

3.1 I.A.c.

4.1 Gouvernement.

5.1 Grande forêt tropicale humide et savanes guinéennes.

c) 1.1 Réserve de chasse de LOPE-OKANDA.

1.3 Septembre 1946.

2.1 Gabon central : au nord du Parc national de l'Okanda ; 12° long. E. — 0°30' lat. S.

2.3 150.000 ha.

2.4 Limite Sud théorique seule connue.

3.1 I.B.e.8.

4.1 Gouvernement.

4.2 Arrêté pris mais non promulgué.

5.1 Savanes pauvres au Nord, se transformant progressivement en forêts au Sud.

10. *Moyen Congo.*

Des réserves forestières d'une étendue de 69.000 ha et une réserve naturelle assurent une certaine protection à la forêt dense humide.

1.1 Parc national d'ODZALA.

1.3 27 juillet 1949.

2.1 Nord-Ouest du Moyen Congo central : à cheval sur 1° de latitude Nord et le 15° de longitude Ouest. Tout près de la frontière gabonaise ; 14°30' long. E. — 01° lat. N.

2.2 Terrain très accidenté au Sud-Ouest, bas et plat au Nord-Est.

2.4 Limité par la rivière Mambili et trois pistes plus ou moins entretenues. Délimitation non réalisée.

3.1 I.A.c.

4.1 Gouvernement.

4.2 Création : décret du 13 avril 1935 ; Parc national par arrêté du Gouvernement général de l'A.E.F. du 27 juillet 1940.

- 5.1 Forêt tropicale humide, assez variée d'aspect mais presque partout secondaire, plus dense en terrain montagneux, plus claire en plaine.

11. *Oubangui-Chari.*

Des réserves forestières d'une étendue de 84.500 ha et une réserve naturelle assurent une certaine protection à la forêt dense humide.

- 1.1 Réserve de faune de la MIAMERE-MIA DIKI.
1.3 21 septembre 1940.
2.1 Oubangui-Chari nord-central : en bordure nord-est du Parc national du Bamingui.
18°30' long. E. — 9° lat. N.
2.2 Plaines ondulées avec plusieurs lignes de hauteur, avec de longues pentes douces.
2.3 250.000 ha.
2.4 Limité par le ruisseau Miamere, de son confluent avec le Bangoran jusqu'à la route Ndélé-Archambault ; par cette route jusqu'au ruisseau Miadiki ; par ce ruisseau jusqu'à la rivière Bangotan ; par celle-ci jusqu'au confluent avec la Miaméré.
3.1 I.B.d.3.
4.1 Gouvernement.
4.2 13 avril 1935 : création du parc national de Bamingui-Bangoran. Réserve créée en 1940 aux dépens de ce parc national.
5.1 Végétation de type de plus en plus soudanais du Sud au Nord, dans l'ensemble peu boisé. A noter des galeries assez larges et épaisses dans le Sud et surtout un véritable massif de forêt dense humide à Elaeis dans la plaine de Miaméré, de grand intérêt phytogéographique.

12. *Congo belge.*

Des faciès peu étendus de forêt dense humide de tran-

sition et de montagne sont inclus dans le Parc national ALBERT.

Dans les autres parcs nationaux qui, comme le Parc national ALBERT, ont un régime de réserve intégrale en dehors des pistes ouvertes aux visiteurs, la forêt dense humide n'est représentée que par des formations éda-
phiques de galerie (Parc national de la Garamba et Parc national de l'Upemba).

Trois autres parcs nationaux sont en cours d'orga-
nisation en zone de forêt dense humide de basse altitude (Tshuapa), de transition (Angumu) et de montagne (Kahuzi). Les réserves naturelles ci-dessus sont gérées par l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge.

Parmi les réserves de faune et de flore (réserves natu-
relles dirigées), il faut encore citer :

— La réserve des monts Homas (Ituri) (Ord. 318 /Agri. du 14/10/47).

— La réserve du mont Kahuzi (Ord. n° 18/1937 et Ord. 52/201 du 14/6/49).

— La réserve de Kolwezi (Kabare), Province du Kivu (Arrêté n° 52/300 du 5/10/48).

— La réserve de Beni (Ord. 31 /Agri. du 28/2/47).

Ces réserves sont gérées par les services gouvernemen-
taux, à l'exception de celle du mont Kahuzi qui est gérée par l'Institut national pour l'Étude agronomique du Congo belge.

D'autre part, il existe encore 139 réserves forestières intéressantes particulièrement la forêt dense humide. Les réserves forestières du Gouvernement dont la gestion est confiée à l'Institut national pour l'Étude agrono-
mique du Congo belge pour les besoins des travaux de sa Division forestière, comportent une section hors cadre au titre de forêt de référence, où aucun traitement n'est appliqué : c'est le cas des réserves de Yangambi, Luki, Kahuzi et Djugu.

Le Gouvernement procède actuellement à un inventaire et un reclassement des réserves forestières.

13. *Ruanda-Urundi.*

La faible partie du Parc national ALBERT située en territoire du Ruanda-Urundi comporte des faciès de forêt dense humide de montagne dont l'existence est actuellement fortement compromise par les dégradations.

Une grande réserve forestière, Rugege, assure une certaine protection à une très belle forêt dense humide de montagne, dernier vestige du Territoire.

14. *Angola et Cabinda.*

Aucune réserve intégrale ou parcs nationaux ne sont signalés. Les importantes réserves de chasse sont situées au sud de la zone de la forêt dense humide.

15. *Éthiopie.*

La forêt dense humide y est représentée par des faciès de montagne importants où aucune réserve n'est signalée.

16. *Uganda.*

Outre plusieurs réserves forestières comportant des forêts denses humides d'altitude, ces formations végétales jouissent en outre d'une certaine protection dans diverses réserves zoologiques ou de chasse et notamment le « Gorilla sanctuary » (4.400 ha), au flanc Nord du Massif des Virunga, et la belle réserve de Kigezi.

17. *Kenya.*

La forêt dense humide y est représentée par des massifs d'altitude et quelques îlots côtiers de basse altitude.

Outre diverses réserves forestières, deux parcs nationaux, Mount Kenya et Aberdare (chacun de 50.000 ha)

contiennent dans leur limites des forêts denses humides de montagne.

18. *Tanganyika.*

Les forêts denses humides n'y sont représentées que par des îlots de faible étendue de faciès de montagne, de mangrove et de forêts de basse altitude dans la région côtière et les îles voisines.

Seuls les territoires des monts Meru et Kilimanjaro (78.000 ha), dont la constitution en parcs nationaux était envisagée, fournissent une protection à la forêt dense.

19. *Mozambique.*

La réserve intégrale de Gorongosa contient quelques faciès de forêts denses de montagne, tandis que dans la réserve de chasse de Maputo, au sud de Lorenço Marques, des formations de mangrove jouissent d'une certaine protection.

20. *Madagascar.*

La forêt dense humide est représentée dans la grande île par la bande très altérée de basse altitude du versant oriental et des franges de mangrove sur les côtes orientale et occidentale. Une fraction des 25 réserves forestières, totalisant 181.124 ha, comporte de la forêt dense, de même que certaines des dix réserves naturelles — dont le contrôle est confié au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris — notamment les réserves naturelles de Masoala et de Betampona.

21. *Gambie.*

La forêt dense humide n'y est représentée que par des mangroves.

Aucune information quant à des réserves.

22. *Provincia da Guine.*

La forêt dense n'y est représentée que par des mangroves.

Aucune information quant à des réserves.

23. *Guinée.*

La forêt dense humide y est représentée par des faciès de montagne et des mangroves. Une fraction des 560.000 ha de réserves forestières comporte des forêts denses humides. Une réserve naturelle intégrale est particulièrement digne d'intérêt, celle des monts Nimba.

1.1 Réserve naturelle intégrale des monts NIMBA.

1.3 1944.

2.1 Située à la limite des territoires de la Guinée et de la Côte d'Yvoire, en contact avec la frontière du Liberia ; 8° long. O. — 7°30' lat. N.

2.2 Massif bien isolé de la pénéplaine qui l'entoure, point culminant 1.752 m.

2.3 20.000 ha.

3.1 I.A.a.

4.1 Gouvernement.

4.3 Siège d'un laboratoire de l'Institut français d'Afrique noire.

5.1 A basse altitude, forêts partiellement primaires, se prolongeant jusqu'à 1000 à 1500 m par les galeries de ravins. Sommets couverts de prairies de montagne, très particulières.

B. AMÉRIQUE.

1. *Mexique.*

La pression de la population a, comme dans tous les États d'Amérique centrale, fortement altéré la végétation et les sols. Trois des 38 parcs nationaux se situent en zone potentielle de forêt dense humide.

- a) 1.1 BENITO JUAREZ.
1.3 8 décembre 1937.
2.1 Situé dans l'État d'Oaxaca ; 96°30' long. O. — 17°
lat. N.
2.3 2.700 ha.
3.1 I.A.c. but esthétique et protection de la végéta-
tion.
4.1 Gouvernement.
- b) 1.1 LAGUNAS de CHACUHUA.
1.3 30/6/37.
2.1 Situé dans l'État d'Oaxaca ; 96°30' long. O. —
16°30' lat. N.
2.2 Baies et lacs entourés de forêts primaires.
2.3 14.187 ha.
3.1 I.A.c.
4.1 Gouvernement.
- c) 1.1 CANON DEL RIO BLANCO.
1.3 22/2/38.
2.1 Orizala dans l'État de Veracruz ; 97° long. O. —
19° lat. N.
2.2 Merveilleux panoramas, variétés d'espèces fores-
tières ; sources, ravins.
2.3 65.000 ha.
3.1 I.A.c.
4.1 Gouvernement.

2. *Guatemala.*

Aucune information.

3. *Honduras.*

Une seule réserve forestière protège une flore de forêt dense humide.

4. *Nicaragua.*

Aucune information.

5. *Costa Rica.*

Aucune information.

6. *Panama.*

Une réserve naturelle d'un haut intérêt scientifique existe et est équipée d'une station de recherche.

1.1 BARRO COLORADO ISLAND.

1.3 2 juillet 1940.

2.1 Situé dans la « Canal Zone » ; de 79°49' à 79°52' de long. O. et 9°08' à 9°11 lat. N.

2.2 Ile créée artificiellement par le barrage de Gatun (vallée du Chagres). Surface assez accidentée et d'un contour irrégulier, reçoit plus de 2.500 mm d'eau par an, recouverte d'une végétation luxuriante ; sommet : 537 pieds.

2.3 14,6 km².

3.1 I.B.d.2, 3. Instaurée en vue de sauvegarder et d'étudier la faune et la flore de l'Ile.

4.1 James Zetek, Resident Manager.

4.2 Barro Colorado transformé en réserve naturelle en 1923 et mise à la disposition de l'*Institute for Research in Tropical America*.

Depuis 1945, l'île est passée sous la direction de la *Smithsonian Institution* et est devenue le *Canal Zone Biological Area*.

5.1 Dans la moitié occidentale de l'île, on trouve une forte proportion de forêt primitive qui comporte notamment le *Bombacopsis fendleri* aux troncs énormes et le *Coumarouna panamensis* dont l'un atteint 45 m de haut.

Toute l'île est actuellement recouverte par la forêt. Sur 14,6 km², on compte 743 espèces de Dicotylédones, 270 espèces de Monocotylédones et 94 fougères.

7. *Cuba.*

Deux parcs nationaux et plusieurs réserves naturelles dirigées (botanique, zoologique, de chasse) y existent.

Un parc national (*El Cristal*) est situé dans la zone de forêt dense humide.

1.1 Parc national d'EL CRISTAL.

1.2 Décret n° 487 du 12 avril 1930.

1.3 12 avril 1930.

2.1 Situé à l'intérieur des limites municipales de Mayari et Sagua de Tanama dans la province d'Oriente.
75° long. O. — 21° lat. N.

2.3 26.325 ha.

3.1 I.A.c. Protection de faune et flore locales et principalement des orchidées.

5.1 Certains spécimens d'animaux rares ont disparu par suite du déboisement.

8. *Jamaïque.*

Des réserves forestières, qui constituent également des réserves de faune, ont été créées en 1937 et 1941 sur une superficie de 96.720 ha (environ 8,5 % de la surface du territoire).

9. *République dominicaine.*

Les deux parcs nationaux de Jarabacoa (1630 ha) et Armando Bermudez comportent des forêts denses humides et des forêts de pins de montagne.

En outre, le Parc national *Las Matas* existe.

1.1 *Las Matas* National Park.

1.2 Loi n° 530 du 24 juin 1933.

1.3 24 juin 1933.

2.1 Est situé entre les municipalités de San Cristobal et Monsenor Nouel.

2.3 20.007 ha.

3.1 I.A.c.

10. *Porto Rico.*

Des réserves forestières couvrant 35.000 ha et une forêt nationale (Luquillo) assurent une certaine protection à la forêt tropicale.

1.1 Forêt nationale de Luquillo.

1.3 1903.

2.1 Situé dans les *Luquillo Mountains* dans la partie Est-centre de l'île. 61° long. O. — 18° lat. N.

2.3 5.589 ha.

3.1 I.B.e. 7.

5.1 Cette réserve tend fortement vers I.A.c. Forêt tropicale.

11. *Trinidad et Tobago.*

Un sanctuaire ornithologique à Tobago, 3 réserves naturelles et 29 réserves forestières (81.316 ha) assurent une certaine protection aux forêts denses humides.

12. *Ile S^{te}-Lucie.*

Une réserve forestière centrale existe.

1.1 Réserve forestière.

1.2 Statutory Rules and Orders n° 48, 1946 et n° 18, 1951.

1.3 1946 et 1948.

2.1 Situé au centre de l'île ; 61° long. O. — 15° lat. N.

2.3 7.998 ha.

3.1 I.B.e.7.

13. *Colombie.*

Il existe une réserve intégrale : Macarena (400 ha) et plusieurs réserves dirigées botaniques et forestières principalement de relief.

14. *Venezuela.*

Trois parcs nationaux, dont le fameux Rancho Grande, et trois réserves dirigées protègent des faciès de forêt dense humide.

- a) 1.1 Parc national RANCHO GRANDE.
1.3 13 février 1937.
2.1 Enclavé dans la partie Nord de l'État d'Aragua
67°40' long. O. — 10°30' lat. N.
Forêts pluviales et xérophiles ; comprend deux
versants de la chaîne des Andes de Caracas.
2.3 90.000 ha.
3.1 I.A.c.
4.2 Initiative du général GOMEZ qui fit tracer une
route et fit commencer la construction d'un
vaste édifice.
5.1 Forêt primitive intacte qui s'étage depuis la zone
tropicale basse (jusque vers 800 m environ
d'altitude) à travers la zone subtropicale, jus-
qu'aux buissons de la zone tempérée.
- b) 1.1 LA MATA PRINERA.
1.2 Réserve n° 64 du 15 juillet 1937.
1.3 15 juillet 1937.
2.1 Municipalité d'Ocumare del Tuy, district de
Lender, État de Miranda ; 67° long. O. — 10°
lat. N.
3.1 I.B.e.7.
- c) 1.1 Bois du bassin hydrographique du fleuve Tigre.
1.2 Réserve n° 2 du 17 janvier 1938.
2.1 District de Freitas, État de Anzoategui (\pm 82°
long. O. et 8° lat. N.).
3.1 I.B.e.7.
- d) 1.1 Parc national EL PINAR.
1.3 4 janvier 1938 et 30 juillet 1943.
2.1 Situé au sud-est de l'Avenue Washington, du
quartier *El Paraiso* de Caracas 67° long. O. —
10°30' lat. N.
2.3 65 ha 48 a 61 ca.
3.1 I.B.e.7.

- e) 1.1 Ile de PATOS.
1.2 Réserve n° 35 du 17 avril 1943.
2.1 Situé dans le golfe de Paria ; 62° long. O. —
10°30' lat. N.
3.1 I.B.e.7.
- f) 1.1 Grand Parc national de l'Est.
1.2 Décret exécutif n° 491 du 19 mai 1950.
1.3 19 mai 1950.
2.1 Municipalité de Leoncio Martinez, district de
Sucre, état de Miranda ; constitué de trois
domaines : *San José, La Casona, La Carloté* ;
67° long. O. — 10°30' lat. N.
3.1 I.A.c.

15. *Guyane britannique.*

Il existe deux réserves : le Kaituk National Park et
le Bartica Triangle.

- a) 1.1 The KAITUK National Park.
1.3 1929.
2.1 Situé sur la rive gauche de la Potaro River à
proximité des Kaieteur Falls ; 59° long. O. —
6° lat. N.
2.3 11.650 ha.
3.1 I.A.c.
5.1 Sous contrôle, bien protégé.
- b) 1.1 Réserve forestière « BARTICA TRIANGLE ».
1.3 1950.
2.1 Située dans le district Marzaruni-Potaro ; 58°
long. O. — 7° lat. N.
Elle contient les principaux types de forêts que
l'on rencontre dans les parties Nord et centrale
de la Guyane britannique (Greenheart, Wallaba
et Morabukea forests).
2.3 258 ha.
3.1 I.B.e.7.

16. *Guyane néerlandaise et Guyane française.*

Aucune information relative à des réserves intégrales ou de flore.

17. *Équateur et Iles Galapagos.*

Le Parc national des îles Galapagos (1935) commémore l'expédition de DARWIN.

18. *Pérou.*

On ne possède aucune information relative à des parcs nationaux ou des réserves protégeant la forêt dense qui est fortement entamée.

19. *Bolivie.*

La réserve des monts Sajama (4.300 à 4.900 m d'altitude) créée en 1939 est fortement entamée.

Le Service des Eaux et Forêts envisage la restauration de ce massif forestier, le plus élevé du monde.

20. *Brésil.*

Bien que comportant la masse la plus importante de forêts denses humides du monde, la grande forêt d'Amazonie, la plupart des réserves naturelles (parcs nationaux ou assimilés et réserves dirigées) sont situées vers la côte Sud-Est.

On ne possède aucune information relative à des réserves ou parcs nationaux dans l'important massif de l'Amazonie.

Huit réserves assurent une certaine protection à des faciès de forêt dense humide :

a) 1.1 Station biologique de l'ALTO DA SERRA.

2.1 Situé dans l'état de Sao-Paulo 46°30' long. O. —
23°30' lat. S.

2.2 Végétation tropicale humide — Feuillus.

2.3 333 ha 64.

3.1 I.B.d.2. But principal : études botaniques.

4.1 Gouvernement de l'État.

b) 1.1 Station biologique de BORACEA.

2.1 Situé dans l'état de Sao-Paulo, municipalité de Mozi das Cruzes ; 46°30' long. O. — 23°30' lat. S.

2.2 Végétation tropicale humide — feuillus.

2.3 87 ha 38.

3.1 I.B.D.3.

4.1 Gouvernement de l'État.

c) 1.1 Parc forestier d'État.

1.3 1953.

2.1 Situé dans l'État de Sao-Paulo, municipalité de Paulicée ; 46°30' long O. — 23°20' lat. S.

2.2 Végétation tropicale — feuillus.

2.3 24.200 ha.

3.1 I.A.c.

4.1 Gouvernement d'État.

d) 1.1 Parc national de IGNACU.

1.2 Décret 1.035.

1.3 10 janvier 1939.

2.1 Situé dans l'État de Parana, municipalité d'Ignaçu 54° long. O. — 27° lat. S.

2.2 Végétation tropicale, forêts primitives de feuillus. Grandes chutes de l'Ignaçu.

2.3 205.000 ha.

3.1 I.A.c.

4.1 Gouvernement fédéral.

e) 1.1 Parc d'État MONTE PASCOAL.

1.2 Loi provinciale n° 12.729.

1.3 19 avril 1943.

2.1 Située dans l'État de Bahia, municipalité de Prado et de Porto Seguro 39° long. O. — 15° lat. S.

- 2.2 Faune et flore tropicale — feuillus.
 - 3.1 I.A.c.
 - 4.1 Gouvernement de l'État.
- f) 1.1 Réserve intégrale du domaine de MORRO AZUL.
- 2.1 Situé dans l'État de Sao-Paulo, municipalité de Limeira.
 - 2.2 Végétation tropicale composée de feuillus.
 - 2.3 36,03 ha.
 - 3.1 I.A.a.
- g) 1.1 Parc d'État RIO DOCE.
- 1.2 Loi provinciale n° 1.119.
 - 1.3 14 juillet 1944.
 - 2.1 Situé dans l'État de Minas Geraes. municipalité de Paul Soares, Antonio Dias, Caratinga et San Domingos do Prata ; 42° long. O. — 19° lat. S.
 - 2.2 Flore tropicale terrestre et aquatique. Feuillus. Lagunes. Chutes d'eau.
 - 2.3 30.000 ha.
 - 3.1 I.A.c.
 - 4.1 Gouvernement de l'État.
- h) 1.1 Réserve de faune de SOORETAMA.
- 2.1 Situé dans l'État de Espirito Santo, municipalités de Sao Mateus et Linhares 40° long. O. — 17°30' lat. S.
 - 2.2 Flore tropicale de grande valeur.
 - 2.3 15.000 ha.
 - 3.1 I.B.d.2.
 - 4.1 Gouvernement fédéral.

21. *Chili.*

Dans les forêts denses des montagnes du nord du Chili, aucune réserve n'est signalée.

C. ASIE.

1. *Pakistan.*

Aucune réserve naturelle n'est signalée dans la zone de forêt dense humide du Pakistan oriental.

2. *Inde.*

Deux sanctuaires situés sur la côte Malabar : Dandeli (20.000 ha) et Periyar (67.000 ha), se trouvent dans la zone de forêt dense humide et sont proposés comme parcs nationaux.

En Assam, deux autres sanctuaires assurent le même office en régions d'altitude : le Tirap Frontier Tract National Park (qui est en fait une réserve intégrale de 100.000 ha) et le Kaziranga Wild Life Sanctuary (environ 40.000 ha).

3. *Ceylan.*

Des réserves ornithologiques sont situées en zone de forêts denses humides : Telwatta (1420 ha), Kegalla (112 ha), Tan Gamalai (130 ha) et Calway's Land (56 ha). Par contre, quatre réserves intégrales, deux parcs nationaux et 17 sanctuaires sont situés dans des zones écologiquement voisines de la forêt dense humide.

4. *Birmanie.*

Aucune réserve naturelle de forêt dense humide n'est signalée.

5. *Cambodge.*

Dans la bande de forêt dense humide de la côte Ouest (golf de Siam) existent vingt réserves forestières totalisant environ 265.000 ha.

6. *Viet-nam.*

Environ soixante-cinq réserves forestières sont signalées au Viet-nam, dont une partie intéresse l'étroite bande de forêt dense humide de la côte sud-orientale.

7. *Thaïlande.*

Une forêt est réservée à Pukare.

8. *Fédération de Malaisie.*

Le Parc national King GEORGE V, créé en 1938 (436.000 ha), est entièrement situé en forêt dense humide de basse altitude et de montagne.

Un certain nombre de territoires de référence sont réservés par le Service forestier sous le nom de *Virgin Jungle Reserves*, qui ont une étendue variant de quelques dizaines à une centaine d'hectares et constituent en fait des réserves dirigées. Ce sont : Sungkap (75 ha), Rengam (189 ha) ; Gunong Arong (46 ha), Gunong Besout (28 ha) Sg. Manyala (10 ha), Cape Rachado (80 ha), Kemahang (192 ha).

Enfin, une réserve botanique est signalée : Ayer Hitam forest reserve (496 ha).

9. *Singapour.*

Comme en Malaisie, un gros effort a été fait en vue de la protection de la nature dans des conditions de surpopulation intense. Le bassin de captage des eaux a été érigé en une réserve de 3.200 ha (Municipal Catchmen area). En outre, les réserves suivantes sont signalées : Pandan Forest and Nature Reserve (550 ha) sur la côte Sud-Ouest ; Bukit Timah Forest (66 ha), Bukit Timah Nature Reserve (9 ha), Kranji Forest (22 ha) et Pasir Pan Jang (5 ha).

D. OCÉANIE.

1. Indonésie.

Le département de la Protection de la Nature et le Service forestier conduisent une vaste enquête en vue de dresser l'inventaire de ce qui subsiste sur le plan des réalités des quelque 113 réserves toujours légalement constituées.

La répartition de ces réserves était la suivante :

Java	68 réserves totalisant environ	176.872 ha ;
Sumatra	25 » » »	1.313.057 ha ;
Bornéo	7 » » »	642.283 ha ;
Célèbres	7 » » »	6.350 ha ;
Autres îles	6 » » »	76.592 ha ;
Total	113	2.215.154 ha.

2. Nouvelle-Guinée hollandaise.

Une seule réserve importante :

1.1 Lorentz Natuurmonument.

1.2 Natuur Monument Ordinance.

1.3 1916.

2.1 Situé entre le rivage de la baie des Flamants et les cimes neigeuses du pic Wilhelmine ; de 138 à 139° long. E. — de 5 à 6° lat. S.

2.2 s'élève jusqu'à 4.750 m.

2.3 360.000 ha.

2.4 Limite Nord : pic Wilhelmine, rivière Lorentz et la ligne passant par la source du sommet Wilhelmine ; limite Sud : baie des Flamants ; limite Ouest Noord West Rivier.

3.1 I.A.a.

4.1 Gouvernement.

4.2 Établi en 1916 : par *Nature Monument Ordinance*
Remplacé en 1932 par *Nature Monument and Game Reserves Ordinance*.

- 4.3 Accès difficile, conservant la flore et la faune tropicales, les plaines et montagnes à l'état vierge.
5.1 La prospection des gisements d'or y a été autorisée.

3. *Bornéo britannique.*

Aucune information.

4. *Iles Philippines.*

Quatre parcs nationaux intéressent la forêt dense humide :

a) 1.1 MAKILING National Park.

1.2 Proclamation n° 552.

1.3 1933.

2.1 Los Banos ; 121° long. E. — 13°45' lat. N.

2.2 Sources chaudes, 3.000 espèces de la flore.

2.3 3.908'86 ha.

3.1 I.A.c.

4.2 Proclamation n° 552, 1933.

Amendement n° 214, 1937.

b) 1.1 BICOL National Park.

1.2 Proclamation n° 657.

1.3 1934.

2.1 Basud et Daet ; 122°30' long. E. — 14° lat. N.

2.2 Forêt vierge.

2.3 5.201 ha.

3.1 I.A.c. et I.B.e.8.

c) 1.1 Central CEBU National Park.

1.2 Proclamation n° 202.

1.3 1937.

2.1 Balamban, Toledo et City ; 123°40' long. E. —
10°30' lat. N.

2.3 15.395,58 ha.

3.1 I.A.c. Esthétique, scientifique ; seule forêt existant à Cebu.

d) 1.1 BASILAN National Park.

1.2 Proclamation n° 457.

1.3 1939.

2.1 Lametan, Baselan, City of Zamboanga ; 122° long.
E. — 7° lat. N.

2.2 Forêt vierge ; sommet : 3317 pieds.

2.3 6.451 ha.

3.1 I.A.c. et I.B.e.8.

En outre, il est signalé l'existence de 101 réserves forestières en 1948.

5. *Iles Fiji.*

Le Parc national Costello (actuellement réserve forestière de Korobola), environ 100 ha, et un ensemble d'autres réserves forestières totalisant 32.092 ha assurent une certaine protection à la forêt.

6. *Australie.*

Parmi les 48 parcs nationaux créés au Queensland, le Parc national d'Eungella (49.000 ha) porte sur des forêts denses. En outre, une partie des 3.000.000 ha de réserves forestières intéresse l'étroite zone de forêt dense humide du Queensland.

7. *Autres territoires.*

Aucune information.

* * *

La forêt dense humide tropicale a une très large distribution dans le monde et est groupée en trois régions principales :

a) L'Amérique : du Mexique au Brésil et des Antilles au Chili ;

b) L'Afrique : de Sierra Leone à Madagascar et des montagnes d'Éthiopie à l'Angola ;

c) La région océano-asiatique : de la côte de Malabar et Ceylon aux Iles Fiji, et de l'Assam aux Philippines et au Queensland.

Dans ces trois massifs, relativement individualisés, l'importance et la distribution des réserves de forêt dense humide apparaît souvent comme insuffisante et inadéquate.

Dans l'état actuel des informations, il ne paraît pas opportun d'examiner la situation de chaque pays ou territoire individuellement ; ce serait s'exposer soit à des considérations injustes, soit à des inexactitudes, pour des raisons exposées dans le préambule.

Il est cependant permis de remarquer que dans les trois grandes régions forestières deux types particuliers de forêts denses humides et d'un grand intérêt scientifique ne comportent pas suffisamment de réserves naturelles, ce sont les mangroves et les forêts denses de montagne.

D'autre part, la plupart des pays ou territoires où les responsabilités de nations européennes telles que la Grande-Bretagne, la France, les Pays-Bas et la Belgique ont pu s'exercer sont caractérisés par l'abondance des réserves forestières, souvent de production, qui y ont été créées en vue de satisfaire aux buts de la politique forestière.

* * *

PROPOSITIONS ET SUGGESTIONS.

Dans les lignes qui suivent, on examinera un ensemble de considérations qui pourraient constituer une justification et des éléments d'une politique raisonnée de réservation de la forêt dense.

La justification de la préservation de milieux naturels non perturbés découle des nécessités ou des utilités exposées synthétiquement ci-dessous.

1. Des raisons d'ordre philosophique, sentimental et esthétique imposent à l'homme de sauvegarder et respecter des milieux naturels non perturbés.

2. Le progrès des connaissances scientifiques et l'intelligence des traitements appliqués aux sols et aux divers types de végétation postulent l'étude de ces mêmes milieux non perturbés au titre de référence aux milieux naturels primitifs.

3. Ces connaissances scientifiques adéquates portent non seulement sur l'inventaire des faunes et des flores, mais également sur l'étude des divers groupements, de la biologie de leurs composantes, des tendances évolutives individuelles et collectives, et des interactions permanentes.

4. L'écologie, au sens de l'étude de l'action des organismes sur le milieu et réciproquement, n'a de sens que si elle se rattache aux conditions naturelles les plus stables, c'est-à-dire les mieux adaptées aux conditions actuelles de station.

5. La connaissance de l'évolution du règne végétal ne peut être complète ou intelligible sans l'étude de ces fossiles vivants que sont les plantes rares arrivées au déclin de leur règne.

6. La production agricole tropicale, qui est déjà redevable à la zone de forêt dense humide de plantes aussi importantes que le palmier à huile, l'Hévéa, le caféier robusta, le cacaoyer, le quinquina, le théier, le *Rauwolfia*, le *Strophanthus*, le manioc et le bananier, a un intérêt direct à la préservation de ce conservatoire, encore peu connu, non seulement d'espèces mais aussi de gènes

pouvant se révéler d'une grande utilité. Il en est de même de la foresterie et, à plus forte raison, de la pharmacie.

7. Une des conséquences des activités de production agricole ou forestière se réduit souvent à la socialisation d'un petit nombre d'espèces utiles ou appréciées, ce qui déclenche inévitablement des réactions de masse parmi les organismes commensaux, concurrents, parasites ou prédateurs. Le phytotechnicien est désarmé s'il ne peut faire appel à l'étude des conditions naturelles d'équilibre ou de concurrence ou aux moyens naturels qui y sont encore préservés.

8. Les justifications les plus utilitaires d'une politique de préservation des milieux naturels lui confèrent son caractère essentiel, celui d'être d'une application ou d'un intérêt local, trouvant sa raison d'être limitée à l'échelle du terroir.

9. L'écologie des complexes vivants doit se trouver à la base de toute politique rationnelle d'exploitation des ressources naturelles renouvelables.

10. Le caractère essentiellement local de l'utilité écologique d'une réserve naturelle et son rôle fondamental dans la conception et l'application d'une politique rationnelle d'exploitation, montrent que les réserves naturelles sont particulièrement nécessaires et indispensables dans les régions supportant une forte charge humaine ou animale. C'est précisément dans de telles régions que toutes tentatives de constitution ou de conservation apparaissent généralement les plus vaines.

11. F. R. FOSBERG ⁽¹⁾ insiste pertinemment sur la nécessité de préserver des échantillons des types caractéristiques de végétation naturelle. Il en est notamment ainsi des principales formes de dégradation de la forêt

⁽¹⁾ F. R. FOSBERG, *Le rôle des réserves dans la conservation d'espèces et d'associations végétales* (Derniers refuges, U. I. C. N., Elsevier, 1956).

dense humide. Il ne semble en effet pas possible d'atteindre une connaissance écologique complète de la végétation de la Cuvette centrale congolaise par exemple, sans considérer les immensités de forêts secondaires anthropiques à Musanga ou les savanes guinéennes. Par analogie dans un autre domaine, la connaissance et la préservation d'échantillons des formations de forêts claires à *Brachystegia* (climax de feu) sont tout aussi nécessaires à l'étude et la compréhension écologiques du Katanga et des Rhodésies.

Dans les réserves naturelles de forêts denses, il sera donc indispensable d'y organiser scientifiquement en dehors de cantons jouissant d'une protection intégrale, telles activités humaines susceptibles de conserver ou reproduire les principales formes de dégradations traditionnelles. Cette considération est encore renforcée par le fait qu'à ce jour ce sont surtout les stades d'évolutions intermédiaires des forêts tropicales qui ont pu être valorisées par l'industrie plutôt que les stades ultimes climaciques.

Les réserves naturelles de haut intérêt écologique local dont il est question ici seront donc essentiellement des réserves naturelles dirigées.

12. Dans l'étalement des réserves naturelles de haut intérêt écologique local que le cheminement des considérations qui précèdent permet d'envisager à l'échelle des grandes régions forestières, les stations marginales constituent des localisations privilégiées.

Par stations marginales, il faut entendre ici des stations frontalières à la zone de forêt dense humide où les facteurs écologiques sont maintes fois mis en minimum et partant plus aisément perceptibles à l'analyse, et les stations où le gradient de variation de ces facteurs est assez relevé comme dans des séries altitudinales.

Si comme le fait remarquer F. R. FOSBERG (*op. cit.*), les connaissances botaniques actuelles ne permettent pas de définir à l'échelle mondiale les types caractéristiques de végétation primaire qu'il conviendrait de réserver, les connaissances actuelles en géographie physique et en phytogéographie autorisent néanmoins l'énoncé de certaines grandes divisions stationnelles, ou de régions naturelles, pouvant étayer un premier réseau rationnel de réserves constituant autant de laboratoires vivants d'écologie locale.

Les fondements principaux de ce réseau sont respectivement :

— Les régions climatiques telles que définies par les systèmes de KÖPPEN ou de THORNTWAITE ;

— Les grandes divisions géologiques, géomorphologiques et phytogéographiques.

A cet égard, pour ce qui concerne l'Afrique notamment, les principaux milieux physiques suivants peuvent être définis sur une base géographique :

— Les mangroves et les forêts marécageuses ou inondées ;

— Les forêts de terre ferme jusqu'à une altitude de l'ordre de 800 m ;

— Les forêts de transition s'étageant entre 800 et 1000 à 1100 m d'altitude ;

— Une zone plus sèche comprise entre 1100 et 1400 à 1500 m ;

— Divers étages de forêts de montagne atteignant le niveau des précipitations maxima, niveau de la *timber line*, et dont l'altitude absolue peut varier d'un massif à l'autre.

* * *

Divers auteurs ont suffisamment insisté sur la faible étendue des connaissances relatives aux forêts denses humides des régions tropicales. Le besoin se fait claire-

ment sentir non seulement d'études générales floristiques mais également d'une centralisation et un développement d'un répertoire des connaissances relatives aux trois grandes régions forestières définies antérieurement, dans les matières de la systématique des plantes et des groupements végétaux et de leur écologie.

Sans doute connaît-on les Herbiers de Kew, du Muséum de Paris, du Jardin botanique de Bruxelles, de Yangambi, du Coryndon Museum, de Malaisie, de Bogor, etc. Mais il ne semble pas que ces institutions soient entièrement à même de répondre aux besoins d'équipes adéquates de botanistes de terrain dans des délais normaux requis pour la mise en œuvre des observations.

