que certains endroits, par suite de leur situation topographique

particulière, peuvent être plus riches que d'autres et, par conséquent, plus dangereux pour certaines cultures.

2. Le deuxième groupe de sols que nous considérons comme anciens se situent sur des collines, notablement au-dessus des surfaces d'eau qui existent à leur pied. S'étendant sur plusieurs mètres d'épaisseur, ils sont exploités, soit par coupes franches dans la masse du sol, soit par galeries qui pénètrent quelquefois profondément dans le cœur de la colline.

La formation de ces sols est à rapporter vraisemblablement à une lente imprégnation des sols, soit par des eaux stagnantes qui les recouvraient, soit par l'intermédiaire de la nappe phréatique qui a amené les sels en solution au contact de la masse de terre. A l'appui de cette hypothèse nous pouvons signaler le fait qu'il nous fut possible, dans certains blocs de terre, de délimiter des striations horizontales d'éléments cristallisés, séparés les uns des autres par des bandes n'en contenant que très peu (fig. 15).

3. Le troisième groupe de sols se différencie du précédent par des phénomènes de tectonique qui ont occasionné la formation de la cuvette du Bugesera et du Gisaka, créant entre eux et les précédents une sensible différence de niveau. Nous assistons donc dans le cas présent à une formation de sols salins qui est pratiquement semblable à ceux du niveau supérieur.

Ces deux derniers groupes de sols, tout comme ceux de la Ruzizi, trouvent leur origine dans les eaux de rivières et de lacs qui les ont recouverts, soit de façon permanente, soit lors d'inondations périodiques. Ces sols voisinent d'ailleurs avec des sources thermales ou salines, ou avec les cours d'eau qui les drainent. Les phénomènes de salinisation peuvent cependant être plus importants dans la cuvette du Bugesera et du Gisaka, à cause du

climat semi-aride qui les caractérise, amenant un excès d'évaporation sur les précipitations atmosphériques et occasionnant ainsi une forte accumulation d'éléments salins à la surface immédiate du sol.

De ces considérations se dégage un fait certain, qui mériterait une plus ample attention : c'est qu'il existe dans la zone dépendant du Grand Graben Central Africain un ensemble de sols salins dont la formation doit être intimement liée à la venue de sources thermales et salines qui sont la cause de leur salinisation.

Cette salinisation des sols peut être fortement accentuée tant par la nature du substratum géologique que par le climat, le premier en enrichissant directement les sols par l'altération des roches à forte teneur en alcalins et alcalino-terreux, l'autre en concentrant par évaporation les sels à la surface du sol.

Les quelques analyses chimiques qu'il nous a été donné de faire sont venues confirmer ce qui déjà de tout temps était connu des indigènes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

1. D. G. VILLENSKY, Brief history and principal summary of investigations of saline and alkali soils in the U.S.S.R. (*Proceedings and papers of the Second International Congress of Soil Science*, Moscow, 1930, Commission V, p. 309).
 2. G. W. ROBINSON, *Soils*, London, Thomas Murby & Co, 1937, p. 129.
 3. H. ERHART, *Traité de Pédologie*, I, Strasbourg, 1930, p. 137.
 4. F. S. HARRIS, *Soil Alkali*, New-York, Wiley & Sons, 1920, p. 240.
 5. G. PASSAU, travail cité.
 6. F. MATHIEU, Les sources thermales du Bas-Katanga (*Ann. Soc. géol. de Belgique. Publications relatives au Congo belge*, III, 116; annexe au t. XI, 1912-1913).
 7. E. EVERAERTS, Monographie agricole du Ruanda-Urundi (*Bull. agric. du Congo belge*, XXX, n° 3-4, 1940).
 8. K. K. GEDROIZ, *Chemische Bodenanalyse*, Berlin, Borntraeger, 1926.
-

TROISIÈME PARTIE

LA VÉGÉTATION DES SOLS SALINS

CHAPITRE I.

ÉTAT DE LA QUESTION, LA VÉGÉTATION DES SOLS SALINS.

Dans les chapitres qui suivent, il n'entre nullement dans notre intention d'établir une synthèse de la végétation des terrains décrits et analysés dans la deuxième partie de ce mémoire. Même si ce projet nous avait tentés, nous aurions été forcés d'y renoncer faute de moyens et de documents suffisants. Une tâche de ce genre ne peut être dévolue qu'à ceux qui ont l'avantage de pouvoir se livrer sur place à de multiples observations.

Notre but sera donc nécessairement plus restreint.

Il se bornera à rechercher, dans le cas bien précis de quelques régions du Ruanda-Urundi, l'action des terres salines ou alcalines sur la végétation telle qu'elle peut se déduire de la composition des différentes espèces botaniques mises à notre disposition et de la nature des terrains.

Tel quel cependant, notre travail n'envisagerait que le côté le plus simple du problème. Les données numériques que fournit l'analyse chimique ne font connaître que les deux stades extrêmes d'un processus de nutrition : le sol, milieu nutritif; la plante, milieu récepteur.

Dans le cas présent, le sol, de par sa composition anormale, pourrait être considéré comme toxique pour le métabolisme de la plante. De l'éventuelle réaction de cette

dernière à un afflux de sels minéraux, nous ne pouvons établir que la résultante ultime, ce qu'elle a retiré du sol.

Or, on sait que les matières minérales du végétal, à quelque stade du cycle végétatif qu'on les détermine, ne reflètent pas exactement la composition du milieu dans lequel il a puisé les éléments minéraux indispensables à son développement.

Les résultats expérimentaux condensés dans les tableaux suivants apprennent, pour le surplus, que la teneur en matières minérales des tissus des plantes croissant sur terrains alcalins, tout en dépassant parfois les doses habituellement rencontrées, ne présente rien de tellement anormal; le végétal se défendrait donc contre le milieu par des réactions que nous ne pouvons guère déterminer au laboratoire. Ces réactions sont cependant réelles et elles doivent s'extérioriser par le port du végétal, qui est une manière des plus frappantes de montrer la répulsion pour un milieu.

Ceci a été montré à plusieurs reprises et notamment par F. S. Harris (1) :

« Upon many soils the native plants tend to group themselves to the exclusion of nearly all other species. Generally when such grouping occurs, there is some peculiarity of the soil which is made evident by such grouping. The luxuriant growth of one species of plant to the exclusion, or near exclusion of other species affords an excellent index to the nature of the soils. »

Puisque aucune relation mathématique précise ne semble lier la composition minérale du sol à celle de la plante, nous essaierons d'appliquer, au cas concret qui nous occupe, certaines considérations théoriques et nous nous efforcerons de tirer parti d'expériences faites dans les régions à sols alcalins.

Dans le cas particulier du Ruanda-Urundi, le fait que des échantillons ont pu être récoltés sur des terrains alcal-

lins prouve, ou bien que les spécimens recueillis sont particulièrement résistants, — dans ce cas le problème est intéressant du pur point de vue scientifique, — ou bien que les sols n'étaient guère ou *pas encore suffisamment* toxiques pour le métabolisme des végétaux; dans ce cas le problème revêt une importance capitale pour l'agriculture.

C'est vers cette dernière hypothèse que vont nos préférences, pour deux motifs :

1° Les analyses précédentes ont montré que les terrains en question ne présentent pas les symptômes d'une alcalinisation fort poussée;

2° Sauf dans un seul cas, le récolteur nous a toujours affirmé que les plantes récoltées, Graminées ou autres Phanérogames, ne sont pas spécifiques des terres salines et se rencontrent partout. Les associations que nous avons cru pouvoir en déduire ne présentent rien d'absolument typique.

A. — Végétation spontanée et subspontanée des sols salins en général.

Dans la seconde partie de notre travail nous avons noté que des terres salines se rencontrent dans de nombreux endroits.

Souvent à des sols rigoureusement alcalins correspondent un facies botanique et parfois même une faune propre.

F. S. Harris (1) rapporte qu'en Californie on connaît près de 200 espèces exclusives de sols alcalins (*which are restricted to alkali soils*).

Certaines de ces plantes paraissent être vigoureuses en présence d'une quantité limitée d'un sel bien particulier; d'autres gardent leur vigueur aussi longtemps que le sol contient une quantité normale d'eau.

L'auteur classe les plantes des sols alcalins, qu'il dénomme *alkali-indicating plants*, en deux groupes :

Les végétaux spécifiques (*well-defined alkali-indicating plants*);

Les végétaux sporadiques (*alkali-indicating plants not commonly forming the major portion of alkali-land vegetation*).

Parmi ces derniers il distingue ceux des sols salins humides (*moist saline lands*) et ceux qui s'accommodent de terrains superficiels secs (*not moist at the surface*).

Espèce botanique.	Sels solubles des terrains super- ficiels.	Na_2CO_3	Na_2SO_4	NaCl	Observations.
	‰	‰	‰	‰	
<i>Suaeda</i> sp.	38	0,837	3,313	—	—
<i>Sporobolus airoides</i> .	31	1,437	1,227	0,387	—
<i>Allenrolfia occiden- talis</i>	30	0,3	17,0	13,0	Les terrains où croît cette plante sont irré- médiatement perdus pour l'agriculture.
<i>Salicornia subtermi- nalis</i>	27	0,757	19,627	7,852	—
<i>Sarcobatus vermicu- latis</i>	—	1,17	2,26	0,23	Cette espèce disparaît quand les sols dosent plus de 8 ‰ de sels en surface.
<i>Frankenia grandiflora-campestris</i> .	0,2 à 31	0,043 à 1,1224	2,158 à 17,22	0,36 à 0,636	Doses optima pour la culture : 0,4 à 17,6 ‰ de sels totaux.
<i>Distichlis spicata</i> . .	24	8,517	2,75	4,398	—
<i>Ruffia maritima</i> . .	77,386	—	—	41,24	Teneur extrême en sels solubles.
<i>Zannichellia palus- tris</i>	—	—	—	13,0	Végétaux de certaines mares ou terrains régulièrement inondés par la mer.
<i>Potamogeton perfo- liatus bipleuroides</i> .	—	—	—	8,5 à 9	
<i>Vallisneria spiralis</i> .	—	—	—	6 à 8	
<i>Najas guadelupen- sis</i>	—	—	—	6 à 8	
<i>Zizania aquatica</i> . .	—	—	—	7	Teneur exceptionnelle.

La moitié des représentants de la flore des terres alcalines appartient à la famille des *Chenopodiacees*. D'autres familles botaniques, *Graminées*, *Crucifères* et *Composées*, y apportent une contribution plus modeste, ainsi que plusieurs espèces moins répandues de la famille des *Frankeniées*, *Plumbaginées*, *Rhizophoracées* et *Tamaricacées*.

Beaucoup de ces plantes s'acclimatent fort bien dans les terrains chargés de sels solubles.

Nous extrayons du travail de Harris et des publications de Martin et Uhler (4) quelques données numériques qui documenteront le lecteur sur les teneurs et la nature des sels solubles de certains sols américains où croissent des végétaux spécifiques à ces terrains.

Il est à remarquer, d'autre part, que parmi les plantes qui ne peuvent pas être considérées comme « indicateurs » de sols salins, plusieurs s'accommodent d'un pH élevé, supérieur même à 10. W. L. Powers (2), Mc Atie (3), Martin et Uhler (4) signalent que sur les terrains salins de l'Orégon, montrant des pH oscillant entre 8,4 et 10,4, les Graminées croissent abondamment.

B. — Plantes de culture.

Outre Harris, plusieurs auteurs (5), (6) ont noté l'influence de l'alcalinité du sol sur les plantes rustiques, les fourrages, les céréales, les racines et les tubercules, les plantes textiles.

Dans le cadre de notre étude, nous retiendrons plus particulièrement les teneurs-limites que supportent plusieurs représentants de la flore des pâturages américains. Il reste entendu que ces données n'ont qu'une valeur purement documentaire.

La conclusion qui se dégage de ces recherches est que si les récoltes ne valent pas toujours, par l'abondance et la qualité, celles des terrains normaux, il est non moins vrai

que toutes les terres alcalines ne sont pas irrémédiablement perdues pour l'agriculture.

Espèces botaniques	Teneurs pour 1.000 parties			
	Sels solubles totaux	Na ₂ CO ₃	Na ₂ SO ₄	NaCl
<i>Phleum pratensis</i>	4 à 6 (*)	0,7	—	—
<i>Dactylis glomerata</i>	4 à 6	—	—	—
	1,2 à 6	0,58	0,55	—
<i>Bromus inermis</i>	5 à 7	—	—	—
	3,17	0,63	2,23	0,23
<i>Agrostis bulba</i>	4 à 6	—	—	—
<i>Poa pratensis</i>	0,67	0,38	0,22	—
<i>Agropyron</i> sp.	6 à 8	—	—	—
<i>Agropyron japonicum</i>	2,33	0,84	0,82	0,82
<i>Lolium italicum</i>	6 à 8	—	—	—
	1,387	0,90	—	—
	1,09	0,59	0,64	—
<i>Lolium perenne</i>	1,41	—	—	—
<i>Fescue pratensis</i>	6 à 8	—	—	—
	1,19 à 2,18	—	0,63	1,10
<i>Arrhenatherum elatens</i> ...	5 à 7	—	—	—
<i>Distichlis spicata</i>	30 à 50	—	—	la presque totalité
	—	8,516	—	—
<i>Agropyron occidentale</i>	—	0,32	24,08	1,649
<i>Modiola procumbens</i>	13,10	1,19	1,70	10,21
<i>Elymus condensatus</i>	3 à 31	—	—	—
<i>Milium multiflorum</i>	1,09	0,21	0,44	0,12
<i>Panicum miliaceum</i>	4,0	—	—	—
<i>Eleusine coracana</i>	1,14	0,58	0,48	—
<i>Sorgho</i>	6 à 8	—	—	—
	3,357	—	—	la presque totalité
	5,10	0,62	3,87	—

(*) Jusque 7‰ quand ce sont surtout des sulfates.

D'autre part, les recherches de K. Tsukunga (2) ont montré qu'en Mandchourie et en Mongolie, où existent

également des terres salines, le soja, le millet, le sorgho et l'*azuki bean* ⁽¹⁾ — plantes communes des terrains normaux — offrent un développement normal quand la teneur du terrain en éléments solubles est comprise entre 1,17 et 3,45 ‰.

La culture devient moins intéressante quand les teneurs sont de l'ordre de 4,82 et 14,85 ‰.

Ces végétaux n'offrent cependant pas une résistance identique : l'*azuki* est plus sensible que les autres, parmi lesquels le sorgho est le plus robuste.

C. — Associations botaniques des terres salines hongroises.

Signalons, pour terminer, les associations végétales des différents sols salins hongrois notées par von Sigmond (7) :

I. — Sols salins (*Saline oder Salsführende Böden*).

Alopecurus pratensis, même sans arrosage au printemps; *Poa trivialis*, *Poa angustifolia*, *Trifolium repens* et *hybridum*; les Luzernes et la flore des Graminées quand une bonne irrigation a pu se faire.

II. — Sols salins alcalins (*Saline-Alkaliböden*).

L'irrigation provoque une végétation abondante de *Trifolium repens*, *Poa angustifolia*; *Bromus mollis* est sporadique : *Alopecurus pratensis* fait défaut, alors que la Luzerne ne semble guère s'y complaire.

III. — Sols alcalins désalinisés (*Desalinierte Alkaliböden*).

Festuca pseudovina est très répandu même quand le terrain n'a pas été arrosé; il est souvent remplacé par *Hordeum gossinianum*; après arrosage, on trouve encore *Medicago lupulina* et *Artemisia monogyna*.

(1) L'« azuki bean » est un petit pois brun qui sert aux Japonais à préparer la sauce dite « Soy » ou « Soyau ».

IV. — *Sols alcalins dégradés* (*Degradierte Alkaliböden oder Solotiböden*).

Sur ces derniers terrains croît la « Kamilla », « fleur de l'herbe du terrain salin » : *Matricaria chamomilla*, dont régulièrement 60 à 70 tonnes sont exportées annuellement. Grâce sans doute au milieu spécial, elle fournit un produit fort apprécié dont la cueillette contribue à améliorer la situation matérielle des habitants de la « puszta ».

CHAPITRE II.

LES PLANTES DES SOLS SALINS DU CONGO BELGE, DONNÉES EXPÉRIMENTALES.

Méthodes d'analyse.

Les techniques utilisées sont celles généralement adoptées pour les analyses de végétaux.

Nous ne les reprendrons pas ici et renvoyons le lecteur que la chose intéresse aux annexes du travail de H. SCAËTTA : Les pâturages de haute montagne en Afrique Centrale (*Bulletin agricole du Congo belge*, XXVII, 323 ss., 1936), où l'un de nous justifie, en détail, les procédés employés pour l'analyse des fourrages du Kivu.

Il importe que préalablement nous attirions l'attention sur deux faits qui pourraient quelque peu dérouter le lecteur scrutant les résultats analytiques condensés dans les tableaux suivants.

1. On pourra remarquer que les cendres insolubles dans l'eau (C. I.) contiennent encore des quantités peu négligeables de sels alcalins, alors que pourtant elles sont le résidu du lessivage des matières minérales totales par l'eau chaude.

L'explication de cette anomalie peut se trouver dans

notre façon de travailler et dans les propriétés colloïdales de la silice.

a) **MODE OPÉRATOIRE.** — La substance végétale, finement pulvérisée, a été calcinée pendant un temps très long à la température la plus basse possible, au rouge naissant, puis au rouge faible. Les premières cendres, qui n'étaient pas blanches, ont été reprises par l'eau et, après évaporation, remises au moufle. Les particules de charbon, que le traitement à l'eau avait fait surnager, pouvaient ainsi être brûlées complètement.

Une fois refroidies, les cendres ont été mises à digérer quelques minutes avec de l'eau distillée chaude. Elles ont subi de la sorte un lessivage assez poussé, puisque, pour les lavages successifs, environ 200 c.c. de liquide ont été utilisés.

b) **PROPRIÉTÉS COLLOÏDALES DE LA SILICE.** — On admet que la silice existe dans le végétal sous forme de SiO_2 . Calcinée au rouge faible, comme c'est le cas ici, une digestion d'une demi-heure au bain d'eau avec une solution de carbonate de sodium à 1 ou 5 % la solubilise très faiblement; encore forme-t-elle une suspension colloïdale.

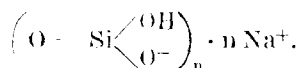
Or, les cendres végétales ont été traitées à l'eau bouillante, opération qui met K_2CO_3 , Na_2CO_3 , NaCl , KCl en solution, K_2CO_3 étant le sel présent en plus forte proportion.

Nous obtenons ainsi une solution légèrement alcaline qui peut dissoudre une faible quantité de silice que des lavages successifs pourraient entraîner. En vérité, cette silice réellement soluble est insignifiante, puisque nous n'en avons trouvé que des traces lors de l'analyse de l'extrait aqueux.

Mais le traitement à l'eau peut avoir transformé une partie de la silice en hydrate : $n\text{SiO}_2, m\text{H}_2\text{O}$, acide orga-

nique extrêmement faible, dont les sels acides de K et de Na sont des colloïdes d'agrégation types, pratiquement insolubles dans l'eau (8).

En effet, on peut admettre que ces silicates ont la formule générale



Ces granules peuvent se souder les uns aux autres pour former de longues chaînes dont, grâce sans doute aux groupes OH, l'hydrophilie est conservée.

Seulement, dans le cas présent, cette hypothèse n'est guère réelle, puisque le sel acide peut perdre son caractère colloïdal par acidification. Strictement ne s'agit-il pas d'acidification, mais de diminution de pH, dû au fait que, par lavages successifs, la solution s'appauvrit en alcalins sans que toutefois elle devienne acide. Les granules s'agrègent entre eux en formant des micelles entourées complètement d'une couche salifiée.

Si au précipité formé on ajoute une certaine quantité d'acide, le complexe est détruit. C'est ce qui se produira plus tard quand les cendres insolubles seront traitées par HCl. La silice sera insolubilisée et les sels de Na et de K entraînés passeront en solution.

Nous ne pensons pas devoir faire intervenir les notions de silice de constitution et de silice d'interposition (9). La première, qui se rencontre dans le règne végétal en quantités très variables, participe au métabolisme de l'être vivant et peut être de nature colloïdale.

2. Le fait que nous trouvons du chlore dans les cendres insolubles est purement accidentel.

En effet, dans de nombreux cas la teneur en Cl de ces cendres n'a pas été dosée expérimentalement et exprime simplement la différence entre la teneur des cendres totales et des cendres solubles dans l'eau.

Or, comme l'ont montré P. Fleury et P. Ambert (10), la calcination des chlorures, en présence de matières organiques azotées, est toujours accompagnée d'une perte de chlore communiquant aux cendres une légère alcalinité.

Cette disparition peut être pratiquement annihilée par l'addition préalable d'une certaine quantité de carbonate de calcium, mode opératoire adopté lors de l'analyse des cendres totales.

Le but que nous poursuivions était de montrer que les extraits aqueux de cendres végétales sont pauvres en chlorures alcalins et surtout en NaCl. Nous voulions ainsi corroborer, sur de nombreuses plantes des sols salins, ce que nous avons avancé précédemment, à savoir que les extraits aqueux sont sans valeur pour la préparation de liquides salins.

3. Dans la composition des matières minérales, les abréviations doivent être interprétées :

C.I. : cendres insolubles dans l'eau chaude;

C.S. : cendres solubles dans l'eau chaude;

C.T. : cendres totales.

Les chiffres rassemblés sous les rubriques C.T. donnent la composition chimique de 100 parties de matières minérales totales. Sous C.I. et C.S., nous donnons la composition, non pas centésimale, des cendres solubles et insolubles, mais leur richesse respective en les différents éléments dosés exprimés en fonction des cendres totales de l'échantillon.

On a pour cela dû tenir compte de la quantité de matières minérales solubles et insolubles dans l'eau : C.I. + C.S. donnant C.T.

Dans de nombreux cas, nous avons, faute de matière première, dû nous contenter de doser les constituants des

cendres totales et des cendres solubles, la composition des cendres insolubles étant obtenue par différence.

Dans d'autres cas, seules les cendres solubles et insolubles ont pu être examinées. Les éléments des cendres totales ont été obtenus en additionnant les chiffres de C.I. + C.S.

§ 1. GRAMINÉES.

Les plantes fourragères examinées appartiennent à plusieurs sous-familles de la grande famille des Graminées.

Elles se répartissent comme suit :

ANDROPOGONÉES.

Imperata cylindrica (L.) P. Beauv.

Hyparrhenia cymbaria (L.) Stapf.

PANICÉES.

Brachiaria Emini (Mez.) Robyns.

Brachiaria Kotschyana (Hochst.) Stapf.

Panicum sp.

Setaria longiseta P. Beauv.

Setaria barbata (Lam.) Kunth.

AGROSTIDÉES.

Sporobolus pyramidalis Beauv.

CHLORIDÉES.

Cynodon dactylon L.

Cynodon dactylon L. var. *plectostachyum* Robyns.

Il importe d'y ajouter une *Joncaginée*.

Aucune de ces plantes n'est vraiment typique des terres salines.

Par l'intermédiaire de M. Everaerts, nous avons pu obtenir plusieurs échantillons d'herbes fourragères récoltées sur les terrains salins de la plaine de la Ruzizi, en région de Bulinga sur terres à *umuloba-igitumba*.

Un seul de ces échantillons put être identifié avec *l'Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv.

Cette Graminée, véritable plaie des cultures, est connue depuis fort longtemps dans la Colonie, où elle se rencontre partout, de préférence dans les anciens sols cultivés et frais (11).

Elle est extrêmement envahissante grâce à ses rhizomes nombreux et forts — Lebrun signale qu'il a pu observer un bulbe d'*Amaryllidacée* entièrement perforé par un rhizome d'*Imperata* — et aussi grâce à ses nombreuses graines plumbeuses (caryopses) que le vent s'empresse de disséminer au loin.

« On peut estimer, dit J. Lebrun (12), au minimum à 20.000 km² la surface prise sur la forêt de l'Ubangi. Chancre gigantesque dans la sylvie, rongeur et progressant continuellement sur le pourtour, gagnant inéluctablement chaque année, surface stérile, battue chaque année par les incendies de plaines, la formation à *Imperata* ne permettra plus l'établissement d'une forêt. »

Ce sont surtout les indigènes qui sont les propagateurs de cette plante.