L'infrastructure des moyens d'études des sols et des climats ne paraît ni suffisante ni adéquatement répartie.

* * *

Dans le préambule de cette étude, il a été fait mention des récentes évolutions politiques et administratives de certaines régions tropicales, phénomènes naturels qui n'ont cependant pas manqué de préoccuper tous les milieux attachés à la protection de la nature. Il est cependant réconfortant de voir plusieurs pays, ayant accédé au gouvernement autonome, qui ont préservé les réserves naturelles ou renforcé leur statut pratique, en parfaite connaissance de leur importance pour l'avenir national, plutôt que de les avoir considérées comme des statues à renverser ou de la monnaie pour transaction de politique locale.

* * *

Indépendamment des réserves naturelles intégrales et des Parcs nationaux, des diverses variétés de réserves dirigées de la nomenclature d'Ed. BOURDELLE, des réserves forestières de protection destinées à maintenir la surface du sol dans un état propice à la percolation

nécessaire à l'approvisionnement des richesses phréatiques, une nouvelle forme de réserve naturelle a, en fait, déjà vu le jour.

Cette nouvelle forme de réserve, qui pourrait s'appeler la « réserve naturelle de référence », est une réserve naturelle dirigée destinée à constituer un laboratoire vivant d'écologie locale et répond aux caractéristiques ci-dessous :

La réserve naturelle de référence :

— Fait partie d'un réseau rationnel groupant au moins une telle réserve par région naturelle définie par les critères dont des exemples ont été donnés ci-dessus (zones climatiques, phytogéographiques, géomorphologiques et altitudes) ;

— Fait l'objet des études et observations écologiques telles que celles esquissées aux paragraphes des justifications, conditions essentielles de ces justifications ;

— Comporte une superficie suffisante compte tenu de la variabilité de la végétation, sinon une caténa complète ;

— Est soumise scientifiquement, dans des cantons particuliers, à telles activités humaines susceptibles de conserver ou reproduire les principales formes de dégradation traditionnelles, tandis que d'autres cantons sont l'objet d'une protection intégrale.

Sous peine de différer l'utilité de ces réserves, et avant toutes études spécialisées relatives à un objet particulier, certains travaux de base doivent y être entrepris :

a) Les mesures juridiques et matérielles de conservation ;

b) Les inventaires floristiques et faunistiques ;

c) La carte pédo-botanique ou l'étude des biogécénoses ;

d) L'intégration des observations locales dans un réseau éco-climatique.

Ces réserves de référence se rencontrent notamment déjà, *mutatis mutandis*, dans les *Virgin Jungle Reserves* de Malaisie, et dans les sections hors-cadre ou « parcs forestiers » des réserves forestières gouvernementales gérées par l'Institut national pour l'Étude agronomique du Congo belge.

* * *

De nombreux pays tropicaux qui se sont préoccupés d'une politique forestière rationnelle, se sont constitués ou se constituent un domaine forestier permanent répondant à certains critères ⁽¹⁾.

Dans la plupart de ces pays, les plans d'aménagement des réserves forestières sont approuvés par des mesures législatives.

Dès lors, de rapides progrès pourraient y être réalisés dans la politique de réservation que l'on a tenté de définir ici, en prévoyant, dans les plans d'aménagement des réserves adéquatement situées, une section hors-cadre sous forme de « réserve naturelle de référence ».

Les techniques forestières étant les premières bénéficiaires de ces réserves de référence, il est normal, et conforme aux attributions, qu'elles soient confiées à la gestion des services forestiers nationaux, ou, s'il en existe, à des institutions scientifiques spécialisées.

On peut ajouter que ce problème n'est pas spécifiquement tropical. En effet, nombreux sont les naturalistes en Belgique par exemple, qui souhaiteraient que dans les belles forêts de Soignes ou de l'Hertogenwald, des superficies, de quelques pourcents de l'étendue totale judicieusement réparties, ne soient pas spécifiquement

(1) C. DONIS, Sur quelques éléments de politique forestière tropicale (C. R. de la Conférence forestière interafricaine, Abidjan, déc. 1951).

vouées au Hêtre ou à l'Epicéa mais bien à la végétation naturelle sauvage.

* * *

Inspiré par les imperfections ou l'âge des informations centralisées à l'Union internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources, on pourrait être tenté d'entreprendre une nouvelle enquête relative aux réserves naturelles de forêts denses auprès des divers pays aux territoires intéressés.

Une telle enquête n'est cependant peut-être pas opportune dans le présent ; plusieurs pays procèdent au reclassement et au contrôle des réserves ; l'établissement de réserves naturelles de référence dans le cadre des réserves forestières d'aménagement existantes, ou l'étude et la réalisation d'un réseau rationnel entièrement nouveau de réserves de référence nécessitent un certain délai.

Il n'empêche cependant que des informations périodiques à ce sujet seraient extrêmement utiles en vue de suivre les progrès de la constitution de cet équipement nécessaire à la connaissance scientifique et au développement économique de la zone de forêts denses humides des régions tropicales.

Le 19 décembre 1959.



FIG. 1. — Amérique.

	Wet evergreen (rain) forest		Desert shrub and desert
	Moist deciduous forest		Savanna
	Moist deciduous - sal occurs		Moist deciduous with interspersed savanna
	Mangrove forest		Moist deciduous with teak and bamboo occurring
	Pine - conifers occur		Dry deciduous with teak and bamboo occurring
	Dry deciduous forest		Dry deciduous - sal occurs
	Thorn		Andes

Extr.: "TROPICAL SILVICULTURE" Volume 2 - FAO Forestry and Forest Products Studies - ROME 1958

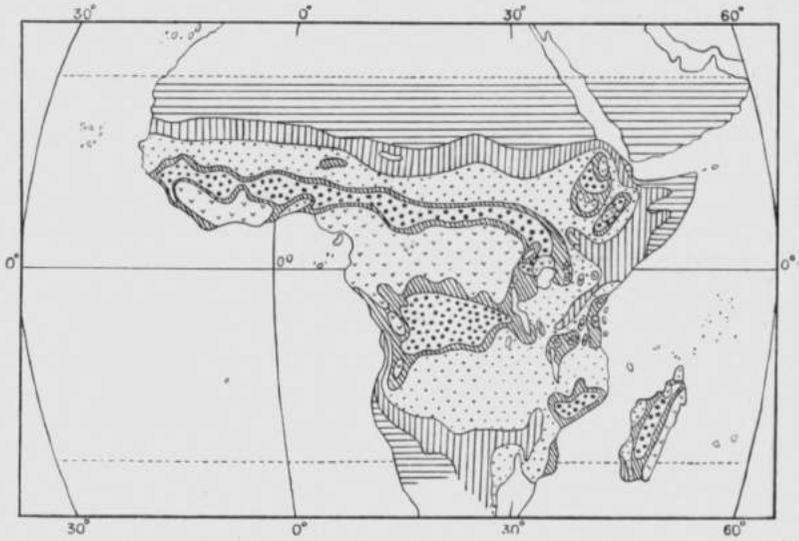


FIG. 2. — Afrique.

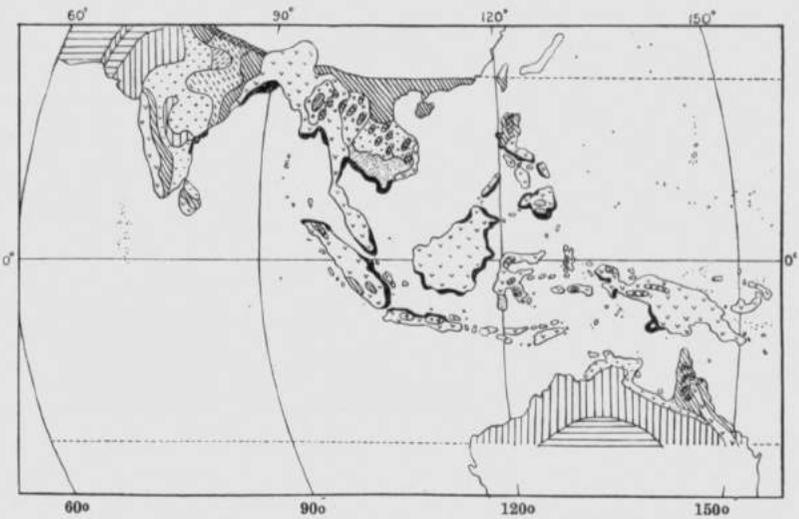


FIG. 3. — Extrême-Orient.

W. Robijns. — Rapport sur un travail de M. P. Deuse, intitulé : « Étude écologique et phytosociologique de la végétation des *esobe* de la région du lac Tumba ».

Notre confrère, M. R. BOUILLENNE, a présenté à la séance de notre Classe du 23 mai dernier, un travail de M. P. DEUSE, intitulé : « Étude écologique et phytosociologique de la végétation des *esobe* de la région du lac Tumba (Congo belge) » (1).

Au cours de la même séance, nous avons été désigné comme second rapporteur mais, par suite de diverses circonstances, nous n'avons pu examiner le manuscrit que tout dernièrement. Il comporte 121 pages, 24 tableaux dont certains sont paginés et d'autres pas, 5 cartes, 7 diagrammes et 19 photos.

L'auteur y expose des observations écologiques et phytosociologiques originales, faites pendant l'année 1955 dans 14 *esobe* secs ou humides de la rive Est du lac Tumba, entre Bikoro et le Centre de Recherches scientifiques de l'I.R.S.A.C. à Mabali. Il s'est intéressé tout particulièrement à l'*esobe* de M'Bolo, du domaine de l'I.R.S.A.C., de loin le plus grand et le plus diversifié, que les indigènes considèrent comme sacré et qui semble n'avoir jamais subi les atteintes du feu et n'avoir jamais été cultivé. Ses observations et ses études n'en sont que plus intéressantes.

L'auteur a également recherché l'origine des *esobe* en question, qu'il considère comme des formations édaphiques naturelles dont certaines sont en voie de colonisation forestière. Il est ainsi entièrement d'accord avec les

(1) *Bulletin des Séances* (A. R. S. C., nouv. Sér., V, 1959-4, pp. 895-898).

conclusions de nos études antérieures sur le même sujet et il affirme que les *esobe* ne sont pas d'origine anthropique, comme l'a signalé M. J. LÉONARD en 1952. Beaucoup d'*esobe* sont certes parcourus par le feu mais, d'après l'auteur « celui-ci a pour conséquence de bloquer leur évolution » (p. 104 du manuscrit).

Le mémoire de M. P. DEUSE apporte une contribution importante à la connaissance des formations herbeuses naturelles, enclavées un peu partout dans la forêt équatoriale de l'ouest de la Cuvette congolaise.

Son manuscrit suscite cependant les remarques suivantes :

Dans l'introduction, il commence, à notre avis, d'une façon peu heureuse, par comparer les *esobe* aux savanes équatoriales décrites dans la forêt amazonienne, par notre savant confrère M. R. BOUILLENNE. L'homologie de ces deux formations reste cependant encore à démontrer. Dans les remerciements qu'il distribue à la fin de la même introduction, il oublie certaine aide importante sans laquelle son mémoire aurait été fort incomplet, notamment en ce qui concerne les déterminations spécifiques. A ce point de vue, il est à regretter que les matériaux d'herbier sur lesquels est basé tout le travail n'aient été que fragmentaires.

Dans le chapitre I : « Historique de l'exploration de la région du lac Tumba », il ne mentionne qu'une seule donnée relative à l'exploration botanique de la région en question, notamment les observations de plaines herbeuses faites par F. THONNER en 1898 dans la région d'Irebu, les autres données se rapportant à d'autres régions congolaises. Nous avons cependant signalé en 1936 ⁽¹⁾, 6 *esobe* dans la région du lac Tumba, dont 2 situés à Bikoro, tout près de la région étudiée par l'auteur.

Dans le chapitre III : « Cadre phytogéographique »,

(1) W. ROBIJNS, Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge (*I. R. C. B.*, Sect. Sc. Not. et Méd., mém. in-4°, V, 1936, pp. 29-32).

nous sommes quelque peu surpris d'apprendre que les forêts de terre ferme de la région sont du type mésophile, alors que le climat est des plus favorables à des forêts du type hygrophile.

Dans divers chapitres du mémoire, l'auteur traite les digues formées par les mouvements des eaux dans le voisinage des rives du nom de *restingas*, terme importé d'Amazonie. Nous ne sommes pas du tout convaincu qu'il s'agisse de phénomènes absolument semblables et le terme de « banc de sable » utilisé par nous et d'autres auteurs nous semble préférable pour ces formations en Afrique. Parlant de l'*Hyparrhenietum diplandrae*, association caractéristique des *esobe* secs, l'auteur le décrit comme une prairie à hautes herbes, alors que cette association est écologiquement et floristiquement totalement différente d'une association prairiale.

En ce qui concerne la bibliographie, nous avons dû constater que l'auteur n'a pas connaissance de certaines publications et nous nous excusons de devoir mentionner ici trois de nos propres travaux relatifs à la question, à savoir : « La Flore et la Végétation du Congo belge » (1) ; « La forêt équatoriale congolaise est-elle discontinuée ? » (2) et « Note écologique sur quelques bains d'éléphants au Congo belge » (3).

La bibliographie renferme aussi des citations inexactes et ne donne aucune pagination. Certains travaux, comme SCHNELL 1950, cité p. 13 dans le texte, n'y sont d'ailleurs pas repris.

Enfin, le travail ne comprend pas de table de matières et quelques erreurs se sont glissées par-ci par-là dans le texte même.

Pour terminer, nous proposons, avec notre confrère M. R. BOUILLENNE l'impression de ce travail intéressant

(1) *Revue des Questions scientifiques*, 1930, pp. 261-299, 5 fig.

(2) *Journées d'Agronomie coloniale* 1937, Bruxelles, 1938, pp. 270-273, 2 fig.

(3) *Bulletin des Séances* (I. R. C. B., XII, 1941, pp. 318-327, 2 fig.).

dans les *Mémoires in-8°* de notre Classe, après une mise au point préalable des diverses questions que nous venons de soulever. D'autre part, nous estimons que l'illustration peut être réduite sans nuire aucunement à la valeur du travail.

Le 19 décembre 1959.

J. Kufferath. — Rapport sur le travail intitulé : « Note sur la chimie des eaux du lac Tumba » par M. J.-Th. Dubois.

A l'occasion de deux séjours d'un mois au centre de l'I.R.S.A.C. à Mabali, sur le lac Tumba, l'auteur, qui est chercheur de l'I.R.S.A.C., a pu recueillir une série de données physiques et chimiques sur les eaux de ce lac et sur quelques eaux affluentes. Il a également analysé un échantillon de sédiments.

Les eaux du lac Tumba sont des eaux humiques, très douces mais acides, de coloration brune appartenant au type dit « eaux noires ». La minéralisation en est très faible (sur 70 à 90 mg de résidu sec total par litre, on peut estimer, par la conductivité indiquée, que les éléments minéraux représentent nettement moins que 30 mg/l). Ces eaux sont, en somme, des solutions aqueuses presque pures d'acides humiques. En tous cas, les teneurs en alcalins, chlorures, phosphates, sulfates et nitrates sont minimales et déclarées « non décelables » par l'auteur.

Des séries de mesures en des endroits différents ou en fonction de l'heure manifestent la pratique homogénéité, thermique et chimique, due à la très faible profondeur. Celle-ci n'est, en effet, que de 4 mètres en moyenne. Avec son étendue de 765 km², le lac Tumba, malgré son épithète, n'est donc qu'un immense étang.

L'eau est oxygénée dans toute son épaisseur. Les teneurs en oxygène sont moyennes et n'atteignent jamais la saturation. L'auteur montre que cet état de chose semble dépendre essentiellement de l'action réductrice des matières humiques en solution.

Cette étude apporte une série de données de base relatives à la physico-chimie générale de l'eau d'un de nos deux grands lacs de forêt du Congo.

Le travail paraît soigneusement effectué et est clairement présenté. Tout au plus, pourrait-on regretter que l'auteur n'ait pas chiffré la limite de sensibilité de recherche pour les éléments qu'il qualifie d'indosables (Na^+ , K^+ , Cl^- , $\text{PO}_4^{\equiv-}$, NO_3^- , NO_2^-). Il y aurait, en effet, lieu de se demander jusqu'à quel point plusieurs de ces ions ne pourraient pas être limitants du point de vue biologique.

Le travail comporte au total 21 pages dactylographiées équivalant à 14 pages de typographie.

Un graphique et des tableaux synthétisent les résultats obtenus.

Il est proposé à la Classe de publier cette intéressante note dans le *Bulletin*.

Le 19 décembre 1959.

Th. Dubois. — Note sur la chimie des eaux du lac Tumba.

(Note présentée par M. J. Kufferath).

A. INTRODUCTION.

Au cours de deux séjours d'un mois, en 1955 et 1956, au Centre de l'I.R.S.A.C. à Mabali, nous avons eu l'occasion d'ébaucher une étude sur la chimie des eaux du lac Tumba. Il est certain que ces deux périodes d'un mois sont très loin de suffire à la connaissance approfondie d'un lac aussi étendu que le Tumba, mais ce travail permettra de connaître, au moins dans ses grandes lignes, le genre d'eau auquel on a affaire et les chiffres donnés pourront servir de base à une étude ultérieure.

Notre premier séjour a eu lieu en octobre 1955, à la saison des pluies et des hautes eaux, tandis qu'en juin-juillet 1956, époque du second séjour, la saison sèche débutait; le niveau du lac descendait de jour en jour, mais n'avait cependant pas encore atteint sa cote la plus basse à notre départ vers la mi-juillet.

Le Centre de l'I.R.S.A.C. de Mabali a mis très aimablement à notre disposition le personnel, les embarcations et les installations nécessaires à l'accomplissement de notre travail.

Certaines mesures chimiques et physiques, telles que température, pH, oxygène dissous, anhydride carbonique et matières organiques furent, bien entendu, exécutées sur place, tandis que des échantillons d'eau furent ramenés à notre laboratoire de Chimie des Eaux au Centre d'Uvira, afin de terminer d'autres analyses demandant un matériel spécial et pouvant supporter, sans dommage, un certain retard.

B. RÉSULTATS DES MESURES.

1. *Sondage.*

En collaboration avec M. G. MARLIER, nous avons exécuté de nombreuses mesures de profondeur du lac Tumba. Celui-ci occupe une vaste cuvette peu profonde d'environ 765 km² dans la grande forêt équatoriale et est reliée au fleuve Congo par le chenal d'Irebu.

La carte bathymétrique, résultat de ces sondages, a été publiée dans un récent travail d'hydrobiologie au lac Tumba par G. MARLIER. Le niveau du lac Tumba subissant des variations importantes (jusqu'à 3,50 m) au cours de l'année, il a été nécessaire de se fixer une hauteur des eaux bien déterminée afin d'établir la carte bathymétrique ; nous avons pris comme repère la cote de 2 m à l'échelle limnimétrique de Bikoro. A cette période, la profondeur moyenne du lac était d'environ 4 mètres, la profondeur de 6 mètres ne fut jamais atteinte si ce n'est à l'entrée du chenal d'Irebu où nous avons même pu enregistrer des profondeurs de 8 mètres.

2. *Couleur et transparence de l'eau.*

Vues dans leur masse, les eaux du lac Tumba sont fortement colorées en brun ; examinées par transparence elles montrent une coloration « vin blanc ». Il s'agit bien d'une réelle coloration de l'eau et non de particules colorées en suspension, car après filtration, elles conservent leur coloration d'ailleurs caractéristique des eaux humiques provenant du lessivage de la couche d'humus tapissant le sol des régions forestières équatoriales. Ce type d'eau se rencontre dans de nombreuses rivières de la cuvette congolaise, ainsi d'ailleurs que dans d'autres régions analogues, notamment en Amazonie.

Les eaux du lac sont presque dépourvues de matières en suspension, si ce n'est auprès des rives pendant les quelques heures où le lac est agité.

La transparence est très faible ; mesurée au disque de Secchi, elle est de 0,90 m à 1,10 m au large et 0,75 m à proximité des rives, la forte coloration de l'eau absorbant très rapidement les radiations solaires.

3. *Température.*

Les mesures de température ont été exécutées à l'aide d'un thermomètre à résistance « Métrix ».

Les eaux du lac montrent une température généralement très élevée et pratiquement uniforme dans toute leur masse. Ceci s'explique aisément du fait de la faible profondeur du lac et de l'agitation souvent très violente des eaux ; les vents du Sud et de l'Ouest responsables de cette agitation y exercent un brassage journalier dont l'effet se répercute jusqu'au fond.

Les eaux de surface subissent plus directement les effets des variations journalières d'insolation et atteignent des extrêmes de température très élevés allant jusqu'à 33 °C. De telles températures sont des maxima qui ne sont observés que pendant quelques heures, le brassage dû aux vents ayant tôt fait d'homogénéiser la masse et d'en uniformiser la température. Dans ces conditions, il ne nous a jamais été possible d'observer le moindre thermocline ou même la plus légère stratification dans ces eaux.

Le *tableau 1* donne quelques chiffres concernant les températures observées au cours des mois d'octobre 1955 et de juillet 1956 :

Tableau 1. — Températures observées au cours des mois d'octobre 1955 et de juillet 1956.

Jour	5	8 (9 h)	8 (10 h)	20 (10 h)	20 (12 h)	21	24	4	11	12	
Mois	10	10	10	10	10	10	10	7	7	7	
Année	55	55	55	55	55	55	55	56	56	56	
Surf.	29,85	27,35	29,85	28,40	32,95	30,40	29,60	28,80	—	28,00	
0,20m	—	—	—	—	—	—	—	29,00	28,15	28,00	
0,50	29,85	—	—	—	30,30	—	—	28,95	28,20	27,85	
0,80	—	—	—	—	—	—	—	28,95	—	—	
1,00	29,85	—	28,05	—	29,50	—	—	28,90	28,20	27,85	
1,20	—	—	—	—	—	—	—	—	28,15	—	
1,50	—	—	—	—	29,10	—	—	28,90	28,15	27,70	
1,75	—	—	—	—	—	—	—	28,90	27,90	—	
2,00	27,45	27,85	27,75	—	28,55	—	—	28,90	27,85	27,70	
2,30	—	—	—	—	—	—	—	28,75	—	—	
2,50	—	—	—	—	28,65	—	—	28,35	27,40	27,60	
2,70	—	—	—	—	—	—	—	—	27,40	—	
3,00	27,30	27,80	27,75	—	28,50	—	—	28,50	27,30	27,55	
3,30	27,35	—	—	—	—	—	—	—	27,15	—	
3,50	—	—	—	—	28,40	—	—	—	—	27,55	
3,80	—	27,75	—	—	—	—	—	—	—	—	
4,00	—	—	—	—	28,40	—	—	—	—	27,40	
4,50	—	—	—	—	28,40	—	—	—	—	27,10	
5,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,10	
5,30	—	27,85	—	Température en degré °C							—

Le *tableau 2* donne les températures du fond à différents endroits au cours d'une même journée, la température de l'eau de surface variant de 26,70 à 27,55 °C.

Tableau 2. — Températures du fond.

	Fond de	Temp. C°
3.10.1955	5,00 m	27,05
	5,20	26,60
	5,50	26,50
	5,50	27,00
	5,60	26,90
	5,90	26,70
	6,00	26,50

Nous voyons que l'influence de l'insolation se fait sentir jusqu'au fond au cours de la journée même et qu'aucune ébauche de stratification n'est possible.

Au cours de chacune des périodes que nous avons passées à Mabali, nous avons mesuré la température de l'eau de surface d'heure en heure pendant 24 heures consécutives, ainsi d'ailleurs que la teneur en oxygène dissous. Les résultats de ces mesures sont repris au paragraphe suivant.

4. Oxygène dissous.

Les prélèvements furent effectués à l'aide d'une bouteille de « Friedinger » et les échantillons d'eau recueillis dans des flacons de Winkler de 100 à 125 m³ ; simultanément, les mesures de température étaient exécutées au thermomètre à résistance.

La teneur en oxygène dissous a été déterminée par la méthode classique de WINKLER, quoique sur un certain nombre d'échantillons nous ayons appliqué la modification d'ALSTERBERG par action de l'eau de brome préalablement à la fixation de l'oxygène.

Dans le cas des eaux du lac Tumba, l'expérience a montré que cette modification n'apportait aucune amélioration au résultat du dosage. Deux échantillons prélevés au même endroit simultanément, l'un traité à l'eau de brome, l'autre pas, ont donnés à l'analyse les mêmes résultats comme le montre l'exemple ci-dessous :

Eau de Surface: Temp. 30,4 °C.

	mg O ₂ /l	% satu- ration
(21.10.1955)		
1) Sans eau de brome	4,99	68,98
2) Avec eau de brome	4,97	68,72

Après plusieurs dosages donnant tous des résultats analogues, nous avons abandonné la modification en question pour nous en tenir à la simple méthode de WINKLER classique.

Pour des eaux noires aussi riches en matières organiques, il est certain que cette méthode de WINKLER est entachée d'erreurs et que les résultats obtenus ne peuvent être tenus pour rigoureux, mais, faute d'une technique meilleure, elle a au moins le mérite de fournir des résultats comparables entre eux. A cette époque, n'avait pas encore paru le travail de BEADLE décrivant une technique du dosage de l'oxygène dissous spécialement dans les eaux de marais et ayant pour grand avantage de neutraliser le plus possible l'influence des matières réductrices rencontrées dans les eaux noires et marécageuses.

Les résultats des dosages furent calculés en milligrammes d'oxygène dissous par litre et en pourcentage de saturation, tenant compte de la correction due à la pression atmosphérique déduite de l'altitude du lac Tumba (360 m).

Le *tableau 3* donne la quantité d'oxygène dissous dans les eaux du lac à différentes époques :

Tableau 3. — Quantité d'oxygène dissous.

STATIONS		Temp. °C	mg O ₂ /l	% satur.
<i>Au large de Mabali</i> le 5.10.55 (Fond à 3,30 m)	Surf.	29,85	6,00	82,09
	1,00 m	29,85	5,46	74,66
	2,00 m	27,45	5,00	65,34
	3,00 m	27,30	6,05	78,95
<i>Entre Mabali et Dzuma</i> le 8.10.55 (Fond à 3,30 m)	Surf.	29,85	4,66	63,69
	1,00 m	28,05	4,41	58,36
	2,00 m	27,75	4,19	55,12
	3,00 m	27,75	3,97	52,23
<i>Au large de Mabali</i> le 4.7.56 (Fond à 2,90 m)	Surf.	28,80	6,28	84,20
	1,40 m	28,90	6,16	82,87
	2,70 m	28,35	5,18	68,85
<i>Entre les Bienge</i> le 13.7.56 (Fond à 5,20 m)	Surf.	28,00	6,73	88,75
	1,10 m	27,70	6,55	86,07
	3,00 m	27,60	6,32	82,79
	5,00 m	27,10	6,42	84,32

La saturation en oxygène dissous n'a jamais été atteinte même en surface ; au contraire, les eaux sont relativement pauvres en oxygène. On remarque cependant au cours de la saison sèche un pourcentage plus élevé qu'au cours de la saison des pluies. Ainsi, en surface, nous avons toujours observé nettement plus de 80 % pendant la saison sèche, alors qu'en saison des pluies ce chiffre n'était qu'exceptionnellement atteint et le plus souvent ce pourcentage restait même en dessous de 70.

Si, d'une façon générale, les eaux noires du lac Tumba ne peuvent approcher la saturation que de fort loin, par contre elles contiennent de l'oxygène dissous sur toute leur épaisseur ; les eaux du fond montrent encore des teneurs de l'ordre de plus de 50 % et parfois même de 70 % de saturation, suivant les saisons. Le grand brassage journalier et la faible profondeur du lac justifie la présence d'oxygène jusqu'au fond.

Au cours de la saison des pluies, alors que les eaux sont les plus pauvres en oxygène dissous, nous avons prélevé simultanément quatre échantillons de surface au même endroit. Deux d'entre eux (1 et 2) furent immédiatement traités et normalement analysés en laboratoire, les deux autres (3 et 4) furent tout d'abord vigoureusement agités à l'air libre pendant plus d'une heure, puis laissés au repos jusqu'au lendemain ; alors seulement, ils furent transvasés dans des flacons de WINKLER, traités par les réactifs de fixation et l'oxygène dosé normalement.

Le *tableau 4* donne les résultats de cette opération :

Tableau 4. — Saturation.

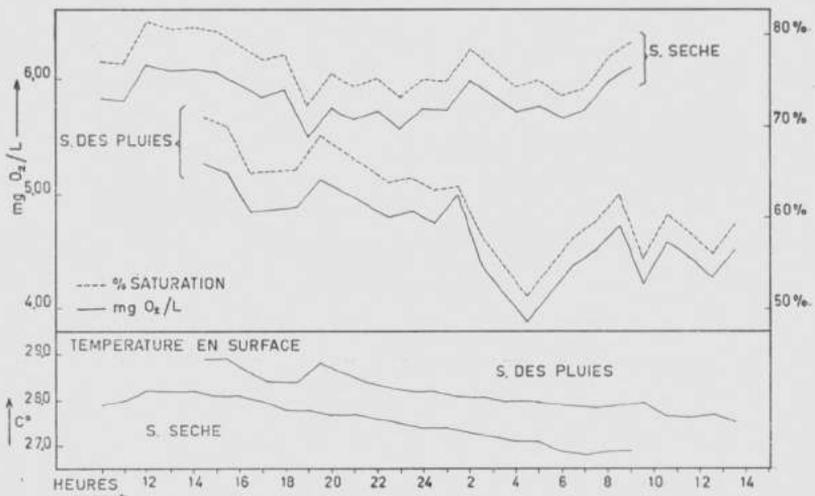
	Temp. °C	mg O ₂ /l	% saturation
Échantillons 1 et 2	29,6	4,92	63,99
(eau naturelle)		4,89	63,59
Échantillons 3 et 4	26,5	6,30	85,75
(eau aérée)		6,33	86,09

Nous observons une augmentation considérable de la quantité d'oxygène dissous dans cette même eau après agitation, ce surplus d'oxygène absorbé au cours de l'opération restant dissous après un intervalle de repos de 24 heures.

Il semble que la quantité d'oxygène dissous dans les eaux du lac soit en équilibre dynamique et qu'elle est conditionnée à la fois par l'apport d'oxygène de la surface (par agitation) et l'entrée en solution de matières oxydables. Ces eaux sont susceptibles de s'oxyder plus ou moins partiellement par contact de l'air libre.

Le pourcentage de saturation, éliminant le facteur température, est un élément de comparaison plus aisé que le poids en mg/l ; examinant les chiffres de saturation obtenus au cours des deux saisons, nous remarquons une augmentation très nette pendant la saison sèche pouvant amener ce pourcentage de 63,7 à 88,7.

Nous avons pu également, au cours de chacune des saisons, effectuer des dosages d'oxygène dans les eaux de surface, d'heure en heure pendant 24 heures ; le *tableau 5* et le *graphique 1* suivants donnent les résultats de ces mesures.



GRAPHIQUE 1. — Dosages d'oxygène dans les eaux de surface.

Tableau 5. — Dosages d'oxygène dans les eaux de surface.

Date	Heure	Temp. °C	mg O ₂ /l	% sat.	Date	Heure	Temp. °C	mg O ₂ /l	% sat.
28.10.55	14.30	28,90	5,26	70,78	5.7.56	10.00	27,90	5,83	76,89
»	15.30	28,90	5,19	69,80	»	11.00	28,00	5,80	76,65
»	16.30	28,60	4,85	64,84	»	12.00	28,20	6,12	81,07
»	17.30	28,40	4,87	64,85	»	13.00	28,20	6,07	80,42
»	18.30	28,40	4,89	65,08	»	14.00	28,20	6,08	80,63
»	19.30	28,80	5,13	68,78	»	15.00	28,10	6,05	80,07
»	20.30	28,60	5,03	67,21	»	16.00	28,10	5,95	78,74
»	21.30	28,40	4,91	65,34	»	17.00	28,00	5,84	77,10
»	22.30	28,30	4,80	63,75	»	18.00	27,80	5,90	77,59
»	23.30	28,20	4,85	64,29	»	19.00	27,80	5,50	72,34
					»	20.00	27,70	5,74	75,48
29.10.55	0.30	28,20	4,75	63,04	»	21.00	27,70	5,65	74,21
»	1.30	28,10	4,99	63,19	»	22.00	27,60	5,73	74,95
»	2.30	28,10	4,39	58,17	»	23.00	27,50	5,57	72,96
»	3.30	28,00	4,13	54,55	»	24.00	27,40	5,74	74,89
»	4.30	28,00	3,89	51,35					
»	5.30	27,95	4,15	54,73	6.7.56	1.00	27,40	5,73	74,76
»	6.30	27,90	4,38	57,75	»	2.00	27,30	5,98	78,03
»	7.30	27,85	4,52	59,60	»	3.00	27,20	5,86	76,21
»	8.30	27,90	4,73	62,37	»	4.00	27,15	5,71	74,16
»	9.30	27,95	4,21	55,57	»	5.00	27,10	5,76	74,86
»	10.30	27,70	4,58	60,25	»	6.00	26,90	5,66	73,28
»	11.30	27,65	4,45	58,40	»	7.00	26,80	5,74	74,06
»	12.30	27,70	4,27	56,08	»	8.00	26,90	5,98	77,39
»	13.30	27,55	4,52	59,27	»	9.00	26,90	6,10	78,94

5. Acidité — *pH* — Anhydride carbonique.

Les eaux du lac Tumba sont très acides, suivant les saisons la valeur du *pH* varie de 4,50 à 4,90 ; aucun gradient de variation n'a été observé en fonction de la profondeur ; la valeur est uniforme dans toute la masse.

Comme en général ces eaux sont souvent très riches en anhydride carbonique libre, nous avons fait bouillir plusieurs échantillons afin d'en chasser CO₂ et, après refroidissement, et nouvelle mesure du *pH*, nous n'avons observé aucun changement dans la valeur initiale ; cette acidité ne dépend donc pas de CO₂ dissous, mais

bien des substances organiques acides provenant de la macération et du lavage de l'humus.

L'acidité libre a été mesurée par une solution de Na_2CO_3 N/10 en présence d'indicateur mixte (Vert de bromocrésol-Rouge de méthyle). Les valeurs, exprimées en milliéquivalent/litre varient assez fortement d'une saison à l'autre.

	Surf.	0,50 m	1,00 m	2,00 m	3,00 m
1.11.55 Au large de Bwalanga	0,7	0,7	—	—	—
1. 7.56 » Mabali	0,1	—	—	—	—
11. 7.56 » Mabali	0,1	—	0,1	0,1	0,1

Nous avons mesuré les valeurs de pH d'une eau de source d'un *esobe* ainsi que de trois rivières coulant dans la forêt environnante ; pour celles-ci les valeurs de l'acidité libre sont également données :

	pH	Temp. °C	Acidité libre (en mél.)
27.10.55 Source d'un <i>esobe</i>	5,1	—	—
25.10.55 Rivière MEMBE	4,7	22,9	1,10
» NKOTENSALA	4,9	22,8	1,15
» LOTENDE	4,7	22,9	1,30

L'acidité libre de ces rivières est très élevée même par rapport aux eaux du lac qui, à cette époque, en contenaient déjà de notables proportions.

6. Conductibilité électrique — Résidu sec — Sels dissous.

Les eaux du lac et, en général, des sources et cours d'eau de la région sont très pauvres en sels minéraux dissous ; la conductibilité électrique est, de ce fait, également faible.

	Conduct. électrique $K_{18}Q^{-1} \text{ cm}^{-1} 10^{-6}$	Résidu sec (110 °C) (mg/l)
8.10.55 Tumba (Surface)	32	90
27.6.56 Tumba (Surface)	24	78
» Tumba (Fond)	24	72
Source <i>esobe</i>	10	—

La dureté totale est extrêmement faible (0,3 degré français) les teneurs en calcium (0,7 ppm) et magnésium (0,3 ppm) étant minimales.

La quantité de silice dissoute est de l'ordre de 1 à 2 ppm SiO_2 . Le fer est représenté sous deux formes : fer minéral et fer humique. Tous deux sont en faible quantité, quoique la proportion de fer humique soit plus importante que celle en fer minéral :

{	Fe minéral	: 0,10 ppm
{	Fe humique	: 0,64 ppm

Aucune quantité décelable de sodium, potassium, chlorure, phosphate, sulfate, nitrate et nitrite.

Ces eaux contiennent cependant de l'azote organique comme l'indiquent deux analyses d'eau de surface (méthode de KJELDAHL).

{	9.6.56	: 0,796 mg N_2 /l.
{	12.6.56	: 0,686 mg N_2 /l.

7. Matières organiques.

Pour le dosage des matières organiques nous avons employé la méthode classique de KUBEL, oxydation à chaud par une solution de KMnO_4 N/80 en milieu acide. La grande quantité de matières oxydables dissoutes dans ces eaux nous a amené à prélever une partie aliquote (25 cm^3 pour le lac, 10 cm^3 pour les rivières) que nous avons amenée par de l'eau distillée, aux 100 cm^3 préconisés par la méthode. L'oxydabilité par KMnO_4 n'est pas une véritable mesure des substances organiques,

mais cette technique donne une idée de l'importance de celles-ci.

Les résultats suivants sont exprimés, selon la convention habituelle, en milligrammes par litre d'oxygène consommé :

	Surf.	1,40 m	2,00 m	2,70 m	3,20 m	4,00 m	4,40 m
<i>20.10.55</i>							
Large de Mabali	32,77	—	—	—	—	—	—
Large de Bwalanga	30,79	—	32,38	—	—	31,78	32,57
Baie de Bwalanga	30,00	—	30,79	—	28,81	—	—
<i>9.7.56</i>							
Large de Mabali	33,18	29,80	—	34,78			
<i>10.7.56</i>							
Large de Mabali	27,81	27,21	—	32,19			
<i>27.10.55</i>							
Source d'esobe	5,92						
Rivière MEMBE	47,21						
» NKOTENSALA	34,78						
» LOTENDE	59,15						

Les eaux du lac et surtout des rivières de forêt sont très fortement chargées en matières organiques oxydables, tandis que l'eau de la source de l'*esobe* présente une teneur beaucoup plus faible. Il est à remarquer que la richesse en matière organiques de ces trois types d'eau est fonction de leur coloration plus ou moins foncée. Dans notre cas, les eaux des rivières étaient encore plus colorées que les eaux, déjà très brunes, du lac lui-même, tandis que l'eau de source de l'*esobe* était tout à fait incolore.

8. Tableau d'analyse type des eaux du lac Tumba.

pH	4,5 à 4,9
Conduct. électrique (K $18 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1} 10^{-6}$)	24 à 32
Résidu sec (1110 °C) (mg/l)	72 à 90
Acidité libre (mil. éq. /l)	0,1 à 0,7

Matières organiques (mg /1O ₂ consommé)	27,8 à 32,8
Azote organique (ppm N ₂)	0,686 à 0,796
Fer minéral (ppm Fe)	0,10
Fer humique (ppm Fe)	0,64
Dureté totale (degré fr.)	0,3
Na ⁺ NaNa ⁺	
K ⁺ KK ⁺	
Cl ⁻	non
PO ₄ ⁻⁻⁻	décelable
SO ₄ ⁻⁻	
NO ₃ ⁻ -NO ₃ NO ₃ ⁻	
NO ₂ ⁻	

9. Tableau d'analyses des sédiments.

Après dessiccation à 110° C, les sédiments du lac Tumba se présentent sous l'aspect d'une poudre noirâtre sableuse parsemée de détritits végétaux plus ou moins grossiers.

Débris végétaux grossiers	0,87 %
Carbonates	nul
Matières organiques totales	8,36 %
Sable et matières minérales	91,64 %
Azote organique	0,23 %
Humus	7,12 %

RÉSUMÉ.

Le lac Tumba est un lac de faible profondeur, ses eaux appartiennent au type « eaux noires » humiques, fortement colorées ; elles sont cependant limpides et montrent au disque de SECCHI une transparence d'environ un mètre. Ces eaux sont très acides, leur pH varie de 4,5 à 4,9 et, quoique leur teneur en CO₂ libre soit assez importante, l'acidité est due plutôt à toute une série complexe d'acides organiques (acides humiques).

Très pauvres en sels minéraux, ces eaux présentent une faible conductivité électrique. Les teneurs en cal-

cium et en magnésium n'atteignant pas 1 ppm, la dureté est minime.

La température est élevée jusqu'au fond du lac (5 m), l'agitation et le brassage journalier dus aux vents, homogénéise la masse totale des eaux et, de ce fait, aucune esquisse de thermocline n'est décelable, la température étant pratiquement uniforme sur toute la profondeur du lac. Provenant du drainage des forêts inondées, ces eaux sont fortement chargées en matière organiques, ce qui pourrait être la cause de la concentration relativement faible en oxygène dissous; la saturation n'est jamais atteinte même en surface; cette teneur en oxygène dissous est également presque uniforme jusqu'au fond.

BIBLIOGRAPHIE

- BEADLE, L.C. : Measurement of dissolved oxygen in swamp waters, further modification of the Winkler method (*J. Exp. Biol.* 35, 1958, 3).
- BOUILLENNE, R. MOUREAU, J. et DEUSE, P. : Esquisse écologique des faciès forestiers et marécageux du lac Tumba (*Mém. A.R.S.C.*, 8^o, N. S., Classe Sc. nat. et médicales, III, 1, 1955).
- DAMAS, H. : Recherches hydrobiologiques dans les lacs Kivu, Édouard et Ndagala (*Expl. Parc Nat. Albert*, Mission Damas, fasc. 1, 1937).
- DUBOIS, J.-Th. : Note sur la chimie des eaux du lac Tumba (*Folia Scient. Africae Centr.* T. 1, 1955, n^o 4).
- MARLIER, G. : Premières études limnologiques au lac Tumba (*Folia Scient. Africae Centr.* T. 1, 1955, n^o 4).
- MARLIER, G. : Recherches hydrobiologiques au lac Tumba (*Hydrobiologia*, Vol. X, 1958).
- SIOLI, H., O Rio Cupari. 1. Topografia e hidrografia (*Bol. Tecn. do Inst. Agron. do Norte.* — Belem-Para (Brésil), 1949, N^o 17).
- SIOLI, H. : Beitrage zur regionalen Limnologie des Amazonasgebietes. IV. Limnologische Untersuchungen in der Region der Eisenbahnlinie Belem-Bragança im Staate Parà, Brasilien (*Arch. f. Hydrobiol.* 53, 1957, n^o 2, pp. 161-222).

INSTITUT POUR LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
EN AFRIQUE CENTRALE (I.R.S.A.C.)
Centre de Recherches du Tanganika,
UVIRA, Congo belge.

M. Bouillenne-Walrand et R. Bouillenne. — Sur l'isolement et les propriétés d'un nouveau complexe amylolytique puissant l'*Eminiasse*, extrait de *Eminia* sp.

Parmi les diverses bières que fabriquent les habitants du Katanga, il en existe une qui porte le nom de bière de *munkoyo*. Faite avec des pâtes amylicées de provenances diverses : sorgho, maïs, manioc, etc., elle doit son nom à ce que la fermentation en est réalisée par l'introduction, dans la pâte, de fragments de racines de plantes appartenant au genre *Eminia* que les indigènes appellent *munkoyo* (Lg. Papil.).

A Mwadingusha, où l'un de nous a séjourné en novembre 1958, on avait apporté trois sortes de *munkoyo* :

1. — Le *Mulaba Munkoyo* possédant de grosses racines allongées à chair blanc-jaunâtre, vraisemblablement *Eminia polyadenia* HAUMAN.

2. — Le *Kilunge Munkoyo* (ou *Kilunga Munkoyo*) plante très petite à peine ligneuse dont les racines sont minces, à chair jaunâtre (*Eminia intermedia* ?).

3. — Le *Kitondo Munkoyo* récolté à Kiembe et à racines épaisses (*Eminia Harmsiana* DE WILD).

Le *Muluba Munkoyo* est un arbrisseau d'environ 1 m à 1,50 m de hauteur ; ses racines font l'objet d'un commerce extrêmement actif dont un marché important est le village de Pande, où nous avons vu charger sur de lourds camions des centaines de ballots.

Depuis 1957, notre attention s'était portée sur le *munkoyo*.

Au cours du voyage de la première mission FULRÉAC au Katanga (1957), R. BOUILLENNE avait observé dans le village de Saja, la préparation de la racine de *munkoyo* et suivi de près l'utilisation de celle-ci : des fragments de racines martelées sont enfoncés dans la pâte amylicée chaude destinée à la fabrication de la bière (voir *photos* 1, 2 et 3). Après très peu de temps, la pâte devient liquide. Ce liquide encore chaud est transvasé dans des récipients qui sont placés ensuite à l'ombre dans une case jusqu'au moment de la consommation.

G. BERNIER, lors de la mission qu'il a effectuée au Katanga au cours des années 1957-1958, a ramené des renseignements fort semblables et insiste aussi sur le fait que les racines sont introduites dans une bouillie amylicée *chaude*.

On trouve dans la littérature peu de renseignements précis sur le rôle de la racine de *munkoyo* ajoutée à la pâte amylicée.

Mad. BOUILLENNE a vu préparer du *munkoyo* à Mwadingusha : les femmes font d'abord une bouillie de farine de manioc : dans un récipient contenant de l'eau en ébullition, elles versent un mélange de farine de manioc et d'eau froide ; elles maintiennent le feu en mélangeant continuellement jusqu'à ce que les bulles d'air viennent crever en grand nombre et que la bouillie soit épaissie. (Il s'agit donc bien d'un *empois d'amidon* comportant environ 4 kg de farine de manioc pour 10 litres d'eau). Elles versent ensuite la bouillie chaude dans un grand bassin et y introduisent 4 à 5 racines (\pm 200 g) préalablement écorcées par battage, puis lavées et débitées en faisceaux de fibres. Elles agitent continuellement la masse.

En quelques instants (4 à 5 minutes), la bouillie devient liquide comme de l'eau. Les racines sont laissées dans le mélange pendant quelques heures, généralement

jusqu'au soir, le récipient restant ouvert, puis elles sont enlevées et le liquide sucré est transvasé de la bassine dans des récipients où il fermente 2 à 3 jours, dans un endroit couvert, généralement mal éclairé.

Si on interroge les indigènes, certains répondent que le *munkoyo* apporte le sucre, d'autres qu'il y a dans le *munkoyo* quelque chose de « coupant » qui fait la bière.

Par comparaison avec la technique de la brasserie européenne, on pourrait penser que la racine de *munkoyo* joue le rôle de la germination de l'orge (ou maltisation). Liquéfiant et saccharifiant l'amidon, le *munkoyo* transformerait celui-ci en maltose, ou en un sucre analogue ; d'autre part, des levures indigènes existant sur place produiraient d'abord le glucose (ferment maltase), puis l'alcool (zymase).

Cependant, dans un article publié en 1954 sur le *munkoyo*, A. POODT, dit :

« ...bien que l'hypothèse en ait été émise, rien ne fait penser à l'action d'une enzyme de la racine. Une amylase éventuelle ne peut qu'hydrolyser l'amidon, mais non produire de l'alcool et du gaz. D'ailleurs, vu la température relativement élevée où se fait le mélange et l'infusion, elle serait détruite. La cuisson prolongée à l'eau suffit d'ailleurs à dextriniser l'amidon »

Dans le problème de la fabrication de la bière, il faut en effet distinguer trois points principaux :

1. — La nature du substrat de la fermentation (empois d'amidon d'origines diverses) ;
2. — La liquéfaction et la saccharification de l'amidon ;
3. — La fermentation du liquide sucré et sa transformation partielle en alcool.

* * *

Il nous a paru intéressant, au point de vue théorique, comme à celui, pratique, d'une éventuelle utilisation

à rendement économique réalisable aussi bien en Belgique qu'au Congo, d'élucider, tout au moins partiellement, le rôle de la racine de *munkoyo* dans la brasserie indigène et d'essayer une rapide extraction des principes actifs.

La présente note rapporte les résultats obtenus par des essais préliminaires.

Avant tout, il nous plaît de signaler l'aide bénévole que nous avons reçue de M. SEIDEL, directeur de la Centrale électrique de Mwadingusha, de M. BONÉ, directeur du Centre I.R.S.A.C. à Élisabethville, de M. et M^{me} NASSOGNE (Mission FULRÉAC à Mwadingusha). Sans l'amitié et la complaisance de ces personnes, nous n'aurions rien pu faire d'intéressant.

A. CONSIDÉRATIONS SUR LA FERMENTATION DE L'EMPOIS D'AMIDON.

I. *Le substrat de la fermentation.*

Le substrat de la fermentation alcoolique de la bière de *munkoyo* comme de toutes les bières, est évidemment l'amidon.

Schématiquement, on représente l'amidon des végétaux comme composé de 2 constituants principaux :

a) L'amylose, soluble dans l'eau chaude. La coloration bleue de l'empois d'amidon par l'iode est principalement due à l'amylose. Structuralement, l'amylose est constitué de longues chaînes droites de résidus glucosés liés en position 1-4 (liaison glucosidique *a*) intéressant de 200 à 1.000 unités de glucose [13]. *

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie en fin de la communication.

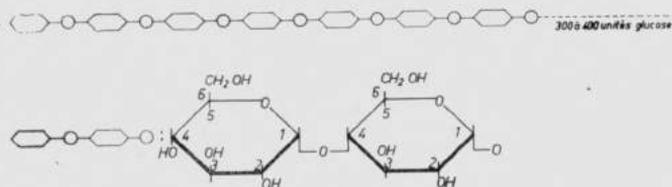


FIG. 1. — Structure de l'amylose : chaînes droites d'unités glucose, liées entre elles par les positions 1-4.

b) L'amylopectine, insoluble dans l'eau chaude, mais y formant un gel qui donne à l'empois d'amidon sa consistance. L'amylopectine est colorée en bleu-violacé par l'iode. L'étude structurale de l'amylopectine a montré qu'elle est constituée de chaînes très ramifiées : sur des chaînes droites d'amylose (radicaux glucosés en liaison 1-4) sont branchées, en position 6, d'autres chaînes d'amylose, constituées d'au moins 18 à 20 unités glucose, elles-mêmes en liaison 1-4.

Un schéma simple de structure moléculaire est celui présenté par MEYER [8] : un buisson de courtes chaînes (15 à 20 unités, en liaison 1-4), séparées les unes des autres par au moins 8 unités de glucose et branchées sur le 6^{ème} carbone de la 8^{ème} unité glucose de la chaîne droite.

On aurait donc l'image moléculaire simplifiée reproduite en *figure 2*.

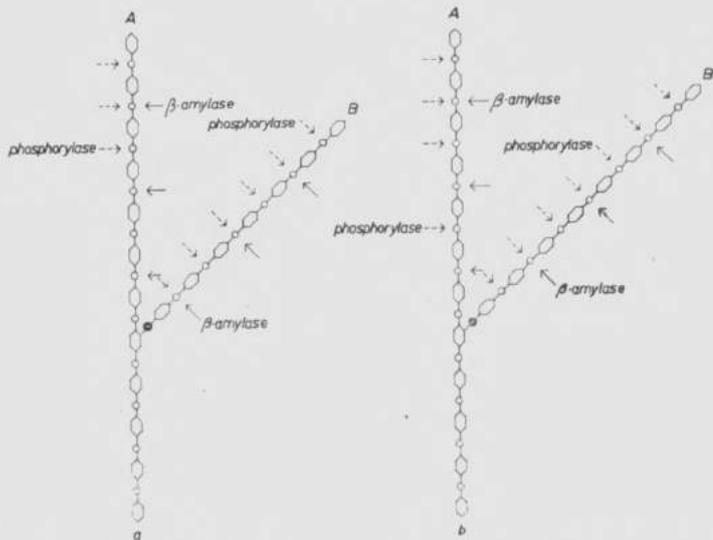


FIG. 2. — Structure simplifiée de l'amylopectine : chaînes droites d'amylose sur lesquelles sont branchées en position 6 d'un des glucoses des ramifications d'un certain nombre d'unités glucose, liées en position 1-4 ; A : nombre impair de glucoses sur la chaîne latérale ; B : nombre pair de glucoses sur la chaîne latérale ; Les flèches \rightarrow indiquent l'action de la β amylase ; Les flèches $\rightarrow\rightarrow$ indiquent l'action de la phosphorylase (image modifiée d'après K. MEYER et al. 1952).

La longueur des chaînes latérales, de même aussi le rapport quantitatif entre amylose et amylopectine varie selon l'origine de l'amidon (Tableau 1) (1).

Tableau I. — Rapport quantitatif entre amylose et amylopectine suivant l'origine de l'amidon.

Provenance de l'amidon	Amylose %	Amylopectine %
Banane	20,5	79,5
Pomme de terre	22	73
Patate douce	17	73
Froment	24	60
Maïs	22	45
Waxy Maïs	0	70
Riz	17	38

(1) STAUDINGER et all. proposaient une image encore plus simple.

II. Les enzymes de l'amylolyse.

Les principaux enzymes de la décomposition amylolytique qui aboutit au maltose (ou au glucose) sont :

1. — La β amylase qui brise des chaînes droites d'amylose, principales ou latérales, en groupes de deux glucoses (liaison en 1-4) et les transforme en β maltose (à 90 ou 100 %). L'amylose est donc quantitativement transformé en maltose, tandis que l'amylopectine ne l'est qu'à 50, 60 %, parce que la β amylase ne touche pas aux liaisons 1-6 des chaînes latérales et laisse un résidu de dextrines non attaquées (β dextrine) qui serait, si l'on veut, le centre de la molécule d'amidon (MEYER) ou son squelette.

La β amylase existe dans toutes ou presque toutes les graines amidonnées sèches ou les organes de réserves amylicées. Elle est détruite à 70° C. On en a extrait de la farine d'orge, de la farine de blé, du malt, de la patate douce (*Ipomoea batatas*), etc.

Elle est fonctionnelle principalement dans le sens de la dégradation de l'amidon. Elle agit dans ce sens à peu près comme la phosphorylase (du muscle ou de la pomme de terre) En effet, cette dernière dégrade, une à une, toutes les liaisons 1-4, à partir de toutes les chaînes secondaires jusqu'au glucose formant l'embranchement 1-6. La phosphorylase attaque aussi les chaînes principales, mais, à la différence de la β amylase, elle laisse intact à partir du glucose formant l'embranchement 1-6, des restes de 3-5-6 unités glucose (en liaison 1-4) ceux-ci pouvant être dégradés plus avant par la β amylase (voir schéma figure 2).

La phosphorylase intervient dans le métabolisme amylicé aussi bien par dégradation que par édification.

Pour la réaction glucose — amidon, la phosphorylase a besoin, comme point de départ, des résidus dextrinés

comportant : pour la phosphorylase du muscle, 4-5 ou 6 restes de glucose (starter) et pour la phosphorylase de la pomme de terre, 3 unités glucose seulement. Elle catalyse la réaction glucose — phosphate — amylose.

2. — L' α amylase qui coupe les liaisons 1-6 des branches latérales et donne des résidus de 6 à 8 unités glucose. Il semble aussi que l' α amylase attaque l'amylose.

L' α amylase apparaît dans les graines en germination ; dans la graine dormante, elle existe sous forme de complexe protidique inactif dont une légère protéolyse la libère [4].

L' α amylase résiste à la chaleur. On utilise cette propriété pour la préparer à partir de sirop de malterie : on chauffe à 70° pendant 15 minutes pour précipiter et inactiver la β amylase [11] qui l'accompagne dans le matériel d'extraction. Elle est moins soluble que la β amylase et l'addition d'agents séquestrants comme les tétra-phosphates et hexaméta-phosphates détruit son activité. De même, une dialyse prolongée contre l'eau distillée affaiblit son activité.

L' α amylase détruisant les liaisons 1-6 du glucose liquéfie l'empois d'amidon et permet à la β amylase, ou à la phosphorylase, d'effectuer de manière continue, la scission des chaînes glucosées en 1-4.

En présence d' α amylase, l'amidon perd très vite sa propriété de bleuir l'iode, tandis que la β amylase donne des résidus de dextrines correspondant à des colorations violet à rose.

L' α amylase a été retirée de l'orge germé, de bactéries, (*B. subtilis*), de la salive, du pancréas de porc, etc.

Industriellement, on la retire surtout de cultures d'une moisissure *Aspergillus orizae* (qui est cultivée au Japon depuis plus de 2.000 ans : c'est le *Koji*) pour servir à la fabrication de la bière de Saké.

Le complexe fermentaire du *Koji* est vendu sous le



Photo R. Bouillenne.

PHOTO 1. — Village de Saja (1957) : présentation des racines de *munkoyo* qui vont être martelées et introduites dans la pâte amyliacée chaude en vue de la fermentation de la bière de *munkoyo* (à gauche : l'administrateur ERNEUPONT ; au centre : le D^r LAMBRECHTS).



Photo R. Bouillenne.

PHOTO 2. — Préparation de la bière de *munkoyo* (village de Saja) sur la terrasse d'une case. (A gauche : un indigène apporte des racines de *munkoyo* ; à droite : la cuve, sur le feu de bois, où la pâte amyliacée est brassée jusqu'à formation d'empois).

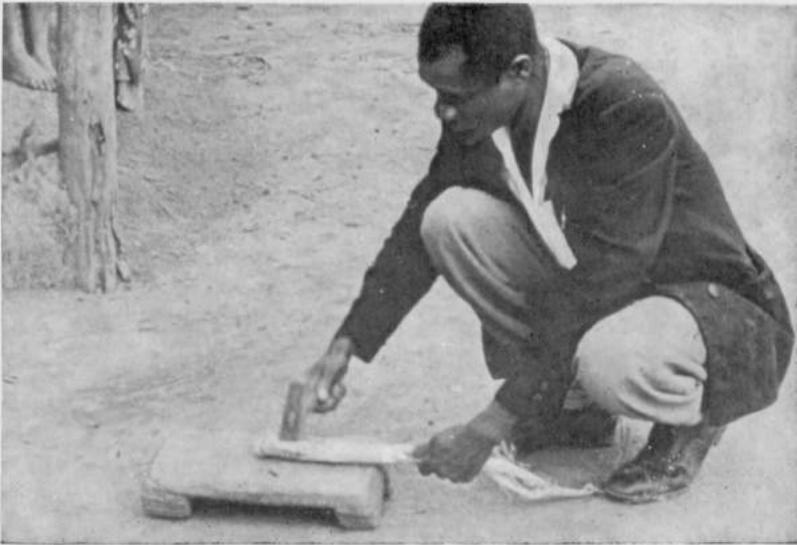


Photo R. Bouillenne.

PHOTO 3. — Une racine de *munkoyo* martelée, pour éliminer l'écorce et obtenir les fibres. Cette opération se fait sur une pierre ou, comme ici, sur un petit banc.

nom de *Taka-diastase* ⁽¹⁾ (du nom du savant japonais TAKAMINE, qui l'a lancé sur le marché international en 1937). On utilise la *Taka-diastase* dans les industries des textiles, de la fermentation alcoolique et des médicaments.

Les α amylases d'origine végétale diffèrent peu de celles d'origine animale. Leur principale distinction tient à ce que les α amylases végétales exigent la présence de l'ion Ca^{++} tandis que les α amylases d'origine animale réclament l'ion Cl' .

L' α amylase et la β amylase présentent entre elles de nombreuses différences biochimiques dont les principales sont figurées au *tableau II*.

Tableau II. — Différences biochimiques entre l' α amylase et la β amylase.

α amylase du malt ⁽²⁾	β amylase du malt.
Soluble à 10 % dans H_2O distillée ;	Très soluble dans H_2O distillée ;
Inactivée par dialyse prolongée contre H_2O distillée ;	Non inactivée par dialyse contre H_2O distillée ;
Exige la présence d'ions Ca^{++} (amylase du malt) ;	N'exige pas la présence d'ions métalliques ;
Cl' (amylase animale) ;	
Liquéfie l'empois d'amidon ;	Ne change que peu la viscosité d'un empois d'amidon ;
N'est pas détruite à 70° ;	Est détruite à 70° (pendant 15 minutes) ;
Optimum d'action 50-60° ;	Optimum d'action 25°-45° ;
Détruite par ébullition (15 minutes) ;	Détruite par ébullition (15 minutes) ;
Ne contient pas de groupes S-H ;	Contient des groupes S-H ;
Inactivée par les séquestrants (fixation des ions Ca^{++}) : Complexon, II (acide éthylène diamine-tétracarbonique), Tétra et hexa métaphosphates ;	Non inactivée par les séquestrants, inactivée par des sels de métaux lourds (Cu, Hg en solution 0.0001 N) ;

(1) *Takamine Laboratories, Inc.* Clifton, New-Jersey (U. S. A.).

(2) Les α amylases d'origines diverses présentent aussi entre elles des différences.

Détruite en milieu acide ;	Stable en milieu acide ;
Perd son activité en dessous de pH 5 et au-dessus de pH 8 ;	Activité entre pH 4.5 et pH 9.2 ;
Optimum d'action pH 5.7 à 5.9 ;	Optimum d'action pH 4.7 à 5.5 ;
Point isoélectrique pH 5.6 ;	Point isoélectrique pH 6.1 ;
N'existe pas dans les graines non germées ; apparaît au cours de la germination ;	Existe dans les graines non germées ;

3. — En 1935, WALDSCHMIDT, LUZ et MAYER [14] ont décrit sous le nom d'« Enzyme liquéfiant » un complexe qui existe dans les graines au repos et qui possède la propriété de liquéfier très rapidement l'amidon, de libérer des *chaines de 30-40 unités* glucose, (cet enzyme libérerait les liaisons 1-4 et 1-6) qui donnent encore avec l'iode une coloration et qui sont *très peu réductrices*. Il différerait des β et α amylases par diverses caractéristiques et se rapprocherait fonctionnellement du « Q enzyme » [6] ou *Branching factor* [3].

Le « Q enzyme » scinde des longues chaînes droites d'amylose (à plus de 50 unités glucose) en chaînes plus courtes de pseudo-amylose (20 unités glucose environ) et les fixe en liaison 1-6 sur d'autres chaînes amylosées, les ramifications étant séparées les unes des autres par 8 unités glucose. La scission de liaisons 1-4 et la synthèse des liaisons 1-6 sont interdépendantes et s'effectuent simultanément par une réaction transglucosidique [13]. Le « Q enzyme » peut donc transformer l'amylose en amylopectine (et l'inverse) sans intervention de phosphate et de phosphorylase.

Parmi les divers enzymes intervenant dans le métabolisme amylicé, deux sont particulièrement liés à la dégradation des grosses molécules : les α et β amylases. C'est à ce point de vue que l'étude du *munkoyo* nous a paru intéressante. Cependant, la rapidité exceptionnelle de la liquéfaction due au *munkoyo* présente une certaine analogie avec celle de l'action de l'enzyme liquéfiant de WALDSCHMIDT, et aussi notamment la

propriété d'agir au mieux à la température d'action 70° C.

B. EXTRACTION DES PRINCIPES AMYLOLYTIQUES ACTIFS DES RACINES DU *munkoyo*.

Nous avons réussi à extraire de la racine de *Mulaba munkoyo* (*Eminia polyadenia* HAUMAN) un complexe amylolytique de nature protéique (comme celle des amylases).

Dans le premier rapport remis au Conseil de la FULRÉAC, à notre retour de mission (3 janvier 1959), nous avons appelé *Clairase* le complexe enzymatique extrait du jus de presse des racines d'*Eminia*, mais nous nous sommes aperçu que les TAKAMINE LABORATORIES INC. fournissent sous le nom de *Clarase* 900, un complexe contenant α et β amylases, maltase, et divers sucres.

Nous proposons, dès lors, de donner le nom d'*Eminiase* au système enzymatique isolé par nous. Nous enrichissons ainsi d'une unité la liste des poly-enzymes glucidiques connus : *Taka-diaastase*, *Pangestine* ⁽¹⁾ qui liquéfient et hydrolysent l'empois d'amidon.

I. Température du milieu réactionnel.

Tout d'abord, on sait que la température de formation de l'empois d'amidon varie selon l'origine de l'amidon (62° pour le froment, 72° pour le riz). La température de formation de la pâte de manioc ne dépasse pas 75°. Quand on plonge la racine nettoyée et débitée en paquets de fibres dans la bouillie, celle-ci est à une température qui varie entre 65 à 70°.

Nous avons préparé divers échantillons d'empois contenant chacun 200 g de farine de manioc pour un

(1) La Pangestine délivrée par le DIGESTINE FERMENT CORPORATION (Détroit, Michigan) est vraisemblablement retirée du pancréas du porc.

litre d'eau. Nous les avons maintenus à des températures respectivement de 75°, 65°, 50°, 40° C. La liquéfaction par une même quantité de *fibres de racines* est obtenue après des temps légèrement différents :

- A 75° : 4 minutes ;
- A 65° : 2 minutes ;
- A 50° : 2 minutes 30 s à 3 minutes ;
- A 40° : 6 à 7 minutes.

Mais si on fait bouillir des racines dans de l'eau pendant un quart d'heure, ni les fibres, ni le liquide d'ébullition ne sont plus capables de liquéfier l'empois d'amidon ; par contre, une très courte ébullition ne tue pas entièrement le pouvoir liquéfiant.

On peut fort bien obtenir un empois d'amidon « liquide » en ajoutant la racine au mélange froid d'amidon et d'eau, puis en amenant progressivement à la température de formation de l'empois. Le mélange reste parfaitement liquide : le ferment liquéfiant l'empois agit à peu près instantanément au fur et à mesure que celui-ci se forme ; la température critique à laquelle l'enzyme est inactivé n'est atteinte qu'au delà de 80° C. ; nous avons plusieurs fois vérifié ce fait ; d'ailleurs, certains opérateurs indigènes font de même en mélangeant avant de chauffer, racines, farine de manioc et eau ; dans l'industrie européenne et pour faciliter la manipulation de grandes quantités de pâtes amylacées, on ajoute une certaine quantité de malt ou d' α amylase au mélange en voie de cuisson.

L'argument employé par POODT [10], que la chaleur ne détruit pas le complexe liquéfiant est donc sans valeur. On connaît d'ailleurs [9, 2] des complexes protidiques qui résistent à une ébullition de plusieurs minutes mais qui perdent leur activité après une ébullition prolongée.

Il ressort de cette simple expérience que le *munkoyo*

se comporte comme s'il contenait un ou des enzymes ayant principalement une constitution de protéine. Le fait que l'activité résiste à la température de 70° pendant plus de 15 minutes semble exclure la présence de β amylase.

II. Réaction du milieu.

Le jus extrait par pression des racines d'*Eminia* a un pH de 6,2. Si on fait bouillir les racines dans l'eau distillée qui a un pH initial de 5,6, celui-ci est amené à 6-6,1.

Dans l'eau de la distribution de Mwadingusha qui a un pH de 6,8, la macération des racines à froid ou à chaud, donne un pH de 6,5. La conclusion de cet essai est que le jus cellulaire de la racine n'est pas très acide et qu'il n'y a, ni à froid, ni à chaud, libération d'acides dans l'eau de macération des racines.

Ce n'est donc pas à une éventuelle action d'acides qu'est due la liquéfaction de l'empois d'amidon de manioc.

III. Solubilité du complexe amylolytique.

Si on exprime le jus de la racine, ou si on extrait la racine par de l'eau à 50° C., le liquide obtenu possède toutes les propriétés liquéfiantes de la racine entière. Le complexe amylolytique de *munkoyo* est donc soluble dans l'eau.

Les fibres pressées et débarrassées de leur jus, ou extraites par l'eau, conservent cependant une partie de leur valeur liquéfiante. Notre extraction n'a évidemment pas été totale.

IV. Réaction au Lugol.

La bouillie amyloacée de manioc donne une coloration bleu-noire par l'iode. Cette coloration, au fur et à

mesure qu'agit la racine, vire au violet puis au rouge violacé ou rouge.

Si on filtre grossièrement le mélange, le filtrat ne donne à peu près plus de coloration.

Il semble donc que, après une heure de contact avec la racine de *munkoyo*, la maltisation de l'amidon soit réalisée ou tout au moins la scission de celui-ci en très petites chaînes glucosées ne réagissant plus au Lugol.

V. *Détermination quantitative des sucres réducteurs provenant de la racine de munkoyo.*

Cette expérience est faite pour vérifier l'affirmation des indigènes disant que le *munkoyo* apporte le sucre.

Deux échantillons de 10 g de racine sont mis à macérer respectivement :

1. — Dans 100 cm³ eau bouillante et ébullition 10 minutes ;

2. — Dans 100 cm³ eau froide pendant 3 heures (pour une éventuelle hydrolyse d'amidon cru).

Dans le 1^{er} cas, les ferments sont tués.

Dans le 2^{me} cas, ils ne sont pas tués et peuvent hydrolyser éventuellement des holosides présents dans la racine.

Les chiffres obtenus par un dosage approximatif à la liqueur de FEHLING donnent respectivement 1,3 g et 1,2 g de réducteurs calculés en glucose pour 100 g de racines.

La racine contient donc à l'état naturel des sucres réducteurs. Elle contient aussi un peu d'amidon. Celui-ci n'a pas été hydrolysé, peut être parce qu'il n'a pas, en série 2, été transformé en empois, et que, en série 1, il était sous forme d'empois, mais le ferment était tué.

VI. *Détermination quantitative des sucres réducteurs provenant d'empois d'amidon traité par la racine de munkoyo.*

3 g d'amidon REMY ordinaire sont transformés en

empois et amenés à 200 cm³. On répartit cet empois en portions de 25 cm³ qui sont traités de diverses manières :

1. — 25 cm³ + 5 cm³ H₂SO₄ à 25 %, hydrolysé 3 heures à chaud ;

2. — 25 cm³ + 5 g *munkoyo*, maintenu à 45° pendant 30 min ;

3. — 25 cm³ amené à ébullition + 5 g *munkoyo* et ébullition pendant 5 min.

En fin d'expérience les liquides sont refroidis, déféqués à l'acétate de plomb, amenés à 100 cm³, puis déplombés au bicarbonate de soude.

Un titrage au FEHLING donne respectivement :

Au n° 1 : 2,96 g de réducteurs calculés en glucose pour les 200 cm³ d'empois ;

Au n° 2 : 1,8 g de réducteurs calculés en glucose pour le même empois ;

Au n° 3 : pas de réduction appréciable.

Si on retranche la quantité de réducteurs existant dans la racine, on a $1,8 - 0,06 = 1,74$ de glucose ou $\frac{1,74 \times 100}{62} = 2,8$ de réducteurs calculés en maltose. (1)

Il s'agit donc, non seulement d'une *liquéfaction* de l'amidon, c'est-à-dire d'une dégradation des chaînes d'amylopectine, mais bien aussi d'une action *saccharifiante* réelle.

Nous concluons que la racine de *munkoyo* contient un ferment (ou des ferments) très soluble qui passe ins-

(1) Le pouvoir réducteur du maltose vis-à-vis de la liqueur de FEHLING est 60 à 62 % de celui du glucose. Bien entendu, nous considérons ces dosages comme de simples indications étant données les conditions précaires dans lesquelles ils ont été réalisés à Mwadingusha.

tantanément dans la bouillie amylicée. Ce ferment est comparable en cela aux meilleurs complexes saccharifiants que nous connaissions.