G. Settembrino ⁽¹⁾ note, en effet, qu'elle n'existe pratiquement pas dans ces régions de la Colonie occupée par des Noirs, qui ne l'utilisent pas, notamment pour couvrir les toits des habitations. D'autre part, il faut également accuser, dans le cas particulier de l'Ubangi, le nomadisme des indigènes, qui, après avoir épuisé complètement la terre, s'en vont défricher ailleurs, laissant ainsi une place

(1) G. SETTEMBRINO, Un fléau de l'Ubangi, *l'Imperata cylindrica* ou « Sobé » *Journées d'Agronomie coloniale*, 1937, p. 250.

de choix pour le « Sobe ». Aussi, est-ce avec raison que l'auteur dénomme *Il. cylindrica* « un fléau de l'Ubangi ».

Au Congo belge, à l'état jeune, les pousses tendres sont parfois broutées par le bétail.

En ce qui concerne les Indes néerlandaises, Heyne écrit : « Het snijgras heeft weinig gebruik en verschaft meer verdriet dan plezier ! » Cet auteur signale que les jeunes feuilles, qui naissent après les premières pluies, auraient un goût salé et, de ce fait, seraient très recherchées par les ruminants.

Malgré tout, cette Graminée ne paraît nullement recommandable, car on a pu constater, d'une part, que les Bovidés, tenus d'en brouter de grandes quantités — faute de mieux — pendant un temps relativement long, montrent des signes manifestes de malaises; d'autre part, la moyenne de 16 analyses, effectuées dans les Indes néerlandaises, fournit des valeurs alimentaires nettement déficitaires. A plus forte raison ne peut-on recommander l'emploi de la plante adulte, qui est vite dure et coupante. Celle-ci est plutôt utilisée pour la confection de toitures (alang-alang), parfois pour la fabrication de papier et en vannerie.

*
* *

Les noms vernaculaires de *Il. cylindrica* au Congo sont les suivants :

Niang (Bas-Congo).
Moto-Moto (Albertville et Uvira).
Pele (Yakoma).
Jula (Azande).
Binkba (Faradje).
Eshobe (Kasai).
Niazi (Ruzizi).

Un échantillon d'*Il. cylindrica* var. *Thunbergii* Hochst.

originnaire de Thsibinda, où il préfère les stations arides, a donné à l'analyse (13) :

	%
Matières minérales totales	6,98
Matières minérales solubles dans l'eau	1,10
Matières minérales insolubles dans l'eau	5,88
Matières azotées	6,63
Extrait éthéré	1,18
Cellulose	35,78
Matières extractives non azotées	48,45
Silice (SiO_2)	3,32
Phosphates (P_2O_5)	0,46
Sulfates (SO_3)	0,29
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	0,16
Chaux (CaO)	0,26
Magnésie (MgO)	0,66

Imperata cylindrica (L.) P. Beauv.

Nom vernaculaire	?
Nature du terrain	Terres salines
Lien de récolte	Bulinga
Nature du produit analysé	(terre à « umuloba »)
	Plante entière

Composition chimique de la plante sèche :

Matières minérales totales	5,73
Matières minérales solubles dans l'eau	1,43
Matières minérales insolubles dans l'eau	4,30
Azote total	0,61
Matières azotées (6,25)	3,82
Azote albuminoïde	0,52
Matières albuminoïdes	3,28
Extrait éthéré	1,02
Cellulose	48,12
Matières extractives non azotées	41,31

*Composition centésimale
des matières minérales :*

	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO_2)	43,56	—	43,56
Chlore (Cl)	4,53	3,07	7,60
Acide phosphorique (P_2O_5)	5,00	1,18	6,18
Acide sulfurique (SO_3)	0,54	3,69	4,23
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	2,71	tr.	2,71
Chaux (CaO)	3,68	0,49	4,17
Magnésie (MgO)	4,22	1,03	5,25
Potasse (K_2O)	13,17	9,77	22,94
Soude (Na_2O)	0,53	2,29	2,82
Alcalinité en K_2CO_3 %	—		4,68
		18,95	

Hyparrhenia cymbaria (L.) Stapf.

Noms vernaculaires :

Aruru et Dombra (Nioka);

Goya (Haut-Uele);

N'Zalamu (Ituri Oriental);

Umularibari, Umubaribari (Biumba, Everaerts).

Synonymes :

Andropogon cymbarius L.;*Cymbopogon cymbarius* (L.) Rendle.

Belle espèce ornementale répandue dans les savanes de la Colonie, jusqu'aux altitudes dépassant 2.000 m., depuis le Haut-Uele jusque dans le Sud du Haut-Katanga.

	<i>H. cymbaria</i> Tshibinda		<i>H. fastigiata</i> Tshibinda		<i>H. hirta</i> Tshibinda		<i>H. rufa</i> Rubenghira	<i>H. diplosandra</i> Tshibinda
Matières azotées	16,43	10,38	2,73	2,06	5,25	5,00	0,98	
Extrait éthéré	2,78	1,80	0,74	1,15	1,07	1,60	1,06	
Cellulose	22,57	34,83	38,72	39,53	37,37	35,97	40,15	
Hydrates de carbone	40,85	42,80	46,52	47,87	45,07	49,93	50,04	
Matières minérales totales	17,67	10,49	11,29	9,39	11,24	7,50	7,77	
Matières minérales solubles d's l'eau	3,70	1,81	0,69	1,24	1,38	2,05	0,92	
Matières minérales insolubles dans l'eau	13,97	8,38	10,60	8,15	9,86	5,45	6,85	
Silice (SiO ₂)	10,28	5,53	7,07	6,62	5,90	4,16	5,67	
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	0,37	0,09	0,13	0,54	0,34	0,20	0,25	
Phosphates (P ₂ O ₅)	0,86	0,60	0,15	0,46	0,45	0,31	0,44	
Sulfates (SO ₃)	0,56	0,26	0,29	0,32	0,43	0,52	0,32	
Chaux (CaO)	0,86	1,30	0,35	0,46	0,52	0,41	0,63	
Magnésie (MgO)	0,95	0,57	0,29	0,37	0,21	0,32	0,31	

Hyparrhenia cymbaria (L.) Stapf.

Nom vernaculaire	Umubaribari					
Nature du terrain	Terres salines					
Lieu de récolte	Mukaniga (territoire de Biumba)					
Nature du produit analysé	Inflorescences			Plante (sans efflorescences)		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>						
Matières minérales totales	5,36			6,05		
Matières minérales solubles d ^s l'eau	1,42			1,05		
Matières minérales insolubles d ^s l'eau	3,94			5,00		
Azote total	—			1,17		
Matières azotées (6,25)	—			7,29		
Azote albuminoïde	—			0,98		
Matières albuminoïdes	—			6,10		
Extrait éthéré	—			2,50		
Cellulose	—			39,27		
Matières extractives non azotées	—			44,89		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>						
	G. I.	G. S.	G. T.	G. I.	G. S.	G. T.
Silice (SiO ₂)	34,23	—	34,23	28,38	—	28,38
Chlore (Cl)	4,33	0,41	4,74	2,65	1,52	4,17
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,65	2,24	6,89	3,01	1,55	4,56
Acide sulfurique (SO ₃)	0,50	3,26	3,76	traces	2,18	2,18
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	3,67	traces	3,67	2,44	traces	2,44
Chaux (CaO)	6,19	1,44	6,63	9,91	0,47	10,38
Magnésie (MgO)	8,00	0,32	8,32	7,64	0,67	8,31
Potasse (K ₂ O)	12,90	15,00	27,90	21,70	4,92	26,62
Soude (Na ₂ O)	0,30	2,54	2,84	2,05	2,00	4,05
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	—	—	—	34,33	6,02

Elle se rencontre de préférence dans les lieux secs et fertiles et quelquefois dans les anciennes cultures.

D'après J. Lebrun (12), cette espèce indique l'approche des grandes savanes orientales et septentrionales.

H. Scaëtta (13) signale plusieurs *Hyparrhenia* dans la région de Tshibinda et, notamment, le *cymbaria*, qu'il a pu récolter à des altitudes comprises entre 1.700 et 2.100 m.

L'un de nous a eu l'occasion, au cours des années écoulées, d'examiner certains *Hyparrhenia* provenant des récoltes de H. Scaëtta; ce sont à peu près les seules données chimiques connues au sujet de ces espèces.

*
**

L'*Umubaribari* n'est donc nullement typique des terres salines à *ingugu* du Ruanda. Il est parfois, — surtout après les feux de brousse, — quand les jeunes pousses commencent à apparaître, recherché par les herbivores.

BRACHIARIA.

Les *Brachiaria* sont des plantes herbacées vivaces ou annuelles, dont, actuellement, 50 espèces ont été signalées en Afrique. Plusieurs sont de bonnes plantes fourragères et certaines espèces annuelles se propagent souvent comme plantes rudérales (11).

Nous avons eu l'occasion d'étudier plusieurs échantillons des deux espèces ci-après :

Br. Emini (Mez.) Robyns (*Br. decumbens* Stapf.)

Nom vernaculaire :

Ivubge, Ibvubgwe, Ibvubge (Everaerts).

Cette Graminée vivace de l'Afrique centrale existe dans le Sud du district des lacs Albert et Édouard ainsi que dans le Ruanda occidental (11).

Très répandue au gisement salin de Ntaga; elle n'est guère utilisée par les Noirs.

Br. Kotschyana (Hochst.) Stapf.

Nom vernaculaire :

Ikingamavuta (Everaerts).

Signalée dans toutes les régions congolaises, sauf dans le district côtier et le Haut-Katanga, elle est abondante dans le Bas-Congo et le Kasai, où elle pousse par petites touffes isolées dans des endroits ombragés et humides. Elle se développe aussi le long des chemins et dans les terrains de culture abandonnés.

A l'état jeune elle serait consommée par le bétail.

J. Lebrun (12) trouva dans le Nord-Est de la Colonie plusieurs *Brachiaria* en sous-bois, mais jamais l'*Emini*. Il signale que le *Kotschyana* remplace rapidement l'*Imperata cylindrica*, ce fléau des cultures; avec quelques autres espèces, ce *Brachiaria* occupe les cultures abandonnées.

H. Scaëtta (13) signale deux espèces :

Br. Bequaertii Robyns, qu'il récolta à Rubenghera (Ruanda), à 1.700 à 1.800 m. d'altitude, sur terrain aride;

Br. brizantha (Hochst.) Stapf., croissant à 1.800 m. d'altitude, sur sol pierreux compact et sec. La taille de l'espèce était de 1 à 2 m.; elle fut récoltée à Mwendulla sur le versant Est de la dorsale.

Ce sont les deux seules espèces dont la composition chimique soit connue. Nous la faisons suivre à titre documentaire :

	<i>Br. Bequaertii</i>	<i>Br. brizantha</i>
	%	%
Matières minérales totales	10,46	9,92
Matières minérales solubles dans l'eau ...	5,48	4,53
Matières minérales insolubles dans l'eau ...	4,98	5,39
Matières azotées	7,69	5,38
Cellulose	35,29	29,57
Extrait éthéré	1,32	1,44
Hydrates de carbone	45,31	53,69
Silice (SiO ₂)	2,86	3,43
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃) ...	0,23	0,33
Chaux (CaO)	0,45	0,36
Magnésie (MgO)	0,69	0,52

Brachiaria Emini (Mez.) Robyns (*Br. decumbens* Stapf.)

Nom vernaculaire	Ivubge, Ibuvubge, Ibuvugwe								
Nature du terrain	Terres salines						Terres non salines		
Lieu de récolte	Biumba			Ntaga			Kibungu		
Nature du produit analysé.	Plante entière			Plante entière			Plante entière		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>									
Matières minérales totales..	9,52			8,38			10,80		
Matières minérales solubles dans l'eau	2,70			3,53			3,02		
Matières minérales insolubles dans l'eau	6,82			4,85			7,78		
Azote total	1,75			0,97			1,42		
Matières azotées (6,25)	10,92			5,80			8,86		
Azote albuminoïde	1,44			0,78			—		
Matières albuminoïdes	8,98			4,88			—		
Extrait éthéré	2,77			2,48			2,07		
Cellulose	33,91			30,82			29,01		
Matières extractives non azotées	42,87			52,52			49,26		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>									
	G.I.	G.S.	C.T.	G.I.	G.S.	C.T.	G.I.	G.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	45,27	—	45,27	35,89	—	35,89	27,56	—	27,56
Chlore (Cl)	1,98	1,09	3,07	0,24	6,47	6,71	—	6,85	6,85
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)..	7,20	2,52	9,72	0,40	7,73	8,43	3,09	1,87	4,96
Acide sulfurique (SO ₃)...	0,16	2,50	2,66	0,27	3,59	3,86	1,84	3,30	5,14
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	0,51	traces	0,51	1,95	traces	1,95	3,75	traces	3,75
Chaux (CaO)	7,04	0,35	7,39	5,41	0,87	6,28	3,10	0,90	4,00
Magnésie (MgO)	4,00	0,65	4,65	4,28	0,44	4,72	3,39	0,22	3,61
Potasse (K ₂ O)	14,63	11,74	26,37	3,80	25,78	29,58	19,82	16,33	36,15
Soude (Na ₂ O)	0,78	1,77	2,55	0,59	1,99	2,58	0,06	2,53	2,59
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	—	11,96	—	—	14,95	—	—	5,31
		42,28			35,48			19,00	

Brachiaria Kotschyana (Hochst.) Stapf.

Nom vernaculaire	Ikingamavuta		
Nature du terrain	Terres salines		
Lieu de récolte	Biumba (terre à « ingugu »)		
Nature du produit analysé	Plante entière		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>			
Matières minérales totales	6,70		
Matières minérales solubles dans l'eau ...	0,77		
Matières minérales insolubles dans l'eau ...	5,93		
Azote total	1,04		
Matières azotées (6,25)	6,35		
Azote albuminoïde	0,92		
Matières albuminoïdes	5,72		
Extrait éthéré	4,29		
Cellulose	39,28		
Matières extractives non azotées	43,48		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>			
	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	37,61	—	37,61
Chlore (Cl)	2,56	0,20	2,76
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,35	1,26	5,61
Acide sulfurique (SO ₃)	0,89	1,06	1,95
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃) ...	2,05	traces	2,05
Chaux (CaO)	6,45	1,08	7,53
Magnésie (MgO)	3,08	0,65	3,73
Potasse (K ₂ O)	31,43	3,80	35,23
Soude (Na ₂ O)	1,58	0,59	2,17
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	58,63	6,76

Panicum sp.

Nom vernaculaire	Urgwiri					
Nature du terrain...	Terres salines					
Lieu de récolte	Biumba (terre à « ingugu »)					
Nature du produit analysé	Inflorescences			Plante (sans inflorescences)		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>						
Matières minérales totales	10,61			6,52		
Matières minérales solubles d's l'eau...	3,70			0,73		
Matières minérales insolubles d's l'eau.	6,91			5,79		
Azote total	—			0,91		
Matières azotées (6,25)	—			5,69		
Azote albuminoïde	—			0,70		
Matières albuminoïdes	—			4,37		
Extrait étheré	—			1,35		
Cellulose	—			38,50		
Matières extractives non azotées	—			49,26		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>						
	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	45,64	—	45,64	49,93	—	49,93
Chlore (Cl)	2,05	2,85	4,90	0,55	traces	0,55
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,45	6,20	10,65	5,04	0,95	5,99
Acide sulfurique (SO ₃)	0,21	1,69	1,90	0,24	3,40	3,64
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	0,96	traces	0,96	4,40	traces	4,40
Chaux (CaO)	0,18	0,44	6,62	8,56	1,20	9,76
Magnésie (MgO)	3,87	0,84	4,71	8,64	0,60	9,24
Potasse (K ₂ O)	14,46	1,08	15,54	13,83	3,00	16,83
Soude (Na ₂ O)	0,72	1,43	2,15	1,00	0,50	1,50
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	39,33	13,83	—	34,44	3,80

Les *Panicum* sont des fourrages de qualité moyenne.

L'espèce qui nous occupe, désignée par les indigènes de Biumba sous le nom d'*Urgwiri*, n'est pas spécifique des terres salines.

SETARIA.

Les *Setaria* sont des plantes vivaces ou annuelles.

Le *S. longiseta* P. Beauv. est assez rare au Congo. On le rencontre dans le district des lacs Albert et Édouard, ainsi que dans la région des grands lacs. En territoire de Biumba, l'espèce est appelée *Itete* (Everaerts).

Le *S. barbata* (Lam.) Kunth. est une espèce annuelle, indigène en Afrique tropicale occidentale. Elle se rencontre dans tout le Congo occidental et central, sauf dans le Moyen-Katanga, surtout dans les savanes sous ombrage faible (11). Elle est également très répandue, comme mauvaise herbe, dans les anciennes cultures et au bord des chemins (12).

Au Congo belge, cette espèce est désignée sous les noms suivants :

Kuku, Koku (Zambi);
Makangaia, Bundu-Bundu (région de Congo da
Lemba);
Ekokomongo (Dolo);
Kokoloka (dial. Lingula);
Liwo (dial. Gombe);
Bowo (Yakoma);
Urokoko (Kibungu, Everaerts).

Le *S. barbata*, préférant un terrain faiblement ombragé, ne résiste que difficilement au piétinement, circonstance qui ne plaide nullement en faveur de son emploi comme herbe de pâture. Chose regrettable, car cette Graminée donne abondamment une herbe dont la valeur alimentaire est élevée et dont les ruminants sont friands (14).

En général, les *Setaria* sont de bonnes plantes fourragères fort recherchées par le bétail.

Les analyses, faites précédemment, de représentants de cette espèce, récoltés dans la région de Tshibinda et au Ruanda, nous ont permis de confirmer cette opinion (15).

Voici, à titre documentaire, les compositions chimiques de quelques-unes de ces espèces :

	<i>S. pallu- difusca</i>	<i>S. cau- dula</i>	<i>S. spha- celata</i>	<i>S. verti- cillata</i>	<i>S. hia- lensis</i>	<i>S. homo- nima</i>
Matières azotées ...	11,13	10,06	5,25	13,81	7,81	7,63
Extrait éthéré	1,74	0,91	1,26	1,09	1,98	1,75
Cellulose	30,89	36,35	39,95	30,93	30,24	33,21
Matières extractives non azotées	47,96	37,81	44,37	49,37	48,54	45,22
Cendres totales ...	8,28	14,87	9,17	14,80	11,43	12,19
Cendres solubles ds l'eau	3,72	0,92	2,44	9,50	1,80	2,26
Cendres insolubles dans l'eau	4,56	13,95	6,73	5,30	9,63	9,93
Silice (SiO ₂)	3,06	6,02	4,53	3,60	6,40	7,09
Phosphates (P ₂ O ₅)...	0,18	0,20	0,81	—	1,13	0,85
Sulfates (SO ₃)	0,23	0,22	0,36	—	0,47	0,33
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	0,49	0,05	0,14	0,19	0,315	0,116
Chaux (CaO)	0,42	0,42	0,34	1,89	0,458	0,40
Magnésie (MgO) ...	0,74	0,48	0,41	0,68	0,41	0,64

Aucune espèce de *Setaria* n'est typique des terres salines.

L'*Urukoko* est très répandu dans le territoire de Kibungu; son utilité y est nulle.

Setaria barbata (Lam.) Kunth.

Nom vernaculaire	Urokoko								
Nature du terrain	Terres salines			Terres non salines					
Lieu de récolte	Colline Ntaga terre à «ingugu»			Kibungu					
Nature du produit analysé.	Plante entière			Plante (sans racines)			Racines		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>									
Matières minérales totales..	12,65			10,77			12,59		
Matières minérales solubles dans l'eau	5,59			4,04			1,07		
Matières minérales insolub- bles dans l'eau	7,06			6,73			11,52		
Azote total	1,39			1,43			—		
Matières azotées (6,25)	8,64			8,82			—		
Azote albuminoïde	1,36			1,14			—		
Matières albuminoïdes	8,50			7,10			—		
Extrait éthéré	2,80			1,63			—		
Cellulose	30,79			37,27			—		
Matières extractives non azotées	43,26			41,41			—		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>									
	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	39,38	—	39,38	44,43	—	44,43	49,77	—	—
Chlore (Cl)	0,94	10,80	11,74	0,30	2,10	2,40	traces		
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)..	1,91	2,89	4,80	2,34	2,66	5,00	4,47	—	—
Acide sulfurique (SO ₃)... ..	0,54	1,56	2,10	0,33	3,92	4,25	2,84	—	—
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	0,98	tr.	0,98	3,01	tr.	3,01	28,04	—	—
Chaux (CaO)	1,59	0,46	2,05	2,16	0,82	2,98	4,90	—	—
Magnésie (MgO)	2,02	0,35	2,37	2,59	0,71	3,30	8,89	—	—
Potasse (K ₂ O)	13,28	18,92	32,10	20,06	12,34	32,40	traces		
Soude (Na ₂ O)	0,16	2,31	2,47	0,77	2,25	3,02	2,38	1,11	3,49
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	22,62	9,48	—	45,94	17,22	—	—	7,22

Setaria longiseta P. Beauv.

Nom vernaculaire	Itete		
Nature du terrain	Terres salines		
Lieu de récolte	Biumba (terre à « ingugu »)		
Nature du produit analysé	Plante entière		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>			
Matières minérales totales	11,60		
Matières minérales solubles dans l'eau ...	1,01		
Matières minérales insolubles dans l'eau ...	10,59		
Azote total	1,29		
Matières azotées (6,25)	8,07		
Azote albuminoïde	1,09		
Matières albuminoïdes	6,78		
Extrait étheré	2,64		
Cellulose	37,16		
Matières extractives non azotées	40,23		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>			
	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	66,66	—	66,66
Chlore (Cl)	1,27	tr.	1,27
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	5,76	1,01	6,87
Acide sulfurique (SO ₃)	0,09	1,52	1,61
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃) ...	0,74	tr.	0,74
Chaux (CaO)	4,29	0,56	4,85
Magnésie (MgO)	2,02	0,80	2,82
Potasse (K ₂ O)	9,46	3,40	12,86
Soude (Na ₂ O)	1,18	0,31	1,49
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	26,14	2,38

Sporobolus pyramidalis Beauv.

Se retrouve dans les savanes dénudées, souvent marécageuses, du Lomami, où le sol est très généralement sablonneux.

Il est également parmi les principaux constituants de la savane arbustive longeant le Lualaba et dans la plaine de la Semliki (12).

H. Scaëtta (13) le découvrit associé aux espèces de la brousse, entre 1.600 à 1.800 m. d'altitude, dans la région de Tshibinda.

Voici la composition de cette espèce récoltée au Kivu :

	%
Cendres totales	9,00
Cendres solubles dans l'eau	1,68
Cendres insolubles dans l'eau	7,32
Matières azotées	5,31
Cellulose	32,58
Extrait éthéré	1,30
Matières extractives non azotées	51,81
Silice (SiO_2)	4,37
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	0,37
Chaux (CaO)	0,416
Magnésie (MgO)	0,296
Phosphates (P_2O_5)	0,55
Sulfates (SO_3)	0,36

D'autre part, le même récolteur a également trouvé dans la région de Tshibinda deux autres *Sporobolus* : le *S. indicus* R. Br., entre 1.500 et 2.200 m., et le *S. fimbriatus* Nees, entre 1.700 et 1.800 m.

A titre documentaire nous résumons les compositions de ces deux fourrages (13) :

	<i>S. indicus</i>	<i>S. fimbriatus</i>
	%	%
Cendres totales	9,25	11,59
Cendres solubles dans l'eau	1,00	6,68
Cendres insolubles dans l'eau	8,25	4,91
Matières azotées	7,90	8,56
Cellulose	30,11	36,53
Extrait éthéré	1,76	1,06
Matières extractives non azotées	50,99	42,27

	<i>S. indicus</i>	<i>S. fimbriatus</i>
	°/o	°/o
Silice (SiO_2)	5,29	3,89
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) ...	0,21	0,59
Chaux (CaO)	0,44	0,44
Magnésie (MgO)	0,20	0,09
Phosphates (P_2O_5)	0,21	0,34
Sulfates (SO_3)	0,29	0,21

Il en résulte que ces espèces fournissent des fourrages de bonne qualité.

Cynodon dactylon L.

Vivace et répandue dans les régions chaudes et tempérées du globe, cette plante envahit rapidement les champs cultivés.

Très immunisée contre la sécheresse prolongée, elle ne résiste que difficilement à la gelée.

Comme plante fourragère elle est recherchée par les ânes et les chevaux, et dans les Indes néerlandaises elle jouit d'une bonne réputation (14). Elle a été qualifiée de « meilleure des herbes indiennes », car elle a une influence heureuse — peut-être parce que riche en sels de potasse — sur la lactation.