VII. *Extraction et précipitation du complexe amylolytique de la racine.*

Environ 17 kg de racines de *munkoyo* sont débitées en cossettes et passées dans une presse très forte (10 tonnes de pression environ). On récolte 4.672 litres de jus et 12,132 kg de cossettes pressées.

Le jus très limpide, légèrement coloré en jaune est traité immédiatement par un précipitant des protéines ⁽¹⁾. Un précipité floconneux blanc se forme immédiatement. Après une nuit en glacière, on décante et on récolte environ 400 g de précipité très humide que l'on peut, soit conserver tel quel en glacière, soit sécher sous vide azoté. Le complexe ainsi obtenu est extrêmement actif : quelques centigrammes liquéfient instantanément un empois très compact, fait avec 100 g d'amidon de manioc dans 250 cm³ d'eau. Après une heure le liquide sucré est déféqué, déplombé et examiné pour son pouvoir réducteur.

Le liquide sucré se montre fortement réducteur à la liqueur de FEHLING.

Nous avons donc bien extrait du jus des racines un complexe fermentaire qui :

1. — Liquéfie instantanément l'amidon ;
2. — Saccharifie rapidement l'empois d'amidon liquéfié.

Le produit de première précipitation se présente comme une poudre gris-sale, peu homogène : il se conserve très bien en glacière. C'est ce complexe que nous appelons *Eminiase*.

⁽¹⁾ Technique utilisée à l'Institut de Botanique de Liège pour précipiter les phénolases de *Impatiens balsamina* L.

Les conditions dans lesquelles nous avons travaillé à Mwadingusha ne nous ont pas permis de calculer avec précision le rendement des racines en *Eminiase* brute. Il paraît être de l'ordre de 1 à 1,5 %.

VIII. Comparaison avec d'autres ferments amylolytiques.

Nous avons comparé l'action de l'*Eminiase* avec la Pangestine ⁽¹⁾, l'amylase α , l'amylase β ⁽²⁾. Plusieurs échantillons de 2 g d'amidon REMY sont transformés en empois et additionnés respectivement de :

1. — 0,15 g d'*Eminiase* brute, l'empois étant à la température de 70° ;
2. — 0,15 g d'*Eminiase* brute, l'empois étant à la température de 35° et amené progressivement à 70° ;
3. — 0,15 g Pangestine à la température de 45° ;
4. — 0,15 g β amylase à la température de 45° ;
5. — 0,15 g α amylase à la température de 45°.

Les différents échantillons sont ensuite placés dans un thermostat à 40°. L'incubation dure 35 minutes.

La liquéfaction de l'empois se fait très rapidement dans tous les flacons, sauf dans celui qui contient la β amylase, ce qui est conforme avec ce qu'on sait de l'ineffectivité de cet enzyme sur l'amylopectine. Nous donnons au *tableau III* les teneurs en réducteurs calculés en glucose ou en maltose en considérant que le pouvoir réducteur du maltose représente 62 % de celui du glucose.

(1) De la DIGESTIVE FERMENT Co, Detroit, Michigan.

(2) De la NUTRITIONAL BIOCHEMICAL CORPORATION, Cleveland, Ohio.

Tableau III. — Teneurs en réducteurs calculés en glucose ou en maltose.

Ferment	N° des flacons	Nombre de cm ³ de solution employée pour réduire 10 cm ³ de liqueur de FEHLING	Réducteurs calculés pour 2 g d'amidon, en	
			Glucose	Maltose
Eminiase	1	5,0	1,00	1,60
Eminiase	2	5,0	1,00	1,60
Pangestine	3	5,5	0,90	1,40
β amylase	4	7,9	0,63	1,00
α amylase	5	8,6	0,58	0,92

Si on tient compte que l'amidon ordinaire contient toujours de l'eau et des matières minérales, on voit que le chiffre 1,6 se rapporterait à la transformation à peu près totale de l'amidon en maltose ou tout au moins en un diholoside.

L'*Eminiase* se comporte vis-à-vis de l'amidon comme la Pangestine qui est un ferment multiple.

De plus le fait de placer directement l'*Eminiase* dans un mélange amylicé à la température de 70°, puis d'amener celui-ci à 45°, ne donne pas de résultats différents de ce que l'on obtient en plaçant l'*Eminiase* dans le mélange à 35° puis en amenant celui-ci à 70°. Cela signifie évidemment qu'aucun des constituants de l'*Eminiase* n'est dénaturé ou altéré à la température de 70° ; par conséquent, il faut envisager que l'amylase β ne fait pas partie du complexe enzymatique.

Ce fait devra évidemment être vérifié avec soin.

Il est vraisemblable que l'*Eminiase* contient une forte proportion d' α amylase. Le spectre d'absorption en U. V. réalisé au spectrophotomètre de BECKMAN (lampe à hydrogène) montre un sommet d'absorption spécifique aux environs de 275-280 μ (Voir *figure 3*). On sait que toutes les protéines qui contiennent trypt-

tophane et tyrosine montrent une bande d'absorption spécifique entre 250 et 350 μ .

CONCLUSIONS.

1. — La racine de *Mulaba munkoyo*, *Eminia polyadenia* HAUMAN, contient un *complexe amylolytique* très soluble dans l'eau, destructible à la chaleur (100°), précipitable de sa solution aqueuse par les réactifs des protéines. Ce complexe est donc de nature protidique et enzymatique.

2. — Nous appelons *Eminiase* le complexe enzymatique isolé par nous à Mwadingusha. L'*Eminiase* a une activité en tous points comparable à celle de la racine dont elle provient ; elle liquéfie et saccharifie rapidement un empois d'amidon chaud à une température comprise entre 45 et 70°. La durée de la liquéfaction est de 2 à 5 minutes.

3. — La teneur en sucres réducteurs obtenus dans un empois saccharifié par l'*Eminiase* correspond à une transformation à peu près complète de l'amidon en un diholoside. Nous avons refait ces expériences et analyses à Liège avec de l'amidon REMY et avec de l'amidon MERCK ; l'*Eminiase* extraite provenait de Mwadingusha. Elles ont été confirmées complètement. L'activité de l'*Eminiase* est comparable à celle de la Pangestine.

4. — La haute teneur en ferment de la racine de *Mulabo munkoyo* et l'activité hydrolysante considérable présentée par ce ferment constituent des arguments valables pour proposer :

- Une étude plus poussée de ce complexe ;
- La recherche des moyens d'industrialiser le procédé d'extraction de l'*Eminiase* ;
- L'étude des moyens de cultiver de manière rentable les espèces de *munkoyo* au Congo belge.

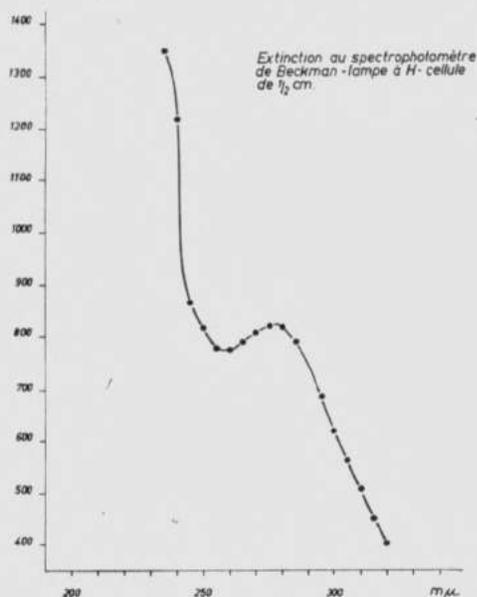


FIG. 3. — Spectre d'absorption de l'*Eminiase* brute dans l'Ultra-Violet. Toutes les protéines contenant tryptophane ou tyrosine montrent une bande d'absorption spécifique entre 250 mμ et 300 mμ ; le spectre d'absorption de la β amylase présente un maximum à 280 mμ et son inflexion à 290 mμ.

L'*Eminiase* a son point d'inflexion à 280 mμ.

La mise au point de ce programme peut être d'une grande utilité dans les industries de l'alimentation [et notamment des boissons fermentées], des textiles, des médicaments, qui ont besoin de ferments amylo-lytiques.

Dans un prochain article, nous apporterons quelques précisions sur — L'évaluation exacte du pouvoir saccharifiant de l'*Eminiase*, — La détermination par chromatographie des sucres apparaissant dans le mélange amy- lacé, — La détermination des teneurs en azote de l'*Emi-*

niase, — La possibilité ou l'utilité de purifier l'*Eminiase* brute.

Centre FULRÉAC de Mwadingusha —
Katanga (Novembre 1958) et
Laboratoire de Phytochimie,
Université de Liège (Mars 1959).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERNIER, G. et LAMBRECHTS, A. : Étude sur les boissons fermentées indigènes du Katanga (*A. R. S. C.*, Bruxelles, 1959).
- [2] BOUILLENNE, M. et R. : Recherches expérimentales sur l'agent toxique du pollen d'*Ambrosia* div. sp. (Compositacées) (*Bull. Acad. Roy. Belg. Cl. Sc.* 5^{me} série, T. XVI, 1930).
- [3] CORI et CORI : cité dans : P. K. STUMPF. voir 13 (*Journ. Biol. Chem.*, 1943).
- [4] FRUTTON, J. et SIMMONDS, S. : General Biochemistry (John Wiley et Sons Inc., New York, 1953).
- [5] HAWORTH, W. N., PEAT, S. et BOURNE, E. : Cité dans P. K. STUMPF, voir 13 (*Nature*, 154, 236, 1944).
- [6] HOBSON, PEAT et WHILAN : The enzymatic synthesis and degradation of Starch (*Journ. Chem. Soc.*, London, 3566, 1950).
- [7] MEYER, K., FISCHER, Ed. et all. : Purification, cristallisation et propriétés de la β amylase du Blé (*Helvet. Chim. Acta*, 36 (VII), 1953, 1924-1936).
- [8] MEYER, K. : Advances in Enzymology (Interscience Publishers, III, 1943).
- [9] OSBORNE, MENDEL et HARRIS : A study of the proteins of castor bean with special reference to the isolation of ricin (*Amer. Journ. Physiol.*, 14, 259, 1905).
- [10] POODT, A. : Le Munkoyo, boisson des indigènes (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1954, 386-389).
- [11] SCHWIMMER et A. K. BALLS : Isolation and properties of cristalline α amylase from germinated Barley (*Journ. Biol. Chem.* 179, 1949, 1063-1074).
- [12] STUMPF, P. K. : Glycolytic Enzymes in Higher Plants (*Ann. Rev. of Plant Physiology*, III, 1952, 17-34).
- [13] WALDSCHMIDT, LUZ et MAYER, K. : (*Z. Physiolog. Chem.* 236, 1935, 1935, 168). Cité dans : J. Bonner : Plant Biochemistry (Académie Press Inc. Publishers, New-York, 1950).

CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES

Séance du 27 novembre 1959.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. R. Bette, doyen d'âge.

Sont en outre présents : MM. C. Camus, E. De Backer, R. Deguent, E.-J. Devroey, P. Fontainas, l'écuyer E. Mertens de Wilmars, M. van de Putte, membres titulaires ; MM. H. Barzin, F. Bultot, P. Evrard, P. Geulette, L. Jones, F. Kaisin, A. Lederer, L. Pauwen, F. Pietermaat, E. Roger, A. Rollet, J. Van der Straeten, membres associés ; M. R. Van Ganse, membre correspondant, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Excusés : MM. L. Calembert, F. Campus, I. de Magnée, E. Frenay, J. Lamoën, R. Spronck, R. Vanderlinden, J. Verdeyen.

Décès de M. K. Bollengier.

Devant l'assemblée debout, M. le *Président* évoque la mémoire de notre confrère M. K. Bollengier, décédé à Anvers, le 5 septembre 1959.

M. E. De Backer est désigné pour rédiger la notice nécrologique destinée à l'Annuaire.

Bienvenue.

M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. F. Kaisin, membre associé, qui assiste pour la première fois à nos réunions.

Communications administratives.

Voir p. 1110.

KLASSE VOOR TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Zitting van 27 november 1959.

De zitting werd geopend te 14 u 30 door de H. R. Bette, ouderdomsdeken.

Aanwezig : De HH. C. Camus, E. De Backer, R. Deguent, E.-J. Devroey, P. Fontainas, jonkheer E. Mertens de Wilmars, M. Van de Putte, titelvoerende leden ; de HH. H. Barzin, F. Bultot, E. Evrard, P. Geulette, L. Jones, F. Kaisin, A. Lederer, L. Pauwen, F. Pietermaat, E. Roger, A. Rollet, J. Van der Straeten, buitengewone leden ; de H. R. Van Ganse, corresponderend lid, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Verontschuldigd : De HH. L. Calembert, F. Campus, I. de Magnée, E. Frenay, J. Lamoen, R. Spronck, R. Vanderlinden, J. Verdeyen.

Overlijden van de H. K. Bollengier.

Voor de rechtstaande vergadering brengt de H. *Voorzitter* hulde aan de nagedachtenis van onze confrater K. *Bollengier*, overleden te Antwerpen op 5 september 1959.

De H. E. *De Backer* wordt aangeduid om de necrologische nota op te stellen voor het Jaarboek.

Welkomstgroet.

De H. *Voorzitter* richt een welkomstgroet tot de H. F. *Kaisin*, buitengewoon lid, die voor het eerst aan onze vergaderingen deelneemt,

Administratieve mededelingen.

Zie blz. 1111.

Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi (1958). Anomalies pluviométriques et valeurs remarquables de quelques éléments du climat.

M. F. *Bullot* présente une communication intitulée comme ci-dessus (voir p. 1367).

**La détermination de la constante diélectrique
du diamant de Bakwango.**

M. F. *Pietermaat* présente une communication intitulée comme ci-dessus (voir p. 1386).

**« Theoretische beschouwingen over kettinglijn en de toepassing
op het verankeren van drijvende dokken ».**

M. A. *Lederer* présente (voir p. 1396) un travail de M. V. FERDINANDE, intitulé comme ci-dessus (voir p. 1399).

Commission centrale de l'Atlas général du Congo.

La Classe désigne M. J. *Van der Straeten* pour la représenter au sein de ladite Commission, en remplacement de M. M. *Legraye*, décédé.

Représentation de l'A.R.S.C. à *Universitas Belgica*.

La Classe désigne M. I. *de Magnée* pour la représenter au sein du Conseil national d'*Universitas Belgica*, en remplacement de M. M. *Van de Putte*, qui demande à être déchargé de son mandat.

Agenda 1960.

Voir p. 1118.

« Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi (1958). Anomalies pluviométriques et valeurs remarquables de quelques éléments du climat ».

De H. F. *Bultot* legt een mededeling voor, die bovenstaande titel draagt (zie blz. 1367).

« La détermination de la constante diélectrique du diamant de Bakwango ».

De H. F. *Pietermaat* legt een mededeling voor die bovenstaande titel draagt (zie blz. 1386).

Theoretische beschouwingen over kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken.

De H. A. *Lederer* legt een studie voor (zie blz. 1396) van de H. V. FERDINANDE, die bovenstaande titel draagt (zie blz. 1399).

Centrale Commissie voor de Algemene Atlas van Congo.

De Klasse duidt de H. J. *Van der Straeten* aan om haar te vertegenwoordigen in voornoemde Commissie, in vervanging van wijlen de H. M. *Legraye*.

Vertegenwoordiging der K.A.K.W. in de *Universitas Belgica*.

De Klasse duidt de H. I. *de Magnée* aan om haar te vertegenwoordigen in de Nationale Raad der *Universitas Belgica*, in vervanging van de H. M. *Van de Putte*, die vroeg van zijn mandaat ontlast te worden.

Agenda 1960.

Zie blz. 1119.

Hommage d'ouvrages.

Aangeboden werken.

De notre confrère *F. Bullot*: Van onze confrater *F. Bullot*:

BULLOT, F.: Étude statistique des chutes de grêle au Congo belge et au Ruanda-Urundi (I.N.É.A.C., Bureau climatologique, Comm. n° 17, Bruxelles, 1959, 43 pp., 6 fig., 4 photos h.-t.).

De notre confrère *L. Calembert*: Van onze confrater *L. Calembert*:

CALEMBERT, L.: Le sous-sol. Étude de l'influence des facteurs géologiques et miniers sur les déformations du sol de la région liégeoise (Extrait de *Le plan d'aménagement de la région liégeoise I. L'enquête*, s. l., s. d., pp. 57-76, 4 fig., 1 photo).

CALEMBERT, L.: In memoriam Michel LEGRAYE (Extrait de *Bulletin de l'Association des Amis de l'Université de Liège*, Liège, 1959-2, pp. 27-30).

CALEMBERT, L.: Michel LEGRAYE (Extrait de *Revue Universelle des Mines*, s. l., s. d., 9^e Série, T. XV, N° 9, pp. 1-2).

De notre confrère *M. Denaeayer*: Van onze confrater *M. Denaeayer*:

DENAEYER, M.: Les syénites feldspathoïdiques du Kivu et leur rôle dans la genèse des laves des Virunga (Extrait de *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, LXVII, 1958-3, CEMUBAC, XXXV, Bruxelles, 1959, pp. 459-481, 4 fig., 3 planches h.-t.).

De notre confrère *E. Frenay*: Van onze confrater *E. Frenay*:

FRENAY, E.: L'avenir des ingénieurs au Congo belge (Extrait de *Revue universelle des mines*, Liège, 1959, 9^e Série, XV, N° 10, pp. 744-749.)

De notre confrère *L. Jones*: Van onze confrater *L. Jones*:

JONES, L., MATHIEU, P. L. et STRENGER, H.: Catalogue des stations gravimétriques et magnétiques. Définitions et résultats.

Geheim comité.

De ere- en titelvoerende leden, vergaderd in geheim comité, bespreken het aanduiden van twee titelvoerende leden.

Er wordt verder beslist dat de kandidaturen, die bij een verkiezing niet weerhouden werden, om eventueel terug geldig te worden, moeten ingediend worden in overeenstemming met artikel 4 en 5 van het Algemeen Reglement (*Meded.* 1958, blz. 15).

Er wordt nog kennis genomen van een regelmatig ingediende kandidatuur voor een vrijkomende plaats van buitengewoon lid.

De zitting werd geheven te 15 u 10.

des mesures. Fasc. 1. Degrés carrés Nord 2° à Sud 1° (Résultats scientifiques des Missions du Syndicat pour l'étude géologique et minière de la Cuvette congolaise et Travaux connexes. Géodésie et Géophysique) (Annales du Musée royal du Congo belge, 8°, Sciences géologiques, Vol. 26, Tervuren, 1959, 165 pp., 1 carte et 1 tableau h.-t.).

JONES, L., MATHIEU, P. L. et STRENGER, H. : Magnétisme (Résultats scientifiques des Missions du Syndicat pour l'étude géologique et minière de la Cuvette congolaise et Travaux connexes Géodésie et Géophysique) (Annales du Musée royal du Congo belge, 8°, Sciences géologiques, Vol. 27, Tervuren, 1959, 30 pp., 1 fig., 2 cartes h.-t.).

De notre confrère *F. Pieter-
maat* :

Van onze confrater *F. Pieter-
maat* :

PIETERMAAT, F. & VAN DYCK, W. : Dosage de l'humidité dans un champ électrique à haute fréquence de produits laitiers (Extrait de *Nederlands Melk- en Zuiveltijdschrift*, s. l., s. d., (1958), pp. 38-44, 2 fig.).

PIETERMAAT, F. & VAN DYCK, W. : La pasteurisation du lait à haute fréquence (Extrait de *Nederlands Melk- en Zuiveltijdschrift*, Vol. 13 (1959) N° 1, pp. 45-50, 4 fig.).

PIETERMAAT, F. & VAN DYCK, W. : La pasteurisation du lait par énergie électrique à haute fréquence et à fréquence industrielle (IV^e Congrès international d'électrothermie, Stresa, 1959, N° 707, 4 pp., 2 fig.).

PIETERMAAT, F., MAES, E., OOMS, H. & VAN DYCK, W. : Description d'une machine automatique à cuire le pain avec chauffage combiné haute-fréquence-convection (IV^e Congrès international d'électrothermie, Stresa, 1959, 1959, N° 705, 4 pp., 4 fig.).

La Classe a reçu en outre : De Klasse ontving verder :

Les armatures spéciales de béton armé et les armatures (fils et barres) de précontrainte. Compte rendu des travaux du Symposium de la Réunion internationale des laboratoires d'essais et de recherches sur les matériaux et les constructions (R.I.L.E.M.), Liège, 1958 (Bulletin du Centre d'études de recherches et d'essais scientifiques des constructions du génie civil (C.E.

R.E.S.), Tome spécial 1958, 947 pp., figures, photos, tableaux h.-t.).

Le *Secrétaire perpétuel* dépose De *Vaste Secretaris* legt daar-
ensuite sur le bureau les ou- na volgende werken op het
vrages suivants : bureau neer :

BELGIQUE — BELGIË

Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1958 (Bureau climatologique, Comm. n° 18, I.N.É.A.C., Bruxelles, 1959, 189 pp., 2 planches).

Transports au Congo belge 1959 (Comité des transporteurs au Congo belge, Bruxelles, 1959, 166 pp., photos, 1 carte h.-t.)

CONGO BELGE — BELGISCH-CONGO

Institut géographique du Congo belge. Supplément n° 1 (juillet 1959) au Répertoire annuel 1959 (1. Documentation photographique, 2. Documentation cartographique) (Léopoldville, 1959, 4 pp.) — Geografisch Instituut van Belgisch-Congo. Bijvoegsel n° 1 (juli 1959) van het jaarlijks repertorium 1959 (1. Fotografische documentatie, 2. Kartografische documentatie) (Leopoldstad, 1959, 4 blz.).

ANTOINE, R. C., BERBEN, J. C. & SAUVAGE, G. : Le débit des bois à la scie à ruban. IV, étude du sciage de *Gossweilerodendron Balsamiferum* (Tola) (I.N.É.A.C., Série technique N° 57, Bruxelles, 1959, 41 pp., 11 fig.).

BAUS, R. & MASSONNET, Ch. : La répartition des charges par le tablier dans les ponts à deux maîtresses-poutres (Extrait du *Bulletin du Centre de recherches et d'essais scientifiques du génie civil*, IX, 1957, Liège, 1958, 61 pp., figures, tableaux).

BIENFAIT, A., Recherches préliminaires sur les matières azotées des fèves de cacao (Extrait du *Compte rendu du XXXI^e Congrès international de chimie industrielle*, Liège, 1958, 3 pp., 1 fig.).

D'ORJO DE MARCHOVELETTE, R. G. & FAGNERAY, A. J. : Contribution à l'étude du sciage du bois. I, Le « bombé » des planches au cours du sciage ; II, L'épaisseur des planches et la puissance

- nécessaire au sciage (I.N.É.A.C., 1959, 37 pp., 6 fig. 7 photos h.-t.).
- DZULYNSKI, M. : Relation entre la résistance et l'hydratation des liants hydrauliques (Université de Liège, Fac. des Sc. appliquées, Cours de constructions du génie civil N° 95, 1958, Liège, 8 pp., 4 fig.).
- GUIAUX, P. : Essais de poutres composées soudées sollicitées par flexion (Université de Liège, Fac. des Sc. appliquées, Cours des constructions du génie civil, N° 96, Liège, 1959, 24 pp., 31 fig.).
- HENRY, S. : Synthèse de quelques oxydes de fer en laboratoire (Extrait du *Compte rendu du XXXI^e Congrès international de chimie industrielle*. Liège, 1958, 3 pp.).
- HERMAN, P. & HAINSKI, Z. : Méthode spectrographique à énergie d'émission contrôlée pour l'analyse des substances minérales (Extrait de *Revue universelle des mines*, s. l., 1959, T. XV, N° 5, 6 pp.).
- HERMAN, P. & LHEUREUX, M. : Dosage spectrographique de l'aluminium (Extrait de *Compte rendu du XXXI^e Congrès international de chimie industrielle*, Liège, 1958, 6 pp., 3 fig.).
- MASSON, A. : Recherche d'une définition précise de la dimension caractéristique d'un ensemble de morceaux ou grains hétérogènes. État actuel de la question (Extrait de *Revue des matériaux de construction*, s. l., 1959, N° 524, 11 pp., 7 fig.).
- NICOLET, M. : Nouvelles de l'espace (Institut royal météorologique de Belgique, Bruxelles, 1959, 19 pp., 4 fig.).
- PASTIELS, R. : Contribution à l'étude du Problème des méthodes actinométriques (Institut royal météorologique de Belgique 1959, Bruxelles, 128 pp., 58 fig.).
- RYUSSEN, R. & LAUWERS, A. : Het meten van de schuimvorming en de schuimstabiliteit (Mededelingen van de K.V.A.W.L.S. K.B., Klasse der wetenschappen, XXI, 5, Brussel, 1959, 36 blz., 12 fig.).
- VERHAEGHE, J., VANHUYSE, V., VAN LEUVEN, P. & TURF, J. : Enkele problemen bij de constructie van een lineaire electronen-accelerator (Mededelingen van de K.V.A.W.L.S.K.B., Klasse der Wetenschappen, XXI, 8, Brussel, 1959, 35 blz., 16 fig.).

EUROPE — EUROPA

ALLEMAGNE — DUISLAND

- BROGMUS, W.: Zur Theorie der Verdunstung der natürlichen Erdoberfläche (Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Einzelveröffentlichungen Nr 21, Hamburg, 1959, 48 pp., 2 Fig.).
FRIEDRICH, W.: Wald und Wasser. Bericht über die Aussprachetagen des Arbeitskreises «Wald und Wasser» in Hilchenbach (1955) und Zwiesel (1958) (Koblenz, 1959, 76 S., ill.).
VAUPEL, A.: Advektivfrost und Strahlungsfrost (Mitteilungen des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 17 (Band 3), Offenbach a. m., 1959, 31 pp. 25 fig.).

NORVÈGE — NOORWEGEN

- HEMMER, P. C.: Dynamic and Stochastic Types of Motuon in the Linear Chain (Norges Teknische Hiskole, Trondheim, 1959, 95 pp., 12 fig.).

SUÈDE — ZWEDEN

- ANDERSSON, B. J.: On Planing Boats (Royal Institute of Technology, Stockholm, 1959, 30 pp., fig.).
BJERNINGER, S.: Investigations into Braking of Tractors and Trailers (Royal Institute of Technology, Stockholm, 1959, 136 pp., 78 fig.).
BJORK, N.: Theory of the indirectly heated Thermistor (Chalmers University of Technology, Göteborg, 1959, 46 pp., 30 fig.).
BROBERG, K. B.: A Problem on Stress Waves in an infinite elastic Plate (Royal Institute of Technology, Stockholm, 1959, 27 pp., 11 fig.).
LIDON, L. G.: On Helical-Spring Suspension (Chalmers University of Technology, Göteborg, 1959, 75 pp., fig.).

SUISSE — ZWITSERLAND

- Manuel de protection contre les radiations dans l'industrie.
Partie II. Règlement-type de sécurité concernant les radiations

ionisantes (Bureau international du Travail, Genève, 1959, 58 pp.).

AMÉRIQUE — AMERIKA

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE — VERENIGDE STATEN
VAN AMERIKA

ARON, W. : The Use of a large Capacity portable Pump for Plankton sampling, with Notes on Plankton Patchiness (Extrait de *Journal of Marine Research*, Washington, 1958, 16, pp. 158-173, 6 fig.).

Comité secret.

Les membres honoraires et titulaires échangent leurs vues sur la désignation de deux membres titulaires.

Il est décidé, en outre, que les candidatures non retenues lors d'une élection doivent, pour redevenir éventuellement valables, être représentées conformément aux articles 4 et 5 du Règlement général (*Bull.* 1959, p. 15)

Ils prennent acte, enfin, d'une candidature régulièrement introduite en vue d'une prochaine vacance de membre associé.

La séance est levée à 15 h 10.

F. Bultot. — Présentation du Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi (1958). — Anomalies pluviométriques et valeurs remarquables de quelques éléments du climat.

Le numéro de 1958 du *Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi*, édité par l'I. N. É. A. C., est sorti de presse récemment ⁽¹⁾.

Cet annuaire contient 687 tableaux se rapportant à la pluie, 188 à la température de l'air, 29 à la température du sol nu à 10, 20 et 50 cm de profondeur, 83 à l'humidité de l'air, 62 à l'insolation et 152 à l'évaporation.

Ces tableaux comprennent les caractéristiques relatives à l'année 1958 ainsi que leurs écarts aux moyennes normales. Ces valeurs de référence sont estimées à l'aide des moyennes établies sur les périodes 1930-1954, 1940-1954 ou 1945-1954 pour la pluie et 1950-1954 pour la température de l'air et l'insolation. Les tableaux pluviométriques contiennent, en outre, les rapports en pour cent des cotes udométriques de 1958 à leurs valeurs de référence ; ces rapports, contrairement aux écarts à la normale, constituent des paramètres se prêtant tels quels à la comparaison spatiale et permet-

⁽¹⁾ Communication n° 18 du Bureau climatologique de l'I. N. É. A. C. (Coll. in-4°, 189 pp., 125 F). C'est le neuvième numéro du *Bulletin*, le premier se rapportant à l'année 1950. Les chutes de pluie au Congo belge et au Ruanda-Urundi ont été publiées pour les années 1927 à 1939 dans le *Bulletin agricole du Congo belge* (Publ. Min. du Congo belge et du Ruanda-Urundi) et pour la période 1940 à 1949 dans la série des publications du Bureau climatologique de l'I. N. É. A. C. (Communication n° 3).

Les communications n°s 4, 5, 7, 8, 10, 12, 15 et 16 dudit Bureau réunissent pour les années 1950 à 1957, des données concernant la pluie, la température et l'humidité de l'air, la température du sol, l'insolation et l'évaporation.

tent dès lors d'opérer une discrimination aisée des zones à pluviosité excédentaire, normale ou déficitaire.

Les stations, dont les données composent ledit recueil, sont classées par ordre alphabétique dans une liste publiée dans le numéro de 1955. Cette liste mentionne pour chaque poste la province à laquelle il appartient, les coordonnées géographiques, l'altitude ainsi que les divers éléments du climat pour lesquels des données sont reproduites. Une liste complémentaire groupant des stations nouvelles est insérée dans le numéro de 1958.

Quant aux tableaux climatographiques, ils sont rangés par élément et suivant l'ordre alphabétique des stations auxquelles ils se rapportent. En tête de chaque ensemble figure un répertoire des lettres et signes conventionnels.

Des cartes mensuelles fixant les contours des zones à pluviosité excédentaire, normale et déficitaire sont incluses *in fine*. Elles sont précédées d'un commentaire succinct où l'on souligne le caractère exceptionnel de certains écarts, où l'on relève les limites topographiques de l'une ou l'autre zone à pluviosité déterminée, etc.

Rappelons enfin qu'une étude critique de la valeur représentative des moyennes de référence accompagne le numéro de 1955 du *Bulletin*.

* * *

Sur la base des données climatographiques colligées dans le *Bulletin* de 1958, nous présentons, ci-après, un aperçu des anomalies pluviométriques mensuelles régionales, les valeurs mensuelles et annuelles extrêmes de quelques éléments du climat et, pour chacun des chefs-lieux de province, ses caractéristiques annuelles.

Janvier.

Une sécheresse intense sévit dans le Bas-Congo où la lame d'eau n'atteint même pas le quart de son épaisseur normale. On observe aussi un déficit d'eau, léger dans le nord de la Cuvette centrale, marqué dans le Kasai où de nombreux postes renseignent des pourcentages pluviométriques à la normale inférieurs à 75. Des anomalies négatives très appuyées apparaissent encore dans la partie méridionale du bassin du Kivu, dans la vallée de la Ruzizi et dans l'extrême pointe Sud du Katanga. Par contre, sur la majeure partie du Katanga, dans le nord du Maniema et dans la région volcanique, il pleut plus que de coutume. Ailleurs, les précipitations ne s'écartent pas systématiquement de la normale.

Tableau I. — Janvier.

Élément (¹)	Valeur	Station	Pro- vince (²)	Long. E	Lat.	Alti- tude en m
(P) _x	441,0 mm	Kabwanga	Ki.	22°20'	7°02' S	850
(P en 24 h) _x	160,3 mm	Mwenda	Ku.	29°45'	0°25' S	1400
\bar{T}_μ	x 28,5 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	n 15,7 °C	Ndihira	Ku.	29°10'	0°16' S	2190
\bar{T}_M	x 34,4 °C	Kurukwata	O.	30°06'	3°51' N	900
	n 19,4 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	x 25,6 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	n 6,8 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
(T _A) _x	37,8 °C	Lubefu	Ki.	24°25'	4°43' S	600
(T _a) _n	1,4 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
\bar{e} (à 12h)	x 33,3 mb	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	n 13,1 mb	Nioka-Drusi	O.	30°39'	2°09' N	1678
\bar{U} (à 12h)	x 87,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	n 35,0 %	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
I	x 251,4 h	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	n 125,1 h	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
Ir	x 67,8 %	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	n 29,5 %	Mvuazi (Poste)	L.	14°54'	5°27' S	505
Ev	x 280,4 cm ³	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	n 36,2 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	x 259,7 cm ³	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
	n 43,9 cm ³	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

(¹) P = pluie; \bar{T}_μ = température moyenne mensuelle; \bar{T}_M = température maximum journalière moyenne; \bar{T}_m = température minimum journalière moyenne; T_A = température maximum absolue; T_a = température minimum absolue; \bar{e} = tension de vapeur moyenne mensuelle; \bar{U} = humidité relative moyenne mensuelle; I = insolation; Ir = insolation relative; Ev = évaporation (évaporomètre Piche du type Casella avec bague Richard (I. N. É. A. C.)); E'v = évaporation (évaporomètre du type Casella avec bague Casella normale (Service Météorologique du Congo belge)); * = maximum pour le Congo belge et le Ruanda Urundi; n = minimum pour le Congo belge et le Ruanda-Urundi.

(²) L. = prov. de Léopoldville; E. = prov. de l'Équateur; O. = prov. Orientale; Ku. = prov. du Kivu; Ka. = prov. du Katanga; Ki. = prov. du Kasai; R. = Ruanda; U = Urundi.

Février.

Février est très sec sur la presque totalité du Congo belge. Dans le Kwango ainsi que dans les bassins supérieurs de la Lulua, du Sankuru et du Lomani, les cotes udométriques sont pour la plupart inférieures à la moitié de leurs valeurs normales tandis que dans le Kasai et dans le Katanga (sauf dans une zone très localisée au voisinage du lac Upemba où les pluies sont supérieures à la normale), elles n'atteignent pas les trois quarts de leurs chiffres moyens. Mais c'est dans le Bas-Congo, déjà peu arrosé en janvier et où de nombreux postes n'ont enregistré aucune chute de pluie durant tout le mois, que la sécheresse est la plus accusée. Notons, à ce propos, que les cotes udométriques observées à Temvo [0,0 ⁽¹⁾ — 1928 ⁽²⁾], Moerbeke (0,0 — 1930), Tshela (3,5-1931), Léopoldville-Est (41,7-1931), Tumba (1,0-1932), Luozi (1,4-1934), Boma (0,0-1936) et Soyo (0,0-1944) sont les plus basses qui aient été enregistrées par ces stations depuis qu'elles effectuent des observations pluviométriques. Signalons encore qu'une bande à pluviosité légèrement excédentaire traverse la Cuvette centrale tandis que le bassin du kivu et le Ruanda-Urundi sont moyennement arrosés.

⁽¹⁾ Cote udométrique de février 1958.

⁽²⁾ Date à partir de laquelle des observations pluviométriques sont effectuées d'une manière continue.

Tableau II. — Février.

Élément	Valeur	Station	Pro- vince	Long. E.	Lat.	Alti- tude en m
(P) _x	262,8 mm	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
		Kigeme	R.	29°32'	2°29' S	2000
(P en 24h) _x	107,1 mm	Buhama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
\bar{T}_μ	{ x 29,1 °C	Matadi	L.	13°28'	5°48' S	167
	{ n 15,5 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_M	{ x 35,4 °C	Mdikira	Ku.	29°10'	0°16' S	2190
	{ n 19,2 °C	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
\bar{T}_m	{ x 25,0 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ n 5,4 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
(T _A) _x	39,1 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
(T _a) _n	0,6 °C	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
e(à 12h)	{ x 34,1 mb	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
	{ n 11,0 mb	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
\bar{U} (à 12h)	{ x 84,0 %	Nioka-Drusi	O.	30°39'	2°09' N	1678
	{ n 29,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
I	{ x 252,8 h	Tukpwo	O.	25°55'	4°27' N	704
	{ n 101,5 h	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
Ir	{ x 75,2 %	Tukpwo	O.	25°55'	4°27' N	704
	{ n 29,3 %	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
Ev	{ x 310,0 cm ³	Tukpwo	O.	25°55'	4°27' N	704
	{ n 45,6 cm ³	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
E/v	{ x 313,3 cm ³	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
	{ n 48,3 cm ³	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Mars.

La sécheresse perdure dans le Bas-Congo, le Kwango, le sud-ouest du Kasai et l'ouest du Katanga ; moins de la moitié du volume d'eau normal est recueillie par le Bas-Congo et le sud du Kwango, moins des trois quarts de ce volume par le Katanga occidental. Des déficits records sont enregistrés par Tshela (17,5-1931), Léopoldville-Est (52,5-1931), Mwilambongo (22,2-1936), Makaya Tete (70,6-1940), Kitomesa (40,9-1941) et Soyo (27,5-1944) ; d'autre part, il faut remonter jusqu'en 1936 à Tumba (93,6), en 1937 à Temvo (93,0) et en 1938 à Kikwit (109,1) pour rencontrer des totaux pluviométriques inférieurs à ceux de mars 1958. Une zone à pluviosité sous-normale s'étend aussi du nord-est de la Cuvette centrale à la frontière septentrionale du Congo ; elle se prolonge vers l'Est jusque dans la région volcanique où les cotes udométriques sont pour la plupart inférieures à 75 % de leurs valeurs moyennes. Dans les autres régions, la pluviosité est normale ; seuls quelques secteurs du Katanga enregistrent des précipitations légèrement excédentaires.

Tableau III. — Mars.

Élément	Valeur	Station	Pro- vince	Long. E.	Lat.	Alti- tude en m
(P) _x	404,0 mm	Pepa-Lufuko	Ka.	29°47'	7°42' S	2200
(P en 24h) _x	164,0 mm	Omendjadi	Ki.	23°39'	3°11' S	550
\bar{T}_μ	{ x 29,6 °C	Matadi	L.	13°28'	5°48' S	167
	{ n 15,6 °C	Kinigi	R.	29°35'	1°27' S	2200
\bar{T}_M	{ x 35,2 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ n 19,1 °C	Inga	L.	13°35'	5°31' S	320
\bar{T}_m	{ x 25,8 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ n 9,2 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
(T _A) _x	39,4 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
(T _a) _n	5,3 °C	Matadi	L.	13°28'	5°48' S	167
\bar{e} (à 12h)	{ x 34,2 mb	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
	{ n 14,0 mb	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
\bar{U} (à 12h)	{ x 84,0 %	Nioka-Drusi	O.	30°39'	2°09' N	1678
	{ n 44,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
I	{ x 238,7 h	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	{ n 127,8 h	Nioka-Drusi	O.	30°39'	2°09' N	1678
Ir	{ x 63,7 %	Tukpwo	O.	25°55'	4°27' N	704
	{ n 33,9 %	Mitwaba	Ka.	27°20'	8°36' S	1565
Ev	{ x 242,5 cm ³	Tukpwo	O.	25°55'	4°27' N	704
	{ n 44,8 cm ³	Mitwaba	Ka.	27°20'	8°36' S	1565
E'v	{ x 246,4 cm ³	Rwindi	Ku.	29°17'	0°47' S	1040
	{ n 53,7 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	{ x 246,4 cm ³	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
	{ n 53,7 cm ³	Butembo	Ku.	29°16'	0°08' N	1715

Avril.

Du Kwango aux frontières orientales et de l'équateur à l'extrême pointe sud du Katanga, la lame d'eau n'atteint pas les trois quarts de son épaisseur moyenne. Par contre, aux frontières septentrionales du pays, on observe un excédent pluviométrique marqué. Entre les deux, une bande à pluviosité normale se déroule du Bas-Congo au lac Albert.

Tableau IV. — Avril.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	417,5 mm	Zomfi	L.	15°22'	5°37' S	650
(P en 24h) _x	196,5 mm	Lukonzolwa	Ka.	28°38'	8°47' S	1050
\bar{T}_μ	x 28,1 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	n 15,4 °C	Kinigi	R.	29°35'	1°27' S	2200
\bar{T}_M	x 35,7 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	n 18,6 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	x 24,8 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	n 8,8 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
(T _A) _x	39,8 °C	Lubefu	Ki.	24°25'	4°43' S	600
(T _a) _n	5,0 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
ē(à 12h)	x 34,0 mb	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	n 15,4 mb	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{U} (à 12h)	x 87,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	n 52,0 %	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
		Keyberg (plateau)	Ka.	27°25'	11°44' S	1187
I	x 253,5 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	n 120,3 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
I _r	x 71,0 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	n 33,4 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
E _v	x 185,8 cm ³	Rwindi	Ku.	29°17'	0°47' S	1040
	n 30,3 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E' _v	x 224,7 cm ³	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
	n 43,5 cm ³	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Mai.

Tout le Congo belge au sud de l'équateur ainsi que le Ruanda-Urundi connaissent une pluviosité nettement déficitaire. Dans la moitié septentrionale du pays, les pluies ne s'écartent pas systématiquement de la normale sauf dans l'angle Nord-Ouest où elles restent en deçà des trois quarts de leurs hauteurs moyennes.

Tableau V. — Mai.

Élément	Valeur	Station	Pro- vince	Long. E	Lat.	Alti- tude en m
(P) _x	479,6 mm	Kibuti	Ku.	29°01'	1°48' S	1500
(P en 24h) _x	196,4 mm	Bikoro	E.	18°07'	0°46' S	350
\bar{T}_μ	{ x 28,2 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	{ n 14,8 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_M	{ x 36,1 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	{ n 17,9 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 22,7 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	{ n 5,7 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
(T _a) _x	42,5 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
(T _a) _n	2,6 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
\bar{e} (à 12h)	{ x 29,1 mb	Bokondji	E.	21°26'	0°43' S	365
	{ n 12,0 mb	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
\bar{U} (à 12h)	{ x 93,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	{ n 37,0 %	Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
I	{ x 329,8 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n 49,3 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	{ x 91,1 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n 13,4 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	{ x 233,6 cm ³	Kaniama	Ka.	24°09'	7°25' S	949
	{ n 19,5 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	{ x 285,4 cm ³	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
	{ n 40,8 cm ³	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Juin.

La sécheresse s'intensifie dans l'angle Nord-Ouest du pays où l'on ne recueille même pas la moitié du volume d'eau normal. Les cotes udométriques observées à Nouvelle-Anvers (39,5-1925), Businga (69,7-1935), Wafania (29,8-1937), Bongabo (72,3-1940) et Bolumboloko (73,5-1946) sont les plus faibles qui aient été enregistrées par ces stations depuis qu'elles effectuent des observations pluviométriques. Dans les provinces de Léopoldville, du Kasai et du Katanga ainsi que dans le Ruanda-Urundi, aucune pluie n'est enregistrée.

Tableau VI. — Juin.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	352,4 mm	Yakuluku	O.	28°44'	4°14' N	829
(P en 24h) _x	147,5 mm	Bafwasomboli	O.	27°00'	1°24' N	670
\bar{T}_μ	x 27,7 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	n 13,5 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_M	x 35,3 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	n 17,6 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	x 21,8 °C	Inongo	L.	18°16'	1°58' S	310
	n 3,6 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
(T _A) _x	40,0 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
(T _a) _n	0,2 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
\bar{e} (à 12h)	x 27,9 mb	Basoko	O.	23°36'	1°15' N	385
	n 11,0 mb	Mitwaba	Ka.	27°20'	8°36' S	1565
\bar{U} (à 12h)	x 87,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	n 30,0 %	Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
I	x 309,5 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	n 69,3 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	x 89,2 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	n 19,6 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	x 256,3 cm ³	Kaniama	Ka.	24°09'	7°25' S	949
	n 24,7 cm ³	Gimbi (vallée)	L.	13°22'	5°31' S	430
E'v	x 308,3 cm ³	Luisa	Ki.	22°26'	7°11' S	950
	n 31,4	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Juillet.

La carte de juillet est identique à celle de juin. Dans l'angle Nord-Ouest du territoire notamment, les pourcentages pluviométriques à la normale sont, comme au mois précédent, inférieurs à 50.

Tableau VII. — Juillet.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	357,5 mm	Kole	O.	25°26'	2°07' N	484
(P en 24h) _x	130,5 mm	Kole	O.	25°26'	2°07' N	484
\bar{T}_μ	{ x 25,8 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
	{ n 13,5 °C	Keyberg (verger) Kisozi (marais)	Ka. U.	27°25' 29°41'	11°44' S 3°33' S	1175 2139
\bar{T}_M	{ x 34,4 °C	Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
	{ n 18,1 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 21,3 °C	Isangi	O.	24°15'	0°45' N	405
	{ n 1,4 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
(T _A) _x	35,4 °C	Kasongo	Ku.	26°35'	4°31' S	510
		Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
(T _A) _n	0,2 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
		Kipopo	Ka.	27°24'	11°34' S	1300
\bar{e} (à 12h)	{ x 27,3 mb	Buta	O.	24°47'	2°47' N	430
	{ n 8,4 mb	Mitwaba	Ka.	27°20'	8°36' S	1565
\bar{U} (à 12h)	{ x 83,0 %	Ndihira	Ku.	29°10'	0°16' S	2190
	{ n 24,0 %	Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
I	{ x 333,7 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n 49,5 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	{ x 92,7 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n 13,5 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	{ x 349,3 cm ³	Kaniama	Ka.	24°09'	7°25' S	949
	{ n 29,8 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E/v	{ x 333,8 cm ³	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
	{ n 30,1 cm ³	Lubutu	Ku.	26°34'	0°45' S	540

Août.

Quoique plus modérée qu'au cours des mois de juin et juillet, la sécheresse perdure dans les bassins de l'Uele et de l'Ubangi. La presque totalité de la Cuvette centrale et les alentours du lac Edouard accusent également un déficit d'eau. Par contre, une zone légèrement excédentaire s'étend du nord-est du pays au Kasai en passant par le Maniema et le bassin du Kivu. La sécheresse est absolue dans le Bas-Congo et dans le Haut-Katanga. Au contraire, dans le Kwango et dans le Bas-Katanga, quelques pluies sont enregistrées.

Tableau VIII. — Août.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	406,1 mm	Kerekere	O.	30°32'	2°41' N	1400
(P en 24h) _x	144,4 mm	Tandala	E.	19°21'	3°02' N	500
\bar{T}_μ	{ x 26,6 °C	Kabalo	Ka.	26°52'	6°02' S	585
	{ n 14,3 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_M	{ x 34,9 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	{ n 18,3 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 21,6 °C	Lukolela	E.	17°12'	1°03' S	330
	{ n 3,2 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
(T _λ) _x	38,0 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
(T _a) _n	0,1 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
\bar{e} (à 12h)	{ x 26,9 mb	Libenge	E.	18°38'	3°38' N	365
	{ n 9,4 mb	Mitwaba	Ka.	27°20'	8°36' S	1565
\bar{U} (à 12h)	{ x 79,0 %	Ndihira	Ku.	29°10'	0°16' S	2190
	{ n 31,0 %	Manono	Ka.	27°26'	7°17' S	670
I	{ x 310,7 h	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	{ n 69,6 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	{ x 85,4 %	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	{ n 18,8 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	{ x 304,6 cm ³	Lusinga	Ka.	27°13'	8°56' S	1785
	{ n 42,3 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	{ x 307,8 cm ³	Kamina	Ka.	25°00'	8°44' S	1105
	{ n 40,9 cm ³	Butembo	Ku.	29°16'	0°08' N	1715

Septembre.

La pluviosité est quelque peu inférieure à la normale dans le Bas-Congo, dans le district du lac Léopold II, dans le nord-ouest du pays et dans les bassins des lacs Édouard et Kivu. Le sud du Kwango, le Kasai et le Katanga recueillent plus d'eau que de coutume. Dans le Haut-Katanga notamment, généralement sec en septembre, des précipitations totalisant plus de 50 mm, voire plus de 75 mm, sont enregistrées en maints endroits. Dans le nord-est du Congo belge, les pluies ne s'écartent pas systématiquement de la normale.

Tableau IX. — Septembre.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	402,1 mm	Bishusha	Ku.	29°07'	1°17' S	1900
(P en 24h) _x	105,0 mm	Lilenga	E.	22°05'	0°55' N	400
\bar{T}_μ	{ x 28,3 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	{ n 14,9 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_m	{ x 36,1 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	{ n 19,3 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 21,9 °C	Lukolela	E.	17°12'	1°03' S	330
	{ n 5,3 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
(T _A) _x	40,7 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
(T _a) _n	1,0 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{e} (à 12h)	{ x 27,8 mb	Basoko	O.	23°36'	1°15' N	385
	{ n 11,6 mb	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
\bar{U} (à 12h)	{ x 76,0 %	Gimbi (vallée)	L.	13°22'	5°31' S	430
	{ n 30,0 %	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
I	{ x 270,6 h	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	{ n 28,6 h	Luki (colline)	L.	13°06'	5°37' S	350
Ir	{ x 75,0 %	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	{ n 7,9 %	Luki (colline)	L.	13°06'	5°37' S	350
Ev	{ x 281,6 cm ³	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n 40,0 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	{ x 343,5 cm ³	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	{ n 42,1 cm ³	Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Octobre.

Des anomalies pluviométriques négatives apparaissent une fois encore dans le Bas-Congo de même que dans la Cuvette centrale, dans les bassins des lacs Édouard et Kivu, dans le Ruanda-Urundi et dans l'est du Katanga. Un léger excédent d'eau se manifeste à la frontière occidentale du Congo, dans le Kwango, dans le Kasai et dans le nord-est du pays.

Tableau X. — Octobre.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
$(P)_x$	413,3 mm	Danga	O.	26°16'	2°59' N	650
$(P \text{ en } 24h)_x$	134,6 mm	Congomeka	Ku.	26°25'	2°29' S	550
\bar{T}_μ	x 28,9 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	n 15,1 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_m	x 35,9 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	n 19,1 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	x 24,1 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	n 6,1 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
$(T_A)_x$	39,2 °C	Musasa (marais)	U.	30°21'	3°39' S	1229
$(T_a)_n$	1,0 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{e} (à 12h)	x 28,6 mb	Coquilhatville	E.	18°17'	0°03' N	328
	n 12,7 mb	Kisozi (colline)	U.	29°41'	3°33' S	2155
\bar{U} (à 12h)	x 75,0 %	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	n 36,0 %	Mutsora	Ku.	29°44'	0°19' N	1330
I	x 242,5 h	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
	n 73,4 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
Ir	x 63,5 %	Luki (colline)	L.	13°06'	5°37' S	350
	n 19,4 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
Ev	x 248,3 cm ³	Luki (colline)	L.	13°06'	5°37' S	350
	n 51,7 cm ³	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
E'v	x 330,9 cm ³	Bongabo	E.	20°32'	3°06' N	450
	n 42,9 cm ³	Baudouinville	Ka.	29°43'	7°03' S	1100
		Ikela	E.	23°16'	1°10' S	460

Novembre.

La moitié Ouest du Congo est légèrement « excédentaire » hormis dans le Bas-Congo où les cotes udométriques restent nettement en deçà de leurs valeurs moyennes. La moitié est du territoire est faiblement déficitaire sauf aux abords des lacs Albert, Édouard et Tanganika où la pluviosité est voisine de la normale.

Tableau XI. — Novembre.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	386,4 mm	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
(P en 24h) _x	150,8 mm	Gombe-Matadi	L.	14°37'	4°56' S	585
\bar{T}_μ	{ x 27,9 °C	Matadi	L.	13°28'	5°48' S	167
	{ n 15,0 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_M	{ x 33,9 °C	Inga	L.	13°35'	5°31' S	320
	{ n 19,3 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 24,6 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	{ n 6,5 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
(T _A) _x	37,7 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
(T _a) _x	1,0 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{e} (à 12h)	{ x 28,2 mb	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	{ n 14,1 mb	Kisozi (colline)	U.	29°41'	3°33' S	2155
\bar{U} (à 12h)	{ x 79,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	{ n 44,0 %	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
I	{ x 272,3 h	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	{ n 87,8 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	{ x 75,6 %	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	{ n 23,7 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	{ x 186,3 cm ³	Luki (colline)	L.	13°06'	5°37' S	350
	{ n 34,7 cm ³	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
E'v	{ x 182,9 cm ³	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	{ n 36,8 cm ³	Elisabethville	Ka.	27°28'	11°39' S	1290
		Bikoro	E.	18°07'	0°46' S	350

Décembre.

Le nord du pays, la Cuvette centrale, la région de Léopoldville et le Ruanda-Urundi sont abondamment arrosés et nombreux sont les pourcentages pluviométriques à la normale supérieurs à 150 dans le Ruanda et dans les bassins des lacs Albert et Édouard. Par contre, la lame d'eau est inférieure aux trois quarts de son épaisseur moyenne dans le Bas-Congo et dans le Bas-Katanga tandis qu'un déficit d'eau plus atténué apparaît dans le Kwango. Dans le sud du Katanga, les cotes udométriques s'écartent peu de la normale.

Tableau XII. — Décembre.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m
(P) _x	392,6 mm	Gombe-Matadi	L.	14°37'	4°56' S	585
(P en 24h) _x	193,0 mm	Ngoa	L.	16°40'	5°42' S	530
\bar{T}_μ	{ x 28,0 °C	Matadi	L.	13°28'	5°48' S	167
	{ n 14,6 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_M	{ x 34,0 °C	Inga	L.	13°35'	5°31' S	320
	{ n 17,8 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x 24,5 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	{ n 8,6 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
(T _A) _x	37,5 °C	Malemba Nkulu	Ka.	26°47'	8°01' S	585
(T _a) _n	0,6 °C	Nioka (marais)	O.	30°39'	2°09' N	1616
ε (à 12h)	{ x 28,7 mb	Libenge	E.	18°38'	3°38' N	365
	{ n 14,2 mb	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{U} (à 12h)	{ x 81,0 %	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ n 44,0 %	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
I	{ x 243,6 h	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	{ n 95,3 h	Tshibinda	Ku.	28°45'	2°19' S	2055
Ir	{ x 66,2 %	Magombo	O.	27°54'	3°42' N	700
	{ n 24,5 %	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
Ev	{ x 202,9 cm ³	Mont Hawa	O.	30°45'	2°49' N	1350
	{ n 34,3 cm ³	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
E'v	{ x 166,0 cm ³	Bolo	E.	20°16'	4°28' N	500
	{ n 34,4 cm ³	Bondo	E.	23°49'	3°48' N	525

Tableau XIII. — Année.

Élément	Valeur	Station	Province	Long. E.	Lat.	Altitude en m	
P	{ x	2626,7 mm	Elimba	O.	28°12'	3°01' N	750
	{ n	173,9 mm	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
(P en 24h) _x		196,5 mm	Lukonzolwa	Ka.	28°38'	8°47' S	1050
\bar{T}_μ	{ x	26,6 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	{ n	15,1 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
\bar{T}_m			Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ x	33,9 °C	Bukama	Ka.	25°51'	9°11' S	620
	{ n	18,6 °C	Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
\bar{T}_m	{ x	23,0 °C	Banana	L.	12°25'	6°00' S	2
	{ n	7,2 °C	Kisozi (marais)	U.	29°41'	3°33' S	2139
(T _Δ) _x		42,5 °C	Biruwe	Ku.	27°39'	1°10' S	693
(T _a) _x		0,1 °C	Keyberg (verger)	Ka.	27°25'	11°44' S	1175
\bar{e} (à 12h)	{ x	27,8 mb	Bokondji	E.	21°26'	0°43' S	365
	{ n	14,1 mb	Kisozi (colline)	U.	29°41'	3°33' S	2155
\bar{U} (à 12h)			Mont Bukulumisa	Ku.	28°43'	2°20' S	2378
	{ x	80,0 %	Luki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
	{ n	47,0 %	Keyberg (plateau)	Ka.	27°25'	11°44' S	1187
I	{ x	2807,9 h	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n	1113,2 h	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ir	{ x	63,5 %	Simama	Ka.	27°01'	9°37' S	852
	{ n	25,2 %	Kondo	L.	12°58'	5°34' S	230
Ev	{ x	2278,6 cm ³	Gabiro	R.	30°24'	1°32' S	1472
	{ n	448,5 cm ³	Kuki (vallée)	L.	13°06'	5°37' S	160
E'v	{ x	2546,9 cm ³	Baudouinville	Ka.	29°43'	7°03' S	1100
	{ n	585,6 cm ³	Yalokele	E.	22°49'	0°46' S	476

Tableau XIV. — Caractéristiques annuelles de quelques éléments du climat dans les divers chefs-lieux de province.

	Léopoldville 15°19' E — 4°19' S — 290 m	Coquilhatville 18°17' E — 0°03' N — 328 m	Stanleyville 25° 11' E — 0°31' N — 415 m	Bukavu 28°51' E — 2° 31' S — 1635 m	Élisabethville 27°28' E — 11°39' S — 1290 m	Luluabourg 22°25' E — 5°53' S — 660 m	Usumbura 29°21' E — 3°23' S — 805 m
P	1040,5	1497,9	1722,2	1222,2	941,7	1350,3	677,7
(P en 24 h)	80,0	65,6	64,8	52,2	52,4	69,0	38,8
\bar{T}_μ	25,6	25,5	26,0	20,3	20,9	25,0	24,5
\bar{T}_M	30,2	30,3	30,9	25,1	27,5	30,6	29,3
\bar{T}_m	21,0	20,6	21,1	15,4	14,3	19,4	19,6
T_A	36,0	35,8	38,6	31,6	34,1	35,3	34,0
T_a	12,6	14,5	16,6	12,4	4,1	13,3	15,8
\bar{e} (à 12 h)	24,3	27,2	27,0	17,0	15,3	22,4	21,3
\bar{U} (à 12 h)	66,0	70,0	70,0	60,0	48,0	59,0	58,0
I	1706,3	2029,7	1990,8	1950,7	2722,6	2344,1	2206,5
Ir	38,6	45,9	45,0	44,1	61,6	53,0	50,1
E/v	1639,6	761,4	902,6		2199,7	1513,4	

Novembre 1959.

F. Pietermaat. — Détermination de la constante diélectrique du diamant industriel de Bakwanga.

La détermination de la constante diélectrique du diamant rencontre de grandes difficultés pratiques du fait qu'on ne dispose pas d'échantillons de forme régulière et de dimensions convenables. Ceci explique qu'au cours des temps très peu de chercheurs ont essayé de mesurer la constante diélectrique du diamant, et que les valeurs indiquées sont très différentes. A titre d'exemple, SCHMIDT donne comme valeur 5,5 [1] *, COEHN et RAYDT 5,18 à 8 [2] et PIRANI comme valeur statique de ϵ_r 16,5 [3].

Des mesures plus récentes sont celles de Sir Robert ROBERTSON, FOX et MARTIN [4] qui trouvent une valeur de 5 environ (4,88 et 5,01) à des fréquences de radio.

Enfin, WHITEHEAD et HACKETT ont fait des mesures à des fréquences comprises entre 500 et 3000 p/s et trouvent une valeur constante de ϵ_r , à savoir $5,68 \pm 0,03$ [5].

Remarquons encore que la méthode de mesure employée par ROBERTSON, FOX et MARTIN n'était pas très précise ; au contraire WHITEHEAD et HACKETT ont pu faire des mesures très précises.

Tous les chiffres mentionnés ci-dessus concernent des diamants de joaillerie d'une grande pureté.

Nous, au contraire, nous avons déterminé la constante diélectrique du diamant industriel *boart* de Bakwanga. La première méthode appliquée consistait à faire des mesures sur des échantillons cylindriques d'un mélange

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie p. 1395.

de *boart* et de verre. Toutefois, il est impossible d'obtenir des échantillons d'une teneur supérieure à 40 % de diamant. C'est pour cette raison que nous avons dû déterminer la constante diélectrique du *boart* pure par extrapolation des résultats de mesures obtenus sur des échantillons contenant 0,20 et 40 % de *boart*. Nous avons trouvé comme valeur de la constante diélectrique, sauf pour des fréquences très basses, $5,6 \pm 20$ %. [6 et 7]. C'est pour contrôler ce chiffre que nous avons appliqué une autre méthode dont le principe est le suivant. On part de deux liquides dont les constantes diélectriques sont respectivement plus grande et plus petite que celle du *boart*. Ensuite, on détermine la composition du mélange des deux liquides dont la constante diélectrique correspond à celle du *boart*. Ceci peut être contrôlé par une mesure de la capacité. Si les constantes diélectriques du mélange et du *boart* sont égales, alors l'introduction du *boart* dans le mélange, qui forme le diélectrique d'un condensateur, n'influence pas la capacité dudit condensateur.

La méthode de mesure se ramène donc à la mesure de capacités, ce qui a été fait au moyen d'un Q-mètre de MARCONI (type 329 G). Le principe de cet appareil est le suivant (*Fig. 1*). Une tension constante de fréquence réglable est injectée dans un circuit formé d'une inductance fixe et d'un condensateur C_1 variable et gradué de 40 à 400 pf. On dispose de plusieurs inductances interchangeables. En parallèle avec ce condensateur C_1 , on peut connecter un condensateur C_2 dont on veut mesurer la capacité à une fréquence f .

On mesure cette capacité de la façon suivante :

1) Considérons le circuit de la *fig. 1* sans le condensateur C_2 et avec une inductance appropriée. L'indication du voltmètre (V) sera maximum pour la valeur C'_1 du condensateur C_1 , donnée par la condition de résonance du circuit.

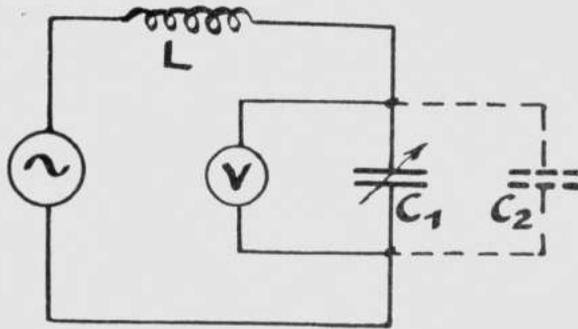


FIG. 1.

$$2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC'_1}} \quad \text{ou} \quad C'_1 = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} \quad (1)$$

Faisons varier C_1 jusqu'à une valeur maximum de V . Nous connaissons alors C'_1 .

2) Connectons le condensateur C_2 dont nous notons la valeur par C'_2 , en parallèle avec le condensateur C_1 et faisons varier le condensateur C_1 . Le voltmètre indiquera un maximum pour une valeur C''_1 du condensateur C_1 donnée par la condition de résonance.

$$C''_1 + C'_2 = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L} \quad (2)$$

En comparant (1) et (2), nous obtenons :

$$C'_2 = C'_1 - C''_1$$

La valeur de la capacité C_2 est donc obtenue par la différence de deux lectures sur le condensateur gradué C_1 , à condition bien entendu que la fréquence et l'inductance restent constantes pendant les mesures.

Prenons maintenant pour condensateur C_2 successivement :

a) Le condensateur cylindrique de la *fig. 2* a rempli jusqu'au niveau A avec le liquide dont on veut mesurer

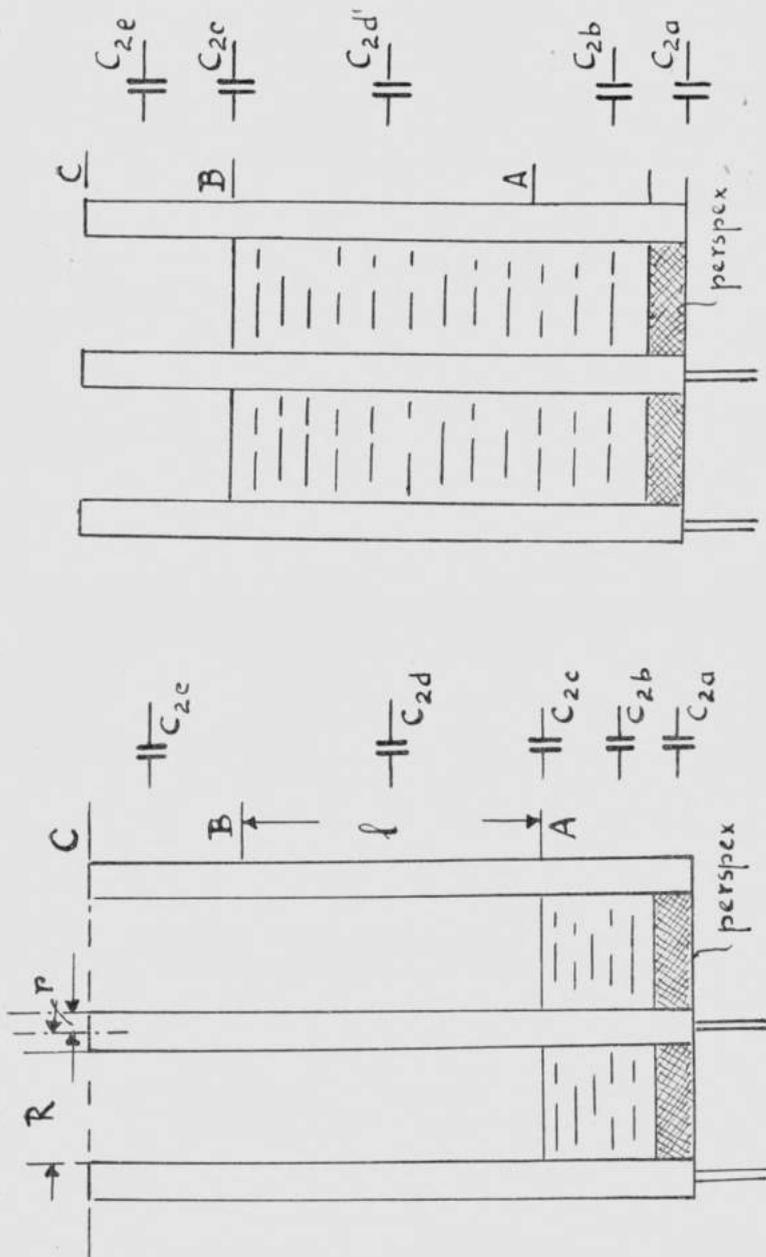


FIG. 2b.

FIG. 2a.

ϵ_r . La capacité de ce condensateur C_2 peut être décomposée en plusieurs capacités partielles connectées en parallèle (*Fig. 3*) ;

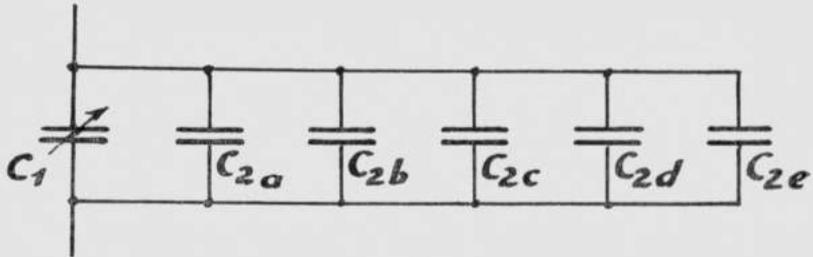


FIG. 3.

- C_{2a} : Capacité formée par un condensateur cylindrique avec comme diélectrique le joint en matière plastique + les capacités parasites des bornes + les capacités parasites par défaut de parallélisme des lignes de force aux environs de la surface de contact joint-liquide et joint-air ;
- C_{2b} : Capacité formé par un condensateur cylindrique rempli par le liquide jusqu'au niveau A ;
- C_{2c} : Capacité parasite par défaut de parallélisme des lignes de force aux environs de la surface de contact liquide-air ;
- C_{2d} : Capacité formée par le condensateur cylindrique à air de A à B ;
- C_{2e} : Capacité formée par le condensateur cylindrique à air de B à C et la capacité supplémentaire à l'extrémité C du condensateur cylindrique.

Nous mesurons C_2 et nous notons la valeur obtenue par C'_2 .

b) Le même condensateur cylindrique (*Fig. 2b*) cette fois-ci rempli jusqu'au niveau B avec le liquide. La capacité de ce condensateur peut être décomposée de la façon indiquée à la *fig 4*.

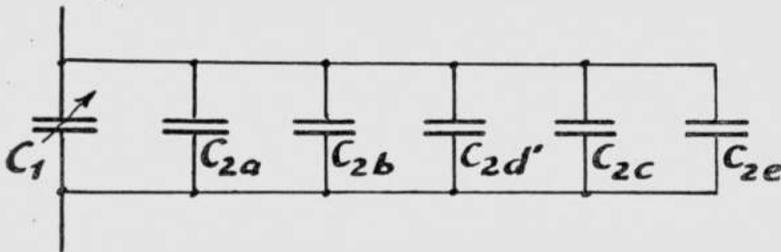


FIG. 4.

Les seules différences avec la *fig. 3* sont :

- a) Le déplacement de la capacité parasite C_{2c} ;
- b) Le remplacement de C_{2a} par $C_{2d'}$

Nous mesurons de nouveau C_2 et nous notons la valeur obtenue par C''_2 .

$$\begin{aligned} \text{Nous avons } C'_2 &= C_{2a} + C_{2b} + C_{2c} + C_{2d} + C_{2e} \\ C''_2 &= C_{2a} + C_{2b} + C_{2d'} + C_{2c} + C_{2e} \\ \text{donc } C_{2d'} - C_{2d} &= C''_2 - C'_2 \end{aligned} \quad (3)$$

Calculons maintenant C_{2d} et $C_{2d'}$, la distance A B étant 1 (pour r et R voir *fig 2*).

$$\begin{aligned} C_{2d} &= 1 \frac{2 \Pi \epsilon_0}{\ln \frac{R}{r}} \\ C_{2d'} &= \epsilon_r 1 \frac{2 \Pi \epsilon_0}{\ln \frac{R}{r}} \end{aligned} \quad (4)$$

On déduit de (3) et de (4)

$$\epsilon_r = (C''_2 - C'_2) \frac{\ln \frac{R}{r}}{2 \Pi \epsilon_0 1} + 1 \quad (5)$$

avec $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ si on exprime l en mètres et C en farads.

Nous nous sommes servis de cette méthode de mesure pour déterminer préalablement la constante diélectrique d'un mélange de kérosène et de nitrobenzène à la fréquence de 150 kHz. Nous avons choisi ces deux liquides à cause de leurs constantes diélectriques, respectivement (à la fréquence de 150 kHz) 2,06 pour le kérosène et 35,39 pour le nitrobenzène. La constante diélectrique du *boart* est certainement comprise entre ces deux valeurs.