Ces avis ne sont toutefois pas partagés par tous les auteurs: certains estiment que la réputation en est surfaite. En faveur de ces dires plaide le fait que s'il est vrai que la moyenne d'un certain nombre d'analyses a fourni des valeurs alimentaires relativement élevées, les résultats d'analyses séparées sont loin d'être comparables, pour ne pas dire qu'elles sont discordantes. Ceci semble montrer le rapport étroit qui unit la composition du végétal à celle du sol.

On ne peut donc jamais envisager la culture de cette plante comme fourragère.

Signalons, pour terminer, que, depuis les temps les plus reculés, les rhizomes sont utilisés en thérapeutique.

Sporobolus pyramidalis Beauv.

Nom vernaculaire	Uguya, Uruguay									
	Terres salines					Terres non salines				
	Bulinga					Usumbura				
	Plante (sans racines)		Racines			Plante (sans racines)		Racines		
Nature du terrain										
Lieu de récolte										
Nature du produit analysé										
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>										
Matières minérales totales	12,14	8,25	10,63	12,08						
Matières minérales solubles dans l'eau	2,83	1,00	2,71	0,54						
Matières minérales insolubles dans l'eau	9,31	7,25	7,92	11,54						
Azote total	1,32	—	0,92	—						
Matières azotées (6,25)	8,24	—	5,75	—						
Azote albuminoïde	0,86	—	0,79	—						
Matières albuminoïdes	5,38	—	4,96	—						
Extrait éthéré	1,67	—	1,73	—						
Cellulose	36,66	—	33,90	—						
Matières extractives non azotées	41,29	—	47,99	—						
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>										
Silice (SiO ₂)	41,95	41,95	68,24	—	—	54,80	80,05	—	—	—
Chlore (Cl)	2,01	7,61	—	1,01	—	0,76	traces	traces	traces	—
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	0,72	2,96	1,27	—	—	1,35	2,80	—	—	—
Acide sulfurique (SO ₃)	5,50	6,63	12,43	—	—	1,82	9,69	0,31	—	—
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	2,83	traces	10,67	—	—	4,56	traces	4,06	—	—
Chaux (CaO)	3,20	traces	5,43	—	—	2,41	2,68	1,76	—	—
Magnésie (MgO)	2,08	0,53	3,49	—	—	1,03	0,34	1,85	—	—
Potasse (K ₂ O)	4,70	12,63	17,33	—	6,77	2,93	7,36	10,29	3,03	1,43
Soude (Na ₂ O)	7,30	5,06	12,36	1,45	indé-	2,59	5,41	8,00	1,03	1,68
					ble					
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	1,25	—	—	4,00	—	4,84	—	—	22,96

Cynodon dactylon L. var. *plectostachyum* Robyns.

Nom vernaculaire	Uruchacha, Urutshasha, Umuchacha					
Nature du terrain... ..	Terres salines			Terres non salines		
Lieu de récolte	Ntaga (terre à « ingugu »)			Kibungu		
Nature du produit analysé	Plante entière			Plante entière		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>						
Matières minérales totales	8,49			9,81		
Matières minérales solubles d ^e l'eau...	4,52			2,48		
Matières minérales insolubles d ^e l'eau.	3,97			7,33		
Azote total	1,00			1,54		
Matières azotées (6,25)	6,25			9,62		
Azote albuminoïde	0,85			1,34		
Matières albuminoïdes	5,32			8,37		
Extrait éthéré	1,37			1,51		
Cellulose	34,91			37,90		
Matières extractives non azotées ...	49,00			41,16		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>						
	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	25,73	—	25,73	37,51	—	37,51
Chlore (Cl)	3,49	12,06	15,55	2,22	6,78	9,00
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	6,98	2,94	9,92	2,38	0,37	2,75
Acide sulfurique (SO ₃)	0,12	4,23	4,35	1,20	4,22	5,42
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	2,27	traces	2,27	1,57	traces	1,57
Chaux (CaO)	7,45	0,20	7,65	7,63	0,88	8,51
Magnésie (MgO)	3,44	0,36	3,80	1,91	0,29	2,20
Potasse (K ₂ O)	0,68	28,95	29,63	21,98	8,68	29,76
Soude (Na ₂ O)	0,35	1,20	1,47	0,48	1,06	1,54
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	29,90	15,91	—	11,82	3,00

Cynodon dactylon L.

Nom vernaculaire	Uruchacha, Urutshasha, Umuchiacha									
	Terres salines					Terres non salines				
	Biumba		Bulinga (terre à umulohaligtumba)			Usumbura				
Nature du terrain	Plante entière		Plante entière			Plante (sans racines)			Racines	
Lieu de récolte										
Nature du produit analysé										
Composition chimique de la plante sèche :										
Matières minérales totales	12,01	9,05	11,67	48,08						
Matières minérales solubles dans l'eau	8,48	3,40	4,47	0,80						
Matières minérales insolubles dans l'eau	3,83	5,65	7,20	17,28						
Azote total	2,52	1,60	1,58	—						
Matières azotées (6,25)	15,78	10,01	9,90	—						
Azote albuminoïde	1,61	1,43	1,52	—						
Matières albuminoïdes	10,09	8,94	8,48	—						
Extrait éthéré	4,42	1,66	1,56	—						
Cellulose	27,09	36,08	34,06	—						
Matières extractives non azotées	40,70	43,20	43,23	—						
Composition centésimale des matières minérales :										
Silice (SiO ₂)	16,07	33,09	36,71	55,86						
Chlore (Cl)	0,20	16,08	1,23	—						
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	0,89	6,89	5,47	0,34						
Acide sulfurique (SO ₃)	traces	4,43	0,73	—						
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	0,78	0,78	4,66	—						
Chaux (CaO)	4,18	4,38	4,08	—						
Magnésie (MgO)	3,71	4,20	3,96	—						
Potasse (K ₂ O)	26,79	23,80	1,70	—						
Soude (Na ₂ O)	0,42	2,50	24,24	—						
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	28,01	0,70	—						
	41,12	29,05	88,90	62,04						

Joncaginée.

Nom vernaculaire	?					
Nature du terrain... ..	Terres salines					
Lieu de récolte	Bugarama, plaine de la Ruzizi					
Nature du produit analysé	Plante (sans racines)			Racines		
<i>Composition chimique de la plante sèche :</i>						
Matières minérales totales	12,58			18,90		
Matières minérales solubles d ^s l'eau...	5,16			4,06		
Matières minérales insolubles d ^s l'eau.	7,42			14,84		
Azote total	0,71			—		
Matières azotées (6,25)	4,45			—		
Azote albuminoïde	0,64			—		
Matières albuminoïdes	4,01			—		
Extrait éthéré	1,19			—		
Cellulose	32,70			—		
Matières extractives non azotées ...	49,08			—		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>						
	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	30,07	—	30,07	43,98	—	43,98
Chlore (Cl)	0,29	14,07	14,36	0,20	6,58	6,78
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	2,26	traces	2,26	1,25	0,13	1,38
Acide sulfurique (SO ₃)	0,23	4,00	4,23	0,21	2,66	2,87
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	4,13	traces	4,13	7,56	traces	7,56
Chaux (CaO)	3,25	0,50	3,75	1,67	0,41	2,08
Magnésie (MgO)	10,15	0,16	10,31	7,85	0,23	8,02
Potasse (K ₂ O)	4,87	22,15	27,02	5,97	10,95	16,92
Soude (Na ₂ O)	2,07	4,40	6,47	1,65	2,83	4,48
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—		13,06	—		2,86
		31,80			13,30	

Dans l'Urundi, l'*Uruchacha* est très répandu; il en est de même au gisement salin de Ntaga.

D'après Everaerts, il est peu commun dans la vallée de la Ruzizi, mais plus fréquent aux hautes altitudes et surtout dans les plaines de lave de Ruhengeri et Kisenyi.

Les indigènes n'en font aucun usage. Pour eux *Uruchacha* signifie indifféremment *C. dactylon* et *C. dactylon* var. *plectostachyum*.

La *Joncaginée* qui nous fut envoyée a été récoltée dans la plaine de la Ruzizi, où elle est commune aux endroits périodiquement inondés, ce qui peut expliquer sa teneur importante en sels minéraux.

§ 2. PHANÉROGAMES AUTRES QUE LES GRAMINÉES.

Les autres Phanérogames étudiées appartiennent à des familles botaniques très diverses :

COMMÉLINACÉES.

Commelina cfr. *nudiflora* L.

Commelina Kabarensis De Wild.

PHYTOLACCACÉES.

Phytolacca dodecandra l'Hérit.

PORTULACACÉES.

Portulaca quadrifida L.

ANNONACÉES.

Popowia djumaensis De Wild.

LÉGUMINEUSES.

Acacia sp.

RUTACÉES.

Teclea nobilis Del.

EUPHORBIACÉES.

Acalypha sp.

STERCULIACÉES.

Dombeya quinqueseta Excell.

OLÉACÉES.

Strychnos cfr. *spinosa* Lam.

LABIÉES.

Ocimum cfr. *suave* Willd.

ACANTHACÉES.

Hypoestes verticillaris R. Br.

COMPOSÉES.

Vernonia sp.

Vernonia cistifolia O. Hoffm.

Aucune de ces plantes n'est vraiment spécifique des terres salines.

Par contre, dans la région de Ntaga il existe un arbuste que les indigènes dénomment « Bute » et qui préfère les terres salines; le récolteur affirme même que si les arbustes sont assez nombreux, ils se retrouvent uniquement à proximité du gisement d'*Ingugu*.

Nous avons cru intéressant de soumettre cette plante à une étude approfondie. (Voir première partie de ce mémoire.)

*
* *

COMMÉLINACÉES.

Les *Commelina*, plantes herbacées, se retrouvent dans les pâturages et les savanes secondaires du Congo oriental (12). Elles existent en Afrique tropicale et dans la plupart des régions chaudes du globe.

Les indigènes de notre Colonie utilisent diverses parties de ces plantes dans la médecine.

Ainsi, le *C. nudiflora* L. est employé par les Bangalas contre les maladies des yeux.

Commelina cfr. *nudiflora* L.

Nom vernaculaire	Ikteza, Inteja					
Nature du terrain...	Terres salines					
Lieu de récolte	Biumba					
Nature du produit analysé	Feuilles			Tiges		
Matières minérales totales	18,94			16,85		
Matières minérales solubles d' l'eau...	6,83			12,01		
Matières minérales insolubles d' l'eau.	12,11			4,84		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. L.	C. S.	C. T.	C. L.	C. S.	C. T.
Silice (SiO_2)	29,62	—	29,62	12,70	—	12,70
Chlore (Cl)	0,88	1,68	2,56	—	3,82	3,80
Acide phosphorique (P_2O_5)	3,70	4,76	8,46	1,64	4,21	5,85
Acide sulfurique (SO_3)	0,40	2,36	2,76	traces	1,98	2,00
Oxydes de fer et d'alumine (Fe_2O_3 + Al_2O_3)	6,36	—	6,36	1,34	—	1,34
Chaux (CaO)	10,82	0,39	11,21	5,03	2,37	7,40
Magnésie (MgO)	4,67	1,01	5,68	5,67	0,14	5,81
Potasse (K_2O)	12,78	14,00	26,78	2,18	50,17	52,35
Soude (Na_2O)	0,75	0,94	1,69	1,08	2,00	3,08
Alcalinité en K_2CO_3 %	—	65,17	22,47	—	77,90	55,56

PHYTOLACCACÉES.

Phytolacca dodecandra l'Hérit.

Cette espèce arbustive se trouve dans les forêts claires de l'Afrique tropicale orientale et de Madagascar.

J. Lebrun (12) la signale dans les taillis du Congo oriental, vers 2.000 à 2.250 m. d'altitude.

Dans certaines régions de notre Colonie, les feuilles et la macération de la racine sont utilisées en médecine indigène (16).

*
**

Au gisement salin de Ntaga, l'*Umukoko* est un arbuste très répandu, sans que les indigènes en tirent quelque profit.

Nom vernaculaire	Umukoko					
	Terres salines					
	Ntaga (terre à « ingugu »)					
	Feuilles			Tiges		
Nature du terrain... ..						
Lieu de récolte						
Nature du produit analysé						
Matières minérales totales	21,00			6,69		
Matières minérales solubles d ^e l'eau...	14,04			4,64		
Matières minérales insolubles d ^e l'eau.	6,96			2,05		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	4,95	—	4,95	4,29	—	4,29
Chlore (Cl)	4,95	5,94	7,86	0,98	9,73	10,71
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,70	0,85	2,55	0,28	2,70	2,98
Acide sulfurique (SO ₃)	1,57	2,72	4,29	4,39	3,21	4,60
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	1,97	traces	1,97	4,29	traces	4,29
Chaux (CaO)	17,95	0,25	18,20	3,70	0,69	4,39
Magnésie (MgO)	10,92	0,45	11,07	10,41	0,57	10,68
Potasse (K ₂ O)	20,22	22,75	42,97	7,94	47,44	55,35
Soude (Na ₂ O)	1,25	1,46	2,71	4,70	4,35	3,05
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	56,40	37,62	—	—	—

PORTULACACÉES.

Portulaca quadrifida L.

Existant dans tout le Congo, cette espèce fut signalée, dès 1896, par A. Dewèvre. C'est une petite plante pan-tropicale herbacée, annuelle, couvrant ordinairement les chemins (15).

A Java on la trouve, localement en grande quantité, à 250 m. d'altitude sur terrain pierreux (14).

En Afrique du Sud, elle entre dans la médecine des Zoulous.

Portulaca quadrifida L.

Nom vernaculaire	Akanyereza		
Nature du terrain	Terres salines		
Lieu de récolte	Bulinga		
Nature du produit analysé	Plante entière		
Matières minérales totales	16,40		
Matières minérales solubles dans l'eau ...	8,13		
Matières minérales insolubles dans l'eau ...	8,27		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO_2)	31,29	—	31,29
Chlore (Cl)	0,43	3,38	3,81
Acide phosphorique (P_2O_5)	3,19	0,85	4,04
Acide sulfurique (SO_3)	traces	2,22	2,29
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$) ...	12,66	traces	12,66
Chaux (CaO)	4,08	traces	4,08
Magnésie (MgO)	6,21	0,36	6,57
Potasse (K_2O)	6,45	24,65	31,10
Soude (Na_2O)	tr.	3,95	4,00
Alcalinité en K_2CO_3 %	—	89,90	44,25

Nous ne connaissons que peu de choses au sujet de sa composition chimique.

Mieux connu est le *Portulaca oleracea* (Pourpier), dont voici quelques données chimiques (17) :

	Pays-Bas	Angleterre
	%	%
Matières azotées	1,06	2,24
Graisse	0,29	—
Hydrates de carbone ...	1,28	2,16
Saccharose	—	0,40
Cellulose	1,41	1,03
Matières minérales	0,98	1,56
Eau	95,18	92,61

*
* *

Bien que récolté au gisement salin de Bulinga, l'*Akanyereza* n'est nullement typique des terres salines.

ANNONACÉES.

Certains *Popowia* se retrouvent dans les galeries forestières du Congo oriental. Il en est également ainsi dans la plaine de la Rutshuru, où on les trouve parfois en bordure des cours d'eau (12).

A Ntaga, l'*Umuzigampfizi* est très répandu; les indigènes ne lui connaissent aucun usage.

LÉGUMINEUSES.

Acacia sp.

Arbuste très répandu au gisement salin de Ntaga, sans utilité aux dires des indigènes.

Popowia djumaensis De Wild.

Nom vernaculaire	Umuzigampfizi					
Nature du terrain... ..	Terres salines					
Lieu de récolte	Ntaga (terre à «ingugu»)					
Nature du produit analysé	Feuilles			Tiges		
Matières minérales totales	11,50			5,39		
Matières minérales solubles de l'eau...	6,24			1,27		
Matières minérales insolubles de l'eau...	5,26			4,12		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	G. L.	G. S.	G. T.	G. I.	G. S.	G. T.
Silice (SiO ₂)	1,80	--	1,80	1,99	--	1,99
Chlore (Cl)	16,45	0,97	17,42	2,96	0,94	3,92
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,63	0,37	5,00	16,07	0,88	16,95
Acide sulfurique (SO ₃)	0,39	4,18	3,79	0,92	2,71	3,63
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	1,08	traces	1,08	1,78	traces	1,78
Chaux (CaO)	24,87	0,54	25,41	32,13	3,49	35,62
Magnésie (MgO)	10,44	0,39	10,83	13,00	0,97	13,97
Potasse (K ₂ O)	10,44	17,63	28,07	traces	13,22	13,22
Soude (Na ₂ O)	0,52	0,80	1,32	1,09	0,60	1,69
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	56,82	30,81	—	98,16	23,16

Teclea nobilis Del.

Nom vernaculaire	Umuzo					
Nature du terrain	Terres non salines					
Lieu de récolte	Kibungu					
Nature du produit analysé	Feuilles			Racines		
Matières minérales totales	8,60			4,70		
Matières minérales solubles ds l'eau...	3,87			2,68		
Matières minérales insolubles ds l'eau.	4,73			2,02		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	23,21	—	23,21	23,96	—	23,96
Chlore (Cl)	0,27	1,14	1,41	traces	1,76	1,76
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	3,34	5,28	8,62	7,17	0,66	7,83
Acide sulfurique (SO ₃)	0,60	2,56	3,16	1,13	4,60	5,73
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	3,47	traces	3,47	5,53	traces	5,53
Chaux (CaO)	14,45	1,17	15,62	16,51	3,04	19,55
Magnésie (MgO)	3,85	0,24	4,09	7,17	0,53	7,70
Potasse (K ₂ O)	14,66	19,09	33,75	traces	20,40	20,40
Soude (Na ₂ O)	0,45	2,38	2,83	1,19	1,67	2,85
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	83,44	37,57	—	89,50	53,92

RUTACÉES.

Teclea nobilis Del.

Arbuste ou petit arbre de l'Afrique tropicale orientale, rarement signalé.

Au Kenya l'écorce est utilisée en médecine indigène.

L'échantillon analysé a été récolté sur terre non saline.

EUPHORBIACÉES.

La littérature phytochimique ne fournit aucun renseignement au sujet des *Acalypha*.

Dans la région de Ntaga, l'*Acalypha* analysé est un arbuste très répandu, nullement spécifique des terres salines. Son utilité y serait nulle aux dires des indigènes.

STERCULIACÉES.

Dombeya quinqueseta Excell.

Il existe au Congo plusieurs représentants du genre *Dombeya* (15).

Lebrun (12) note le *D. Goetzenii* et le *D. reticulata*.

La Sterculiacée qui nous occupe peuple les savanes de l'Afrique tropicale sous forme d'arbustes ou petits arbres.

Aux environs d'Élisabethville, l'infusion de la racine est utilisée en médecine indigène (16).

En Afrique du Sud et en Afrique Orientale, l'infusion de l'écorce est également employée à des fins médicinales.

A Madagascar on prise certains *Dombeya* pour les fibres, qui servent en corderie et pour les tissages grossiers.

On ne connaît rien au sujet de la chimie de ces espèces.

Le *D. quinqueseta* n'est nullement spécifique des terrains salins; nous avons d'ailleurs pu analyser des échantillons récoltés sur différents terrains.

Au gisement salin de Ntaga, l'*Umulokore* est un arbre très répandu, dont les indigènes ne font aucun usage bien déterminé.

Acalypha sp.

Nom vernaculaire	Ingese					
Nature du terrain	Terres salines					
Lieu de récolte	Ntaga (terres à « ingugu »)					
Nature du produit analysé.	Feuilles		Tiges			
Matières minérales totales.	17,99		6,87			
Matières minérales solubles dans l'eau	7,75		3,24			
Matières minérales insolubles dans l'eau	10,24		3,63			
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. L.	C. S.	C. T.	C. L.	C. S.	C. T.
Silice (SiO_2)	12,95	—	12,95	12,12	—	12,12
Chlore (Cl)	0,14	6,58	6,72	1,76	4,09	5,85
Acide phosphorique (P_2O_5)	6,55	0,44	6,69	13,24	0,26	13,50
Acide sulfurique (SO_3)	1,01	3,94	4,95	0,15	3,88	4,03
Oxydes de fer et d'alumine ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$)	2,75	traces	2,75	2,55	traces	2,55
Chaux (CaO)	26,24	0,66	26,90	18,50	1,24	19,74
Magnésie (MgO)	1,75	0,44	1,89	16,53	0,70	17,23
Potasse (K_2O)	11,17	15,50	26,67	0,94	23,52	24,46
Soude (Na_2O)	0,40	1,03	1,43	2,00	0,98	2,98
Alcalinité en K_2CO_3 %	—	35,75	15,36	—	63,73	30,07

OLÉACÉES.

Les représentants du genre *Strychnos* sont très répandus en Afrique.

Ce sont des arbustes de savanes; le *spinosa* serait une des principales essences de la savane arbustive de l'Uele-Itimbiri.

Les Azande nomment cette espèce : *Bakonga* (12).

Au Lomami et au Katanga les diverses parties de la plante interviennent dans la médecine indigène (16).

Rappelons que les représentants de ce genre renferment dans les feuilles, tiges, baies, racines et graines de la strychnine et de la brucine.

Wehmer signale que les graines de *St. spinosa* de Madagascar ne renferment pas d'alcaloïdes toxiques.

*
* *

Au gisement salin de Ntaga on connaît l'*Umugasa*, qui serait voisin du *St. spinosa*. Il s'y présente sous la forme d'un petit arbuste dont les indigènes ne font aucun cas. Bien entendu, l'*Umugasa* n'est pas uniquement localisé au gisement.

LABIÉES.

Ocimum cfr. *suave* Willd.

Plante herbacée vivace de l'Afrique tropicale orientale, elle n'a été signalée que très rarement dans le reste de la Colonie.

Au Katanga elle est utilisée contre les maux de tête; les indigènes des Indes lui reconnaissent également des vertus médicinales.

*
* *

Plante commune très répandue sur les terres à *ingugu*, dont elle n'est cependant nullement spécifique. Aux yeux des indigènes du Ruanda elle est sans utilité.

Strychnos cfr. *spinosa* Lam.

Nom vernaculaire	Umugasa					
Nature du terrain... ..	Terres salines					
Lieu de récolte	Ntaga (terres à « ingugu »)					
Nature du produit analysé	Feuilles			Tiges		
Matières minérales totales	8,04			4,22		
Matières minérales solubles d ^s l'eau...	4,41			2,45		
Matières minérales insolubles d ^s l'eau.	3,63			1,77		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	11,64	—	11,64	7,91	—	7,91
Chlore (Cl)	2,03	17,16	19,19	1,17	6,63	7,80
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,14	traces	4,14	7,11	traces	7,11
Acide sulfurique (SO ₃)	0,26	1,74	2,00	1,42	3,17	4,59
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	1,90	traces	1,90	5,29	traces	5,29
Chaux (CaO)	18,50	1,06	19,56	24,30	1,85	26,15
Magnésie (MgO)	7,46	traces	7,46	7,60	0,29	7,89
Potasse (K ₂ O)	2,40	32,33	34,73	4,48	17,77	22,25
Soude (Na ₂ O)	0,44	2,78	3,22	1,47	4,23	5,70
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	15,20	11,16	—	55,40	32,15

Ocimum cfr. *suave* Willd.

Nom vernaculaire	Umwanya								
Nature du terrain	Terres salines								
Lieu de récolte	Ntaga (terres à « ingugu »)								
Nature du produit analysé	Feuilles			Tiges			Graines		
Matières minérales totales	9,45			4,42			5,08		
Matières minérales solubles d'eau	4,43			1,91			1,43		
Matières minérales insolubles d'eau	5,02			2,21			3,65		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	3,31	—	3,21	5,46	—	5,46	5,71	—	5,71
Chlore (Cl)	2,01	13,27	15,28	8,74	6,45	15,19	traces	6,48	6,48
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	4,92	0,51	5,43	2,96	3,76	6,72	10,75	1,38	12,13
Acide sulfurique (SO ₃)	0,14	4,47	4,61	0,14	3,68	3,82	0,94	1,00	1,94
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	2,71	traces	2,71	4,63	traces	4,63	6,15	traces	6,15
Chaux (CaO)	15,97	11,56	27,53	18,29	3,83	22,12	23,22	11,96	35,18
Magnésie (MgO)	13,58	0,28	13,86	12,10	1,00	13,10	8,07	0,68	8,75
Potasse (K ₂ O)	5,74	14,54	20,28	3,93	18,84	22,77	16,66	9,70	26,36
Soude (Na ₂ O)	0,34	6,59	6,93	1,54	4,04	5,58	0,92	1,50	2,42
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	—	27,76	—	—	29,25	—	—	35,53
	58,58			63,04					

ACANTHACÉES.