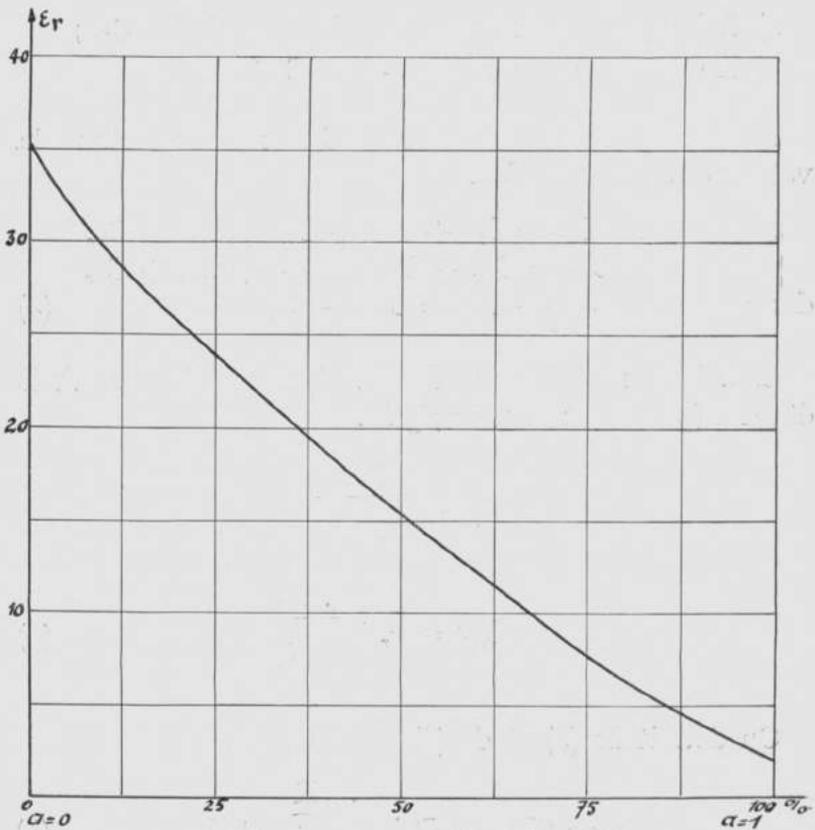


FIG. 5.

Remarquons, avant d'indiquer le résultat de nos mesures, qu'on pourrait calculer la constante diélectrique d'un mélange de 2 liquides en se basant sur quelques considérations théoriques relativement simples. Toutefois, le kérosène est lui-même un mélange de plusieurs composantes de poids moléculaires, de polarisabilité et de constante diélectrique différente, et mélangées dans des proportions volumétriques inconnues, ce qui rend les calculs très problématiques. Il est donc à conseiller, comme nous l'avons fait, de déterminer la constante diélectrique du mélange par des mesures. Les résultats sont indiqués à la *fig. 5*. (ϵ_r en fonction du pourcentage de kérosène).

En nous basant sur la courbe de la *fig. 5* nous avons finalement déterminé la constante diélectrique du *boart* de la façon suivante :

a) Remplissons le condensateur cylindrique de la *fig. 2* jusqu'au niveau B avec un mélange de nitrobenzène et de kérosène de constante diélectrique ϵ_m . Mesurons la capacité du condensateur, soit C'_2 ;

b) Introduisons maintenant dans ce condensateur cylindrique x cm³ de *boart* et enlevons x cm³ de liquide. Le condensateur sera encore rempli jusqu'au niveau B. Mesurons la capacité du condensateur, soit C''_2 .

Si la constante diélectrique $\epsilon_a = \epsilon_m$ on trouve $C'_2 = C''_2$, si $\epsilon_a > \epsilon_m$ on a $C''_2 > C'_2$ et si $\epsilon_a < \epsilon_m$ on trouve $C''_2 < C'_2$.

Bien entendu il est fastidieux de chercher par tâtonnement le mélange kérosène-nitrobenzène (défini par le pourcentage volumétrique de kérosène) qui donne exactement l'égalité $C'_2 = C''_2$. Mais il suffit de faire quelques mesures, donnant des différences positives et négatives peu importantes entre les deux valeurs mesurées de C_2 pour pouvoir déterminer graphiquement, la valeur recherchée de ϵ_m (*fig. 6*). Comme on le voit sur la figure, pour $a = 0,8125$ nous aurions $\Delta C = 0$ et

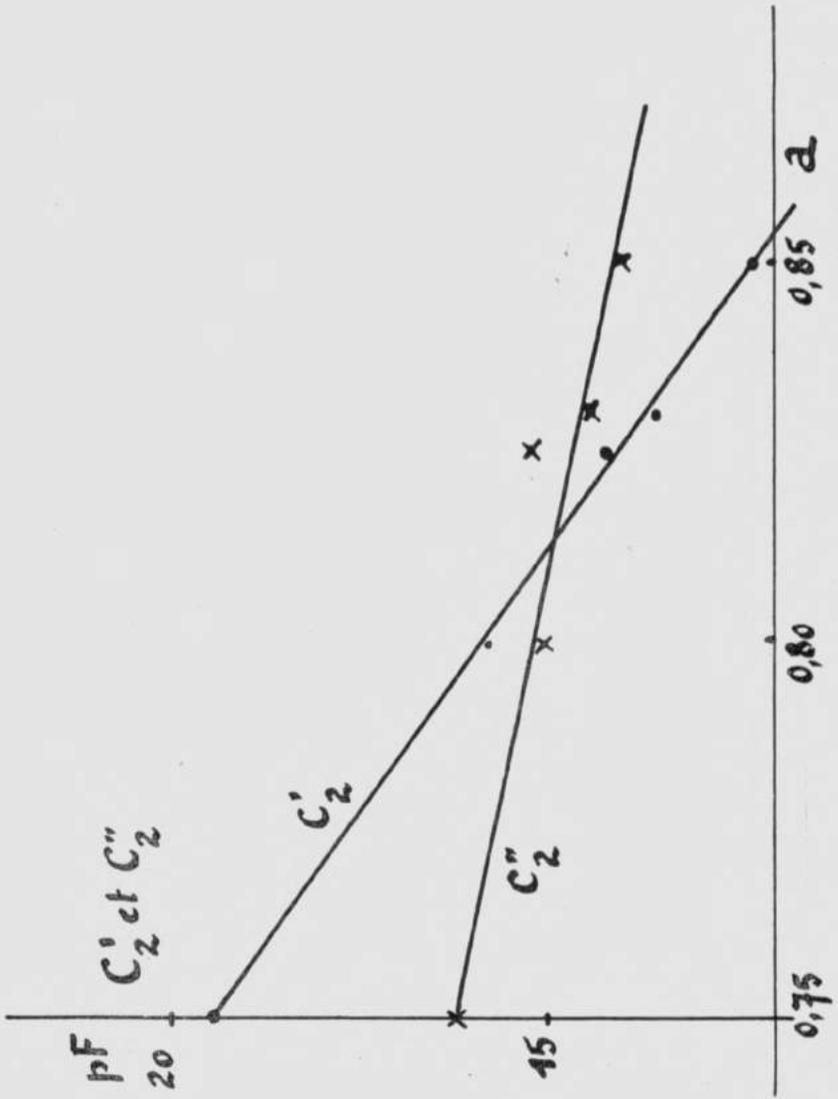


FIG. 6.

à cette valeur de a correspond (*fig. 5*) une constante diélectrique de 6,06. Par conséquent la constante diélectrique du *boart* est 6,06.

Cette valeur est légèrement plus élevée que celle trouvée antérieurement, mais vu la précision peu élevée de la méthode, employée à cette époque, nous pouvons conclure qu'il existe une concordance entre les résultats des deux méthodes de mesures. La constante diélectrique du *boart* de Bakwanga est par conséquent de l'ordre de 6.

27 novembre 1959.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SCHMIDT : *Ann. der Physik*, Vol. II, 1903, p. 114.
- [2] COEHN et RAYDT : (*id.*, Vol. 30, 1909, p. 777).
- [3] PIRANI, Ueber Dielektricitäts-konstanten fester Körper (Berlin, 1903).
- [4] ROBERTSON, FOX et MARTIN : (Philosophical Transactions of the Royal Soc. Series A, Vol. 232, p. 463-535).
- [5] WHITEHEAD et HACKETT : (*Proc. Phys. Soc.* Vol. 51, 1939, p. 173).
- [6] F. PIETERMAAT et A. DE KEUSTER : La détermination de la constante diélectrique et l'angle de pertes du diamant (*Revue H-F*, 1950, n° 8, 215-223).
- [7] F. PIETERMAAT, W. VAN DYCK et A. DE KEUSTER : La constante diélectrique du diamant (*Revue H-F*, n° 2, p. 47-51).

A. Lederer : Présentation d'une étude de V. Ferdinande, intitulée : « Theoretische beschouwingen over kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken ».

L'auteur de cette étude est un jeune ingénieur naval qui, au début de sa carrière, fut adjoint à la direction d'un chantier maritime ; depuis un an, il est attaché à l'Université de Gand en qualité d'assistant à la chaire de construction navale et il poursuit actuellement des études de recherche scientifique aux États-Unis d'Amérique.

La construction d'un dock flottant destiné au Congo belge avait été confiée au chantier naval où travaillait V. FERDINANDE, ce qui le conduisit à faire le calcul de l'ancrage, c'est-à-dire, à déterminer la longueur et le calibre des chaînes, la position et le poids des ancres pour que le dock flottant ne risque pas de se déplacer par les vents les plus forts.

Ce problème n'est jamais étudié pour un navire, car s'il devait déraiper sur ses ancres à la suite d'un vent de tempête, il pourrait revenir en place parce qu'il est équipé de machines de propulsion. De plus, lorsqu'il mouille ses ancres, le séjour au port est toujours limité à quelques jours.

Au contraire, un dock flottant ne possède aucun moyen de propulsion et il reste ancré à demeure au même emplacement. Les déplacements horizontaux sans dérapage des ancres doivent être limités, car le dock est néanmoins raccordé à la rive par une passerelle d'accès qui supporte des tuyauteries et des câbles électriques. Les raccords flexibles de ces organes peuvent admettre un mouvement du dock par rapport à la passerelle pourvu que son amplitude soit modérée.

En outre, par les vents les plus forts, le dock ne peut entraîner ses ancrs. Pour cela, il faut que dans les conditions les plus défavorables aucune chaîne reliée au dock n'ait tendance à exercer une traction verticale sur la verge de l'ancre.

La présente étude fournit aux ingénieurs un moyen rapide de calculer les forces horizontales des chaînes d'ancrage.

L'auteur de la présente étude a abordé le problème d'une manière précise et il l'a traité avec la rigueur scientifique requise.

Dans une première partie, après l'exposé des données du problème à résoudre, l'auteur examine les propriétés de la courbe géométrique appelée la chaînette. Les équations classiques ne se prêtent guère à la solution pratique de l'étude d'un ancrage par chaîne. Aussi l'auteur transforme les équations de façon à y introduire les données telles que la longueur de la chaîne, la distance horizontale entre les deux points d'attache, la différence de hauteur entre ces points et le poids par unité de longueur de la chaîne.

Afin de permettre la résolution rapide des expressions dans lesquelles interviennent les fonctions hyperboliques, l'auteur a dressé différents diagrammes.

Deux diagrammes sont établis pour résoudre les problèmes relatifs aux chaînes d'une longueur de 100 m ; on peut en déduire rapidement l'effort horizontal exercé en un point d'ancrage lorsqu'on connaît le poids de la chaîne, la distance horizontale entre les points de fixation et leur différence de niveau. Par application des lois de similitude, on résout les cas des chaînes d'une longueur autre que 100 m. L'auteur a tracé dans les diagrammes une courbe définissant la zone pour laquelle il y a danger de décrochage de l'ancre, c'est-à-dire, celle où la tangente au point de jonction de la chaîne et de l'organeau n'est pas horizontale. Le cas de la chaîne reposant partiel-

lement sur le sol ou bien se trouvant dans deux milieux différents est également étudié.

Dans la seconde partie, l'auteur montre en détail comment il faut étudier un ancrage et appliquer la théorie exposée en résolvant le problème soulevé à propos du dock de Boma.

Cette étude a demandé un travail considérable. L'établissement des deux graphiques permettant une solution rapide des problèmes d'ancrage a nécessité le calcul de 560 cas différents. Ceci procure aux bureaux d'étude et aux exploitants de docks un outil de travail particulièrement intéressant, car une documentation importante est condensée sous une forme extrêmement concise.

Le 23 novembre 1959.

V. Ferdinande. — Theoretische beschouwingen over de kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken.

(Nota voorgelegd door A. Lederer)

RÉSUMÉ.

L'étude de l'ancrage d'un dock flottant exige la détermination des efforts horizontaux agissant sur les chaînes d'ancre.

L'auteur a transformé la formule classique de la chaînette $y = aCh \frac{x}{a}$ en y introduisant les données du problème (longueur L de la chaîne, distance horizontale l et verticale h des points d'attache, poids p en kg/m de la chaîne). Le diagramme *figure 10* donne la solution pour une chaîne de 100 m ; pour une valeur donnée de l et de h , l'ordonnée, à multiplier par le poids p de la chaîne, donne la valeur de l'effort horizontal ; pour une longueur autre que 100 m, on applique les lois de similitude.

L'étude s'étend au cas des chaînes reposant partiellement sur le sol ou se trouvant dans deux milieux différents.

Les considérations théoriques sont utilisées pour résoudre le problème de l'ancrage du dock de Boma.

KETTINGLIJN EN KETTING.

Bij het kiezen van een ligplaats voor een drijvend droogdok rijst de vraag, op welke wijze het dok zal kunnen verankerd worden. Men kan op de buitenwand van één der watergangen twee beugelvormende konsolen aanbouwen, die een vertikaal opgestelde paal omsluiten.

De twee stevig in de bodem vastgeklemde palen of dukdalven beperken de horizontale verplaatsingen binnen de voorziene speling en verzekeren een geleiding van de vertikale bewegingen van het droogdok. De technische uitvoering buiten beschouwing latend, kan men aannemen dat deze oplossing tot de grootste veiligheid leidt, daar de stand van het dok in het horizontaal vlak onveranderd blijft bij variërende sterkte van wind en stroming.

Het is echter niet altijd mogelijk of voordelig wegens bepaalde plaatselijke omstandigheden, dukdalven te heien. Dan rest de ingenieur de plaats te bepalen van « vaste punten » op de rivierbodern in de omgeving van de ligplaats. Deze vaste punten worden verwezenlijkt door scheepsankers, paddenstoelankers of betonblokken. Het dok wordt met de ankers verbonden door kettingen die de energie van de eventueel optredende krachten geleidelijk opslorpen, maar daarbij het nadeel hebben het dok niet op dezelfde plaats te houden.

Eens de kettingen aangebracht respektievelijk tussen de verscheidene ankers en de aanhechtingspunten op het dok, zoekt dit laatste zijn evenwichtsstand, waar de horizontale componenten van de trekkrachten elkan- der opheffen.

Het hoofdprobleem zal bestaan uit het bepalen van de lengte en het gewicht per meter van de ankerkettingen en de horizontale afstand tussen elk paar aanhechtingspunten, uitgaande van de aangenomen maximum kracht die kan uitgeoefend worden op het dok door wind en stroming, de maximum toelaatbare dwarse en langse verplaatsing, de gebeurlijk verschillende waterstanden en de amplitude waarover het dok moet zinken en rijzen.

Alles komt er op neer de krachten op de kettingen of hun horizontale componenten te kennen. Ook tijdens het bedrijf is het nuttig de grootte van de aanwezige trekkrachten te kunnen bepalen, die veranderen bij

een mogelijke kleine verplaatsing van een of meerdere ankers.

Het doel van dit schrift is dan ook een middel aan de hand te doen om deze trekkkrachten op een vlotte en gemakkelijke manier te berekenen met behulp van diagrammen.

Een kettinglijn kan gedefinieerd worden als zijnde de vorm die een koord aanneemt tussen haar twee in de ruimte vastgelegde eindpunten. Deze koord, die zich bevindt in een zwaartekrachtsveld, wordt verondersteld een zeker gewicht per eenheid van lengte, maar geen « buigstijfheid » te bezitten ; daarbij moet de elastische rek zelfs onder grote spanning, nul zijn. Deze voorwaarden worden in de natuur het best vervuld door een ketting, opgehangen tussen twee vaste punten. In de meeste praktische gevallen mag de lengte als oneindig groot ten opzichte van de afmetingen van de schalmen worden beschouwd, terwijl de wrijving tussen de raakvlakken van de schalmen te verwaarlozen is. Vandaar dat men mag aannemen dat een ketting een zeer kleine buigstijfheid bezit. Daar onder het eigen gewicht, behalve misschien bij gespannen en horizontale stand, de spanningen in het materiaal niet groot genoeg worden om een rek te verwezenlijken die aan de ketting een niet te verwaarlozen verlenging geeft, mag men ook de aanwezigheid van een elastische rek buiten beschouwing laten.

Wegens deze sterke gelijkenis wordt de mathematisch vastgelegde vorm dan ook « kettinglijn » geheten.

Beschouwen wij de kettinglijn in haar vlak bepaald door de rechte tussen de twee ophangpunten A en B, en een snijdende rechte, evenwijdig aan de richting van de zwaartekracht (*fig. 1*).

Duiden wij het gewicht per eenheid van lengte door « p » aan. Isoleren wij het gedeelte BC, C zijnde het laagste punt. Het stuk CB blijft in evenwicht onder de invloed van de uitwendige krachten in B en C en het

gewicht van de ketting. Een beschouwing van de horizontale projectie van al de aanwezige krachten laat besluiten dat de horizontale krachtkomponenten H in B en C gelijk in grootte zijn en daar dit geldt voor een willekeurig geïsoleerd deel, stelt men vast dat H konstant is.

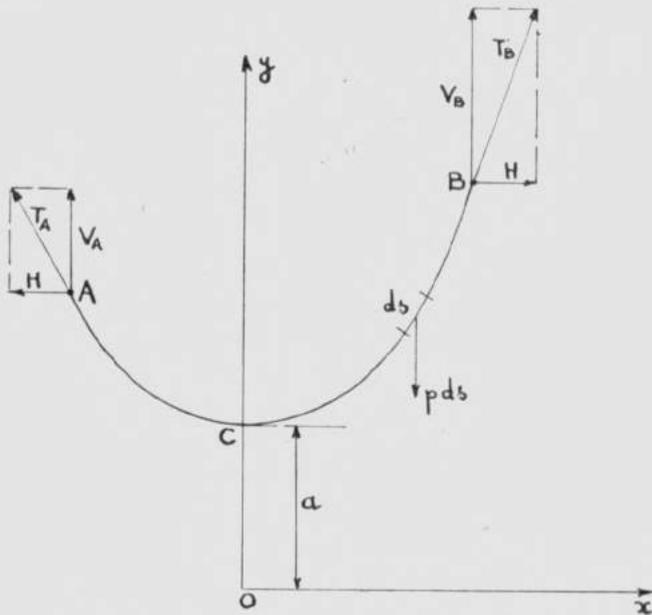


FIG. 1. — Kettinglijn met aangrijpende krachten.

De normaalkomponenten van de krachten op de kettinglijn zijn, wegens de aard van de gedefinieerde kromme, overal nul. Dus in C , waar de raaklijn horizontaal is, heeft de vertikale component V van de uitwendige kracht de waarde nul. Daaruit volgt dat in B , $V_B = p \times$ booglengte CB .

Op de klassieke manier komt men tot de vergelijking van de kettinglijn. Trekken wij de y -as van het coördinatenassenkruis door C , en evenwijdig aan de richting van de zwaartekracht. De vorm van de kettinglijn is symmetrisch t. o. v. deze y -as.

Beschouwen wij een oneindig klein deeltje ds van de kromme, dat dus een gewicht pds heeft.

$dV = pds$, en daar $ds = \sqrt{1 + y'^2} dx$, is

$$\frac{dV}{dx} = p \sqrt{1 + y'^2}.$$

Uit $y' = \frac{V}{H}$ volgt ook $\frac{dV}{dx} = Hy''$, zodat

$$Hy'' = p \sqrt{1 + y'^2}.$$

Stelt men $\frac{H}{p} = a$, dan kan deze differentiaalvergelijking geschreven worden onder de vorm

$$ay'' = \sqrt{1 + y'^2}.$$

Stelt men $y' = z$, dan $a \frac{dz}{dx} = \sqrt{1 + z^2}$.

waaruit na integratie $x + \text{konstante} = a \int \frac{dz}{\sqrt{1 + z^2}}$.

Daar voor $x = 0$, $y' (= z) = 0$ blijkt de konstante nul te zijn.

$x = a \ln (z + \sqrt{z^2 + 1})$ of $x = a \operatorname{Arsh} z$,

$$\text{of } z = \operatorname{Sh} \frac{x}{a}.$$

Na integratie bekomt men $y = a \operatorname{Ch} \frac{x}{a} + \text{Konstante}$.

Kiest men de x -as zodanig dat $OC = a$, dan is voor $x = 0$, $y = a$, en bemerkt men dat de konstante nul is.

Zodat, voor het beschouwde assenstelsel de kettinglijn door de volgende funktie voorgesteld wordt :

$$y = a \operatorname{Ch} \frac{x}{a}.$$

In de praktijk wordt het probleem van de kettinglijn meestal op de volgende wijze gesteld (*fig. 2*) :

- Gegeven : — De lengte van de ketting L ;
 — De horizontale afstand tussen de ophangpunten l ;
 — Het hoogteverschil tussen de ophangpunten h ;
 — Het gewicht per eenheid van lengte p .

Bepaal de vorm van de kettinglijn of de plaats van het laagst gelegen punt en de krachten die uitgeoefend worden door de ketting op de punten A en B.

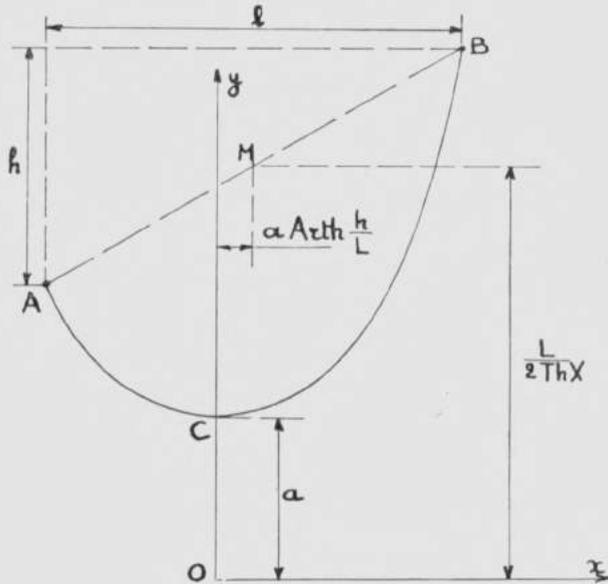


FIG. 2. — Kettinglijn met gegevens van het probleem.

De klassieke voorstelling van de functie laat niet toe direkt dit probleem op te lossen, daar $a = \frac{H}{p}$ noch de plaats van het assenkruis *a priori* gekend zijn.

Zoeken wij dus de weg naar de betrekking waarin

L, l en h voorkomen, vertrekkende van de uitdrukking der funktie $y = a \operatorname{Ch} \frac{x}{a}$.

Door afleiding bekomt men $y' = \operatorname{Sh} \frac{x}{a}$,

en door integratie van $ds = \sqrt{1 + y'^2} dx$ over de totale

lengte van de kettinglijn : $L = \int_a^b \operatorname{Ch} \frac{x}{a} dx$

$$\text{of } L = a \left(\operatorname{Sh} \frac{x_b}{a} - \operatorname{Sh} \frac{x_a}{a} \right).$$

Daaruit volgt ook

$$L^2 = a^2 \left(\operatorname{Sh}^2 \frac{x_b}{a} + \operatorname{Sh}^2 \frac{x_a}{a} - 2 \operatorname{Sh} \frac{x_b}{a} \cdot \operatorname{Sh} \frac{x_a}{a} \right) \quad (1)$$

Daar men kan schrijven

$$h = y_b - y_a = a \left(\operatorname{Ch} \frac{x_b}{a} - \operatorname{Ch} \frac{x_a}{a} \right)$$

$$\text{is } h^2 = a^2 \left(\operatorname{Ch}^2 \frac{x_b}{a} + \operatorname{Ch}^2 \frac{x_a}{a} - 2 \operatorname{Ch} \frac{x_b}{a} \cdot \operatorname{Ch} \frac{x_a}{a} \right). \quad (2)$$

Uit (1) en (2) volgt

$$L^2 - h^2 = a^2 \left[-2 + 2 \operatorname{Ch} \left(\frac{x_b}{a} - \frac{x_a}{a} \right) \right]$$

$$\text{of } L^2 - h^2 = 2a^2 \left(\operatorname{Ch} \frac{l}{a} - 1 \right)$$

$$\text{of } L^2 - h^2 = 4a^2 \operatorname{Sh}^2 \frac{l}{2a}$$

$$\text{of } \frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{2a}{l} \operatorname{Sh} \frac{l}{2a}$$

Indien men $\frac{l}{2a} = X$ stelt, wordt deze gezochte uitdrukking

$$\frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{ShX}{X}.$$

Gekend zijnde L , l en h , geeft deze uitdrukking onmiddellijk de waarde van $\frac{ShX}{X}$.

Leidt men daaruit de waarde van X af, dan vindt men direkt de waarde a , en de horizontale komponente van de trekkracht van de ketting $H = ap$.

Het berekenen van X uit $\frac{ShX}{X}$ gaat met een zeker ongemak gepaard, als men de voorhanden zijnde tafels van ShX gebruiken wil. De reeksontwikkeling van ShX geeft

$$ShX = \frac{X}{1!} + \frac{X^3}{3!} + \frac{X^5}{5!} + \dots$$

$$\text{dus } \frac{ShX}{X} = 1 + \frac{X^2}{6} + \frac{X^4}{120} + \frac{X^6}{5040} + \dots$$

Deze formule werd gebruikt om voor de opeenvolgende waarden van X , $\frac{ShX}{X}$ met een voldoende benadering te berekenen. De uitslagen werden uitgezet in de *diagrammen* fig. 3, 4, 5, 6, 7 en 8, waarop dan, voor een gegeven waarde van $\frac{ShX}{X}$, onmiddellijk de overeenkomstige waarde van X af te lezen is.

Met behulp van deze grafieken werden de *diagrammen* fig. 9 en 10 opgesteld voor de ketting met de lengte $L = 100$ m.

Voor een bepaalde waarde van h , als parameter genomen, werd voor de opeenvolgende waarden van l , $\frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{ShX}{X}$ berekend en vervolgens daaruit de waarde van $X = \frac{l}{2a}$, en dus deze van a gehaald.

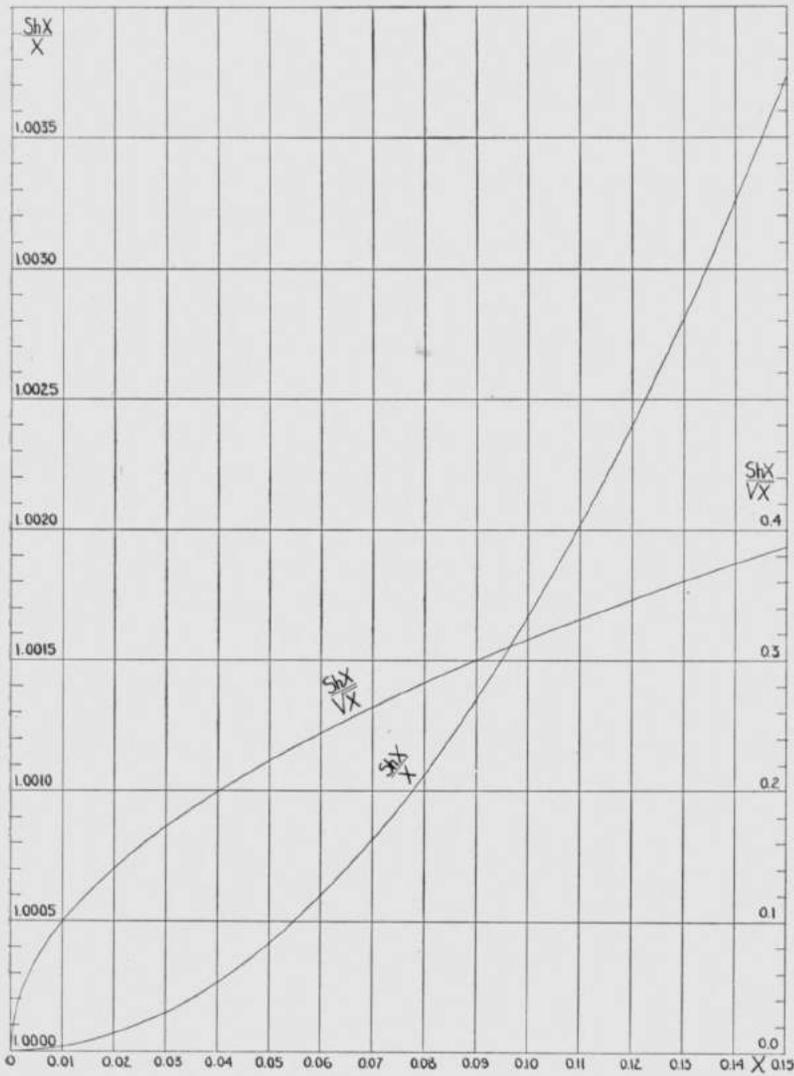


FIG. 3. — Hyperbolische functies voor waarden van X van 0 tot 0,15.

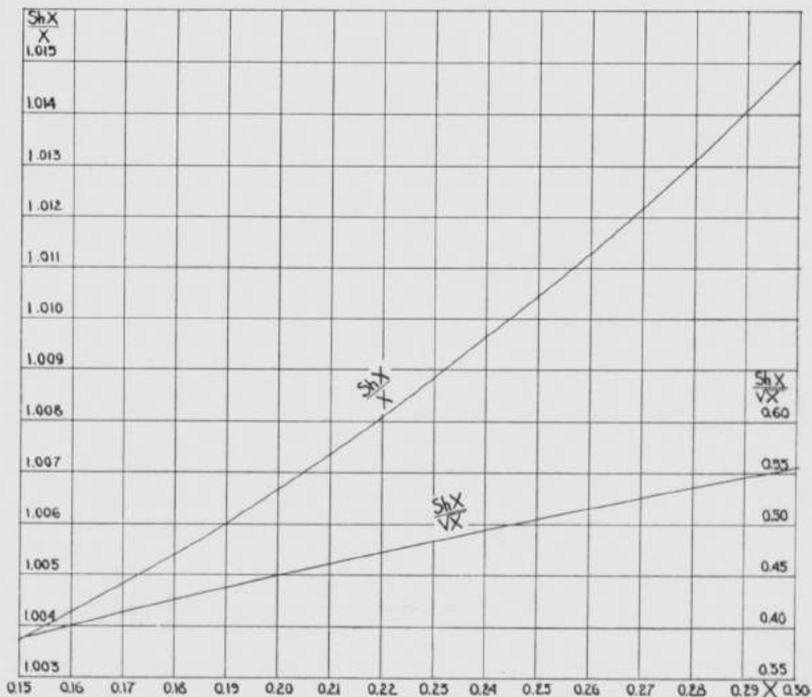


Fig. 4. — Hyperbolische functies voor waarden van X tussen 0,15 en 0,30.

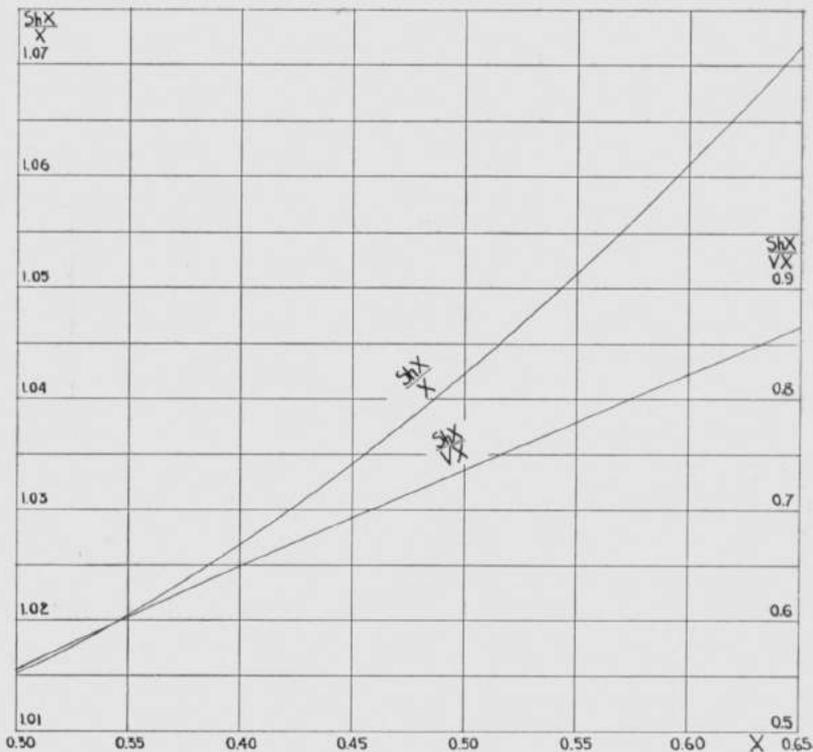


Fig. 5. — Hyperbolische functies voor waarden van X tussen 0,30 en 0,65.

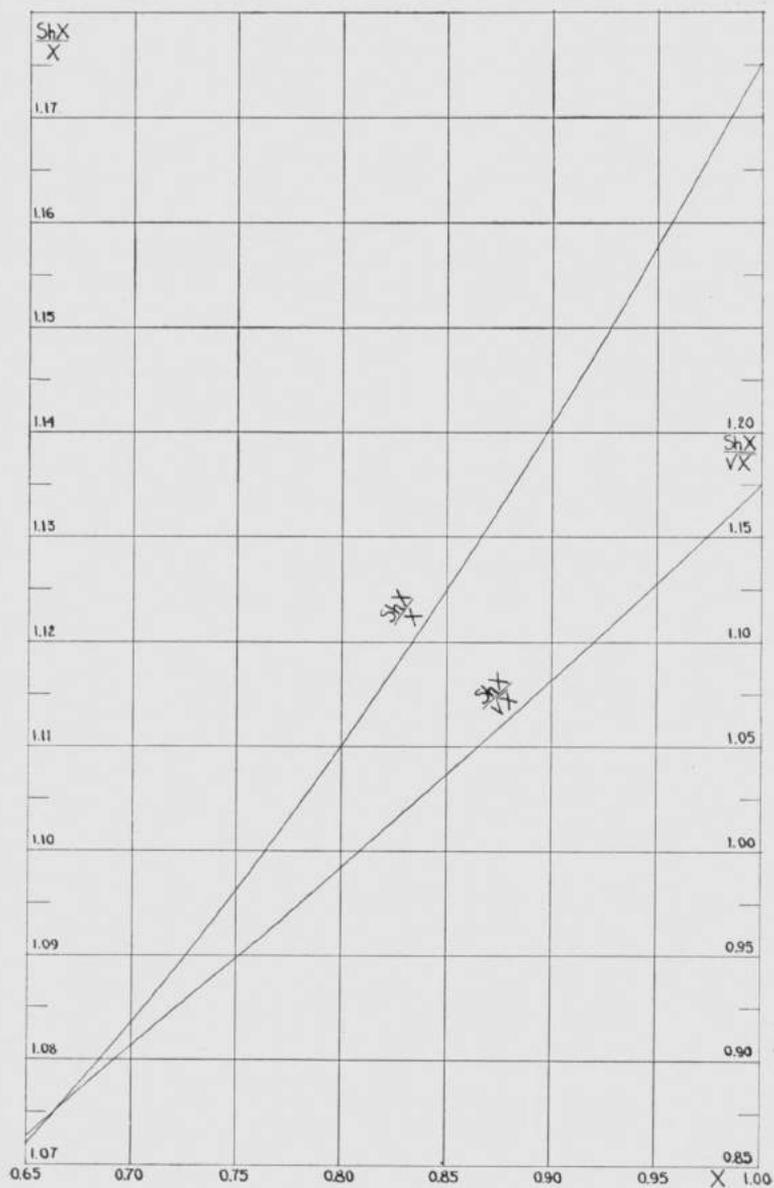


Fig. 6. — Hyperbolische functies voor waarden van X tussen 0,65 en 1,00.

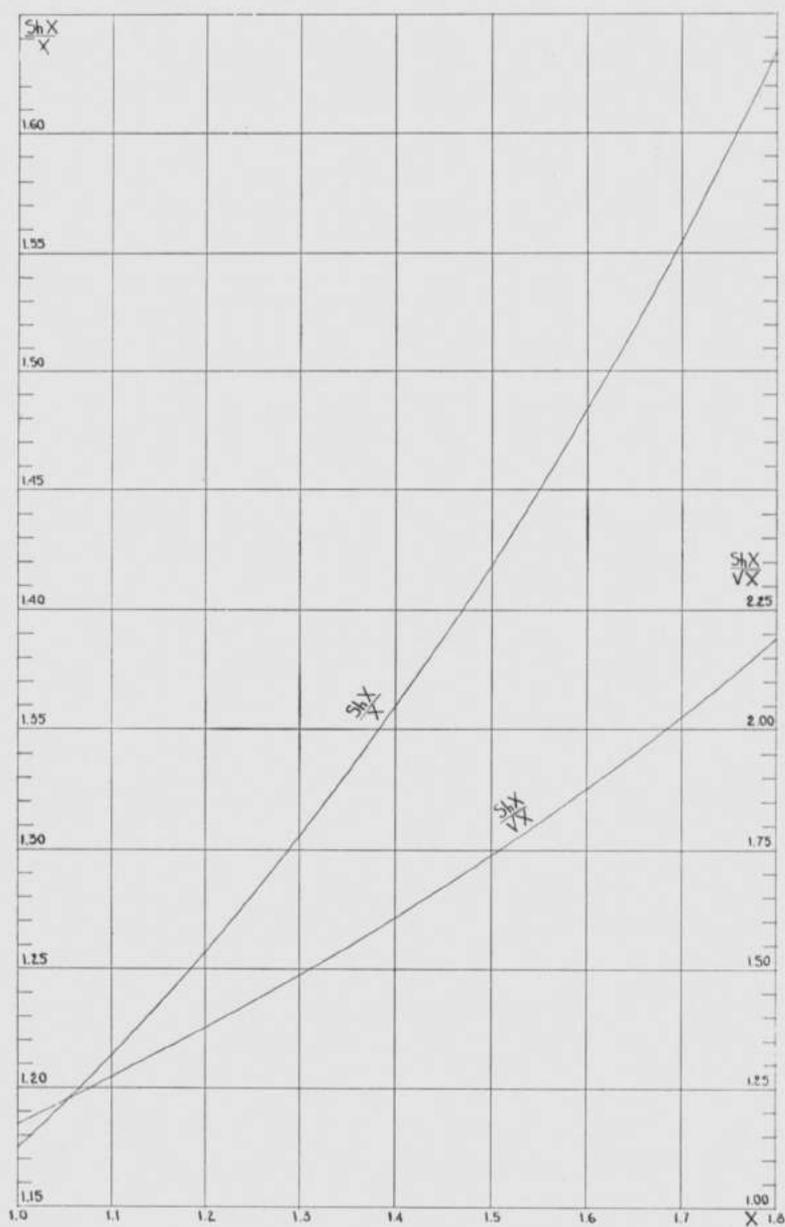


FIG. 7. — Hyperbolische functies voor waarden van X tussen 1,00 en 1,80.

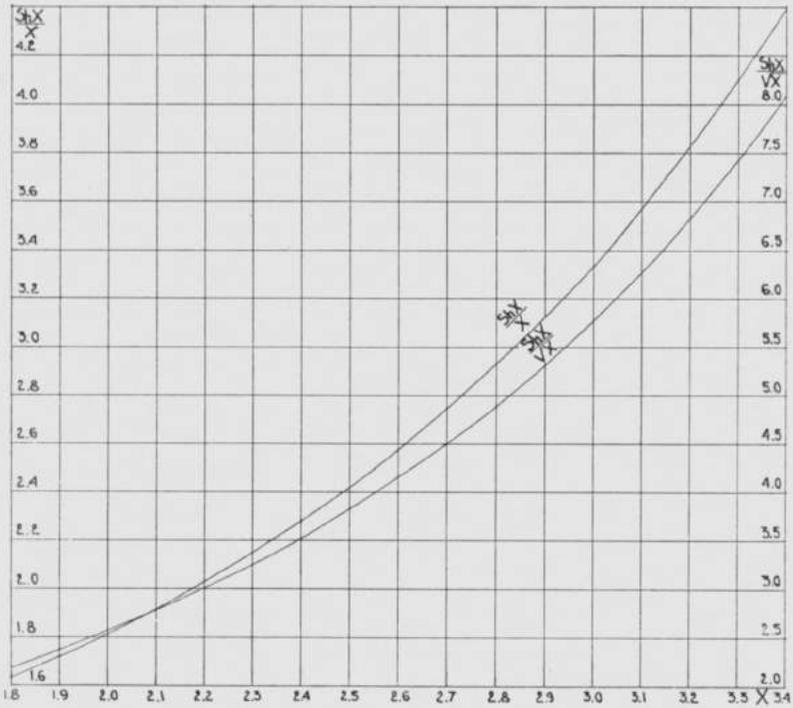


FIG. 8. — Hyperbolische functies voor waarden van X tussen 1,80 en 3,40.

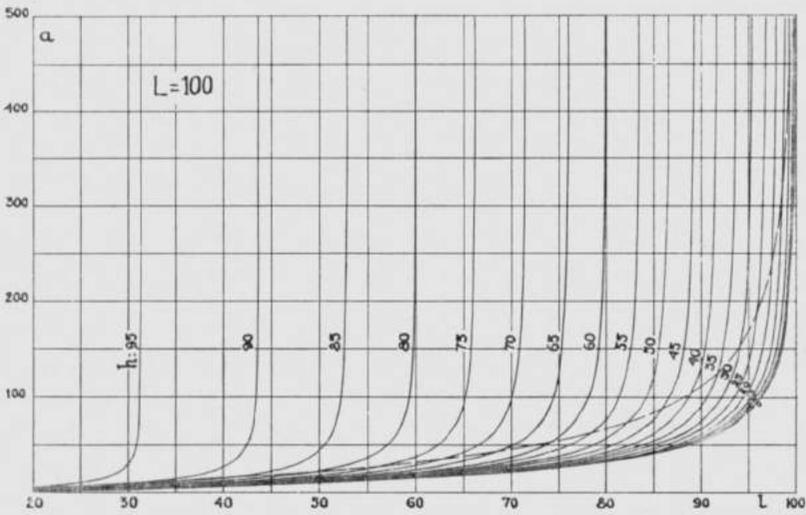


FIG. 9. — Diagram voor het opzoeken van horizontale krachtcomponenten.

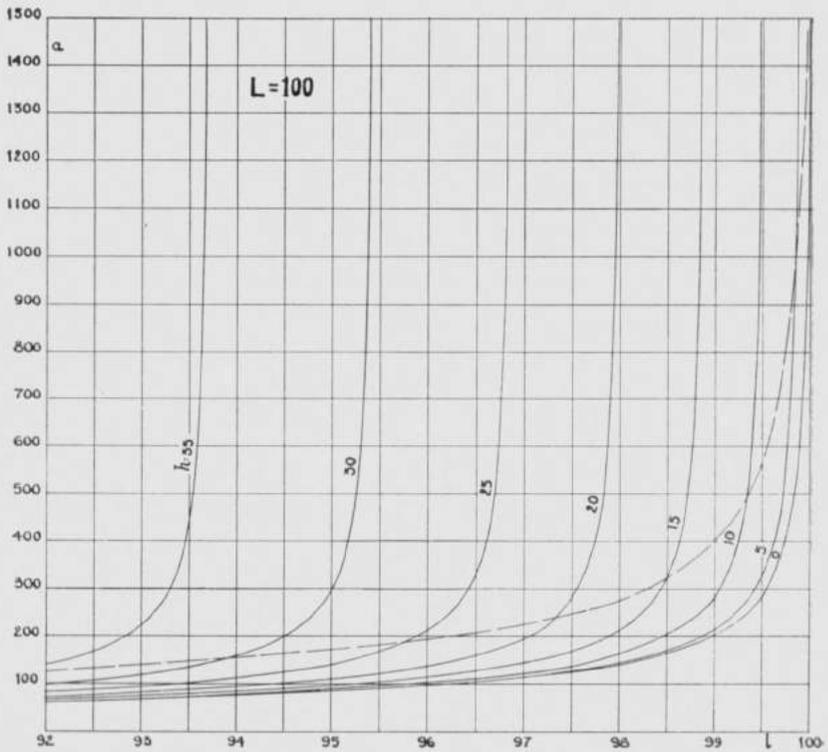


FIG. 10. — Diagram voor het opzoeken van horizontale krachtcomponenten.

Fig. 9 is het algemeen diagram, voor waarden van h gaande van 0 tot 95 m en voor l gaande van 20 tot 100 m, terwijl fig. 10 slechts een beperkt gedeelte is van de vorige figuur, maar op grotere schaal getekend. Voor de meeste praktische gevallen is fig. 10 het best te gebruiken.

Voor het bestuderen van een willekeurige kettinglijn, met een lengte L verschillend van 100 m, kunnen de diagrammen insgelijks gebruikt worden, mits vooraf de kettinglijn te herleiden tot een geometrisch en mechanisch gelijkvormige, met $L_1 = 100$ m. Zij

$$\frac{L}{L_1} = \frac{l}{l_1} = \frac{h}{h_1} = a, \text{ waarbij de index 1 hoort bij de overeen-}$$

komstige waarden voor de lengte 100 m, dan geldt ook de waarde a_1 , die men vindt met behulp van het diagram, $\frac{a}{a_1} = a$, daar de uitdrukking $\frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{ShX}{X}$

homogeen is, zodat voor de werkelijke kettinglijn, $a = aa_1$ onmiddellijk berekend wordt.

Beschouwen wij bijvoorbeeld een kettinglijn met $p = 15,5$ kg/m, $L = 250$ m, $l = 247,6$ m, $h = 25,5$ m. Herleiding tot $L_1 = 100$ m geeft

$$l_1 = \frac{247,6}{2,5} = 99,0 \text{ m}, \quad h_1 = \frac{25,5}{2,5} = 10,2 \text{ m}.$$

Uit het diagram volgt $a_1 = 300$ m,
 dus $a = 300 \times 2,5 = 750$ m,
 dus $H = 750 \times 15,5 = 11.625$ kg.

Om het laagste punt C van de kettinglijn te bepalen, is het nodig de ligging van de punten A en B te zoeken t. o. v. het assenkruis van de funktie $y = a Ch \frac{x}{a}$. (Fig. 2).

Inderdaad weten wij dat C op de y -as, en a meter boven de x -as ligt.

Is M het midden van de koorde AB, dan zijn de koördinaten van M, $\frac{1}{2}(x_A + x_B)$ en $\frac{1}{2}(y_A + y_B)$

Uit $L = a \left(Sh \frac{x_B}{a} - Sh \frac{x_A}{a} \right)$ (1)

en $\frac{1}{2}(y_A + y_B) = \frac{a}{2} \left(Ch \frac{x_A}{a} + Ch \frac{x_B}{a} \right)$

volgt $\frac{1}{2}(y_A + y_B) = \frac{L}{2} \cdot \frac{Ch \frac{x_A}{a} + Ch \frac{x_B}{a}}{Sh \frac{x_B}{a} - Sh \frac{x_A}{a}}$

of $\frac{1}{2}(y_A + y_B) = \frac{L}{2} \cdot \frac{2 Ch \frac{x_A + x_B}{2a} \cdot Ch \frac{x_B - x_A}{2a}}{2 Ch \frac{x_A + x_B}{2a} \cdot Sh \frac{x_B - x_A}{2a}}$

of
$$\frac{1}{2} (y_A + y_B) = \frac{L}{2} \operatorname{Coth} \frac{l}{2a}$$

of
$$\frac{1}{2} (y_A + y_B) = \frac{L}{2 \operatorname{Th} X}$$

Het punt C ligt dus $\frac{L}{2 \operatorname{Th} X} - a$ lager dan M.

Uit (1) en
$$\frac{1}{2} (y_B - y_A) = \frac{a}{2} \left(\operatorname{Ch} \frac{x_B}{a} - \operatorname{Ch} \frac{x_A}{a} \right)$$

volgt
$$\frac{1}{2} (y_B - y_A) = \frac{L}{2} \cdot \frac{\operatorname{Ch} \frac{x_B}{a} - \operatorname{Ch} \frac{x_A}{a}}{\operatorname{Sh} \frac{x_B}{a} - \operatorname{Sh} \frac{x_A}{a}}$$

en op analoge wijze vindt men

$$\frac{h}{2} = \frac{L}{2} \cdot \operatorname{Th} \frac{x_A + x_B}{2a}$$

waaruit
$$\frac{1}{2} (x_A + x_B) = a \operatorname{Arth} \frac{h}{L}$$

waarin h positief of negatief is, naargelang het punt A lager of hoger ligt dan het punt B.

De abcissen van punt A en B zijn dus repektievelijk

$$a \operatorname{Arth} \frac{h}{L} - \frac{l}{2} \text{ en } a \operatorname{Arth} \frac{h}{L} + \frac{l}{2},$$

en de ordinaten $\frac{L}{2 \operatorname{Th} X} - \frac{h}{2}$ en $\frac{L}{2 \operatorname{Th} X} + \frac{h}{2}$.

Opdat de raaklijn aan de kettinglijn in het onderste ophangpunt horizontaal weze moet aan de volgende voorwaarden voldaan worden :

1) In de betrekking
$$\frac{1}{2} (y_A + y_B) = \frac{L}{2 \operatorname{Th} X},$$

moet $y_A = a$ en dus $y_B = a + h,$

dus moet $a = \frac{L}{2 \operatorname{Th} X} - \frac{h}{2},$ en

2) In de betrekking $\frac{1}{2} (x_a + x_b) = a \operatorname{Arth} \frac{h}{L}$,

moet $x_a = 0$ en $x_b = l$,

dus moet $X = \operatorname{Arth} \frac{h}{L}$

of $\operatorname{Th} X = \frac{h}{L}$.

Uit deze twee betrekkingen volgt de voorwaarde

$$a = \frac{L^2 - h^2}{2h}.$$

Deze uitdrukking van a werd grafisch voorgesteld door de streeplijn op de kettingdiagrammen. Indien het representatief punt van een bepaalde kettinglijn boven de bedoelde kromme ligt, heeft de raaklijn in het laagste ophangpunt een stijgende helling en bestaat er gevaar dat het anker uit de grond wordt gerukt, daar de trekkracht een opwaarts gerichte verticale componente heeft.

Het kettingdiagram leidt niet altijd tot een gemakkelijke oplossing van bepaalde problemen, zoals blijkt uit de behandeling van volgende vraag: welke is de lengte van een bepaalde ketting die men moet ophangen aan twee gegeven punten om een gegeven horizontale trekkracht op deze punten uit te oefenen?

Of: gegeven zijnde l , h en a : zoek L .

Bij het gebruik van het kettingdiagram moet men de faktor a zo bepalen, dat $a = aa_1$, $l = al_1$, en $h = ah_1$ waarbij a_1 , l_1 , h_1 , op het diagram bij één punt behoren.

Dan is $L = aL_1 = 100a$.

Het is natuurlijk veel eenvoudiger L rechtstreeks te berekenen uit de formule $\frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{ShX}{X}$, waar $\frac{ShX}{X}$ af te lezen is op een van de besproken grafieken.

Het volgend meer ingewikkeld probleem doet echter het nut van de diagrammen beter uitschijnen.

Gegeven zijnde twee ophangpunten, dus l en h . Welke lengte L moet de ketting hebben, opdat de raaklijn in A horizontaal zou zijn? De oplossing wordt gegeven door het volgend stelsel:

$$\frac{\sqrt{L^2 - h^2}}{l} = \frac{ShX}{X} \quad (1)$$

$$a = \frac{L^2 - h^2}{2h} \quad (2)$$

Daar $X = \frac{1}{2a}$, kan (2) geschreven worden

$$\frac{1}{X} = \frac{L^2 - h^2}{h} \quad (2')$$

Uit (1) en (2') volgt de betrekking $\frac{ShX}{\sqrt{X}} = \sqrt{\frac{h}{l}}$.

Uit deze bepaalde waarde van $\frac{ShX}{\sqrt{X}}$, leidt men de waarde van X af met behulp van de kromme getekend op fig. 3, 4, 5, 6, 7 of 8. Deze kromme is de grafische voorstelling van de uitdrukking

$$\frac{ShX}{\sqrt{X}} = X^{1/2} + \frac{X^{2 \ 1/2}}{3!} + \frac{X^{4 \ 1/2}}{5!} + \dots$$

Uit (2') bijvoorbeeld kan men dan onmiddellijk de waarde L berekenen.

Het gebruik van het *kettingdiagram* fig. 9 of 10 geschiedt nu ook zonder moeilijkheden. Men volgt de reeds besproken kromme van de kettinglijnen met horizontale raaklijn in het laagste ophangpunt, tot men in het punt komt waar $\frac{l_1}{h^1} = \frac{l}{h} = \beta$; de overeenkomstige waarde van l_1 bepaalt de verhouding $\frac{l}{l_1} = \alpha$, en dus ook $L = 100\alpha$.

De bespreking van de vorige problemen vergemakkelijkt de oplossing van het volgend vraagstuk.

Een ketting ligt vast in de punten A en B. Het punt A rust echter op een horizontaal vlak (zie *fig. 11*). De kettinglijn kan nu niet meer zijn natuurlijke vorm ACB aannemen, en het gedeelte daarvan onder de horizontale door A zal op het vlak blijven liggen.

De horizontale kracht zorgt er voor dat dit kettingdeel ACE gestrekt wordt en daar de horizontale afstand tussen E en B kleiner wordt kan nog een gedeelte van EB op de grond komen te rusten, tot de oorspronkelijke kettinglijn zich herleid heeft tot een recht stuk AD, en de kettinglijn DB met horizontale raaklijn in D. Het komt er dus op aan de horizontale afstand tussen D en B, en de kracht H te bepalen.

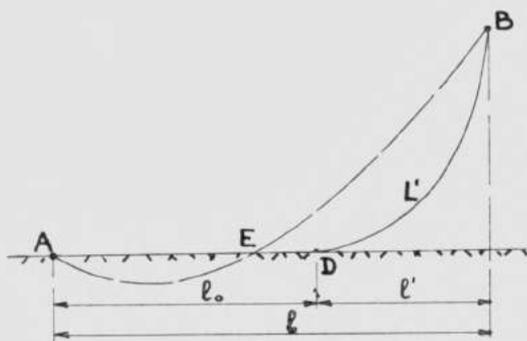


FIG. 11. — Ketting gedeeltelijk op de grond liggend.

Merken wij vooraf op, dat het verschil tussen de lengte van de ketting en de horizontale afstand tussen A en B, immer gelijk is aan het verschil tussen de lengte van de nieuwe kettinglijn DB en de horizontale afstand tussen D en B.

$$\begin{aligned} \text{Immers, } & l_0 + l' = l \\ & \text{en } l_0 + L' = L \\ \text{waaruit } & L - l = L' - l' = \Delta. \end{aligned}$$

De nieuwe gezochte kettinglijn DB wordt dus bepaald door het stelsel van volgende drie vergelijkingen met drie onbekenden :

$$\frac{\sqrt{L'^2 - h^2}}{l'} = \frac{ShX'}{X'} \quad (1) \quad \left(X' = \frac{l'}{2a'} \right)$$

$$a' = \frac{L'^2 - h^2}{2h} \quad (2)$$

$$L' - l' = \Delta \quad (3)$$

waarin h en $\Delta = L - l$ bekenden zijn en L' , l' , a' de drie onbekenden.

Met behulp van de uitdrukking $\frac{ShX'}{\sqrt{X'}} = \sqrt{\frac{h}{l'}}$ bestaat wel de mogelijkheid door benaderingen dit stelsel op te lossen, maar toch dient opgemerkt te worden dat de oplossing niet vlot verloopt.

Zonder moeilijkheden echter kan men de volgende werkwijze aanwenden. Men schat een paar waarden L'_i, L'_{ii}, L'_{iii} . Na de gekende h herleid te hebben tot h_i, h_{ii}, h_{iii} , vindt men op het kettingdiagram voor elke gekozen waarde van L' , de overeenkomstige $l'_{ii}, l'_{iii}, l'_{iii}$ in het snijpunt van elke h , met de kromme (streeplijn) van de horizontale raaklijn. Na het omrekenen tot l'_i, l'_{ii}, l'_{iii} beschouwt men $L'_i - l'_i = \Delta_i, L'_{ii} - l'_{ii} = \Delta_{ii}$, en $L'_{iii} - l'_{iii} = \Delta_{iii}$.

Men kan deze Δ grafisch uitzetten in functie van L' , en de punten verbinden door een kromme. Aan de vergelijking (3) wordt tenslotte voldaan door de waarde L' , die hoort bij het snijpunt van deze kromme met de horizontale rechte Δ . Dan zijn ook door (2) en (3) de waarde l' en a' (dus H') onmiddellijk te berekenen.

Indien de ophangpunten gelegen zijn in twee media met verschillende dichtheid, dan is het schijnbaar gewicht, de resultante zijnde van de opwaarts gerichte

kracht van ARCHIMEDES en het gewicht, verschillend voor de twee delen van de ketting.

Dit geval doet zich voor bij een ketting waarvan het ene ophangpunt onder, het ander boven water geplaatst is.

Snijdt de ketting het wateroppervlak in C, (zie fig. 12) dan zijn AC en CB twee verschillende kettinglijnen, gelegen in twee verschillende assenkruisen.

Men kent de totale lengte L , l , h' en h'' , p' en p'' .

De onbekenden zijn L' en L'' , l' en l'' , a' en a'' . Daar het punt C tot de twee kettinglijnen behoort en in evenwicht is, moet in dit punt $H' = H''$, alsmede $V' = V''$, en dus de raaklijnen aan beide krommen samenvallen.

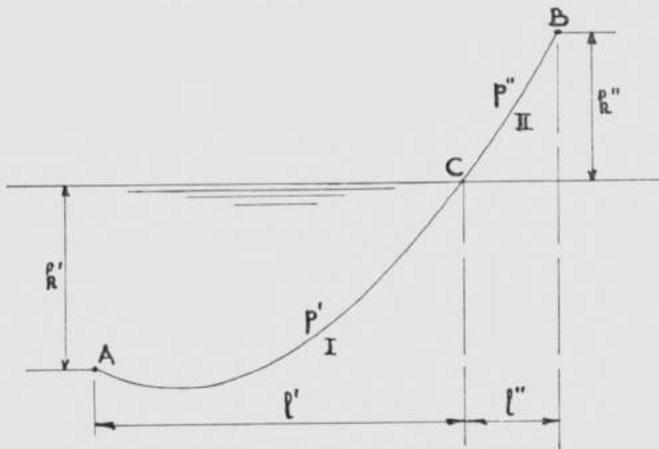


FIG. 12. — Ketting gelegen in twee media.

Uit $H' = H''$ volgt dus dat $a' p' = a'' p''$, terwijl uit $V'_c = V''_c$ de gelijkheid voortvloeit $p' L'_o = p'' L''_o$, waarin L'_o en L''_o de respectievelijke lengten zijn van de twee verlengde kettinglijnen, gerekend vanaf C tot hun punt met horizontale raaklijn. De laatste betrekking kan dus geschreven worden $p' a' \text{Sh} \frac{x'_c}{a'} = p'' a'' \text{Sh} \frac{x''_c}{a''}$, x'_c en x''_c genomen zijnde in de overeenkomstige assenkruisen.

Daar $a' p' = a'' p''$ volgt dus onmiddellijk :

$$\text{Sh} \frac{x'_c}{a'} = \text{Sh} \frac{x''_c}{a''}$$

of

$$\frac{x'_c}{a'} = \frac{x''_c}{a''} \quad (\text{a})$$

Nu gelden ook de gelijkheden

$$\frac{1}{2} (x'_{\text{a}} + x'_c) = a' \text{Arth} \frac{h'}{L'}, \text{ en } x'_c - x'_{\text{a}} = l' ;$$

$$\frac{1}{2} (x''_c + x''_{\text{b}}) = a'' \text{Arth} \frac{h''}{L''}, \text{ en } x''_{\text{b}} - x''_c = l'',$$

waaruit afgeleid wordt dat

$$\left. \begin{aligned} x'_c &= a' \text{Arth} \frac{h'}{L'} + \frac{l'}{2} \\ x''_c &= a'' \text{Arth} \frac{h''}{L''} - \frac{l''}{2} \end{aligned} \right\} (\text{b})$$

Uit (a) en (b) volgt dan de betrekking

$$\text{Arth} \frac{h'}{L'} + \frac{l'}{2a'} = \text{Arth} \frac{h''}{L''} - \frac{l''}{2a''}.$$

Dus zullen de 6 onbekenden bepaald worden door het stelsel van de 6 volgende vergelijkingen,

$$\frac{\sqrt{L'^2 - h'^2}}{l'} = \frac{\text{Sh}X'}{X'} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{L''^2 - h''^2}}{l''} = \frac{\text{Sh}X''}{X''} \quad (2)$$

$$l' + l'' = l \quad (3)$$

$$L' + L'' = L \quad (4)$$

$$a' p' = a'' p'' \quad (5)$$

$$X' + X'' = \text{Arth} \frac{h''}{L''} - \text{Arth} \frac{h'}{L'} \quad (6)$$

Het oplossen van dit stelsel geschiedt niet zonder moeilijkheden.

Een werkwijze bestaat hierin een waarde van L' te schatten, waarbij dan volgens (4) een waarde L'' hoort. Door (6) kent men dan $X' + X'' = A$.

Men schat ook een waarde l' , waarbij uit (3) l'' volgt. Met deze laatste waarden bepaalt men door (1) en (2) met behulp van de grafieken X' en X'' . De som wordt in een grafiek $X' + X'' / l'$ uitgezet. Een ander gekozen waarde van l' leidt tot een ander punt van deze grafiek en tenslotte vindt men de waarde l' die overeenkomt met $X' + X'' = A$. Men bepaalt a' en a'' doch men zal waarschijnlijk bemerken dat $\frac{a'}{a''} \neq \frac{p''}{p'}$.

Dan kiest men een tweede waarde van L' , en past dezelfde werkwijze toe tot weer de verhouding $\frac{a'}{a''}$ bepaald is. Een dergelijke grafische voorstelling van $\frac{a'}{a''}$ in functie van L' zal een juiste waarde van L' doen kennen, waaruit al de andere elementen uiteindelijk gemakkelijk af te leiden zijn.

TOEPASSING.

Onlangs werd een nieuw drijvend droogdok, toebehorend aan OTRACO, verankerd op de Congostroom te Boma. De plaatselijke omstandigheden lieten niet toe geleidingspalen in de rivierbodem te heien en daarom werd besloten het dok op zijn voorziene ligplaats te houden door middel van ankers en kettingen.

Het dok ligt een vijftigtal meter van de wal verwijderd en is bereikbaar *via* een ponton, die met de steiger aan de oever verbonden is door een brug met een overspanning van 40 meter. Tussen de boord van de ponton en de nabij gelegen zijwand van het drijvend droogdok blijft een tweetal meter tussenruimte, die overbrugd

wordt door een op de ponton geplaatste ophaalbare toegangspasserelle. Deze passerelle rust bij normale stand van het dok op diens overhangend platform.

De stroming in de rivier verloopt ongeveer evenwijdig met de langsas van het dok. Stroomopwaarts van de ligplaats bevinden zich op korte afstand de in acht te nemen banen die gevolgd worden door de vaartuigen bij afloop van de nabije hellingen.

Gezien de beschreven ligging blijkt het van groot belang te zijn de verankeringskettingen zo te voorzien dat de mogelijke verplaatsingen van het droogdok, onder de invloed van stroming en maximum te verwachten wind, beperkt blijven binnen een vrij kleine zone.

Inderdaad zal bij een te grote verplaatsing naar de wal toe, het dok in aanraking komen met de eveneens door kettingen verankerde ponton. Daardoor kan de toegangsbrug, ondanks haar enigszins beweeglijke oplegging op de steiger, samengedrukt en beschadigd worden. Indien het droogdok onder de invloed van grote windkrachten te veel stroomopwaarts gedreven wordt, zal de kleine toegangspasserelle van de ponton afgerukt worden door de nabij gelegen watergang. Anderzijds kunnen de elektrische stroomtoevoerkabels, die tussen de aansluitkasten op dok en ponton opgehangen zijn, onder een te grote spanning komen en doorbreken bij een overdreven verplaatsing in stroomafwaartse zin of volgens de dwarsrichting van de wal weg.

Behalve voor de kettingen A (zie *fig. 13*) die vastgelegd werden aan twee op de oever gebouwde bolders, werden voor de vier overige kettingen gewone Hallankers voorzien. De afmetingen werden zo gekozen dat zij natuurlijk kunnen weerstaan aan de maximum te verwachten kracht en dat daarbij hun armen lang genoeg zijn om voldoende diep te kunnen dringen in de harde onderlaag van de rivierbodem, die bedekt is met een dunne laag zand. De kettingen werden vast-

gelegd aan de zijwanden, even boven de scheidingsvoeg tussen watergangen en pontons om de zelfdocking van deze laatste niet onmogelijk te maken.

Fig. 13 geeft het algemeen planzicht van het verankeringsysteem.

Ten slotte diende men rekening te houden met de veranderlijke waterstand van de stroom, waar het verschil tussen hoog en laag water 3,46 m bedraagt in de verscheidene mogelijke standen van het dok. Zo komt men tot een hoogteverschil van 12 m tussen hoogste en laagste stand ten opzichte van de vaste ankers.

Voorgaande theoretische beschouwingen kunnen zich ten nutte maken voor de studie van het verankeringsysteem.

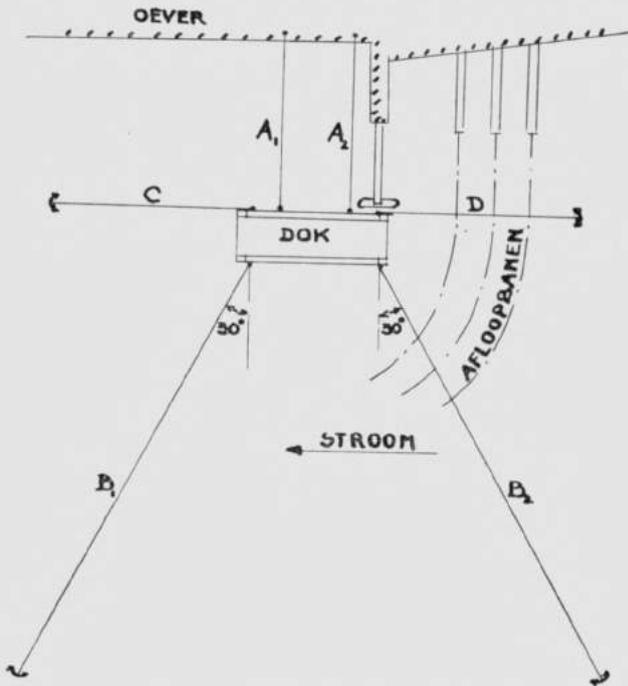


FIG. 13. — Verankeringsysteem van een dok in Boma.

De aangenomen windkracht op het dok bij zijn kleinste diepgang leidde tot de volgende krachten :

$$\begin{aligned} \text{transversale kracht} &= 26 \text{ t,} \\ \text{longitudinale kracht} &= 18 \text{ t,} \end{aligned}$$

terwijl nog een bijkomende kracht volgens de stroomrichting (0,5 t) in rekening werd gebracht.

De gekozen lengte van de kettingen is voor

$$\begin{aligned} A_1 \text{ en } A_2 : L &= 94 \text{ m,} \\ B_1 \text{ en } B_2 : L &= 250 \text{ m,} \\ C \text{ en } D : L &= 106 \text{ m.} \end{aligned}$$

De keuze van de lengte voor A, C en D volgde uit beschouwingen betreffende een geschikte en mogelijke ligplaats voor de ankers. Herleiden wij de kettingen tot deze met een lengte $L_1 = 100$ m, dan geldt, als

$$\alpha = \frac{L}{L_1} = \frac{L}{100}, \text{ voor}$$

$$\begin{aligned} A_1 \text{ en } A_2 : \alpha &= 0,94, \\ B_1 \text{ en } B_2 : \alpha &= 2,50, \\ C \text{ en } D : \alpha &= 1,06. \end{aligned}$$

In wat volgt slaat de index 1 op de tot 100 m herleide kettingen.

Beschouwen wij de *hoogste stand van het droogdok*, wat overeenkomt met een diepgang van 0,80 m en een waterpeil van 3,45 m boven het peil 0,0 van Boma.

Bij deze stand is voor de kettingen

$$\begin{aligned} A_1 \text{ en } A_2 : h &= 2,0 \text{ m dus } h_1 = \frac{2,0}{0,94} = 2,13, \\ B_1 \text{ en } B_2 : h &= 25,5 \text{ m dus } h_1 = \frac{25,5}{2,5} = 10,20, \\ C &: h = 16,0 \text{ m dus } h_1 = \frac{16,0}{1,06} = 15,10, \\ \text{en } D &: h = 12,5 \text{ m dus } h_1 = \frac{12,5}{1,06} = 11,80. \end{aligned}$$

Wegens zijn maximum hoogte boven de waterspiegel is in deze stand het dok aan de grootste windkrachten blootgesteld. De krachten waaraan elke ketting moet weerstaan zijn respectievelijk :

$$\text{Voor } A_1 \text{ en } A_2: \frac{26}{2} = 13 \text{ t};$$

$$\text{Voor } B_1 \text{ en } B_2: \frac{26}{2} \cdot \frac{1}{\cos 30^\circ} = 15 \text{ t};$$

$$\text{Voor } C \quad : 18 - 0,5 = 17,5 \text{ t (0,5 t door de stroming)};$$

$$\text{Voor } D \quad : 18 + 0,5 = 18,5 \text{ t.}$$

Elke ketting wordt echter gespannen onder een grotere kracht, daar bij de windkracht, na de overeenkomstige verplaatsing, de enigszins verminderde trekkracht van de tegenoverliggende ketting dient gevoegd.

Men mag bij grove benadering aannemen, steunende op ervaringen uit voorgaande berekeningen, dat onder gegeven wind en stroom deze overblijvende trekkracht van de tegenoverliggende ketting, indien haar afmetingen aangepast zijn aan de uiteindelijke resulterende spanning, 50 % van de wind- en stroomkracht bedraagt.

De maximum belasting van de kettingen zal dus bij eerste benadering zijn :

$$\text{Voor } A_1 \text{ en } A_2: 19,5 \text{ t};$$

$$\text{» } B_1 \text{ en } B_2: 22,5 \text{ t};$$

$$\text{» } C \quad : 26,5 \text{ t};$$

$$\text{» } D \quad : 27,5 \text{ t.}$$

KEUZE VAN DE AFMETINGEN DER KETTINGEN.

Waar op het kettingdiagram de lijnen bijna vertikaal lopen, zal de ketting de energie van de optredende krachten niet meer geleidelijk opslorpen, daar l niet meer merkkelijk toenemen kan. Zij zal zich praktisch gedragen als een gespannen kabel en een plotse ruk op het dok niet kunnen vermijden. Beperken wij daarom op het diagram de waarde van a_1 tot 1000.

De waarde a wordt dan :

- Voor A₁ en A₂ : $a = 0,94 \times 1000 = 940$;
» B₁ en B₂ : $a = 2,50 \times 10000 = 2500$;
» C en D : $a = 1,06 \times 1000 = 1060$.