Hypoestes verticillaris R. Br.

Acanthacée très répandue dans la Colonie, où elle a été signalée par les premiers récolteurs. Elle se complait en climat chaud et modéré.

En Abyssinie, l'*H. triflora* se prescrit comme expectorant.

*
* *

Cette plante n'est donc nullement spécifique des gisements salins. Sur les terres à *ingugu* de Ntaga elle est très répandue, sans que les indigènes en tirent grand profit.

Hypoestes verticillaris R. Br.

Nom vernaculaire	Ijojwe								
Nature du terrain	Terres salines								
Lieu de récolte	Ntaga (terre à « ingugu »)								
Nature du produit analysé.	Inflorescences			Feuilles			Tiges		
Matières minérales totales..	12,95			18,94			15,84		
Matières minérales solubles dans l'eau	7,90			10,00			10,61		
Matières minérales insolubles dans l'eau	5,05			8,94			5,23		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	2,66	—	2,66	3,68	—	3,68	2,51	—	2,51
Chlore (Cl)	—	11,07	11,07	0,55	14,66	15,21	0,04	12,88	12,92
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)..	7,24	1,50	8,74	3,89	0,39	4,28	9,00	0,27	9,27
Acide sulfurique (SO ₃)... ..	3,44	7,05	10,49	1,10	6,78	7,88	0,32	5,16	5,48
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	3,84	traces	3,84	1,74	traces	1,74	2,72	traces	2,72
Chaux (CaO)	16,53	1,11	17,64	19,74	2,00	21,74	15,63	0,30	15,93
Magnésie (MgO)	5,40	0,67	6,05	10,06	0,23	10,29	5,68	0,26	5,94
Potasse (K ₂ O)	5,64	28,00	33,64	7,83	26,00	33,83	4,20	34,19	38,39
Soude (Na ₂ O)	1,49	4,61	6,10	1,34	1,50	2,84	0,25	0,25	0,50
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	25,46	15,71	—	25,66	13,52	—	39,76	26,77

COMPOSÉES.

Vernonia cistifolia O. Hoffm.

Plante suffrutescente ou herbacée du Katanga et du Ruanda.

Certains *Vernonia* sont utilisés par les indigènes, soit en médecine, soit comme poison pour les flèches.

*
* *

Au gisement salin de Ntaga, l'espèce se présente sous la forme d'un petit arbuste, très répandu, sans grande utilité.

Vernonia cistifolia O. Hoffm.

Nom vernaculaire	Umunyurugisaka								
Nature du terrain	Terres salines								
Lieu de récolte	Ntaga (terre à « ingugu »)								
Nature du produit analysé.	Inflorescences			Feuilles			Tiges		
Matières minérales totales..	9,86			11,97			4,08		
Matières minérales solubles dans l'eau	4,29			5,40			2,74		
Matières minérales insolubles dans l'eau	5,57			6,57			1,37		
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.	C.I.	C.S.	C.T.
Silice (SiO ₂)	6,96	—	6,96	8,67	—	8,67	6,38	—	6,38
Chlore (Cl)	3,97	9,68	13,65	0,02	11,32	11,34	2,06	5,10	7,16
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)..	4,20	2,25	6,45	4,39	0,45	4,84	1,33	1,05	2,38
Acide sulfurique (SO ₃)... ..	0,31	3,58	3,89	1,03	3,41	4,44	0,95	4,17	5,12
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃)	5,79	traces	5,79	3,28	traces	3,28	8,25	traces	8,25
Chaux (CaO)	14,92	2,07	16,99	16,47	3,76	20,23	16,22	0,28	16,50
Magnésie (MgO)	12,99	0,26	13,25	14,95	0,12	15,07	7,65	0,60	8,25
Potasse (K ₂ O)	5,63	19,60	25,23	1,58	21,70	23,28	9,08	29,46	38,54
Soude (Na ₂ O)	0,76	0,56	1,32	0,13	2,13	2,26	4,16	2,78	6,94
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	30,00	13,06	—	22,08	9,97	—	65,24	43,20

Vernonia sp.

Aux dires du récolteur, arbre très répandu au gisement salin de Ntaga; les indigènes n'en font aucun cas.

Vernonia sp.

Nom vernaculaire	Umibirizi					
Nature du terrain... ..	Terres salines					
Lieu de récolte	Ntaga (terre à « ingugu »)					
Nature du produit analysé	Feuilles		Tiges			
Matières minérales totales	14,09		11,55			
Matières minérales solubles d's l'eau...	9,27		8,53			
Matières minérales insolubles d's l'eau.	4,82		3,02			
<i>Composition centésimale des matières minérales :</i>	C. I.	C. S.	C. T.	C. I.	C. S.	C. T.
Silice (SiO ₂)	7,45	—	7,45	2,48	—	2,48
Chlore (Cl)	1,68	13,58	15,26	—	16,62	16,62
Acide phosphorique (P ₂ O ₅)	1,57	2,57	4,14	0,80	1,96	2,76
Acide sulfurique (SO ₃)	1,25	2,45	3,40	0,70	6,20	6,90
Oxydes de fer et d'alumine (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃)	3,15	traces	3,15	2,57	traces	2,57
Chaux (CaO)	10,67	0,32	10,99	8,70	4,73	13,43
Magnésie (MgO)	8,86	0,10	8,96	6,62	0,28	6,90
Potasse (K ₂ O)	3,98	32,09	36,07	8,55	28,10	36,65
Soude (Na ₂ O)	2,02	2,98	5,00	1,01	4,13	5,14
Alcalinité en K ₂ CO ₃ %	—	40,27	26,51	—	38,33	28,29

CHAPITRE III.

CONSIDÉRATIONS ET COMMENTAIRES.

Le lecteur qui examinera les résultats expérimentaux fournis par l'analyse minérale des végétaux, et détaillés dans les tableaux du chapitre précédent, sera peut-être surpris, comme nous l'avons été nous-mêmes au début de nos recherches, de constater que :

1. Les végétaux récoltés sur sols salins présentent des teneurs en alcalins qui n'ont rien d'anormal, bien que, dans certains cas, on puisse noter des teneurs en Na_2O relativement fortes.

2. Quand il a été possible de procéder à l'analyse comparée de plantes provenant de terrains différents, les teneurs en K_2O et Na_2O des spécimens des terrains normaux ne sont pas tellement inférieures à celles de la même espèce croissant sur sols alcalins ou salins.

Pour tâcher d'élucider ce problème, il est nécessaire de l'envisager d'abord sous son aspect théorique, pour étudier l'influence que peuvent exercer les sels solubles du sol sur le métabolisme de la plante et les raisons de l'accumulation dans ses tissus de certains cations de préférence à d'autres. Nous discuterons ensuite la composition des végétaux examinés pour tenter, enfin, de juger de la valeur fourragère des Graminées et, par extension, des pâturages du Ruanda-Urundi.

**§ 1. CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR L'ACTION DES SOLS
SUR LE VÉGÉTAL.**

A. — « Toute manifestation de l'activité de l'organisme est fondée, dit le Prof^r V. N. Lubimenko, sur des échanges de matières premières et d'énergie avec le milieu ambiant. »

Or, « à la base de toute manifestation vitale de la cellule se trouve la pénétration d'eau dans le protoplasme » (18).

Cette pénétration est favorisée par le fait que tant la membrane cellulaire que le protoplasme lui-même laissent diffuser l'eau avec une très grande facilité et, de plus, gonflent dans un milieu aqueux.

Pour pouvoir s'introduire dans la cellule, toute solution aura à traverser la couche externe, membrane perméable, et la couche protoplasmique, semi-perméable. Tandis que la première laissera diffuser l'eau et les matières dissoutes, la seconde, théoriquement du moins, arrêtera les sels et autres substances solubles. Pratiquement, cependant, le protoplasme est perméable à un certain nombre de matières organiques et minérales; seule la vitesse de diffusion de ces substances est moins rapide.

Nous ne serons pas loin de la vérité si nous comparons cet édifice à une membrane de précipitation.

Théoriquement encore, une telle membrane, au contact d'un milieu extérieur aqueux, provoquera un fort courant d'eau de l'extérieur vers l'intérieur, sans qu'elle laisse diffuser en direction contraire les sels contenus dans la cellule. La pression osmotique de l'extérieur vers l'intérieur sera donc directement proportionnelle à la concentration de la solution saline.

Comment les choses se passent-elles en réalité?

Il est généralement admis que la perméabilité du protoplasme de la cellule vivante se rapproche sensiblement de celle de la membrane de précipitation, avec cette différence que la première est extensible.

La pression osmotique se manifeste dans la plante sous la forme de turgescence, provoquant, tout d'abord, un détachement de la couche protoplasmique de la membrane cellulaire.

Trois alternatives peuvent se produire :

1. La membrane est en contact avec de l'eau pure: il se produit un courant d'eau vers le centre de la cellule et la pression de turgescence équivaut, dans ce cas, à la pression osmotique : les membranes se distendent.

2. Si l'on plonge la cellule dans une solution de même concentration que celle des sucs cellulaires, la pression osmotique à l'intérieur de la membrane sera équilibrée par la pression extérieure. Les membranes resteront dans le même état d'extension.

3. Quand on augmente la concentration de la solution extérieure, une partie de l'eau de la solution moins concentrée passera dans la solution plus concentrée. Les membranes se rétréciront selon leur degré d'extensibilité respectif; la membrane cellulaire peu, la couche protoplasmique considérablement. Nous en arrivons finalement à la plasmolyse.

Voilà quelles peuvent être, en théorie, les réactions du végétal à un milieu chargé de sels. La réalité n'est cependant pas si simple.

En effet, la perméabilité, tant de la couche épidermique du protoplasme que du protoplasme lui-même, n'est guère constante et elle peut varier sous l'action de la température et de la lumière.

D'autre part, parmi les éléments qui diffusent dans la cellule se trouvent des composés organiques et minéraux.

La cellule assimile les premiers, car elle a le pouvoir de les transformer en d'autres substances insolubles dans l'eau et donc non diffusibles.

Mais les éléments minéraux, tel le sel marin, qui ne subissent pas de transformation chimique, continuent à affluer dans la cellule végétale jusqu'à établissement d'équilibre entre les deux solutions. Cette concentration-limite peut varier d'un individu à l'autre et même d'une

génération à l'autre, selon que la plante a été mise en état de réagir contre les conditions extérieures et de s'acclimater au milieu.

Ceci peut expliquer :

1. La capacité de la cellule de n'absorber, en quantités importantes, que des substances bien déterminées.

2. L'accumulation, dans les tissus du végétal, de corps sans profit apparent pour son métabolisme.

Si ces corps sont organiques, ils sont soustraits à l'action de la pression osmotique et peuvent s'amasser, même si la teneur de la solution primitive n'est pas importante.

Par contre, s'ils ne subissent pas de transformations, comme c'est le cas de certains sels minéraux, la cellule ne peut guère en accumuler des quantités, même si la teneur de la solution ou du milieu extérieur est très élevée, car, par le jeu de l'osmose, des échanges peuvent se produire.

Dans le cas des sols salins ou alcalins, il faut tenir compte du fait que ce complexe n'est pas un milieu rigoureusement constant.

Des chutes de pluies diluent et entraînent les sels; à la période sèche l'eau remonte et arrive ainsi à la disposition de la plante chargée des sels dissous lors de son passage à travers les couches minérales.

Il en résulte une variation continuelle dans la concentration du milieu extérieur et *ipso facto* du suc cellulaire.

Puisque l'imperméabilité du protoplasme est plus théorique que réelle, on doit en déduire que la teneur en sels des cellules peut varier d'un moment à l'autre.

B. — Si nous adaptons ces considérations théoriques au cas concret qui nous occupe, il devient plus facile d'expliquer certains phénomènes et de mesurer la portée du désastre qui peut découler de l'apparition de terres salines ou alcalines dans une région.

Il est généralement admis que certains éléments sont d'autant plus abondants dans les matières minérales de la plante, que le sol sur lequel celle-ci végète en contient davantage.

Tel est notamment le cas de la potasse et de la soude, dont le végétal accumule parfois des quantités importantes, sans qu'il en tire toujours complètement profit.

Ceci peut s'expliquer maintenant par le fait que, se trouvant dans un milieu riche en alcalins, le protoplasme n'étant pas rigoureusement imperméable, par le jeu de l'osmose, une partie de ces sels peut diffuser dans la cellule. C'est, en somme, un acte de défense passive de la plante, car, ce faisant, elle empêchera la plasmolyse de se produire, ou tout au moins l'arrêt de la croissance.

Mais quand le sol présente des teneurs élevées en alcalins, selon la dose de ceux-ci, les trois alternatives discutées théoriquement plus haut peuvent se produire :

1. Teneurs élevées : les radicelles, qui puisent l'eau dans le sol, peuvent se trouver en présence d'une eau dont la concentration en sels solubles sera plus élevée que celle du liquide cellulaire. L'eau végétale diffusera vers l'extérieur, la plasmolyse interviendra et ce sera la mort du végétal.

2. Quand les teneurs sont plus faibles, il peut se produire un équilibre, qui aura pour effet de rendre le flux d'eau réversible. La plante ne pourra se nourrir suffisamment aux dépens du milieu; elle ne pourra pas absorber la quantité d'humidité requise, elle ne croîtra guère.

3. Enfin, la teneur du sol en alcalins sera forte, tout en se rapprochant de celle d'un sol normal; la plante absorbera, en même temps que l'eau, des quantités plus élevées de sels solubles qu'à l'habitude. A cause de la propriété sélective de la cellule, ces doses ne dépasseront cependant pas tellement celles absorbées par les végétaux croissant sur terrains ordinaires.

Ce dernier cas est le plus fréquent.

Naturellement, ce qui est vrai pour les terres alcalines le sera également pour toute terre et pour tout sel soluble y contenu. Une terre alcaline, comme nous l'avons dit au début de ce travail, ne présente pas nécessairement une réaction alcaline et n'est pas même obligatoirement anormalement riche en alcalins.

Ces considérations font entrevoir les raisons des faits, si souvent observés, que la végétation devient malingre, suffrutescente quand la teneur en éléments salins du sol dépasse certaines limites, et pourquoi la végétation des zones maritimes émigre parfois vers la cime des dunes, où la teneur en sels solubles est moins importante.

D'autre part, la végétation réagit contre l'afflux de sels alcalins en adaptant sa structure au milieu. Ainsi, Harris note que, sur un sol alcalin, les feuilles sécrètent une espèce de cire dont elles se recouvrent; en outre, la cuticule s'épaissit, de même que les cellules épidermiques. Ainsi, la transpiration de la plante est réduite au minimum.

C. — Voyons maintenant quelle est l'utilité des sels de K et de Na et du Cl pour le végétal, ainsi que leur toxicité respective; nous nous efforcerons ensuite de trouver une explication à l'accumulation sélective de certains sels, de préférence à d'autres, et ce parfois malgré le milieu.

1. Rôle des alcalins et du chlore dans le métabolisme de la plante.

a) POTASSIUM. — On sait l'importance de ce cation dans le métabolisme général.

Bien que son action ne soit pas directe, il est indispensable pour la vie des cellules. Il joue un rôle primordial dans la photosynthèse et la migration des hydrates de carbone dans la plante : le transport des saccharides est, en effet, le résultat de phénomènes osmotiques; les sels de potasse contribuent beaucoup à l'augmentation de cette pression.

b) SODIUM ET CHLORE. — Le sodium et le chlore, qui sont indispensables à la vie des animaux supérieurs (20), ne semblent pas avoir une importance aussi marquée dans le règne végétal.

L'action stimulante de NaCl dans l'alimentation est bien connue.

La présence du Cl est presque universelle et tous les végétaux en absorbent régulièrement, même dans un sol pauvre en cet anion.

Guerillot (21), Singh et Prasad (22) ont montré que les céréales cultivées sur terrain vierge contenant 0,025 % de Cl en ont absorbé des quantités comprises entre 2,42 et 4,7 % et que leur besoin est plus grand au stade de la plus grande croissance.

D'autre part, A. V. Sokolov note que, d'une manière générale, les plantes calciphobes sont également chlorophobes (23).

On peut se demander à quel cation le Cl est lié quand il pénètre dans les tissus des végétaux.

Si les plantes vivant dans un milieu salin, bord de la mer ou sols salins, peuvent être amenées à absorber une certaine quantité de NaCl, beaucoup de plantes terrestres ne le font pas, et le peu de Cl présent est lié sous forme de KCl.

Nous verrons plus loin les raisons de cette absorption sélective, bien que certaines plantes paraissent plus aptes que d'autres à accumuler NaCl.

Le Na n'est pas toujours et nécessairement à la disposition de la plante sous forme de NaCl.

Dans certains sols riches en sels de potasse, l'avoine n'absorbe une forte dose de Na que lorsque l'ion est combiné à certaines fonctions acides indispensables à la plante, tel Na_2HPO_4 .

2. Toxicité des sels alcalins pour les végétaux.

Il est particulièrement délicat de vouloir tirer des conclusions pratiques de l'étude chimique et agricole de quelques réactions précises de la végétation en présence de sels bien déterminés que le sol contient en proportions variables.

Restant dans les généralités, signalons encore que beaucoup de semences ne germent pas quand l'alcalinité du sol est trop élevée. De nombreuses plantes, qui supportent difficilement l'alcalinité au moment de la germination, sont beaucoup plus résistantes pendant la période de croissance. La plupart des plantes s'accommodent le mieux de milieux alcalins, quand approche pour elles le moment de la maturité.

3. Raisons de l'accumulation élective de potassium par la plante.

Le potassium existe dans tous les végétaux. C'est un fait général.

Il est connu que pour des plantes ne subissant pas l'influence du milieu (qui peut être la mer, les marais salants, ou les terres salines) la teneur en sels de potasse dépasse de beaucoup celle en sels de sodium.

Seulement, quand la plante vit dans un milieu riche en ions potassium et sodium, et même dans un milieu plus riche en ions de ce dernier métal, le potassium prédomine quasi toujours dans le végétal.

G. Bertrand et M. Rosenblatt (25) ont montré, en effet, que chez les algues le rapport K/Na ne s'est pas montré inférieur à l'unité, et seulement un peu inférieur à 1 dans un tiers environ des espèces examinées qui croissent en eaux saumâtres ou sur le bord de la mer.

Pour d'autres végétaux, le rapport est extrêmement variable et passe de 3 à 1.000 (26).

Comment expliquer cette action sélective des plantes ?

a) L. Lapique donne une réponse très élégante (27).

Éliminant, à priori, l'idée de l'action de la membrane, il assimile le protoplasme de la cellule à un grumeau protéidique entièrement perméable.

On suppose des molécules d'un protide (P) nageant dans une solution de sels dissociables de K et de Na, et susceptible de se combiner avec les cations de ces sels.

A ce système l'auteur applique la loi d'action des masses, admettant :

α) qu'il y a 100 fois plus d'ions sodium dans la solution : $\text{Na}^+ = 100 \text{ K}^+$;

β) que l'affinité (A) du protide (P) pour le potassium est 100 fois plus forte que pour le sodium : $A = 100$.

A l'équilibre les concentrations peuvent être exprimées par la relation

$$\frac{[\text{PK}]}{[\text{PN}]} = \frac{100 \text{ K}^+}{\text{Na}^+} ; \quad \text{ou} \quad [\text{PK}] = \frac{100 \text{ K}^+}{\text{Na}^+} [\text{PNa}] ; \quad \text{soit} \quad [\text{PK}] = 100 [\text{PNa}]$$

Il y aura ainsi autant de protide combiné à l'un et à l'autre ion métallique.

Or, la concentration de 100 de Na pour 1 de K est invraisemblable dans la pratique. Si au lieu de 1 on admet 4 de K pour 100 de Na, les molécules de [PK] deviennent déjà quatre fois plus nombreuses.

Naturellement, il n'existe pas dans la plante une *solution* de protide, mais des petits fragments discontinus. L'auteur affirme cependant qu'il n'y a aucune raison mécanique pour que la diffusion subisse une discontinuité importante.

Ces considérations théoriques sont vérifiées par l'expérience.

L. Lapique a montré que la zone externe de la couche protoplasmique, à condition d'être largement perméable, fixe les cations et de préférence les ions K.

Les éléments externes ne tardent pas à être refoulés

vers l'intérieur à la suite du brassage respiratoire. Ils arrivent ainsi, dans la zone interne de la cellule, au contact avec le suc acide. Les protides, ayant transporté les ions K, les abandonnent, et c'est ainsi que ce métal s'accumule dans la cellule, de préférence au Na.

Ce phénomène se répétera à l'infini jusqu'au moment où la cellule manquera d'acide : quand les sels accumulés ont neutralisé la fonction acide. Ceci ne se produira pas rapidement; le végétal peut aisément compenser les pertes.

b) André et Demoussy trouvent une autre explication tout aussi rationnelle qui se rapproche cependant de celle de Lapicque (28).

Constatant que chez les plantes terrestres on rencontre du sodium, dont la proportion semble répondre à la présence et à la dose contenue dans le sol, ils doivent pourtant se rendre à l'évidence que les végétaux terrestres semblent absorber beaucoup plus aisément le K que le Na.

Ils concluent — basant leurs dires sur des expériences de laboratoire — que la plus grande diffusibilité des sels de K, le plus mobile des cations métalliques, pourrait rendre cette absorption sélective vraisemblable.

De la sorte, le végétal recevrait proportionnellement plus de K que de Na.

Les deux explications sont basées l'une et l'autre sur les propriétés spéciales du K; l'une décrit son affinité pour le protide, l'autre est basée sur la plus grande diffusibilité de ses sels.

Le potassium existe donc dans tous les végétaux quasi toujours en doses plus fortes que le Na.

Quand certaines plantes, végétant sur un milieu anormalement riche en sels de Na, montrent des teneurs relativement élevées en ce métal, on ne peut incriminer que

le sol. Ceci est communément admis et trouve confirmation dans le fait suivant.

Le résidu d'incinération d'une Graminée du Cameroun, épuisée par l'eau, a fourni plus de 80 % de KCl et 7 % de $\text{CaK}_2(\text{SO}_4)_2$, à côté d'un peu de NaCl, de MgCl_2 , de K_2SO_4 et de SiO_2 . Ces minéraux ont été tout simplement puisés dans le sol par la plante, car on a trouvé qu'ils existaient également dans les gisements salifères ayant porté le végétal.

c) Quand maintenant des espèces vivent sur un terrain pauvre en potasse elles fournissent, par rapport à celles végétant sur un sol riche en alcali, une teneur plus faible en cet élément. Cette déficience peut être contre-balançée par des doses plus élevées en d'autres sels minéraux.

Or, le sodium peut être parmi les « remplaçants ». Il émigre dans les tiges et les feuilles, tandis que la potasse, devenue disponible, s'en irait vers les graines, qui en font une abondante consommation.

On a dès lors cru pouvoir établir la règle que le végétal, se développant dans un milieu pauvre en potasse, absorbe une certaine quantité de soude, dont il ne se serait pas emparé s'il s'était trouvé en présence d'une proportion suffisamment élevée de potassium. Alors que ce dernier élément ne peut jamais être remplacé totalement par aucun autre métal, il peut l'être partiellement par le sodium (29).

Cette opinion semble trouver confirmation dans les recherches de V. A. Frantzesson (2), qui a remarqué que l'extract aqueux d'un certain nombre de plantes, telles *Artemisia maritima*, *A. pauciflora*, *Kochia prostrata*, *Camphorosma monospeliacum*, croissant sur des terrains semi-désertiques, contient d'importantes quantités de Na.

L'auteur va même jusqu'à admettre que la végétation de ces régions semi-désertiques est un des facteurs importants de la transformation des terrains en « solonets ».

Nous croyons avoir montré à suffisance la nécessité de rechercher la composition centésimale des cendres de végétaux croissant sur des terres salines et, si possible, des mêmes végétaux croissant sur des terrains normaux, admettant que la plante peut accumuler dans ses tissus des proportions d'éléments minéraux apparemment sans utilité pour son métabolisme.

Seulement, les conclusions dépasseront singulièrement le cadre du but primitivement circonscrit. Bien qu'il soit téméraire de vouloir juger de la valeur d'un sol par la composition chimique de la plante et de ses matières minérales, il reste vrai cependant que les données numériques fournies par ces analyses peuvent corroborer celles fournies par les recherches des bases échangeables des sols.

Nous discuterons maintenant les résultats fournis par nos recherches sur les végétaux des sols salins du Ruanda-Urundi.

§ 2. CONSIDÉRATIONS SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE MINÉRALE DES VÉGÉTAUX DES SOLS SALINS ET NORMAUX.

A. — Origine des végétaux.

Les nombreux végétaux examinés proviennent de quatre régions bien déterminées du Ruanda-Urundi, régions dépendantes des bassins de la Kagera et de la Ruzizi.

En général, les plantes ont été récoltées à des endroits dont des échantillons de terre furent transmis, ou sur des formations géologiques voisines.

BASSIN DE LA KAGERA.

1. *Territoire de Biumba.* — D'après le récolteur, les espèces croissent sur les terres à *inguu* qui abondent dans les territoires de Kigali, Kibungu et dans les mêmes formations géologiques à Biumba. Elles sont toutes com-

munes à la plus grande partie du Ruanda et de l'Urundi : certains *Panicum* y sont même très abondants.

Les plantes examinées sont surtout des Graminées : *Setaria longiseta* P. Beauv.; *Brachiaria Kotschyana* (Hochst.) Stapf. et *Br. decumbens* Stapf.; *Panicum* sp.; *Hyparrhenia cymbaria* (L.) Stapf.; *Cynodon dactylon* L., ainsi qu'une *Commelinacée* : *Commelina* cfr. *nudiflora* L.

Malheureusement, nous n'avons pas eu à notre disposition de la terre de Biumba.

2. *Territoire de Kibungu.* — C'est dans cette région que se trouve la colline Ntaga, dont les indigènes extraient de la terre en vue de la préparation du liquide salin examiné d'autre part.

Dans le cas présent nous avons été plus heureux; les végétaux ont été récoltés dans le voisinage immédiat de l'endroit où fut prélevée de la terre.

Tout comme dans le cas précédent, les espèces botaniques ne sont pas vraiment typiques des terres salines, sauf toutefois le *Pluchea Dioscoridis*, qui se retrouve sporadiquement au gisement de Ntaga.

Parmi la végétation, on rencontre comme Graminées : *Brachiaria decumbens* Stapf.; *Setaria barbata* (Lam.) Kunth.; *Cynodon dactylon* L. var. *plectostachyum* Robyns. Comme autres *Phanérogames* : *Strychnos* cfr. *spinosa* Lam.; *Dombeya quinqueseta* Excell.; *Vernonia cistifolia* O. Hoffm.; *Phytolacca dodecandra* l'Hérit.; *Hypoestes verticillaris* R. Br.; *Popowia djumaensis* De Wild.; *Ocimum* cfr. *suave* Willd.; en outre des *Acalypha*, *Vernonia*, *Acacia*. Comme seule plante typique des terres salines de Ntaga le *Pluchea Dioscoridis*.

BASSIN DE LA RUZIZI.

1. *Territoire de Kamemba.* — Aux confins du Ruanda, dans la plaine de la Ruzizi, croît une Joncaginée aux endroits périodiquement inondés.

2. *Territoire d'Usumbura.* — Dans la région de Bulinga, la végétation est également composée de plantes nullement typiques des sols salins.

Il nous fut transmis plusieurs Graminées : *Sporobolus pyramidalis* Beauv.; *Cynodon dactylon* L. (peu commun dans la vallée de la Ruzizi, mais plus fréquent aux hautes altitudes et surtout dans les plaines de lave de Ruhengeri et de Kisenyi); *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. Notons aussi *Commelina Kabaranensis* De Wild. (très commun dans tous les pays); *Portulaca quadrifida* L.

B. — Remarques préliminaires.

Dans le cas présent on est tout naturellement enclin à attribuer aux matières minérales une importance capitale.

Avant toute chose, il importe de bien spécifier que les matières minérales, obtenues par calcination, ne reflètent qu'imparfaitement la composition minérale réelle des végétaux frais.

En effet, beaucoup de sels, trouvés dans les cendres, n'existent pas sous cette forme dans la plante.

Ainsi, l'alcalinité est due à K_2CO_3 , forme sous laquelle on a l'habitude de l'exprimer dans les protocoles d'analyses. Or, K_2CO_3 n'existe pratiquement pas sous cette forme dans le végétal vivant; il prend naissance lors de l'incinération par destruction des oxalates, malates, citrates et tartrates alcalins. Toutefois, certains organes, feuilles et surtout écorces, peuvent contenir des bicarbonates de Ca que la chaleur transforme en carbonates.

Il en est de même des sulfates. Dans le végétal frais ils n'existent normalement qu'à l'état de traces; les quantités importantes rencontrées dans les cendres peuvent provenir de la destruction, avec oxydation, des matières albuminoïdes, dans le noyau desquelles se trouve toujours du soufre.

Cette première restriction faite, une même plante qui se développe sur deux sols de constitution chimique et géologique dissemblables fournira des matières minérales quantitativement et qualitativement différentes.

On admet, en effet, que la composition minérale est fonction :

- a) de la nature du sol;
- b) de sa richesse plus ou moins grande en éléments fertilisants;
- c) de la quantité et de la nature des engrais enfouis dans le sol.

D'autres facteurs encore peuvent jouer un très grand rôle quand il s'agit de récoltes faites à des périodes différentes; ce sont :

- a) la quantité d'eau reçue par le sol;
- b) la température moyenne;
- c) le degré d'éclairement.

Nous ne sommes malheureusement pas renseignés sur tous ces points, encore que, dans le cas présent, certains peuvent être négligés.

On peut supposer que les terres n'ont nullement été enrichies en éléments fertilisants ou engrais; il s'agit donc de terrains vierges où l'homme n'a guère encore pu faire sentir une action profonde. Et ceci n'est pas sans intérêt. D'autre part, le récolteur nous a affirmé que chaque série de plantes a été récoltée au même moment dans chacune des régions naturelles décrites d'autre part.

Ceci peut calmer partiellement nos appréhensions sur les trois derniers facteurs qui peuvent influencer la croissance et la teneur éventuelle en matières minérales.

Revenons-en maintenant aux végétaux des terres salines du Ruanda-Urundi.

Trente-neuf espèces botaniques ont été étudiées, dont 29 récoltées sur terrains salins et 10 sur terrains normaux; en tout 68 analyses : 51 pour les végétaux de terres salines et 16 pour les plantes de terres non salines.

1. — Graminées.

Parmi les 39 espèces des sols salins il y avait 16 Graminées.

Nous les extrayons plus spécialement pour deux motifs :

a) Le Ruanda-Urundi étant un pays de pâturages, elles peuvent présenter un très grand intérêt pour l'économie du pays.

b) Précédemment, l'un d'entre nous a eu l'occasion d'étudier près de 70 Graminées provenant de récoltes de H. Scaëtta dans la montagne de Tshibinda, dans les régions du Ruanda, avoisinantes du Kivu, et au Parc National Albert. Nous possédons ainsi des termes de comparaison sérieux.

A. — Comparaison entre les Graminées des terres salines et non salines, sans tenir compte de leur distribution dans les quatre régions susnommées.

1. La moyenne des teneurs en *matières minérales totales* est pratiquement identique dans les foins des terres salines et dans ceux récoltés sur terre normale au Kivu et dans les régions avoisinantes.

En effet :

a) La moyenne de l'analyse de 69 Graminées diverses fournit 9,51 % de cendres totales.

b) Pour 16 analyses de foins des terres salines du Ruanda-Urundi nous trouvons en moyenne 8,82 %.

c) Pour 5 espèces botaniques croissant sur terrains

salins et non salins du Ruanda-Urundi nous avons noté respectivement 10,81 et 10,74 %.

En résumé, les terres salines fournissent des Graminées à teneurs en cendres totales identiques à celles des terrains normaux du Kivu.

2. Par contre, la moyenne des teneurs en *matières minérales solubles dans l'eau* est beaucoup plus élevée dans les foins des terres salines.

a) La moyenne des richesses en matières minérales solubles des 69 foins du Kivu est de 2,678 %; pour les 16 Graminées des terres salines : 3,114 %.

b) La *comparaison* de 5 mêmes espèces des terres salines et non salines fournit respectivement : 4,537 et 3,344 %.

L'écart est donc très net.

Si l'on compare entre elles les teneurs en cendres totales, on verra :

Pour les foins du Kivu, 9,51 % de cendres totales fournissant 2,678 % de cendres solubles, soit 28,16 %;

Pour ceux des terres salines, 8,82 % de matières minérales fournissent 3,114 % de cendres solubles; la proportion est de 35,3 %.

3. Si nous tenons compte de la *teneur des cendres en silice* (SiO_2), nous voyons que pour les 69 foins du Kivu la moyenne s'établit à 4,273 % de la matière mise en œuvre. Les Graminées des terres salines fournissent en moyenne 3,48 % de silice, alors que la comparaison des mêmes espèces botaniques croissant sur sols salins et normaux conduit à 3,37 et 3,85 %.

Il en résulte que les végétaux des terrains normaux sont plus fournis en silice que ceux croissant sur terrains salins.

Résumant les trois paragraphes précédents, nous trouvons :

a) Comparaison entre les Graminées du Kivu et des terres salines du Ruanda-Urundi :

	Foins du	
	Kivu. 69 échantillons. Sols non salins.	Ruanda-Urundi 16 échantillons. Sols salins.
Moyenne des teneurs en :	%	%
Matières minérales totales	9,51	8,82
Matières minérales solubles dans l'eau.	2,678	3,114
Silice (SiO_2)	4,273	3,48

b) Comparaison entre les teneurs des Graminées suivantes croissant sur sols salins et non salins du Ruanda-Urundi :

Sporobolus pyramidalis.

Cynodon dactylon.

Cynodon dactylon var. *plectostachyum.*

Brachiaria Emini.

Setaria barbata.

	Sols non salins.	Sols salins.
Moyenne des teneurs en :	%	%
Matières minérales totales	10,74	10,81
Matières minérales solubles dans l'eau.	3,344	4,537
Silice (SiO_2)	3,85	3,37

Les Graminées des terrains normaux du Ruanda-Urundi sont donc, en moyenne, soumises aux mêmes règles que celles du Kivu.

4. Allons plus loin dans les comparaisons entre les cinq espèces botaniques précitées et voyons ce que deviennent les *autres éléments minéraux*.

Puisque, en général, les teneurs en silice sont plus élevées dans les plantes croissant sur sol normal, on peut s'attendre à ce que les autres constituants minéraux se

retrouvent en moindre proportion dans les végétaux des terres non salines.

Mais quels sont alors, proportionnellement, les anions et les cations qui comblent le déficit en silice, et sous forme de quel sel semblent-ils exister dans le végétal ?

On répondrait à priori : sous forme de chlorures alcalins, s'il est démontré que ceux-ci existent en fortes proportions dans le sol.

Reprenons en particulier chacun des cinq végétaux précités.

a) *Sporobolus pyramidalis*. — Les teneurs en SO_3 , P_2O_5 , CaO et MgO de la plante sans racines sont sensiblement identiques dans les deux échantillons d'origine différente, voire même légèrement supérieures dans les végétaux des terres salines. La teneur en oxydes de fer et d'alumine y est nettement déficitaire; par contre, les doses de Cl , de K_2O et de Na_2O sont nettement supérieures. Mais en outre, l'*Uguya* des terrains normaux fournit des cendres dont l'alcalinité est environ 3 fois plus élevée.

Que tirer de ceci ?

α) $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ représente dans les végétaux des terres salines 30 % des cendres totales; Cl , 7,6 %;

β) Dans les terres non salines, la somme $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ n'atteint pas 20 % des cendres et Cl , 1,1 %.

Dans les cendres de l'espèce croissant sur terrains salins, il y a un excédent d'alcalis de 10 % et de 6,5 % de Cl , par rapport à la même espèce récoltée sur terrain normal; par contre, l'échantillon des terres non salines montre un excédent d'alcalinité.

On en conclurait donc que dans les plantes croissant sur terrain normal la majorité des alcalins est liée sous forme organique, que l'incinération transforme en carbonates. Les mêmes Graminées, végétant sur terrains

salins, ont une grande partie de leurs alcalins fixés sous forme de chlorures.

b) *Cynodon dactylon*. — Comme prévu, on retrouve une plus forte dose de silice dans l'*Uruchacha* des terres normales; les teneurs des cendres en acide phosphorique, oxydes de fer et d'alumine et en chaux sont voisines. Quant aux autres éléments minéraux, le tableau suivant en montre les excédents ou les déficits dans les végétaux des terres salines :

	Terres salines.	
	Biumba.	Bulinga.
	%	%
Chlore	+ 6,7	+ 1,7
Acide sulfurique... ..	+ 1	+ 3
Magnésie	+ 2,2	+ 2
Potasse	+ 29	— 2,5
Soude	+ 0,4	+ 4,8
Alcalinité	— 6	— 23

C'est donc une confirmation des observations précédentes.

Le chiendent récolté à Biumba se différencie de celui de Bulinga par une plus forte alcalinité et une dose beaucoup plus élevée en potasse. Les cendres semblent être plus riches en K_2CO_3 et KCl. Pour l'échantillon de Bulinga, faible alcalinité, peu de potasse, mais beaucoup de NaCl.

c) *Cynodon dactylon* var. *plectostachyum*. — Comme déjà signalé, la dose de silice est beaucoup plus forte dans l'*Uruchacha* des terres non salines.

Sulfates, phosphates, oxydes de fer et d'alumine, chaux, magnésie et même les alcalins sont dans des proportions très voisines. Seulement, il y a un excédent de 6,5 % de Cl et un déficit de 10,5 % de K_2CO_3 (soit sensiblement 3,5 % de CO_2) dans l'échantillon des terres salines.

Il en résulte que, comme dans les espèces précédentes,

plus il y a de chlorures dans les cendres, moins il y a de carbonates.

d) *Brachiaria Emini*. — Cette espèce — chose curieuse — fournit des résultats contradictoires, mais d'une façon tellement flagrante qu'on est en droit de se demander si le récolteur n'a pas été induit en erreur.

Les constatations développées précédemment se vérifient admirablement sur le seul échantillon des sols normaux et se trouvent en défaut sur un des deux échantillons des terres salines.

Les doses de fer et d'alumine et de magnésie des cendres étant voisines, voici ce que nous avons pu observer :

	Terres salines.		Terres non salines.
	Ntaga.	Bimba (douteux).	Kibungu (douteux).
	%	%	%
Silice	36,3	45,3	27,5
Chlore	6,7	3	6,85
Acide sulfurique...	4	2,7	5
Acide phosphorique...	8	10	5
Chaux	6	8	4
Potasse	30	27	36
Soude	2,6	2,6	2,6
Alcalinité	15	12	5

Nous sommes donc obligés, dans le cas présent, de nous passer de commentaires, les différences étant inexplicables.

e) *Setaria barbata*. — L'analyse de ce végétal semble corroborer les constatations précédentes.

La dose de silice est plus forte dans les cendres de l'*Urokoko* récolté sur terrain normal. Par contre, les teneurs en chlore sont considérablement plus élevées dans la plante des terres salines.

Comme les quantités d'alcalins sont pratiquement les mêmes et que l'alcalinité est plus faible dans l'échantillon

des sols alcalins, on en conclut qu'une certaine quantité du K et du Na retrouvés devait exister dans la plante sous forme de KCl et de NaCl.

En résumé, les cendres des végétaux des terres salines sont beaucoup plus riches en éléments solubles dans l'eau.

Or, on serait naturellement tenté de conclure que cette teneur supérieure en matières solubles appellerait une forte dose de chlorures, sulfates, carbonates et, éventuellement, phosphates de K, Na, Mg.

En réalité, les pourcentages de sulfates, de phosphates et de magnésie ne sont pas tellement différents dans les cendres des végétaux des terres salines et non salines.

Il semble que les Graminées de ces derniers terrains absorbent les alcalins sous une forme qu'ils peuvent, au cours de leur métabolisme, transformer en sels que la calcination décompose, pour une bonne partie, en carbonates.

Sous réserve du cas du *Brachiaria Emini*, qui paraît accidentel, les Graminées des sols salins connaissent parfois une forte prédominance de chlorures alcalins.

B. — Comparaison entre les Graminées des terres salines en fonction du lieu d'origine.

Dans le paragraphe précédent, nous avons montré que les Graminées croissant sur terrain salin sont, en général, plus riches en matières minérales solubles dans l'eau que celles croissant sur terrain normal. Il s'établit donc une étroite dépendance entre le sol et la végétation.

Voyons maintenant comment cette interdépendance peut s'exprimer en fonction de toute une région.

Nous avons eu à notre disposition des Graminées récoltées dans trois des régions décrites plus haut.

1. Si nous calculons les moyennes des teneurs de ces

végétaux en *matières minérales totales* et en *matières minérales solubles dans l'eau*, nous notons :

a) Territoire de Biumba (moyenne de 6 analyses) :

	%
Matières minérales totales	8,73
Matières minérales solubles dans l'eau ...	2,40

Supprimant l'échantillon de chiendent, à teneur exceptionnelle en cendres solubles, les résultats sont les suivants :

	%
Matières minérales totales	8,08
Matières minérales solubles dans l'eau ...	1,25
(soit 15,47 % des cendres totales).	

b) Territoire de Kibungu, colline Ntaga (moyenne de 3 analyses) :

	%
Matières minérales totales	9,84
Matières minérales solubles dans l'eau ...	4,547
(soit 46,21 % des cendres totales).	

c) Territoire d'Usumbura, région de Bulinga (moyenne de 7 analyses) :

	%
Matières minérales totales	8,593
Matières minérales solubles dans l'eau ...	3,106
(soit 36,15 % des cendres totales).	

Les différentes Graminées montrent donc des doses en matières minérales solubles nettement différentes d'une région à l'autre.

Or, Ntaga est un endroit reconnu pour ses gisements, sans que pour cela ils soient à base de NaCl. Quant à Biumba, le récolteur nous a communiqué que « les échantillons botaniques n'ont qu'un intérêt relatif », la terre y étant de qualité inférieure au point de vue salin.

2. Si maintenant nous comparons les teneurs en Na, Cl, K, ainsi que l'alcalinité, les conclusions ne sont pas moins intéressantes :

a) *Territoire de Biumba*. — Nous venons de noter que ces végétaux fournissent des proportions de cendres qui ne cadrent guère avec la définition des terres salines élaborée plus haut.

Teneurs centésimales des cendres totales en :

Soude	1,5 à 2,5 % (exceptionnelle 4 %)
Chlore	1,27 à 5,5 % (exceptionnelle 10 %)
Potasse	13 à 50 ‰
Alcalinité	2,28 à 28 ‰

Il en résulte :

α) La dose de sels de K reste toujours de loin supérieure au pourcentage de sels de Na;

β) Les sels de K semblent combinés aux carbonates et, dans certains végétaux, pour une certaine proportion, au Cl, puisque la dose de cet anion est généralement supérieure à celle de Na_2O .

L'analyse de la végétation vient donc confirmer l'opinion du récolteur : la terre de Biumba doit être de qualité inférieure au point de vue préparation du liquide salin. En d'autres termes, elle ne contient pas des quantités notables de NaCl.

b) *Colline Ntaga (territoire de Kibungu)*. — Les recherches semblent conduire aux mêmes conclusions pour les foins récoltés à Ntaga : terres salines, mais où ne domine guère l'ion Na. Il est probable qu'une partie peu négligeable de la potasse soit liée sous forme de KCl; la partie principale, toutefois, l'est sous forme de carbonates.

Les teneurs centésimales extrêmes sont les suivantes :

Soude	1,5 à 2,6 %
Chlore	6,7 à 12 %
Potasse	30 à 33 %
Alcalinité	10 à 16 ‰

c) *Région de Bulinga (territoire d'Usumbura)*. — Par contre, à Bulinga, il semble bien que nous nous trouvons sur de vraies terres chlorurées sodiques. Rien, en effet, ne nous empêche d'affirmer que la plus grande partie du Cl peut être combinée au Na sous forme de NaCl; dans ces végétaux l'alcalinité est souvent faible.

Les teneurs centésimales extrêmes sont les suivantes :

Soude	6	à 15,4	%
Chlore	7,6	à 14,35	%
Potasse	11	à 35	%
Alcalinité	1	à 20	%

On voit donc que la végétation de chacune des régions fournit des matières minérales de composition bien distincte; il semble que ces dernières soient en rapport avec la nature du terrain.

Ceci est parfaitement normal et nous sommes heureux d'avoir pu vérifier ces théories sur les Graminées des terres anormales faisant l'objet du présent travail.

II. — Phanérogames autres que les Graminées.

Pour ce groupe de végétaux les déductions sont beaucoup plus délicates à établir. Et pour cause.

Alors que pour les Graminées nous disposions de toute la documentation des foins du Kivu, nous n'avons, dans le cas présent, que très rarement des termes de comparaison dignes de foi. Dans trois cas seulement nous avons pu trouver les mêmes spécimens croissant sur terres salines et sur terrains normaux.

D'autre part, nous nous adressons maintenant à des plantes appartenant à des familles botaniques les plus diverses et au port le plus varié.

Voyons dès lors si les constatations faites précédemment pour les Graminées se vérifient également pour d'autres Phanérogames.

A. — Comparaisons entre certains végétaux des terres salines et non salines, sans tenir compte de leur distribution géographique.

La comparaison ne peut être basée que sur l'étude des espèces suivantes, dont des échantillons ont été récoltés sur les deux genres de terrains :

Commelina Kabarensis.

Dombeya quinqueseta.

Acacia sp.

1. Teneurs en cendres totales, cendres solubles dans l'eau et silice.

Le tableau suivant résume les quantités, pour 100 parties de végétal, de chacun des éléments dosés.

	Cendres totales		Cendres solubles		Silice	
	Terre saline	Terre non saline	Terre saline	Terre non saline	Terre saline	Terre non saline
<i>Commelina Kabarensis</i> , plante entière.	18,4	37,97	17,87 (42,8 %) (*)	14,54 (38,3 %) (*)	4,15	12,75
<i>Dombeya quinqueseta</i> , feuilles	10,5	15,2	5,5 (52,4 %) (*)	6,4 (42,0 %) (*)	1,25	1,85
Tiges	9,4	11,5	4,4 (46,8 %) (*)	6,0 (52,2 %) (*)	0,1	0,17
<i>Acacia</i> sp., feuilles.	6,05	2,7	2,05 (33,9 %) (*)	1,5 (55,56 %) (*)	0,656	0,07
Tiges	4,62	3,64	2,6 (56,6 %) (*)	1,5 (41,2 %) (*)	0,1	0,4

Les conclusions que nous pouvons tirer de ce tableau ne présentent pas la même netteté que celles pouvant s'appliquer aux Graminées.

Les cendres totales sont, une fois en dose plus élevée chez les végétaux des terres salines, l'autre fois en dose plus faible.

(*) Par rapport aux cendres totales.

Même remarque pour les cendres solubles dans l'eau.

Quant à la silice, elle semble, à une exception près, prédominer dans les cendres des végétaux récoltés sur terrains normaux.

2. Si nous étendons les recherches aux éléments minéraux de ces plantes, nous pourrions voir pour chaque cas en particulier :

a) *Commelina Kabarensis*. — Les teneurs en SO_3 , P_2O_5 sont pratiquement identiques dans les végétaux des deux milieux.

Les oxydes de fer et de calcium prédominent nettement dans l'échantillon de terrain normal.

Les alcalins et le magnésium forment la part prédominante dans les cendres d'*Iketeza* des terres salines. Selon toute vraisemblance, ils y existent pour une grande partie sous forme organique, cependant qu'une quantité peu négligeable est liée à du chlore.

Dans les spécimens des terrains normaux, les alcalins sont surtout présents dans les tissus sous forme de sels organiques, une faible quantité seulement à l'état de chlorures.

L'alcalinité plus élevée de la Commelinacée de Bulinga est parfaitement justifiée par la forte dose d'alcalins.

b) *Dombeya quinqueseta*. — En parcourant les résultats analytiques, on remarquera :

α) Les teneurs des végétaux en chaux et en potasse sont élevées;

β) Quand on entre dans le détail de la composition centésimale des matières minérales, la situation semble être différente dans les feuilles et les tiges.

Feuilles. — Dans l'échantillon récolté sur terrain salin, une partie peu négligeable d'alcalins doit exister à l'état de chlorures.

Dans la plante des terres normales, il nous paraît plus logique d'admettre que ces mêmes cations sont présents dans les tissus sous une forme organique et, pour une partie beaucoup plus faible, comme chlorures.

Constatation intéressante : les doses d'alcalins, de CaO , de MgO sont pratiquement identiques dans les feuilles, qu'elles soient récoltées sur des végétaux des terres salines ou non salines.

Si dans les *tiges* la composition est légèrement différente, la répartition des alcalins doit être très voisine.

Il est assez curieux de noter que la dose de potasse est inférieure dans les spécimens des terres salines. Le déficit est comblé par des alcalino-terreux.

La somme ($\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) équivaut pour l'*Urokoko* des terres salines à 63; pour l'échantillon des terrains normaux on totalise 67; aussi l'alcalinité est-elle élevée dans ce cas.

c) *Acacia* sp. — Ici encore la *nature* des sels métalliques dans les végétaux des terres salines et non salines n'est guère foncièrement différente de celle que nous avons cru pouvoir trouver dans les deux cas ci-avant : chlorures dans les spécimens des terres salines; forme surtout organique — que l'incinération transforme en carbonates — dans ceux des terrains normaux.

Seulement, si la *nature* des sels peut être voisine dans les tiges et les feuilles, les *doses* sont loin d'être identiques.

Dans le cas des *feuilles* du végétal récolté à Ntaga nous avons dosé une quantité élevée de CaO . Celle-ci semble avoir, dans les tissus du végétal, pris la place de la potasse. Et c'est ainsi qu'on en arrive à cette constatation plutôt paradoxale : la plante des terrains salins porte des

feuilles beaucoup plus pauvres en potasse et même (mais légèrement) en soude que celle qui croît sur terrains normaux; observation confirmée par la différence dans les alcalinités.

Pour les *tiges* il s'avère que quand la plante végète sur terrains alcalins, ou salins, elle absorbe surtout des chlorures et des alcalins. Nous retrouvons les uns et les autres dans ses tissus, le K surtout sous forme de sels organiques.

Telles sont les déductions, apparemment contradictoires, qui découlent de l'analyse minérale comparée des éléments botaniques de trois espèces différentes récoltées sur terrains salins et normaux.

Le milieu a-t-il toujours sur la végétation la même influence profonde que celle que nous avons cru devoir signaler chez les Graminées ? La question reste entière, car dans le cas présent les observations seront nécessairement plus disparates, puisqu'on se trouve en présence de végétaux qui n'ont pas tous le même pouvoir absorbant envers les chlorures alcalins et les sels en général.

B. — Comparaison entre les végétaux des terres salines en fonction du lieu d'origine.

1. Teneurs moyennes des végétaux en cendres totales et solubles dans l'eau, groupées selon le lieu d'origine des plantes.

a) Territoire de Biumba (moyenne de 2 analyses) :

	%
Matières minérales totales	17,90
Matières minérales solubles dans l'eau ...	9,42
(soit 52,62 % des cendres totales).	

b) Territoire de Kibungu, colline Ntaga (moyenne de 20 analyses) :

	%
Matières minérales totales	10,12
Matières minérales solubles dans l'eau ...	5,57
(soit 55,09 % des cendres totales).	

c) Territoire d'Usumbura, région de Bulinga (moyenne de 2 analyses) :

	%
Matières minérales totales	17,40
Matières minérales solubles dans l'eau ...	8,00
(soit environ 46 % des cendres totales).	

Il en résulte que :

α) La dose en cendres solubles est plus élevée dans les tiges et les feuilles des Phanérogames autres que les Graminées que dans ces dernières plantes, chose généralement admise;

β) La supériorité de Ntaga au point de vue alcalinité des sols et des végétaux se confirme. Pour les Graminées nous notons que les cendres totales des plantes récoltées à cet endroit contenaient 46,2 % de cendres solubles; dans le cas présent nous obtenons 55 %.

2. Si nous comparons les teneurs en Na, Cl, K et l'alcalinité, il semble bien qu'il n'y ait pas de différences bien marquées en ce qui concerne la végétation de Biumba et de Bulinga. Le manque d'échantillons différents ne nous autorise pas à pousser plus loin ces déductions.

Quant à Ntaga, nous pouvons nous y arrêter, car la documentation botanique est plus abondante et permet, de ce fait, quelques déductions intéressantes.

Voici d'abord les teneurs centésimales extrêmes des cendres en :

Soude	0,5 à 7 %
Chlore	2,9 à 19,2 %
Potasse	13,2 à 41,7 % (exceptionnelle 55,4 %)
Alcalinité ...	10 à 49 % (exceptionnelle 90 %)

Si à côté de ces chiffres nous plaçons ceux obtenus pour les Graminées, on verra :

a) Dans le cas présent les résultats sont beaucoup plus variables, ce qui est parfaitement logique, puisque nous

avons opéré sur des végétaux appartenant à des familles botaniques très différentes.

b) Dans leur ensemble, les résultats ne sont cependant pas tellement différents de ceux obtenus pour les Graminées; ils conduisent à des conclusions fort voisines quant au milieu : « terres alcalines où ne domine guère l'ion Na ».

c) Les Phanérogames de Ntaga semblent absorber de plus grandes quantités de *potasse* que les Graminées. Elle existe dans les végétaux sous forme tant de KCl que de sels organiques. Dans quelques cas, il nous paraît même que la première forme soit prédominante, notamment dans les feuilles de *Strychnos* cfr. *spinosa*, de *Vernonia cistifolia* et d'*Hypoestes verticillaris*.

d) Le *sodium* est toujours en proportion moindre que le potassium. Dans quelques cas, il se pourrait bien que NaCl eût pris la place de KCl; partiellement dans les tiges de *Strychnos*; en quantité abondante dans les tiges de *Vernonia*.

C. — Répartition des principaux éléments minéraux
dans les tiges et les feuilles.

Parmi les plantes végétant sur la colline Ntaga, 10 échantillons furent récoltés à notre intention.

De chacun de ces spécimens nous avons étudié séparément les feuilles et les tiges. Voyons quels sont les enseignements que nous pouvons tirer de ces analyses séparées.

Nous venons de voir, il y a un instant, qu'il paraît vraisemblable d'admettre que dans le *Strychnos* et le *Vernonia* de Ntaga, KCl semble surtout émigrer vers les feuilles, alors que NaCl resterait dans les tiges. Ce sont des constatations suffisamment intéressantes pour continuer les recherches.

1. Les moyennes des teneurs en matières minérales solubles dans l'eau, fournies par l'analyse de 11 échan-

tillons de feuilles et 11 échantillons de tiges correspondantes (10 de Ntaga et 1 de Biumba), sont les suivantes :

	Feuilles %	Tiges %
Matières minérales totales	13,50	8,15
Matières minérales solubles dans l'eau ...	6,95	4,94
(soit, par rapport à 100 parties de cendres).	51,48	60,61

Dans aucun des échantillons examinés la teneur en cendres de la tige n'a dépassé celle des feuilles.

2. Teneurs centésimales extrêmes des cendres des 10 échantillons de Ntaga :

a) Alcalins, chlore, alcalinité.

	Feuilles %	Tiges %
Soude	1,3 à 6,9	0,5 à 7
Chlore	6,5 à 19,2	2,9 à 16,62
Potasse	17,6 à 41,7	13,2 à 36,7 (1)
Alcalinité	10 à 38	23 à 49 (2)

Il en résulte :

α) Les tiges semblent être tapissées de sels organiques de potassium. Elles contiennent des quantités assez faibles de chlore, qui pourraient bien être liées, en partie, sous forme de NaCl.

β) Les feuilles sont moins chargées de sels organiques de potassium; elles paraissent être plus pauvres en Na_2O , mais plus riches en chlorures, qui semblent combinés, en plus grandes proportions, au K qu'au Na. Ceci confirme ce que nous disions au début de ce paragraphe, que $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{Cl})$ forment en moyenne de 40 à 50 % des cendres totales.

(1) Teneur exceptionnelle 55,5 %.

(2) Teneur exceptionnelle 90,0 %.

Quand une déficience en ces ions se produit dans le végétal, quels sont ceux qui comblent le déficit ? Nous serons amenés à le déduire dans un instant.

b) Chaux, magnésie, acides phosphorique et sulfurique.

	Feuilles %	Tiges %
Chaux	11 à 27,5 ⁽³⁾	13,4 à 35,6 ⁽⁶⁾
Magnésie	7 à 15 ⁽⁴⁾	6 à 17,2
Acide phosphorique .	1,6 à 7	2,4 à 17
Acide sulfurique ...	2 à 4,8 ⁽⁵⁾	3,6 à 5,8 ⁽⁷⁾

Comme on pouvait le prévoir, les végétaux semblent être plus riches en phosphates de chaux qu'en phosphates de magnésie.

Toutefois, il semble que c'est surtout dans les tiges que ces sels se logent.

L'alcalinité parfois élevée des cendres de tiges peut être due, outre à la présence de quantités importantes de carbonates alcalins, à des doses peu négligeables de carbonate de calcium provenant de la décomposition de sels calciques organiques.

Quand le végétal est pauvre en chlorures de K et de Na, il semble que, dans beaucoup de cas, le déficit soit comblé par des teneurs élevées en phosphates de Ca et de Mg.

Dans les feuilles, la somme ($K_2O + Na_2O + Cl$) = 44,58 en moyenne; dans les tiges elle atteint 45,28. La somme ($P_2O_5 + CaO + MgO$) atteint, en moyenne, dans les feuilles: 36,87; dans les tiges : 40,46.

L'alcalinité sera donc nécessairement plus élevée dans les tiges, ce que l'expérience confirme; elle y atteint 32 % en moyenne, contre 23 % dans les feuilles.

(3) Teneur exceptionnelle 34,1 %.

(4) Teneur exceptionnellement faible 1,8 %

(5) Teneur exceptionnelle 7,9 %.

(6) Teneur exceptionnelle 4,4 %.

(7) Teneur exceptionnelle 6,9 %.

Mais, par contre, les feuilles sont plus riches en silice : 7,02 % contre 4,32 % dans les tiges.

III. — Proportions de K et de Na contenues dans les végétaux des terres salines et non salines.

G. Bertrand et collaborateurs (25, 26) se sont efforcés d'établir une corrélation entre les teneurs en K et Na des végétaux des terrains normaux et ceux des milieux salins.

Ils ont pu expérimenter que dans les plantes des milieux « purement terrestres » — sols qui ne sont pas salins ou qui n'ont pas pu subir l'influence d'un milieu salé — le rapport K/Na est extrêmement variable et est compris entre 3 et 1.000.

Pour les espèces végétant dans des milieux salins — eau saumâtre ou bord de la mer — le même rapport s'est montré rarement inférieur à l'unité et « seulement un peu inférieur à l'unité dans le tiers environ des espèces examinées ». Dans certains cas même ce rapport est aussi élevé que chez certaines plantes terrestres.

D'après Bertrand il n'existe pas de ligne de démarcation nette entre les végétaux des terrains normaux et des terres salines, ou ceux ayant subi l'influence d'un milieu salé. Les plantes renferment à la fois K et Na, avec une prédominance du premier ion sur le second.

Nous avons calculé les rapports K/Na des végétaux des terrains salins et non salins du Ruanda-Urundi.

Les tableaux ci-après montrent le détail pour chaque plante, ou partie de plante examinée.

TABLEAU III.

Végétaux des terres salines.

Désignation et lieu de récolte des espèces :	Rapport K/Na
<i>Hypoestes verticillaris</i> R. Br. (Acanthacées) tige; réc. : Ntaga ...	76,78
<i>Popowia djumaensis</i> De Wild. (Annonacées) feuilles; réc. : Ntaga.	21,27
<i>Cynodon dactylon</i> L. var. <i>plectostachyum</i> Robyns (Graminées) plante entière; réc. : Ntaga	20,15

Désignation et lieu de récolte des espèces :	Rapport K/Na
<i>Cynodon dactylon</i> L. (Graminées) plante entière; réc. : Biumba	19,31
<i>Vernonia cistifolia</i> O. Hoffm. (Composées) inflorescences; réc. : Ntaga	19,11
<i>Acalypha</i> sp. (Euphorbiacées) feuilles; réc. : Ntaga	18,65
<i>Phytolacca dodecandra</i> L'Hérit. (Phytolaccacées) tige; réc. : Ntaga	18,15
<i>Commelina</i> cfr. <i>nudiflora</i> L. (Commelinacées) tiges; réc. : Biumba	17,00
<i>Brachiaria Kolschiana</i> (Hochst.) Stapf. (Graminées) plante entière; réc. : Biumba	16,23
<i>Phytolacca dodecandra</i> L'Hérit. (Phytolaccacées) feuilles; réc. : Ntaga	15,86
<i>Commelina</i> cfr. <i>nudiflora</i> L. (Commelinacées) feuilles; réc. : Biumba	15,85
<i>Commelina Kabarensis</i> De Wild. (Commelinacées) plante entière; réc. : Bulinga	13,33
<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth (Graminées) plante entière; réc. : Ntaga	13,00
<i>Dombeya quinqueseta</i> Excell. (Sterculiacées) feuilles; réc. : Ntaga	12,92
<i>Hypôestes verticillaris</i> R. Br. (Acanthacées) feuilles; réc. : Ntaga	11,56
<i>Brachiaria Emîni</i> (Mez) Robyns (Graminées) plante entière; réc. : Ntaga	11,47
<i>Panicum</i> sp. (Graminées) plante; réc. : Biumba	11,22
<i>Ocimum</i> cfr. <i>suave</i> (Labiées) tiges; réc. : Biumba	10,89
<i>Strychnos</i> cfr. <i>spinosa</i> Lam. (Oléacées) feuilles; réc. : Ntaga	10,80
<i>Brachiaria Emîni</i> (Mez) Robyns (Graminées) plante entière; réc. : Biumba	10,34
<i>Vernonia cistifolia</i> O. Hoffm. (Composées) feuilles; réc. : Ntaga	10,30
<i>Hyparrhenia cymbaria</i> (L.) Stapf. (Graminées) inflorescences; réc. : Biumba	9,82
<i>Setaria longiseta</i> P. Beauv. (Graminées) plante entière; réc. : Biumba	8,63
<i>Acalypha</i> sp. (Euphorbiacées) tiges; réc. : Ntaga	8,16
<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. (Graminées) plante entière; réc. : Bulinga	8,11
<i>Popowia djumaensis</i> De Wild. (Annonacées) tiges; réc. : Ntaga	7,82
<i>Portulaca quadrifida</i> L. (Portulacacées) plante entière; réc. : Bulinga	7,78
<i>Commelina Kabarensis</i> De Wild. (Commelinacées) racines; réc. : Bulinga	7,40
<i>Panicum</i> sp. (Graminées) inflorescences; réc. : Biumba	7,23
<i>Vernonia</i> sp. (Composées) feuilles; réc. : Ntaga	7,21
<i>Vernonia</i> sp. (Composées) tiges; réc. : Ntaga	7,13

Désignation et lieu de récolte des espèces :	Rapport K/Na
<i>Dombeya quinqueseta</i> Excell. (Sterculiacées) tiges; réc. : Ntaga	6,69
<i>Hyparrhenia cymbaria</i> (L.) Stapf. (Graminées) plante; réc. : Biumba	6,57
<i>Acacia</i> sp. (Légumineuses) tiges; réc. : Ntaga	6,48
Graminée ind., plante entière; réc. : Bulinga	6,02
<i>Acacia</i> sp. (Légumineuses) feuilles; réc. : Ntaga	5,86
<i>Vernonia cistifolia</i> O. Hoffm. (Composées) tiges; réc. : Ntaga	5,55
<i>Hypoestes verticillaris</i> R. Br. (Acanthacées) inflorescences; réc. : Ntaga	5,51
<i>Joncaginée</i> , plante; réc. : Kamembe	4,18
<i>Cynodon dactylon</i> L. (Graminées) plante entière; réc. : Bulinga	4,10
<i>Ocimum</i> cfr. <i>suave</i> Willd. (Labiées) feuilles; réc. : Biumba	4,08
<i>Strychnos</i> cfr. <i>spinosa</i> Lam. (Oléacées) tiges; réc. : Ntaga	3,90
<i>Joncaginée</i> , racines; réc. : Kamembe	3,78
<i>Ocimum</i> cfr. <i>suave</i> Willd. (Labiées) inflorescences; réc. : Biumba	2,93
Graminée ind., plante entière; réc. : Bulinga	2,43
<i>Sporobolus pyramidalis</i> Beauv. (Graminées) plante; réc. : Bulinga	1,40
Graminée ind., plante entière; réc. : Bulinga	0,93
Graminée ind., plante entière; réc. : Bulinga	0,68

TABLEAU IV.

Végétaux des terres non salines.

Désignation et lieu de récolte des espèces :	Rapport K/Na
<i>Dombeya quinqueseta</i> Excell. (Sterculiacées) feuilles; réc. : Kibungu	21,51
<i>Cynodon dactylon</i> L. var. <i>plectostachyum</i> Robyns (Graminées) plante entière; réc. : Kibungu	19,30
<i>Commelina Kabarensis</i> De Wild. (Commelinacées) racines; réc. : Usumbura	16,63
<i>Cynodon dactylon</i> L. (Graminées) plante entière; réc. : Usumbura	14,29
<i>Brachiaria Emini</i> (Mez) Robyns (Graminées) plante entière; réc. : Kibungu	11,00
<i>Commelina Kabarensis</i> De Wild. (Commelinacées) plante; réc. : Usumbura	13,71
<i>Dombeya quinqueseta</i> Excell. (Sterculiacées) tiges; réc. : Kibungu	12,71
<i>Acacia</i> sp. (Légumineuses) feuilles; réc. : Kibungu	11,74
<i>Tectea nobilis</i> Del. (Rutacées) feuilles; réc. : Kibungu	11,57

<i>Setaria barbata</i> (Lam.) Kunth (Graminées) plante entière; réc. :	
Kibungu	10,73
<i>Acacia</i> sp. (Légumineuses) tiges; réc. : Kibungu	7,25
<i>Teclea nobilis</i> Del. (Rutacées) racines; réc. : Kibungu	7,19
<i>Sporobolus pyramidalis</i> Beauv. (Graminées) plante entière; réc. :	
U'sumbura	1,26

Il en résulte que, comparativement à la végétation des eaux saumâtres ou du bord de la mer étudiée par G. Bertrand et M. Rosenblatt, les rapports K/Na de la plupart des espèces examinées par nous sont relativement élevés.

Si nous ne tenons pas compte du végétal à rapport anormal de 76,78, la répartition pour 47 échantillons des terres salines et pour 13 spécimens des terres non salines est la suivante :

Rapport K/Na	Terres salines	Terres non salines
De 22 à 20	2	1
De 20 à 15	8	2
De 15 à 10	10	7
De 10 à 5	17	2
De 5 à 1	8	1
Moins que 1 ...	2	—

A première vue, cette donnée n'établit pas une distinction spécifique entre les végétations des deux milieux. Toutefois, il importe de noter que les deux seules plantes ayant un rapport inférieur à l'unité ont été récoltées sur terrains salins.

Si nous exprimons le tableau ci-avant pour 100 plantes au lieu de 47 pour l'un et 13 pour l'autre, nous obtenons :

Rapport K/Na	Terres salines	Terres non salines
De 22 à 20	4,28	7,7
De 20 à 15	17,00	15,4
De 15 à 10	21,28	53,9
De 10 à 5	36,13	15,4
De 5 à 1	17,00	7,7
Moins que 1 ...	4,28	—

Cette fois il apparaît un décalage très net. La majorité des plantes des terrains salins a des rapports compris entre 5 et 10; pour les végétaux des terrains normaux il semble que les rapports les plus fréquents soient compris entre 10 et 15.

Nous reviendrons dans un instant sur l'importance de ces déductions.

§ 3. VALEUR FOURRAGÈRE DES GRAMINÉES DU RUANDA-URUNDI.

Pour des recherches de ce genre, nous aurions dû connaître plusieurs facteurs locaux, parmi lesquels appétibilité et rendement.

Force nous est donc de nous cantonner dans le domaine strictement chimique.

Les recherches ont porté sur 16 échantillons de Graminées des terres salines et 5 des terres non salines.

1. On remarquera tout d'abord qu'au point de vue bromatologique, la valeur de ces foins est loin d'être équivalente.

Voici les teneurs extrêmes en les principaux éléments dosés, sans tenir compte de l'espèce et du lieu de récolte :

	Terres salines 16 échantillons	Terres non salines 5 échantillons
	%	%
Matières minérales totales	12,65 à 5,73	11,67 à 9,81
Matières azotées totales	15,78 à 3,82	9,62 à 5,75
Matières albuminoïdes	10,09 à 3,28	8,37 à 4,96
Extrait éthéré	4,42 à 1,02	2,07 à 1,73
Matières cellulosiques	48,12 à 27,09	37,90 à 29,01
Matières extractives non azotées ...	52,52 à 43,48	49,26 à 41,16

Reportons-nous maintenant aux recherches précédentes sur les foins du Kivu, de l'Est du Ruanda et du Parc National Albert, qui végètent dans des conditions assez voisines de ceux faisant l'objet du présent travail (13).

Les teneurs extrêmes des 69 échantillons sont les suivantes :

	%
Matières minérales totales	14,80 à 3,70 (1)
Matières azotées totales	18,94 à 0,98
Extrait éthéré	2,78 à 0,12
Matières cellulosiques	43,85 à 22,57
Matières extractives non azotées	56,40 à 16,18

Comparativement au tableau précédent, la moyenne des foins du Ruanda-Urundi est plus pauvre en matières azotées et plus riche en cellulose.

2. Si nous mettons en regard les données expérimentales obtenues pour chaque fourrage et les normes généralement admises par Grandeau pour les foins européens, nous pouvons constater :

a) *Teneur en matières azotées.* — Treize échantillons des terres salines sont à considérer comme foins de qualité inférieure; un seul serait à ranger parmi les fourrages de première qualité.

Pour ceux des terrains normaux du Ruanda-Urundi, 1 échantillon est de qualité inférieure, les 4 autres pourraient passer comme fourrages de qualité moyenne.

b) *Extrait éthéré.* — Huit spécimens des terrains salins seraient de qualité inférieure; 6 de qualité moyenne et 2 de première qualité

Tous ceux des terrains normaux sont de qualité inférieure.

c) *Cellulose.* — Un seul échantillon peut être admis comme étant de qualité moyenne; à cause de leur dose élevée de cellulose, la plupart, 13 sur 16, sont considérés comme de qualité inférieure; 2 — dont l'*Imperata cylindrica* — sont à comparer à de la paille de céréales.

(1) Teneurs exceptionnelles : 17,67; 16,36; 16,18.

Mêmes remarques pour les foins des terres non salines, bien que proportionnellement ceux-ci soient moins riches en cette substance.

d) *Matières minérales.* — En général, les Graminées des terrains salins sont riches en cendres.

On admet généralement qu'une dose de 2 gr. de Na par 100 kg. est nécessaire à l'organisme animal pour fonctionner normalement. Un bovidé utiliserait de 20 à 88 gr. de NaCl : 45 gr. en moyenne et par jour.

D'autre part, il existe un rapport intime entre l'état général et l'approvisionnement en substances minérales. Ainsi, une alimentation pauvre en alcalins, de même qu'un grand excès de potasse et de soude, peut conduire à de graves malaises, tel le « Lecksucht », qui est parfois, mais pas toujours, un avant-stade du rachitisme (30).

Si nous extrayons des tableaux III et IV les rapports K/Na des Graminées des terres salines et non salines, nous voyons que, sauf pour deux échantillons de chiendent, fourrage peu recommandable, les rapports sont relativement peu élevés.

La répartition des valeurs numériques du rapport K/Na pour 100 plantes des terres salines et non salines est la suivante :

Rapport K/Na	Terres salines	Terres non salines
Plus de 20	5,9	—
De 20 à 15	11,80	20
De 15 à 10	17,65	60
De 10 à 5	35,50	—
De 5 à 1	17,65	20
Moins que 1	11,8	—

A ce seul point de vue, les foins des terres salines constitueraient une alimentation de choix pour les ruminants.

En résumé, malgré la nature favorable du rapport K/Na, les foins des terres salines et non salines du

Ruanda-Urundi ne sont pas à comparer aux foins de qualité moyenne de nos pays. Il semble même qu'ils sont inférieurs à ceux du Kivu et des régions avoisinantes.

3. Voyons maintenant, dans chaque genre botanique en particulier, comment se comportent les Graminées des régions qui nous intéressent, par rapport à celles du Kivu.

a) L'*Imperata cylindrica* des terres à *umuloba* de Bulinga est particulièrement riche en cellulose, au point qu'il ne présente guère de grandes différences avec les pailles de céréales.

Les teneurs en autres éléments dosés se ressentent nécessairement de cet excès.

Aussi, malgré la faible valeur du rapport K/Na, ne peut-on nullement recommander cette plante comme aliment pour le bétail, sauf, peut-être, quand elle est très jeune.

b) *Hyparrhenia cymbaria*. — Les *Hyparrhenia* sont, en général, des fourrages de qualité inférieure.

A cette règle les deux échantillons d'*H. cymbaria* de Tshibinda, examinés en 1929 et 1933, constituaient une brillante exception.

Malheureusement, l'étude de l'*Umubaribari* de Biumba ne nous permet guère de confirmer cette opinion. Tout au plus pourrait-on le caractériser de fourrage de qualité moyenne, à teneur élevée en cellulose, avec une dose intéressante d'extrait éthéré.

c) *Brachiaria*. — Tout comme les *Hyparrhenia*, les *Brachiaria* sont des fourrages de qualité moyenne.

Il s'établit une distinction assez nette entre les types de *Brachiaria*, selon leur origine.

a) Ainsi, le *Br. Emini* de Ntaga est pauvre en azote, alors que le lot récolté à Biumba est plus riche, et même

davantage que celui des terrains normaux de Kibungu. L'échantillon de *Br. Kotschyana* de Biumba, par contre, ne contient qu'un peu plus de la moitié de la dose trouvée dans le *Br. Emini* récolté au même endroit.

β) Au point de vue teneur en cellulose, certains lots de *Br. Emini* fournissent les valeurs les plus faibles enregistrées pour les représentants de ce genre.

L'espèce récoltée à Biumba fournit des foin de meilleure qualité que le *Br. Kotschyana*, qui dose près de 40 % de cellulose.

En résumé, des quatre lots de *Brachiaria* du Ruanda-Urundi, seuls deux échantillons de *Br. Emini* nous paraissent recommandables comme plantes fourragères : celui des terres salines de Biumba, pour sa teneur élevée en azote, et en alcalins (le rapport K/Na est, pour le surplus, assez bas) pour la dose relativement faible en cellulose; celui des terres salines de Kibungu, où nous avons noté 9 % de matières azotées, 29 % de cellulose, 3,5 % de K_2O ; malheureusement, le rapport K/Na est élevé.

d) *Panicum*. — Les *Panicum* sont parfois utilisés en Amérique comme fourrages de qualité moyenne.

Dans les échantillons du Kivu, nous avons dosé 3 à 10 % de matières azotées; l'espèce présente en contient près de 6 %. Notons également une forte teneur en cellulose.

e) *Setaria*. — Les *Setaria* sont réputées de bonnes plantes fourragères.

Nous avons indiqué plus haut les compositions chimiques d'une dizaine de ces végétaux examinés au cours des années passées et en vue du présent travail.

De l'examen comparatif des 10 échantillons il résulte :

α) Tenant compte des teneurs en azote et en cellulose

prises isolément, on peut les classer, d'après les normes de Grandau, en :

	Azote	Cellulose
Foins de première qualité	1	—
Foins de qualité moyenne	2	6
Foins de qualité inférieure	7	4

β) Tenant compte simultanément des richesses en azote, en cellulose, on peut observer que 4 échantillons fournissent des foins de qualité inférieure, et, parmi ceux-ci, le *S. longiseta* des terres salines de Bumba; 2 semblent être des foins de qualité moyenne, parmi eux, le *S. barbata* de Naga.

Les *Setaria* du Ruanda sont donc, en somme, des fourrages de qualité plutôt médiocre.

f) *Sporobolus pyramidalis*. — Nous avons eu l'occasion d'insister ailleurs sur le fait que les *Sporobolus* paraissent également être des foins de qualité inférieure.

L'échantillon du Kivu, examiné précédemment, et les spécimens récoltés sur les terrains salins du Ruanda-Urundi confirment pleinement cette manière de voir.

Voici les teneurs comparées en matières azotées et en cellulose des 3 échantillons dont la composition est connue :

	Kivu	Terres salines (Bulinga)	Terres normales (Usumbura)
Matières azotées	5,31	8,24	5,75
Cellulose	32,58	36,66	33,90

Il y donc très peu d'écart entre les récoltes d'Usumbura et du Kivu.

Par contre, l'échantillon de Bulinga est plus riche en azote et en cellulose.

Nos préférences vont naturellement à ce dernier foin, car, malgré la teneur assez élevée en cellulose, il importe de noter que le rapport K/Na n'atteint que 1,4.

La propriété d'assimiler des quantités élevées de sels de Na se retrouve également chez les spécimens d'Usumbura, où nous avons noté, dans les cendres, un rapport K/Na de 1,26.

g) *Cynodon* ⁽¹⁾. — La culture du *Cynodon* comme plante fourragère n'est nullement à envisager, malgré sa valeur parfois réelle. C'est profondément regrettable.

Les avis des auteurs sont d'ailleurs partagés à ce sujet.

Pour les uns, les *Cynodon* sont considérés comme d'excellentes plantes fourragères; d'autres les assimilent à de l'ivraie.

Les deux opinions sont défendables.

Si de nombreuses analyses ont pu montrer la valeur alimentaire réelle de ces plantes, d'autres renseignent des résultats tout à fait discordants. Il est généralement admis que ce fourrage peut avoir un heureux effet sur la lactation des ruminants.

Les différences de composition observées dans ces végétaux, selon leur origine, semblent prouver que ceux-ci sont très sensibles à l'influence du milieu.

Comme le montrent à l'évidence les chiffres subséquents, dans le cas du Ruanda-Urundi, cette explication est très plausible.

	Terres salines			Terres non salines	
	Biumba	Bulinga	Ntaga	Usumbura	Kibunga
Matières azotées ...	15,78	10,01	6,25	9,90	9,62
Cellulose	27,09	36,08	34,91	34,06	37,90
Rapport K/Na	19,31	4,10	20,15	14,29	19,30
Teneur en K ₂ O ...	6,24	2,60	2,48	3,42	2,92

L'échantillon de Biumba est très recommandable et l'on hésiterait peu pour le ranger parmi les fourrages de

(1) Les recherches ont porté sur *C. dactylon* et *C. dactylon* var. *plectostachyum*.

bonne qualité; la teneur en K est particulièrement élevée et justifie l'influence heureuse que les *Cynodon* ont sur la lactation; par contre, le rapport K/Na est très élevé.

L'échantillon de Bulinga se placerait entre les foins de qualité moyenne et ceux de qualité inférieure; seulement, circonstance atténuante, le rapport K/Na est faible.

L'échantillon de Ntaga est à rejeter à tout point de vue.

Si les lots récoltés sur terrains non salins montrent des teneurs intéressantes en azote, la cellulose et le rapport K/Na les rendent peu favorables.

Il ressort de toute évidence des données résumées ci-dessus, que la valeur fourragère des *Cynodon* peut passer d'un extrême à l'autre, selon le milieu où ils végètent.

h) Nos investigations ont encore pu porter sur des Graminées fourragères récoltées sur les terrains salins de la plaine de la Ruzizi. Malheureusement, l'identité botanique ne put en être établie.

Force nous est donc de devoir simplement constater que leur valeur alimentaire est très différente; l'une est même, à cause de sa teneur élevée en cellulose, à comparer à de la paille de céréales. Par contre, les valeurs des rapports numériques K/Na sont parfois très faibles et, dans deux cas, ont fourni des valeurs voisines et même inférieures à l'unité.

En résumé, la généralité des foins des terres salines et non salines du Ruanda-Urundi apparaît comme de valeur réduite.

Rarement la teneur en cellulose atteint les doses communément rencontrées dans les mêmes espèces d'autres régions : elle est quasi toujours supérieure.

Par contre, pour les teneurs en matières azotées, c'est une déficience qui est de règle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

1. F. S. HARRIS, ouvrage cité.
2. *Second International Congress of Soil Science*, Leningrad-Moscow, 1930.
3. W. L. Mc ATEE, Wild life of the Atlantic coast salt marshes [U. S. Dpt. of Agriculture, Circular 520 (1939)].
4. A. C. MARTIN and F. M. CHLER, Food of game ducks in the United States and Canada [U. S. Dpt. of Agriculture, Technical Bulletin, 634 (1939)].
5. L. DECOUX, *IV^e Congrès Internat. Techn. et Chim. des Industries agricoles*, Bruxelles (1935).
6. A. GRÉGOIRE, *ibidem*.
7. VOX SIGMOND, in E. BLANCK, *Handbuch der Bodenkunde*, VII, Berlin, Springer, 1931.
8. A. GILLET et N. ANDRAULT DE LANGERON, *Introduction à l'étude des colloïdes*, Liège, G. Thone, 1936.
9. E. KAHANE et G. ANTOINE, *Bull. Soc. Chim. biol.*, XVIII, 1769 (1936).
10. P. FLEURY et P. AMBERT, *Bull. Soc. Chim. biol.*, X, 869 (1928).
11. Dr W. ROBYNS, *Flore agrostologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi*, I et II, Bruxelles, Goemaere, 1929 et 1934.
12. J. LEBRUX, Les Essences forestières du Congo oriental (*Publications de l'I.N.E.I.C.*, série scientifique, n° 1, 1935); Répartition de la Forêt équatoriale (*Publications du Ministère des Colonies*, 1936).
13. H. SCAËTTA (avec la collaboration du Laboratoire de Tervuren), Les pâturages de haute montagne en Afrique centrale [*Bulletin agricole du Congo belge*, XXVII, 323 (1936)].
14. K. HEYNE, *De Nuttige Planten van Nederlandsch-Indië*, Buitenzorg, 1927.
15. TH. et H. DURAND, *Sylloge Florae Congoanae*, Bruxelles, De Boeck, 1909.
16. P. STANER et R. BOUTIQUE, Matériaux pour l'étude des Plantes médicinales indigènes du Congo belge [*Mémoires de l'Institut Royal Colonial Belge* (in-8°, t. V, n° 6 (1937))].
17. Dr Q. BOSZ, *De Indische Voedingsmiddelen* (*Bulletin van het Koloniaal Museum te Haarlem*, n° 46, 1911).
18. V. N. LUBIMENKO, *Traité de Botanique générale*, Paris, Gauthier-Villars, 1927.
19. O. KAUFMANN-COSLA et R. BRULL, *Bull. Soc. Chim. biol.*, XIX, 137 (1937).
20. A. FROUX, *Bull. Soc. Chim. biol.*, IV, 435 (1922).
21. J. GUERILLOT, *Chimie et Industrie*, 41, 648 (1939).
22. B. N. SINGH et PRASAD, *Chem. Zentralbl.*, I, 978 (1939).
23. A. V. SOKOLOV, *Chimie et Industrie*, 39, 776 (1938).
24. S. S. BASLAVSKAIA et M. I. SYROTECHIKINA, *Chimie et Industrie*, 39, 362 (1938).
25. G. BERTRAND et M. ROSENBLATT, *Bull. Soc. Chim. de France*, 4^e série, XLVII, 639 (1930).

26. G. BERTRAND et PERIETZEANU, *C. R. Ac. Sc.*, 184, 1616 (1927).
27. L. LAPICQUE, *Bull. Soc. Chim. biolog.*, VII, 621 (1925).
28. G. ANDRÉ et A. DEMOUSSY, *Bull. Soc. Chim. biolog.*, VII, 806 (1925); IX, 861 (1927).
29. G. ANDRÉ, *Chimie agricole, Chimie végétale*, II, 1924.
30. Dr H. LÜTGHE, *Kühn-Archiv*, Bd. 27 (1931).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS PROVISOIRES.

Dans les pages qui précèdent, nous avons rappelé les différents procédés que l'esprit d'observation et l'ingéniosité des Noirs de l'Afrique centrale ont mis en pratique pour se procurer le sel dont ils sentaient en eux le besoin impérieux. Exception faite pour les cas où ils ont pu exploiter des sources salines ou des marais salants, ils n'ont produit que des mixtures dont l'ingestion eut un effet, si pas contraire, pour le moins fort différent de celui qu'ils étaient en droit d'escompter.

Il a été montré à plusieurs reprises, et au cours de recherches minutieuses effectuées par des chimistes et physiologistes des plus réputés, que les quantités de chlorure de sodium éliminées journellement par l'organisme humain sont importantes. Mais, comme l'ont fait remarquer L. Randoïn et H. Simonnet⁽¹⁾, ce poids, dont quotidiennement l'organisme se débarrasse, et qui est décelable expérimentalement, « ne présente pas des quantités optima que la nourriture doit remplacer strictement, mais des minima physiologiques ». S'il est vrai qu'habituellement dans nos régions on absorbe plus de sel qu'il n'en convient, parce qu'il est ajouté « en supplément des quantités existant normalement dans les aliments consommés », les minima « nécessaires au bon fonctionnement des organes » sont absents dans la plupart des nourritures indigènes.

⁽¹⁾ L. RANDOÏN et H. SIMONNET, *Les données et les inconnues du problème alimentaire*. I : Le problème de l'alimentation, Paris. Les Presses universitaires de France, 1927.

La suppression progressive des « sauniers », qui trouvent leur matière première dans la végétation — pauvre en NaCl — et dans les sols salins — relativement riches peut-être en sels différents de NaCl, — peut donc être saluée comme un pas en avant dans la marche de la civilisation. Car la disparition de cette industrie ira conjointement avec l'approvisionnement régulier en sel pur, indispensable à la vie des tissus; elle aura aussi pour effet la faillite des terres salines, qui cesseront d'être considérées comme richesse locale.

Dans certaines régions de l'Est, il existe, en effet, des superficies — nous les estimons importantes — de terres salines ou alcalines. Situées de part et d'autre de la grande dépression qui coupe le centre de l'Afrique, ces sols sont, sans doute, en rapport avec les sources minérales nombreuses, variées par leur nature et leur composition, qui sourdent du sol volcanique.

Si pour le Ruanda et l'Urundi elles ont été signalées et étudiées partiellement dans le présent travail, il n'en est pas de même du versant Ouest du Grand Graben Central africain. Il est plus que probable que là aussi, du Katanga à l'Uele, doivent s'échelonner des plages de terres salines, perdues peut-être au milieu de la végétation de terres non encore atteintes ou abandonnées des indigènes.

Pour la vallée de la Ruzizi, la formation des sols salins peut être attribuée à l'action combinée du sous-sol et des sources et rivières salines qui, périodiquement, viennent inonder les terrains. La végétation qui croîtra après l'action des eaux se trouvera en présence d'un sol à dose anormale en alcalins. Elle pourra les absorber et, bien que n'étant pas pour elle d'une grande utilité, elle les accumulera néanmoins dans ses tissus. A la fin de la saison sèche, les plantes périront et, les feux de brousse aidant, la couche arable s'enrichira d'une quantité encore plus grande de sels de potasse et de soude. Le même phénomène se répétant, il arrivera un moment où le sol sera complètement

imprégné d'alcalins jusque dans une certaine profondeur, et la végétation, déjà malingre, s'étiolera, pour disparaître à peu près complètement.

Heureusement, nous n'en sommes pas encore là. Déjà le seul fait que des végétaux croissent sur terrains salins et n'ont pas montré à l'analyse des teneurs tellement anormales en alcalins semble indiquer que tout n'est pas encore perdu.

Ainsi, c'est la plante elle-même qui puise dans les profondeurs, d'où ils ne seraient peut-être jamais remontés sans l'action du soleil, les éléments de sa propre destruction. La végétation vient renforcer dans une certaine mesure l'action salinisante des facteurs physiques.

Nous avons rappelé que les Watutsi du Ruanda-Urundi s'adonnent principalement à l'élevage; un vieux proverbe local ne dit-il pas : « sauf le Roi, rien n'est au-dessus de la vache ! »

Étant pour eux essentiellement un signe de richesse, peut-être ne se préoccupent-ils pas, au même titre que les éleveurs européens, de la qualité de leur bétail, qui ne leur livrera qu'occasionnellement de la viande de boucherie. Ils se contentent, en général, des produits de leurs troupeaux : le lait, dont ils sont d'ailleurs grands consommateurs. Or, les vaches qui présentent des caractéristiques laitières sont rares dans la grande masse (1).

On comprendra aisément dès lors pourquoi ils attachent tant de prix aux terres salines, mélangeant un peu de terre d'igitumba à la nourriture, leur réservant les eaux saturées de sels alcalins collectées dans des abreuvoirs naturels; même les Graminées qui croissent sur les sols salins ne sont pas présentées avec la même abondance que celles qui couvrent les milliers d'hectares non cultivés.

(1) Dr F. MARCHI, L'élevage du gros et du petit bétail au Ruanda-Urundi [*Bulletin agricole du Congo belge*, XXX, n° 4, 619 ss. (1939)].

C'est qu'ils ont appris à apprécier les heureux effets des sels de potasse et du NaCl sur leurs Bovidés.

S'il est vrai qu'en cela les terres alcalines sont pour eux particulièrement précieuses, il est non moins vrai que, la composition minérale mise à part, les fourrages récoltés sur ces terres sont pauvres comparativement à ceux des hauts plateaux de l'Afrique centrale et, forcément, de nos régions. La plupart du temps même nous avons été amenés à les comparer à de la paille de céréales, la teneur déficiente en matières albuminoïdes ne leur conférant qu'une faible valeur. Leur ingestion aura comme effet principal un lestage de la panse du bétail.

Néanmoins, les Noirs continuent à considérer les sols salins comme une source de richesse, alors qu'en réalité, et pour peu qu'ils s'étendent, ils apportent un appauvrissement du pays.

C'est sur ce point que nous avons voulu attirer l'attention. Si, comme nous le rappelions au début de ce travail, « l'homme est ce que le sol le fait », il est un devoir impérieux pour les peuples colonisateurs de favoriser son évolution et, en l'apprenant à améliorer le sol, de l'élever à une vie meilleure.

ANNEXE

**LISTE DES PLANTES UTILISÉES PAR LES INDIGÈNES
DU CONGO BELGE POUR LA PRÉPARATION DE SEL,**

d'après le Dr P. STANER (1).

COMMELINACÉES.

- Eloscopia africana* C. B. Cl. — Bangala. (D. W.)
Eloscopia glomerata Hank. — Équateur. (D. W.)
Buforrestia glabrisepala De Wild. — Bangala-Uele. (D. W.)
Buforrestia imperforata C. B. Cl. — Bangala
Forrestia Lescrauwaeti De Wild. — Bangala.
Commelina capitata Bth. — Bangala.
Aneilema ovato-oblongum P. B. — Bangala. (D. W.)
Aneilema beninense Kunth. — Bangala. (D. W.)
Aneilema aequinoctiale Kunth. — Bangala. (D. W.)
Polyspatha paniculata Bth. — Bangala. (D. W.)
Pollia condensata C. B. Cl. — Bangala.

ARACÉES.

- Cyrtosperma senegalense* Engl. — Régions de la cuvette centrale
 Plante qui, aux dires des indigènes, donnerait le meilleur sel.
Pistia stratiotes L. — Bas-Congo.

GRAMINÉES.

- Vossia procera* W. et Gr. — Bangala.
Panicum scabrum Lam. (D. W.)
Hyparrhenia cymbaria (L.) Stapf. (?). — Banyarwanda. (PAGÈS.)

FLAGELLARIACÉES.

- Flagellaria guineensis*.

LILIACÉES.

- Gloriosa superba* L. — Équateur

PALMACÉES.

- Raphia Gentiliana* De Wild. : fleurs, fruits spadices.
Elaeis guineensis : fleurs, fruits, spadices.

(1) Les plantes marquées (D. W.) sont citées par M. DE WILDEMAN sous la rubrique « Plantes incinérées pour la préparation du sel », dans son travail : *De l'origine de certains éléments de la flore du Congo belge*, etc., 1940 (ouvrage cité). Les autres espèces, non citées par P. STANER, sont suivies du nom de l'observateur ou de la référence.

CYPÉRACÉES.

Cyperus Papyrus L. — Maniema.

Cyperus distans L. f. — Bangala.

ORCHIDACÉES.

Lissochilis giganteus Welw. — Uele.

HYDROCHARITACÉES.

Hydrocharis Chevalieri (De Wild.) Daudy. — Équateur.

FOUGÈRES.

Dryopteris ajra Christ. — Ubangi.

Diplazium sylvaticum Sw. — Sankuru. Donne bon goût au sel.

AZOLLACÉES.

Azolla africana.

Azolla nilotica.

LÉGUMINEUSES.

Desmodium salicifolium DC. — Haut-Uele.

Bauhinia reticulata DC. (D. W.)

POLYGONACÉES.

Polygonum senegalense Meissn. — Bangala.

Polygonum lanigerum var. *africanum* Meissn. — Équateur, Bangala.
(D. W.)

Polygonum pedunculare Wall. — Ruanda. (D. W.)

Polygonum serrulatum Lag. — Bangala. (D. W.)

EUPHORBIACÉES.

Macaranga Schweinfurthii Pax. — Bangala.

Macaranga angolensis M. Arg. — Bangala.

AMARANTHACÉES.

Achyranthes aspera L. — Bangala. (D. W.)

Cyathula prostrata Bl. — Bangala.

NYMPHÉACÉES.

Nymphaea Lotus L. — Bangala.

Nymphaea stellata Willd. — Lomami.

MYRTACÉES.

Syzygium congolense Vern. — Équateur.

OENOTHÉRACÉES.

Jussiaena suffruticosa L. — Bangala.

MÉLASTANATACÉES.

Dissotis decumbens Trien. — Bangala.

Phaconeuron dicellandroides Gilg. — Kasai.

Dinophora spenneroides Bth. — Équateur. Donne bon goût au sel.

BALSAMINACÉES.

Impatiens Irvingii Hook. f. — Bangala. (D. W.)

Impatiens dichroa Hook. f. (D. W.)

VIOLACÉES.

Rinorea sp. — Équateur.

GENTIANÉES.

Limnanthemum Rautanenii N. E. Br. — Bangala.

BIGNONIACÉES.

Spathodea nilotica Seem. — Bangala.

LABIÉES.

Solenostemon ocimoides Sch. et Th. — Bangala.

Leucas deflora Hook. f. — Katanga.

ACANTHACÉES.

Hygrophila spinosa T. And. — Partout au Congo. (D. W.)

Hygrophila Thonneri De Wild. — Bangala.

Nelsonia brunelloides O. Vze. — Kasai.

Acanthus montanus T. Anders. (D. W.)

SCROPHULARIACÉES.

Artanema sesamoides Bth. — Bangala. (D. W.)

RUBIACÉES.

Psychotria Laurentii De Wild. — Haut-Uele.

Crogoria suareolens Sch. — Haut-Uele.

COMPOSÉES.

Enhydra fluctuans Lour. — Bangala. (D. W.)

Vernonia conferta Bth. — Équateur.

Vernonia colorata Dr. — Équateur.

Emilia sagittata DC. — Bas-Congo.

Ageratum conyzoides L. — Bangala. (D. W.)

Corcopsis Grantii Oliv. — Kivu.

Adenostemma viscosum Forst. — Partout au Congo. (D. W.)

Pluchea Dioscoridis DC. — Ntaka. (EVERAERTS.)

Spilanthes acmella (L.) Murr. var. *oleracea* (L.) Clarke. — Ntaka.
(EVERAERTS.)

NYMPHÉACÉES.

Nymphea Lotus L. (D. W.)

TILIACÉES.

Grewia mollis. — Uele ⁽¹⁾.

(1) *Le Congo illustré*, II, 154 (1893).

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
INTRODUCTION	3

PREMIERE PARTIE.

Préparation et valeur de quelques sels indigènes.

I. Incinération de plantes aquatiques	11
II. Extraction du sel des cendres végétales	12
III. Sel des marais salants et des terres salines naturels	15
IV. Sel ou eaux salées enrichies	19
V. Sel des lacs et des sources salés	34
VI. Conclusions	37
Références bibliographiques	40

DEUXIEME PARTIE.

Les sols salins en général et au Congo belge.

CHAPITRE I. — <i>Etat de la question</i>	41
A. Généralités	41
B. Origine et nature des éléments salins	43
C. Mode de formation des sols salins	47
D. Répartition et classification des sols salins	49
E. Recherche des sols salins	51
CHAPITRE II. — <i>Les sols salins au Congo belge</i>	55
A. Répartition des sols salins	55
B. Physiographie des régions à sols salins du Ruanda-Urundi.	58
C. Etude chimique des sols salins	59
I. Méthodes d'analyse	60
II. Composition chimique des sols salins	66
D. Conclusions	75
Références bibliographiques	79

TROISIÈME PARTIE.

La végétation des sols salins.

	Pages.
CHAPITRE I. — <i>Etat de la question, la végétation des terres salines.</i>	80
A. Végétation spontanée et subspontanée	82
B. Plantes de culture	84
C. Associations botaniques des terres salines hongroises	86
CHAPITRE II. — <i>Les plantes des sols salins du Congo belge, données expérimentales</i>	87
Méthodes d'analyse	87
§ I. Graminées	91
§ II. Phanérogames autres que les Graminées	113
CHAPITRE III. — <i>Considérations et commentaires</i>	132
§ I. Considérations théoriques sur l'action des sols sur le végétal	132
§ II. Considérations sur la composition chimique minérale des végétaux des sols salins et normaux	143
A. Origine des végétaux	143
B. Remarques préliminaires	145
I. Graminées	147
II. Phanérogames autres que les Graminées	156
III. Proportions de K et de Na contenues dans les végétaux des terres salines et non salines	165
§ III. Valeur fourragère des Graminées du Ruanda-Urundi	169
Références bibliographiques	177
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS PROVISOIRES	178

ANNEXE.

Liste des plantes utilisées par les indigènes du Congo belge pour la préparation de sel	182
--	-----

TABLE DES MATIÈRES	185
--------------------------	-----





Tome IX.

1. VAN WING, le R. P. J., *Études Bakongo. — II. Religion et Magie* (301 pages, 2 figures, 1 carte, 8 planches, 1938) . . . fr. 60 »
2. TIARKO FOURCHE, J. A. et MORLIGHEM, H., *Les communications des indigènes du Kasai avec les âmes des morts* (78 pages, 1939) . . . 12 »
3. LOTAR, le R. P. L., *La grande Chronique du Bomu* (163 pages, 3 cartes, 1940) . . . 30 »
4. GELDERS, V., *Quelques aspects de l'évolution des Colonies en 1938* (82 pages, 1941) . . . 16 »

Tome X.

1. VANHOVE, J., *Essai de droit coutumier du Ruanda* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1940) (125 pages, 1 carte, 13 planches, 1941) . . . fr. 33 »
2. OLBRECHTS, F. M., *Bijdrage tot de kennis van de Chronologie der Afrikaansche plastiek* (38 blz., X pl., 1941) . . . 15 »
3. DE BEAUCORDES, le R. P. R., *Les Basongo de la Luniungu et de la Gobarî* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1940) (172 pages, 15 planches, 1 carte, 1941) . . . 50 »
4. VAN DER KERKEN, G., *Le Mésolithique et le Néolithique dans le bassin de l'Uele* (118 pages, 5 fig., 1942) . . . 25 »
5. DE BOECK, le R. P. L.-B., *Premières applications de la Géographie linguistique aux langues bantoues* (219 pages, 75 figures, 1 carte hors-texte, 1942) . . . 65 »

Tome XI.

- MERTENS, le R. P. J., *Les chefs couronnés chez les Ba Kongo orientaux. Etude de régime successoral* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (455 pages, 8 planches, 1942) . . . 125 »
2. GELDERS, V., *Le clan dans la Société indigène. Etude de politique sociale, belge et comparée* (72 pages, 1943) . . . 15 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

1. ROBYNS, W., *La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kateruzi)* (33 pages, 10 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 15 »
2. DUROIS, le Dr A., *La lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Uele-Nepoko)* (87 pages, 1932) . . . 13 »
3. LEPLAE, E., *La crise agricole coloniale et les phases du développement de l'agriculture dans le Congo central* (31 pages, 1932) . . . 5 »
4. DE WILDEMAN, E., *Le port suffrutescent de certains végétaux tropicaux dépend de facteurs de l'ambiance!* (51 pages, 2 planches, 1933) . . . 10 »
5. ADRIAENS, L., CASTAGNE, E. et VIASSOV, S., *Contribution à l'étude histologique et chimique du Sterculia Bequaerti De Wild.* (112 pages, 2 planches, 28 fig., 1933) . . . 24 »
6. VAN NIESEN, le Dr R., *L'hygiène des travailleurs noirs dans les camps industriels du Haut-Katanga* (248 pages, 4 planches, carte et diagrammes, 1933) . . . 45 »
7. SEYDABET, R. et VRYBACH, J., *Etude sur une maladie grave du colonnier provoquée par les piqûres d'Helopeltis* (55 pages, 32 figures, 1933) . . . 25 »
8. DELEVOY, G., *Contribution à l'étude de la végétation forestière de la vallée de la Lukuga (Katanga septentrional)* (124 pages, 5 planches, 2 diagr., 1 carte, 1933) . . . 40 »

Tome II.

1. HAUMAN, L., *Les Lobelia géants des montagnes du Congo belge* (52 pages, 6 figures, 7 planches, 1934) . . . fr. 15 »
2. DE WILDEMAN, E., *Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise* (120 p., 3 cartes hors texte, 1934) . . . 26 »
3. HENRY, J., *Etude géologique et recherches minières dans la contrée située entre Ponthièreville et le lac Kivu* (51 pages, 6 figures, 3 planches, 1934) . . . 16 »
4. DE WILDEMAN, E., *Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo belge* (264 pages, 1934) . . . 35 »
5. POLINAUD, E., *Constitution géologique de l'Entre-Lulua-Bushimaie, du 7^e au 8^e parallèle* (74 pages, 6 planches, 2 cartes, 1934) . . . 22 »

Tome III.

1. LEBRUN, J., *Les espèces congolaises du genre Ficus L.* (79 pages, 4 figures, 1934) . . . 12 »
2. SCHWETZ, le Dr J., *Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo oriental* (45 pages, 1 carte, 1934) . . . 8 »
3. DE WILDEMAN, E., TROILL, GREGOIRE et OROLOVITCH, *À propos de médicaments indigènes congolais* (127 pages, 1935) . . . 17 »
4. DELEVOY, G. et ROBERT, M., *Le milieu physique du Centre africain méridional et la phytogéographie* (164 pages, 2 cartes, 1935) . . . 16 »
5. LEPLAE, E., *Les plantations de café au Congo belge. — Leur histoire (1881-1955). — Leur importance actuelle* (248 pages, 12 planches, 1936) . . . 40 »

Tome IV.

1. JADIN, le Dr J., <i>Les groupes sanguins des Pygmées</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (26 pages, 1935)	fr. 5 "
2. JULIEN, le Dr P., <i>Bloedgroeponderzoek der Efé-pygmeëen en der omwonende Negerstammen</i> (Verhandeling welke in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935 eene eervolle vermelding verwierf) (32 bl., 1935)	6 "
3. VLASSOV, S., <i>Espèces alimentaires du genre Artocarpus</i> . — 1. <i>L'Artocarpus integrifolia L. ou le Jacquier</i> (80 pages, 10 planches, 1936)	18 "
4. DE WILDEMAN, E., <i>Remarques à propos de formes du genre Uragoga L. (Rubiaceées)</i> . — <i>Afrique occidentale et centrale</i> (188 pages, 1936)	27 "
5. DE WILDEMAN, E., <i>Contributions à l'étude des espèces du genre Uapaga BAILL. (Euphorbiacées)</i> (192 pages, 43 figures, 5 planches, 1936).	35 "

Tome V.

1. DE WILDEMAN, E., <i>Sur la distribution des saponines dans le règne végétal</i> (94 pages, 1936)	fr. 16 "
2. ZAHLBRUCKNER, A. et HAUMAN, L., <i>Les lichens des hautes altitudes au Ruwenzori</i> (31 pages, 5 planches, 1936)	10 "
3. DE WILDEMAN, E., <i>A propos de plantes contre la lèpre (Crinum sp. Amaryllidacées)</i> (58 pages, 1937)	10 "
4. HISSETTE, le Dr J., <i>Onchocercose oculaire</i> (120 pages, 5 planches, 1937)	25 "
5. DUREN, le Dr A., <i>Un essai d'étude d'ensemble du paludisme au Congo belge</i> (86 pages, 4 figures, 2 planches, 1937)	16 "
6. STANER, P. et BOUTIQUE, R., <i>Matériaux pour les plantes médicinales indigènes du Congo belge</i> (228 pages, 17 figures, 1937)	40 "

Tome VI.

1. BURGEON, L., <i>Liste des Coléoptères récoltés au cours de la mission belge au Ruwenzori</i> (140 pages, 1937)	fr. 25 "
2. LEPERSONNE, J., <i>Les terrasses du fleuve Congo au Stanley-Pool et leurs relations avec celles d'autres régions de la cuvette congolaise</i> (68 pages, 6 figures, 1937).	12 "
3. CASTAGNE, E., <i>Contribution à l'étude chimique des légumineuses insecticides du Congo belge</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (102 pages, 2 figures, 9 planches, 1938)	45 "
4. DE WILDEMAN, E., <i>Sur des plantes médicinales ou utiles du Mayumbe (Congo belge), d'après des notes du R. P. WELLENS † (1891-1924)</i> (97 pages, 1938)	17 "
5. ADRIAENS, L., <i>Le Ricin au Congo belge. — Etude chimique des graines, des huiles et des sous-produits</i> (206 pages, 11 diagrammes, 12 planches, 1 carte, 1938)	60 "

Tome VII.

1. SCHWETZ, le Dr J., <i>Recherches sur le paludisme endémique du Bas-Congo et du Kwango</i> (164 pages, 1 croquis, 1938)	fr. 28 "
2. DE WILDEMAN, E., <i>Dioscorea alimentaires et toxiques (morphologie et biologie)</i> (262 pages, 1938)	45 "
3. LEPLAE, E., <i>Le palmier à huile en Afrique, son exploitation au Congo belge et en Extrême-Orient</i> (108 pages, 11 planches, 1939)	30 "

Tome VIII.

1. MICHOT, P., <i>Etude pétrographique et géologique du Ruwenzori septentrional</i> (271 pages, 17 figures, 48 planches, 2 cartes, 1938)	fr. 85 "
2. BOUCKAERT, J., CASIER, H., et JADIN, J., <i>Contribution à l'étude du métabolisme du calcium et du phosphore chez les indigènes de l'Afrique centrale</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (25 pages, 1938)	6 "
3. VAN DEN BERGHE, L., <i>Les schistosomes et les schistosomoses au Congo belge et dans les territoires du Ruanda-Urundi</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1939) (154 pages, 14 figures, 27 planches, 1939)	45 "
4. ADRIAENS, L., <i>Contribution à l'étude chimique de quelques gommages du Congo belge</i> (100 pages, 9 figures, 1939)	22 "

Tome IX.

1. POLINARD, E., *La bordure nord du socle granitique dans la région de la Lubi et de la Bushimai* (56 pages, 2 figures, 4 planches, 1939) . . . fr. 16 "
2. VAN RIEL, le Dr J., *Le Service médical de la Compagnie Minière des Grands Lacs Africains et la situation sanitaire de la main-d'œuvre* (58 pages, 5 planches, 1 carte, 1939) . . . 13 "
3. DE WILDEMAN, E., Drs TROILLI, DRICOT, TESSITORE et M. MORTIAUX, *Notes sur des plantes médicinales et alimentaires du Congo belge* (Missions du « Foréami ») (VI-356 pages, 1939) . . . 60 "
4. POLINARD, E., *Les roches alcalines de Chianga (Angola) et les tufs associés* (32 pages, 2 figures, 3 planches, 1939) . . . 12 "
5. ROBERT, M., *Contribution à la morphologie du Katanga; les cycles géographiques et les pénéplaines* (59 pages, 1939) . . . 10 "

Tome X.

1. DE WILDEMAN, E., *De l'origine de certains éléments de la flore du Congo belge et des transformations de cette flore sous l'action de facteurs physiques et biologiques* (365 pages, 1940) . . . fr. 60 "
2. DUROIS, le Dr A., *La lèpre au Congo belge en 1938* (60 pages, 1 carte, 1940) . . . 12 "
3. JADIN, le Dr J., *Les groupes sanguins des Pygmoides et des nègres de la province équatoriale (Congo belge)* (42 pages, 1 diagramme, 3 cartes, 2 planches, 1940). 10 "
4. POLINARD, E., *Het doleriet van den samentloop Sankuru-Bushimai* (42 pages, 3 figures, 1 carte, 5 planches, 1941) . . . 17 "
5. BURGEON, L., *Les Colasposoma et les Euryope du Congo belge* (43 pages, 7 figures, 1941) . . . 10 "
6. PASSAU, G., *Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province orientale* (14 pages, 2 planches, 1941) . . . 8 "

Tome XI.

1. VAN NITSEN, le Dr R., *Contribution à l'étude de l'enfance noire au Congo belge* (82 pages, 2 diagrammes, 1941) . . . fr. 16 "
2. SCHWEITZ, le Dr J., *Recherches sur le Paludisme dans les villages et les camps de la division de Mongwalu des Mines d'or de Kilo (Congo belge)* (75 pages, 1 croquis, 1941) . . . 16 "
3. LEBRUN, J., *Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (184 pages, 19 planches, 1941). 80 "
4. RODHAIN, le Dr J., *Etude d'une souche de Trypanosoma Cazalhoui (Vivax)* (38 pages, 1941) . . . 11 "
5. VAN DEN ABEELE, M., *L'Erosion. Problème africain* (30 pages, 2 planches, 1941). 7 "
6. STANER, P., *Les Maladies de l'Herexa au Congo belge* (42 pages, 4 planches, 1941). 19 "
7. RESSLER, R., *Recherches sur la calcémie chez les indigènes de l'Afrique centrale* (54 pages, 1941) . . . 15 "
8. VAN DEN BRANDEN, le Dr J.-F., *Le contrôle biologique des Néoarshénamines (Néosarsarsan et produits similaires)* (71 pages, 5 planches, 1942) . . . 20 "
9. VAN DEN BRANDEN, le Dr J.-F., *Le contrôle biologique des Glyphénarsines (Tryparsamide, Tryponarsyl, Novatoxyl, Trypotane)* (75 pages, 1942) . . . 20 "

Tome XII.

1. DE WILDEMAN, E., *Le Congo belge possède-t-il des ressources en matières premières pour de la pâte à papier?* (IV-156 pages, 1942) . . . 35 "
2. BASTIN, R., *La biochimie des moisissures (Vue d'ensemble. Application à des souches congolaises d'Aspergillus du groupe « Niger » THOM. et CHURCH.)* (125 pages, 2 diagrammes, 1942) . . . 50 "
3. ADRIAENS, L. et WAGEMANS, G., *Contribution à l'étude chimique des sols salins et de leur végétation au Ruanda-Urundi* (186 pages, 1 figure, 7 planches, 1943) . . . 50 "

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. FONTAINAS, P., *La force motrice pour les petites entreprises coloniales* (188 pages, 1935) . . . fr. 19 "
2. HELLINCKX, L., *Etudes sur le Copal-Congo* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (64 pages, 7 figures, 1935) . . . 11 "
3. DEVROEY, E., *Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika* (130 pages, 14 figures, 1 planche, 1938) . . . 30 "
4. FONTAINAS, P., *Les exploitations minières de haute montagne au Ruanda-Urundi* (59 pages, 31 figures, 1938) . . . 18 "
5. DEVROEY, E., *Installations sanitaires et épuration des eaux résiduaires au Congo belge* (56 pages, 13 figures, 3 planches, 1939) . . . 20 "
6. DEVROEY, E., et VANDERLINDEN, R., *Le lac Kivu* (76 pages, 51 figures, 1939) . . . 30 "

Tome II.

1. DEVROEY, E., *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (218 pages, 62 figures, 2 cartes, 1939) . . . fr. 60 »
2. DEVROEY, E., *Habitations coloniales et conditionnement d'air sous les tropiques* (228 pages, 94 figures, 33 planches, 1940) . . . 65 »
3. LEGRAYE, M., *Grands traits de la Géologie et de la Minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo belge)* (135 pages, 25 figures, 13 planches, 1940) . . . 35 »

Tome III.

1. SPRONCK, R., *Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo. Observation des mouvements des alluvions. Essai de détermination des débits solides* (56 pages, 1941) . . . fr. 16 »
2. BETTE, R., *Aménagement hydro-électrique complet de la Lufira à « Chutes Cornet » par régularisation de la rivière* (33 pages, 10 planches, 1941) . . . 27 »
3. DEVROEY, E., *Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime* (172 pages, 6 planches, 4 cartes, 1941) . . . 50 »
4. DEVROEY, E. (avec la collaboration de DE BACKER, E.), *La réglementation sur les constructions au Congo belge* (290 pages, 1942) . . . 50 »

COLLECTION IN-4°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

1. SCHIEBESTA, le R. P. P., *Die Bambuti-Pygmäen vom Huri* (tome I) (1 frontispice, XVIII-410 pages, 16 figures, 11 diagrammes, 32 planches, 1 carte, 1938) . . . fr. 250 »

Tome II.

1. SCHIEBESTA, le R. P. P., *Die Bambuti-Pygmäen vom Huri* (tome II) (XII-284 pages, 189 figures, 5 diagrammes, 25 planches, 1941) . . . fr. 135 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MEDICALES

Tome I.

1. ROBYNS, W., *Les espèces congolaises du genre Digitalia Hall* (52 pages, 6 planches, 1931) . . . fr. 20 »
2. VANDERYST, le R. P. H., *Les roches oolithiques du système schisto-calcaire dans le Congo occidental* (70 pages, 10 figures, 1932) . . . 20 »
3. VANDERYST, le R. P. H., *Introduction à la phytogéographie agrostologique de la province Congo Kasai. (Les formations et associations)* (154 pages, 1932) . . . 32 »
4. SCAETIA, H., *Les faunes périodiques dans le Ruanda. — Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène* (42 pages, 1 carte, 12 diagrammes, 10 planches, 1932) . . . 26 »
5. FONTAINAS, P. et ANSOTTE, M., *Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge* (27 pages, 2 cartes, 1932) . . . 10 »
6. ROBYNS, W., *Les espèces congolaises du genre Panicum L.* (80 pages, 5 planches, 1932) . . . 25 »
7. VANDERYST, le R. P. H., *Introduction générale à l'étude agronomique du Haut-Kasai. Les domaines, districts, régions et sous-régions géo-agronomiques du Vicariat apostolique du Haut-Kasai* (82 pages, 12 figures, 1933) . . . 25 »

Tome II.

1. THOREAU, J., et DU TRIEU DE TERDONCK, R., *Le gîte d'uranium de Shinkolobwe-Kasolo (Katanga)* (70 pages, 17 planches, 1933) . . . fr. 50 »
2. SCAETIA, H., *Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (Afrique centrale équatoriale). — Communication préliminaire* (108 pages, 28 figures, cartes, plans et croquis, 16 diagrammes, 10 planches, 1933) . . . 60 »
3. VANDERYST, le R. P. H., *L'élevage extensif du gros bétail par les Rampombos et Beholos du Congo portugais* (50 pages, 5 figures, 1933) . . . 14 »
4. POLINARD, E., *Le socle ancien inférieur à la série schisto-calcaire du Bas-Congo. Son étude le long du chemin de fer de Matadi à Léopoldville* (116 pages, 7 figures, 8 planches, 1 carte, 1934) . . . 40 »

Tome III.

- SCAETIA, H., *Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil* (335 pages, 61 diagrammes, 20 planches, 1 carte, 1934) . . . fr. 100 »

Tome IV.

1. POLINARD, E., *La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushimate et de la Lubi vers le 6^e parallèle Sud* (38 pages, 9 figures, 4 planches, 2 cartes, 1935) fr. 25 »
2. POLINARD, E., *Contribution à l'étude des roches éruptives et des schistes cristallins de la région de Bondo* (42 pages, 1 carte, 2 planches, 1935). 15 »
3. POLINARD, E., *Constitution géologique et pétrographique des bassins de la Kotto et du M'Bari, dans la région de Bria-Yalinga (Oubangui-Chari)* (160 pages, 21 figures, 3 cartes, 13 planches, 1935) 60 »

Tome V.

1. ROBYNS, W., *Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge* (151 pages, 3 figures, 2 cartes, 13 planches, 1936) . fr. 60 »
2. SCAETTA, H., *La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation* (351 pages, 10 planches, 1937) 115 »

Tome VI.

1. GYSIN, M., *Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional* (259 pages, 4 figures, 1 carte, 4 planches, 1937) fr. 65 »
2. ROBERT, M., *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique* (Première partie) (108 pages, 1940). 30 »
3. ROBERT, M., *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique* (Deuxième partie) (35 pages, 1 tableau hors-texte, 1941) 13 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. MAURY, J., *Triangulation du Katanga* (140 pages, figure, 1930) fr. 25 »
2. ANTHOINE, R., *Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto* (163 pages, 63 croquis, 12 planches, 1933) 50 »
3. MAURY, J., *Triangulation du Congo oriental* (177 pages, 4 fig., 3 planches, 1934). 50 »

Tome II.

1. ANTHOINE, R., *L'amalgamation des minerais à or libre à basse teneur de la mine du mont Tsi* (29 pages, 2 figures, 2 planches, 1936) fr. 10 »
2. MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant l'année internationale polaire* (120 pages, 16 figures, 3 planches, 1936). 45 »
3. DEHALU, M., et PAUWEN, L., *Laboratoire de photogrammétrie de l'Université de Liège. Description, théorie et usage des appareils de prises de vues, du stéréoplanigraphe C, et de l'Aéromultiplex Zeiss* (80 pages, 40 fig., 2 planches, 1938) 20 »
4. TONNEAU, R., et CHARPENTIER, J., *Etude de la récupération de l'or et des sables noirs d'un gravier alluvionnaire* (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (95 pages, 9 diagrammes, 1 planche, 1939) 35 »
5. MAURY, J., *Triangulation du Bas-Congo* (41 pages, 1 carte, 1939) 15 »

Tome III.

HERMANS, L., *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la carte magnétique du Congo belge* (avec une introduction par M. Dehalu) :

1. Fascicule préliminaire. — *Aperçu des méthodes et nomenclature des Stations* (88 pages, 9 figures, 15 planches, 1939) fr. 40 »
2. Fascicule I. — *Elisabethville et le Katanga* (15 avril 1934-17 janvier 1935 et 1^{er} octobre 1937-15 janvier 1938) (105 pages, 2 planches, 1941) 50 »
3. Fascicule II. — *Kivu, Ruanda. Région des Parcs Nationaux* (20 janvier 1935-26 avril 1936) (138 pages, 27 figures, 21 planches, 1941) 75 »
4. Fascicule III. — *Région des Mines d'or de Kilo-Moto, Ituri, Haut-Uele* (27 avril-16 octobre 1936) (71 pages, 9 figures, 15 planches, 1939). 40 »
5. HERMANS, L., et MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant les années 1933-1934* (83 pages, 1941) 40 »

Tome IV.

1. ANTHOINE, R., *Les méthodes pratiques d'évaluation des gîtes secondaires aurifères appliquées dans la région de Kilo-Moto (Congo belge)* (218 pages, 56 figures, planches, 1941) fr. 75 »
2. DE GRAND RY, G., *Les graben africains et la recherche du pétrole en Afrique orientale* (77 pages, 4 figures, 1941) 25 »

Sous presse.

- VAN DER KERKEN, G., *L'Ethnie Mongo* (in-8°).
- Dr PETER SCHUMACHER, M. A., *Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmäen* (in-4°) :
- I. Die physische und soziale Umwelt der Kivu-Pygmäen;
 - II. Die Kivu-Pygmäen.
- SOHIER, A., *Le mariage en droit coutumier congolais* (in-8°).
- PASSAU, G., *La vallée du Lualaba dans la région des Portes d'Enfer (Katanga, Congo belge)* (in-4°).
- DEHALU, M., *La gravimétrie et les anomalies de la pesanteur en Afrique orientale* (in-4°).
- DE WILDEMAN, E., *Les latex des Euphorbiacées. Considérations générales* (in-8°).
- VAN NITSEN, R., *Le pian* (in-8°).
- POLINARD, E., *Etude pétrographique de l'entre-Lulua-Lubilash, du parallèle 7°30' S. à la frontière de l'Angola* (in-4°).
- LAUDE, N., *La Compagnie d'Ostende et son activité coloniale au Bengale* (in-8°).
- WISER, P., *Contribution à l'étude de l'aérotriangulation. — Notes sur des levés expérimentaux restitués à l'autographe Wild A 5* (in-4°).
- DE WILDEMAN, E., *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale* (in-8°).

BULLETIN DES SÉANCES DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

	Belgique.	Congo belge.	Union postale universelle.
Abonnement annuel.	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75.— (15 Belgas)
Prix par fascicule	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

Tome I (1929-1930)	608 pages	Tome VII (1936)	626 pages
Tome II (1931)	694 »	Tome VIII (1937)	895 »
Tome III (1932)	680 »	Tome IX (1938)	871 »
Tome IV (1933)	884 »	Tome X (1939)	473 »
Tome V (1934)	738 »	Tome XI (1940)	598 »
Tome VI (1935)	765 »	Tome XII (1941)	592 »
		Tome XIII (1942)	510 »

M. HAYEZ, Imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.
(Domicile légal: rue de la Chancellerie, 4) N° réf. 2049
Autorisation n° 2180.

Made in Belgium