Daar $p = \frac{H}{a}$, is dus de minimum toelaatbare waarde van p

- Voor A₁ en A₂ : $p = \frac{19.500}{940} = 20,8 \text{ kg/m}$;
» B₁ en B₂ : $p = \frac{22.500}{2.500} = 9 \text{ kg/m}$;
» C : $p = \frac{26.500}{1.060} = 25 \text{ kg/m}$;
» D : $p = \frac{27.500}{1.060} = 25,9 \text{ kg/m}$.

Daarbij mag de maximum kracht de proefbelasting van de ketting niet overschrijden.

In feite is de trekkracht op de ketting de resultante van H en V, doch daar in het huidig geval l veel groter is dan h , zal V merkkelijk kleiner zijn dan H en zal de trekkracht niet veel verschillen van H.

Kiezen wij voor de diverse kettingen volgende afmetingen en verifiëren wij daarbij of aan de twee bovenvermelde voorwaarden wordt voldaan.

Kettingen B₁ en B₂ : stalen damketting ϕ 28 :

- Proefbelasting : 22.500 kg ;
 p (theoretisch) = 16,9 kg/m ;
 p (werkelijk) = 17,8 kg/m.

(De ervaring leert dat een ketting, wegens bijkomende speciale verbindings- en eindschakels, ongeveer 5 % zwaarder is dan uit het opgegeven gewicht blijkt).

$$p \text{ (schijnbaar in water)} = 17,8 \frac{7,85 - 1}{7,85} = 15,5 \text{ kg/m}$$

Kettingen C en D : stalen damketting ϕ 36 :

- Proefbelasting : 36.700 kg ;
 p (theoretisch) = 27,9 kg/m ;

p (werkelijk) = 29,3 kg/m ;
 p (schijnbaar in water) = 25,6 kg/m.

Kettingen A_1 en A_2 : stalen damketting ϕ 36 :

Om reden van een na te streven eenvormigheid werd besloten voor A_1 en A_2 dezelfde kettingen te voorzien als voor C en D, die zeker voldoen aan de gestelde voorwaarden.

Evenwichtsstand van het dok.

Bij ontbreken van wind - en stroomkrachten zoekt het dok zijn evenwicht onder de invloed van de trekkrachten van de kettingen. Transversaal stelsel: de evenwichtsvoorwaarde is

$$a_A p_A = a_B p_B \cos 30^\circ$$

waarin $p_A = 29,3$ kg/m (ketting uit het water)
en $p_B = 15,5$ kg/m (ketting in het water).

Daar in het huidig geval het overgrote gedeelte van de kettinglengte zich in of uit het water bevindt, is het niet nodig rekening te houden met de invloed van het schijnbaar gewichtsverschil boven en onder de waterspiegel.

De voorwaarde kan dus geschreven worden

$$\begin{aligned} a_A &= 0,457 a_B, \\ \text{of, daar } a_A &= 0,94 a_{1A} \text{ en } a_B = 2,50 a_{1B}, \\ a_{1A} &= 1,22 a_{1B} \end{aligned}$$

Neemt men $a_{1B} = 300$, dan moet $a_{1A} = 365$.

Daaruit volgt dan :

Voor A : $h_{1A} = 2,13$, $l_{1A} = 99,65$ of $l_A = 93,7$ m ;
Voor B : $h_{1B} = 10,20$, $l_{1B} = 99,03$ of $l_B = 247,6$ m.

De horizontale kracht op elke ketting A bedraagt dan,

$$\begin{aligned} \text{daar } a_A &= 365 \times 0,94 = 343, \\ H &= 29,3 \times 343 = 10\,000 \text{ kg.} \end{aligned}$$

en op elke ketting B : $\frac{10.000}{\cos 30^\circ} = 11.600 \text{ kg.}$

Longitudinaal stelsel : $p_c = p_b = 25,6 \text{ kg/m}$ (ketting in het water).

Neme men $a = 500$, dus $a_1 = \frac{500}{1,06} = 471$.

Op het diagram leest men af

Voor C : $h_{1c} = 15,10$, $l_{1c} = 98,70$ of $l_c = 104,6 \text{ m}$;
Voor D : $h_{1d} = 11,80$, $l_{1d} = 99,15$ of $l_d = 105,1 \text{ m}$.

De horizontale kracht op de ketting bedraagt :

$$H = 25,6 \times 500 = 12.800 \text{ kg.}$$

Deze gevonden waarden l_a , l_b , l_c en l_d bepalen de juiste ligging van de ankers, nadat men de initiale ligplaats voor het dok gekozen heeft.

Evenwichtsstand voor de kettingen A en B, bij maximum windkracht die het dok naar de oever stuwt.

De kettingen B komen onder maximum spanning.

De windkracht, in dwarse richting, bedraagt per ketting $F = 13 \text{ t}$.

De evenwichtsvoorwaarde wordt nu :

$$\begin{aligned} a_b p_b \cos 30^\circ &= a_a p_a + F \\ \text{of } 13,4 a_b &= 29,3 a_a + 13.000. \end{aligned} \quad (1)$$

Daarbij houdt men rekening met het feit dat

$$l_a + l_b \cos 30^\circ = 93,7 + 247,6 \times 0,865 = 307,7$$

konstant blijft.

Men kiest een paar waarden van l_b bijvoorbeeld, en leidt de andere waarden daaruit af. Men kan dan gemakkelijk grafisch de juiste waarde van l_b bepalen.

$$h_{1a} = 2,13, \quad h_{1b} = 10,2$$

- $l_B = 248,0$ m of $l_{1B} = 99,20$, $a_{1B} = 385$ of $a_B = 962$;
 dus $13,4 a_B = 12\cdot900$
 $l_A = 93,2$ m of $l_{1A} = 99,15$, $a_{1A} = 225$ of $a_A = 211,6$;
 dus $29,3 a_A + 13\cdot000 = 19\cdot200$
- $l_B = 248,2$ m of $l_{1B} = 99,28$, $a_{1B} = 455$ of $a_B = 1125$;
 dus $13,4 a_B = 15\cdot100$
 $l_A = 93,0$ m of $l_{1A} = 98,94$, $a_{1A} = 200$ of $a_A = 188,0$;
 dus $29,3 a_A + 13\cdot000 = 18\cdot510$
- $l_B = 248,4$ m of $l_{1B} = 99,36$, $a_{1B} = 600$ of $a_B = 1500$;
 dus $13,4 a_B = 20\cdot100$
 $l_A = 92,8$ m of $l_{1A} = 98,72$, $a_{1A} = 180$ of $a_A = 169,1$;
 dus $29,3 a_A + 13\cdot000 = 17\cdot960$.

Als men de twee leden van (1) uitzet in funktie van l_B , dan snijden de twee zo bekomen krommen zich in het punt waar $l_B = 248,35$ m, en waar de beide leden van (1) de waarde 18.000 kg aannemen.

$a_B = 1342$ of $H = 1342 \times 15,5 = 20.800$ kg (vergelijk met de eerste aangenomen waarde 22,5 t)

$$a_A = 170 \text{ of } H = 170 \times 29,3 = 5.000 \text{ kg.}$$

De afdrijving naar de wal bedraagt dus

$$(248,35 - 247,6) \frac{1}{\cos 30^\circ} = 0,87 \text{ m.}$$

Onderzoeken wij voor een ketting B de richting van de raaklijn in het laagste ophangpunt A.

$$x_A = a \operatorname{Arth} \frac{h}{L} - \frac{1}{2} = 1342$$

$$\operatorname{Arth} 0.102 = 124.175 = + 12,8 \text{ m.}$$

De raaklijn is stijgend daar A rechts van de y-as gelegen is. (Men bemerkte ook dat $a > \frac{L^2 - h^2}{2h}$)

De vertikale komponente van de opwaartse kracht is :

$$V = H \operatorname{Sh} \frac{x}{a} = 20\cdot800 \operatorname{Sh} \frac{12.8}{1342} = 198 \text{ kg.}$$

Het gewicht van de ankerschacht belet echter dat het anker gelicht en uit de grond gerukt wordt.

Bij wind in de tegenovergestelde richting worden de kettingen A gespannen, doch deze zijn zeker voldoende sterk en de afdrijving is door de lengte van de kettingen voldoende beperkt, zodat hier verdere berekeningen overbodig zijn.

Evenwichtsstand voor kettingen C en D, bij maximum wind en stroming, die ketting C onder spanning brengen.

Resultierende kracht van wind en stroming :

$$F = 17.500 \text{ kg}$$
$$p_c = p_b = 25,6 \text{ kg/m.}$$

Evenwichtsvoorwaarde : $a_c \cdot p = a_b \cdot p + F$
waarbij $l_c + l_b = 104,6 + 105,1 = 209,7 \text{ m} = \text{konstant.}$

Op een analoge manier vindt men :

$$l_c = 104,74 \text{ m} \text{ en } l_b = 104,96 \text{ m};$$
$$H_c = a_c p = 26.800 \text{ kg} \text{ waarbij } a_c = 1.045 \text{ m};$$
$$H_b = 26.800 - 17.500 = 9.300 \text{ kg.}$$

De afdrijving bedraagt 0,14 m.

Evenwichtsstand voor kettingen C en D, bij maximum wind en stroming die ketting D onder spanning brengen.

Resultierende kracht van wind en stroming :

$$F = 18.500 \text{ kg.}$$

Evenwichtsvoorwaarde : $a_b p = a_c p + 18.500$

$$l_c + l_b = 209,7 = \text{konstant.}$$

Op een analoge manier vindt men :

$$H_b = 28.300 \text{ kg.}$$

Afdrijving : 0,15 m.

Wegens de noodgedwongen keuze van een kleine lengte der kettingen C en D, zal bij grote trekkrachten een aanzienlijke opwaarts gerichte verticale kracht-komponente het anker aangrijpen. Inderdaad, voor ketting C vinden wij

$$x_a = 1045 \operatorname{Arth} \frac{16}{106} - \frac{104,74}{2} = 104,6 \text{ m}$$

en dus $V = 1045 \times 25,6 \times Sh \frac{104,6}{1045} = 2.680 \text{ kg}$

en voor ketting D :

$$x_a = 1100 \operatorname{Arth} \frac{12,5}{106} - \frac{105,25}{2} = 77,3 \text{ m}$$

en $V = 1100 \times 25,6 \times Sh \frac{77,3}{1100} = 1.980 \text{ kg}.$

Men kan het lichten van de ankerschacht beletten door bijvoorbeeld een gietijzeren blok op de ankerring te plaatsen, zoals gedaan werd in het hier behandelde geval. Deze oplossing brengt echter in de praktijk wel moeilijkheden en bijkomende kosten mede.

Op een analoge manier kan men de gevallen bestuderen, waarbij het dok zich in een lagere stand bevindt. Zo zal bij een diepgang van 2,60 m en het hoogste waterpeil het dok een nieuwe plaats innemen, namelijk 10 cm meer stroomopwaarts en 5 cm meer naar het midden van de rivier, terwijl bij dezelfde diepgang maar bij laag water het dok 5 cm dichter bij de wal zal komen.

Daar het blootgestelde oppervlak kleiner is, vermindert de totale windkracht proportioneel, maar daar h ook vermindert verschillen de afdrijvingen niet aanzienlijk van deze in het hierboven besproken geval.

Behandelen wij nog even de laagste stand van het drijvend droogdok. Deze is de stand met een vrijboord

van slechts 1 m, waarbij het schip met de grootste voorziene diepgang in het dok over de kielblokken kan gesleept worden.

Veronderstellen wij daarbij dat de rivier op haar laagste peil staat, dan is $h_a = 10$ m en $h_b = 13,5$ m.

De kettingen B komen nu gedeeltelijk op de grond te rusten, zodat hun kettinglijn een veel kleinere l vertoont.

Bij afwezigheid van wind is het evenwicht bereikt als

$$a_a p_a = a_b p_b \cos 30^\circ \quad (1)$$

of $13,4a_b = 25,6a_a$ (de kettingen A liggen nu praktisch helemaal onder de waterspiegel).

De mogelijke windkracht is thans veel verminderd en op 2 t geraamd, zodat bij deze wind die de kettingen B onder spanning brengt, de evenwichtsvergelijking luidt :

$$13,4a_b = 25,6a_a + 2.000. \quad (1')$$

Daarbij komt nog de voorwaarde

$$l_a + l_b \cos 30^\circ = 307,7. \quad (2)$$

Duiden wij door een aksent aan, de waarden behorend bij de nieuwe kettinglijn van B. Zoals in de theoretische beschouwing kiezen wij een paar waarden van L' : $L' = 200$ m, $L'_{ii} = 150$ m, $L'_{iii} = 100$ m. Daar $h_b = 13,5$ m volgen respectievelijk $h'_i = 6,75$, $h'_{ii} = 9,00$, $h'_{iii} = 13,5$. Op het kettingdiagram snijden deze h de streeplijn (waar de raaklijn in het laagste ophangpunt horizontaal is) in punten waar $l'_{ii} = 99,62$, $l'_{iii} = 99,48$, $l'_{i,iii} = 98,85$, en dus $l'_i = 199,24$, $l'_{ii} = 149,22$ en $l'_{iii} = 98,85$.

Daarbij horen $a'_{ii} = 660$, $a'_{iii} = 560$ en $a'_{i,iii} = 375$ of $a'_i = 1320$ m, $a'_{ii} = 840$ m en $a'_{iii} = 375$ m.

Daar respectievelijk 50 m, 100 m en 150 m op de grond liggen, bedragen de totale l_b : 249,24 m, 249,22 m

en 248,85 m, zodat uit (2) volgen : $l_a = 92,11$ m, $l_a = 92,44$, dus $l_{1a} = 97,99$, $l_{1a} = 98,01$, $l_{1a} = 98,34$.

$h_a = 10$ m dus $h_{1a} = 10,6$. Wij lezen af op het kettingdiagram $a_{1a} = 165$, $a_{1a} = 170$ en $a_{1a} = 195$ zodat $a_a = 155$ m, $a_a = 160$ m en $a_a = 183$ m.

Het eerste lid van vgl. (1) wordt respectievelijk 17.700 kg, 11.260 kg en 5.010 kg, terwijl het tweede lid : 3.970 kg, 4.100 kg en 4.690 kg.

Voor vgl. (1') voegt men nog 2.000 kg bij de laatste cijfers. Het grafisch uitzetten van eerste en tweede lid doet het snijpunt kennen, dat de volgende resultaten geeft :

Zonder wind : $L' = 92$ m, dus liggen 158 m ketting op de grond ;

$a_b = 374$ en dus $H = 5.800$ kg.

$h'_1 = 14,7$, $l'_1 = 98,55$ en dus $l_1 = 90,6$; de totale $l_b = 248,6$ m dus is het dok 1 m naar de wal afgedreven t. o. v. de initiale ligplaats.

Met wind : $L' = 112,5$ m, dus liggen 137,5 m ketting op de grond ; $a_b = 485$ en dus $H = 7.500$ kg ;

$h'_1 = 12$, $l'_1 = 99,10$ en dus $l_1 = 111,5$; de totale $l_b = 249,0$ m. Het dok verplaatst zich dus 1,4 m naar de wal toe t. o. v. de initiale ligplaats.

Ten slotte zou men zich kunnen afvragen of het niet meer economisch is, voor de kettingen B een kleinere lengte en een groter gewicht per meter te kiezen, zodanig dat de raaklijn in het laagste punt toch horizontaal blijft zoals wenselijk is.

Veronderstellen wij dat de kostprijs evenredig is met het totaal gewicht. In werkelijkheid kost een lichtere ketting per kilogram wel iets duurder.

Het produkt Lp moet dus minimum zijn.

De voorwaarde $a = \frac{L^2 - h^2}{2h}$ weze vervuld, dus wordt

$H = ap$ geschreven onder de vorm $H = \frac{L^2 - h^2}{2h} \cdot p$

In ons geval is $H = 20.800$ kg en $h = 25,5$ m,
dus voor $L = 250$ m, 200 m, 150 m,
 $p = 17,2$ kg/m, 27 kg/m, $48,5$ kg/m,

zodat het totale gewicht respectievelijk bedraagt,
 4.300 kg, 5.400 kg, 7.260 kg.

Het goedkoper kosten per gewichtseenheid van een zwaardere ketting zal de totale kostprijs niet lager kunnen brengen dan deze van de lichtere ketting.

Anderzijds moet de ketting minstens $\phi 28$ zijn om aan de gegeven krachten te weerstaan. Het schijnbaar gewicht per meter in water ($15,5$ kg/m) is wat lager dan de nodige $17,2$ kg/m, doch zoals gezien is dit wel toelaatbaar.

De damketting $\phi 28$ met een lengte van 250 m mag dus als de meest economische oplossing worden beschouwd.

27 november 1959.

Séance du 18 décembre 1959.

Zitting van 18 december 1959.

Séance du 18 décembre 1959.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. R. *Vanderlinden*, directeur.

Sont en outre présents : MM. C. Camus, R. Deguent, E.-J. Devroey, R. du Trieu de Terdonck, P. Fontainas, l'écuyer E. Mertens de Wilmars, M. van de Putte, membres titulaires ; MM. H. Barzin, F. Bultot, L. Callembert, M. Denaeyer, P. Evrard, P. Geulette, L. Jones, A. Lederer, L. Pauwen, J. Van der Straeten, membres associés ; MM. R. Van Ganse, P. Herrinck, membres correspondants, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Excusés : MM. J. Beelaerts, F. Campus, I. de Magnée, M. De Roover, E. Frenay, P. Lancsweert, J. Lamoën, A. Rollet, P. Sporcq, J. Verdeyen, F. Campus, P. Grosemans.

Bienvenue.

Le *Président* souhaite la bienvenue à M. P. *Herrinck*, membre correspondant, qui assiste pour la première fois à nos réunions.

Communication administrative. Changement de dénomination de l'A.R.S.C.

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que, par arrêté royal du 8 décembre 1959, l'Académie royale des Sciences coloniales portera désormais la dénomination d'« Académie royale des Sciences d'Outre-Mer ».

Zitting van 18 december 1959.

De zitting werd geopend te 14 u 30 door de H. R. *Vanderlinden*, directeur.

Aanwezig : De HH. C. Camus, R. Deguent, E.-J. Devroey, R. du Trieu de Terdonck, P. Fontainas, jonkheer E. Mertens de Wilmars, M. Van de Putte, titelvoerende leden ; de HH. H. Barzin, F. Bultot, L. Calembert, M. Denaeyer, P. Evrard, P. Geulette, L. Jones, A. Lederer, L. Pauwen, J. Van der Straeten, buitengewone leden ; de HH. R. Van Ganse, P. Herrinck, corresponderende leden, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Verontschuldigd : De HH. J. Beelaerts, F. Campus, I. de Magnée, M. De Roover, E. Frenay, P. Lancsweert, J. Lamoen, P. Sporcq, J. Verdeyen, P. Grosemans.

Welkomstgroet.

De *Voorzitter* richt een welkomstgroet tot de H. P. *Herrinck*, corresponderend lid, die voor het eerst aan onze vergaderingen deelneemt.

Administratieve mededeling.

Wijziging der benaming van de K.A.K.W.

De *Vaste Secretairs* deelt de Klasse mede dat, ingevolge het koninklijk besluit van 8 december 1959, de Koninklijke Academie voor Koloniale Wetenschappen voortaan de benaming « Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen » zal dragen.

**Considérations sur la nature des huiles
des schistes bitumineux du Congo.**

L'écuyer *E. Mertens de Wilmars* présente une communication intitulée comme ci-dessus (voir p. 1441).

Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur.

En l'absence de l'auteur et au nom de *M. I. de Magnée*, excusé, *M. P. Evrard* présente (voir p. 1451) une étude de *M. A. Prigogine*, membre correspondant, intitulée comme ci-dessus et qui sera publiée, dans la limite des possibilités budgétaires et moyennant condensation du texte, dans la collection des *Mémoires in-8°*.

**Deuxième Congrès des Instituts d'Études africaines.
(Paris, 6-9 janvier 1960).**

Voir p. 1202.

Agenda 1960 — Modification.

Sur proposition du *Secrétaire perpétuel*, la Classe décide que la dernière séance mensuelle de l'année académique en cours se tiendra le 15 juillet 1960 et non le 29 juillet 1960, comme mentionné au calendrier présenté lors de la séance du 27 novembre 1959.

Hommage d'ouvrages.

Le *Secrétaire perpétuel* dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

Aangeboden werken.

De *Vaste Secretaris* legt volgende werken op het bureau neer :

BELGIQUE — BELGIË

Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique / Jaarboek van de Koninklijke Sterrewacht van België, 1960 (Bruxelles, 1959, 205 pp.).

**« Considérations sur la nature des huiles
des schistes bitumineux du Congo ».**

Jonkheer *E. Mertens de Wilmars* legt een mededeling voor die bovenstaande titel draagt (zie blz. 1441).

**« Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes
à faible teneur ».**

In afwezigheid van de auteur en namens de *H. I. de Magnée*, die verontschuldigd is, legt de *H. P. Evrard*, een studie voor (zie blz. 1451) van de *H. A. Prigogine*, corresponderend lid, getiteld als hierboven.

Dit werk zal gepubliceerd worden in de *Verhandelingenreeks in-8^o*, binnen de perken der budgetaire mogelijkheden, en mits een beknoptere redactie van de tekst.

**Tweede Congres der Instituten voor Afrikaanse Studiën.
(Parijs, 6-9 januari 1960).**

Zie blz. 1203.

Agenda 1960 — Wijziging.

Op voorstel van de *Vaste Secretaris* beslist de Klasse dat de laatste maandelijks zitting van het lopende academisch jaar op 15 juli zal gehouden worden en niet op 29 juli 1960, zoals vermeld op de agenda die tijdens de zitting van 27 november 1959 voorgelegd werd.

Geheim comité.

a) De ere- en titelvoerende leden, vergaderd in geheim comité, bespreken de kandidaturen voor twee openstaande plaatsen van titelvoerend lid.

b) Zij wijzen vervolgens jonkheer *E. Mertens de Wilmars* aan als directeur voor 1961; voor 1960 zal deze de titel van vice-directeur dragen.

De zitting werd gegeven te 15 u 30.

- Institut pour la recherche scientifique en Afrique centrale (I.R.S.A.C.). Onzième rapport annuel, 1958 (Bruxelles, 1959, 375 pp., ill.).
- Office des Cités africaines. Rapport du Conseil d'administration concernant l'exercice 1958/Dienst der Afrikaanse Wijken. Verslag van de Raad van Beheer, Dienstjaar 1958 (Bruxelles, s. d., 35 + 35 pp.).
- LEBACQ, L., P. VANDEN BOSCH et W. SMETS : Supports d'alignement en bois pour lignes aériennes de haute tension au Congo belge et Ruanda-Urundi (Extrait du *Bulletin agricole du Congo belge et du Ruanda-Urundi*, Bruxelles, vol. L (1959), 5) (Bruxelles, 1959, 40 pp., 24 photos, 4 fig.).

Comité secret.

a) Les membres honoraires et titulaires, réunis en comité secret, discutent les candidatures à deux places vacantes de deux membres titulaires.

b) Ils désignent ensuite l'écuyer *E. Mertens de Wilmars* comme directeur de la Classe pour 1961 ; pour 1960 celui-ci portera le titre de vice-directeur.

La séance est levée à 15 h 30.

E. Mertens de Wilmars. — Considérations sur la nature des huiles des schistes bitumineux du Congo.

Le gisement de schistes bitumineux qui s'étend, au sud de Stanleyville, le long du Lualaba, a fait en ces dernières années l'objet d'études tant au point de vue de la nature du gisement, qu'en ce qui concerne le mode de traitement de la roche et les propriétés des produits liquides et gazeux qui en dérivent.

Les huiles qui font l'objet du présent exposé proviennent des essais de distillations effectués, à l'échelle semi-industrielle à l'usine pilote de la *Svenska Skifferölje A. B.* à Kvarntorp en Suède.

A cet effet, 200 tonnes de schistes provenant surtout de la région de la Mekombi, à une quarantaine de kilomètres au sud de Stanleyville, ont été expédiées en Suède par les soins de la Compagnie des Chemins de Fer du Congo supérieur aux grands Lacs africains, aux fins de distillation. Ces distillations ont été effectuées dans un four du type Kvarntorp ⁽¹⁾. Ces fours sont constitués de tubes métalliques de 0,20 m de diamètre et 3 m de hauteur, groupés par cinq dans une chambre de maçonnerie. Le schiste est déversé dans le haut et descend dans le tube à raison d'une tonne par jour. Les vapeurs sont soutirées par un tube concentrique, de faible diamètre en communication avec les appareils de condensation.

Au pied des tubes distillatoires, le résidu ou coke est brûlé par introduction d'air, tandis que les fumées

⁽¹⁾ E. MERTENS, Sur les schistes bitumineux congolais (*Bull. Inst. Royal Col. Belge*, 1953, pp. 1555-1562).

circulent autour du tube et fournissent au schiste les calories nécessaires. Le refroidissement complet de la masse de cendres résiduaire se fait par des tubes LAMONT fournissant de ce fait de la vapeur à 38 Atm.

La batterie industrielle de l'usine suédoise comporte 3.920 unités pouvant traiter 3.500 tonnes de schistes par jour.

A titre d'exemple, les deux échantillons dont l'analyse (1) est donnée ci-dessous représentent assez bien la moyenne de l'envoi. Les schistes donnent comme composition élémentaire :

C	..... 17,50 %	..... 11,2 %
	(dont 2,30 % de C des carbonates)	(dont 1,80 % de C des carbonates)
H	..... 2,40 %	..... 1,80 %
S	..... 0,70 %	..... 0,50 %
Cendres	..... 71,60 %	..... 77,40 %

La teneur en soufre n'est pas particulièrement élevée, elle va cependant susciter quelques difficultés dans le raffinage des benzines.

Un essai préliminaire de distillation sur quelques kilos donne le résultat suivant :

	A	B
Humidité %	..... 2,90	..... 7,10
Huile % en poids sur schiste sec	..... 10,80	..... 6,80
Eau, <i>id.</i>	..... 4,00	..... 3,00
Résidu, <i>id.</i>	..... 81,30	..... 88,20
Gaz Nm ³ /tonne, <i>id.</i>	..... 20,50	..... 18,50

L'huile obtenue a été ensuite examinée ainsi que les gaz et le résidu.

1. Huiles.

	A	B
Densité D ₄ ¹⁸	..... 0,857	..... 0,854
Indice de réfraction	..... 1,488	..... 1,488
« Pour point »	..... 17° C	..... 14° C
Viscosité à 20° C, est	..... 8,40	..... 4,8
50° C, est	..... 2,80	..... 2,5

(1) D'après le Laboratoire de Kvarntorp.

Indice d'iode	.....	59	.....	64
Composition élémentaire	.....		.....
	C %	85,3	.....	85,6
	H %	12,3	.....	12,1
	S %	0,6	.....	0,6
Pouvoir calorifique supérieur kcal/kg	.....	10.530	.....	10.500
Distillation < 200° C	.....	20 vol	.....	30 %

2. Les Gaz.

H ₂ S % vol	.....	5,90	.....	2,40
CO ₂	.....	8,50	.....	6,80
CO	.....	2,20	.....	2,00
H ₂	.....	46,60	.....	53,80
N ₂	.....	5,10	.....	10,60
C _n H _{2n}	.....	4,10	.....	3,10
C _n H _{2n+2}	.....	27,6	.....	21,30

Les hydrocarbures en C_nH_{2n} et C_nH_{2n+2} renferment les divers composés :

en C ₁	.....	20,10	.....	14,40
C ₂	.....	6,70	.....	5,30
C ₃	.....	3,50	.....	2,80
C ₄	.....	1,2	.....	1,40
C ₅	.....	0,2	.....	0,5

Pouvoir calorifique supérieur kcal /Nm ₃	6060	5330
---	------	-------	------

Le résidu, ou coke, est constitué de :

C %	.....	7,50	.....	6,00
		(y compris 3,80 % des carbonates)		(y compris 1,5 % des carbonates)
H %	.....	0,4	.....	0,4
S %	.....	0,4	.....	0,3
Pouvoir calorifique supérieur kcal/kg	.....	250	.....	100
Teneur en cendres %	.....	82,80	.....	85,5

On constate donc que les huiles résultant de cet essai ont une densité plus forte que la plupart des huiles américaines.

Si l'on ramène la quantité des principaux produits à la tonne de schiste sec on a :

	<i>A</i>	<i>B</i>
Huile	114 l	63 l
Eau de cracking	22 l	24 l
Coke ou résidu	860 kg	894 kg
Gaz	34 Nm ₃	25 Nm ₃

Ces deux échantillons ne donnent pas une valeur moyenne du gisement, dont la composition est d'ailleurs assez variable. Les valeurs obtenues au cours des distillations effectuées aux essais FISCHER nous ont donné des valeurs généralement comprises entre ces deux extrêmes.

La prospection est d'ailleurs toujours en cours par les soins de la Compagnie minière des Grands Lacs et les déterminations de rendements se poursuivent d'une façon régulière tant en Afrique qu'en Belgique.

* * *

Les huiles ont été ensuite expédiées en Belgique pour en déterminer la valeur⁽¹⁾. Brutes elles se présentent sous l'aspect d'un liquide de densité $D_4^{15} = 0,897$, contenant 0,8 % de soufre et d'un pouvoir calorifique supérieur de 10.440 kcal/kg.

Les essais de distillation effectués au *Podbielniak* peuvent se résumer comme suit :

Tempé- rature	Quantité en volume	Densité D_4^{15}
200° C	15,63 %	0,790
200° à 250	12,60	0,854
250 à 300	13,35	0,892
300	58,25	0,936

Le topping donne donc 15,63 % de benzine passant en dessous de 200 °C. Les caractéristiques en sont données dans le tableau ci-dessous :

⁽¹⁾ Essais de R. VERHILLE.

	Benzine brute 200 °C.	Benzine raffinée 172 °C
Densité $D_{15,5}$	0,8003	0,7653
A.P.I. gravity	45,3000	53,4000
Teneur en soufre	1,03 %	0,25 %
Tar acides	2,12 %	—
Tar bases	4,95 %	—
Oléfines	49,60 %	43,00 %
Aromatiques	14,30 %	13,40 %
Naphtènes }	36,10 %	8,00 %
Paraffines }		35,00 %
Indice d'octane (Motor Method)	58,00	60,90

Sous 172° C il passe 10 % d'une benzine légère. Il faut cependant y ajouter les benzines entraînées par les gaz de la distillation. On récupère celles-ci par adsorption sur le charbon actif et en désorbant par la vapeur d'eau. Nous avons généralement obtenu de 3 à 6 l de ces benzines du gaz par tonne de schiste sec. Comme les benzines représentent les produits de plus grande valeur intrinsèque et les plus utiles pour le Congo, on a procédé à des essais de cracking de la fraction passant de 200 à 300° C afin d'en obtenir des produits plus légers.

Cette fraction révèle une forte proportion d'hydrocarbures non saturés :

Non saturés	44,3 %
Aromatiques	23,4 %
Naphtènes et Paraffines	32,3 %

Ce taux élevé de non saturés résulte vraisemblablement du mode de distillation, au cours de laquelle l'huile a été soumise, au moins en partie, à des températures atteignant 500° C. Cette nature particulière de l'huile laissait prévoir que le cracking simple ne pouvait donner une modification importante de la composition. C'est ce qu'a confirmé un essai effectué à 550° C et qui, en effet, n'a fourni que 15,8 % en volume de

benzine, ce qui porte le total à 20 % par rapport au crude.

Le cracking catalytique, sous pression atmosphérique a été tenté ensuite en utilisant un catalyseur du commerce (HOUDRY type 546). Il donne une légère augmentation de benzine : 16,4 %. Comme des deux modes de cracking ne donnaient pas d'augmentation suffisante pour justifier les frais de traitement, on s'est orienté vers le cracking hydrogénant sous pression. Il a été réalisé sous diverses pressions jusqu'à 130 kg/cm², en utilisant des catalyseurs à base de molybdates d'ammoniaque. Ce traitement a fourni 37,8 % de benzine, ce qui porte le total productible à 25 % en volume, compté sur le crude.

A la suite de ce résultat favorable, on a tenté le cracking sur la fraction plus lourde passant sous 300° C. Cette opération a fourni 38 % de benzine. Ceci porte la production totale de benzine à 48 % en volume de l'huile brute ce qui est un fort bon résultat. On remarque que l'indice d'octane de la benzine est faible, mais suffisant. La benzine du gaz, par contre, a un indice d'octane plus élevé qui atteint 73.

L'amélioration de l'indice d'octane par l'emploi de plomb tétraéthyl est subordonnée à une élimination satisfaisante de la teneur en soufre, qui est ici à la limite des normes admises. Il faudra donc améliorer encore l'épuration qui ne pourra se réaliser, par les méthodes en usage actuellement, qu'au détriment de la quantité, car les pertes d'huiles s'élèvent rapidement quand on pousse le raffinage. Ceci tient en grande partie à la nature des huiles de schistes.

Les procédés de raffinage utilisés dans l'industrie pétrolière ne sont pas tout à fait satisfaisants dans le cas de l'huile de schiste.

Un procédé basé sur « l'hydrodésulfuration » est à l'étude tel qu'il a été proposé par KOMAREWSKI, KNOGGS et

BRAGG, où l'on fait usage d'oxyde de vanadium comme catalyseur désulfurant.

* * *

Les huiles pour moteur Diesel constituent un deuxième produit d'intérêt pour le Congo. La nature des huiles se présente ici dans des conditions favorables à l'obtention d'un gasoil pour moteur.

La fraction comprise entre 200 et 300° C a été soumise à des essais de raffinage semblable à ceux auxquels est soumis le gasoil de l'industrie pétrolière, c'est-à-dire le traitement à l'acide sulfurique. En opérant avec 12,5 % d'acide à 66° Baumé, on obtient un « Diesel fuel » qui satisfait aux exigences de la classe ASTM 1 D. Seul le résidu de carbone est près de la limite.

La qualité d'auto-inflammabilité, exprimée par l'indice de cétane est ici une propriété fondamentale. Elle exprime la facilité de démarrage, la pression maximum au cours du cycle et la marche générale du moteur.

Le tableau suivant donne les caractéristiques de l'huile Diesel obtenue :

Densité D ₄ ^{15,5}	0,8458
Aniline point	42,9 °C
Diesel index	39,1
Couleur	jaune
Viscosité à 38 °C	2,48 cst
Flash point	58,5 °C
Pour point	23,5 °C
Résidu de carbone	0,02 %
Distillation	
Départ	170 °C
10 %	214
90 %	303
Fin	328
Indice Cétane	44
(Motor method)	

Ce sont là de bonnes caractéristiques d'une huile pour moteur Diesel.

* * *

Les spécifications relatives à l'emploi des huiles comme carburant des moteurs Diesel sont beaucoup plus larges que celles imposées aux benzines. On peut s'en rendre compte par les tolérances admises pour les caractéristiques majeures ⁽¹⁾ des carburants Diesel, que nous mettons ci-dessous en regard des caractéristiques de l'huile de schiste brute.

	Huile Diesel	Huile de schiste brute
Flash point	37 — 93 °C	38 °C
Pour point	10 — -45 °C	— -15 °C
Viscosité à 3° C	14 — 125 cst	7,59 cst
Résidu de carbone	0,1 — 0,35%	1,24 %
Indice Cétane	25 — 61	60
(Motor Method)		
Teneur en soufre	2 %	0,8 %

Si l'on examine, à ces divers points de vue, l'huile brute du Congo, on constate que, pour une seule caractéristique, elle est en dehors des normes. En effet, le résidu de carbone est trop élevé. On s'est demandé toutefois si l'huile brute ne pouvait être utilisée avec efficacité et sans dommage pour les moteurs, du moins comme carburant de remplacement dans des périodes de crise, comme celle que l'on a connue lors de l'affaire de Suez.

La première objection que l'on se fait est le danger de corrosion, surtout par le soufre. Or, l'examen des teneurs respectives montre que l'on admet 2 % et que l'huile brute n'en contient que 0,80 %.

Mais il y a ensuite les propriétés organoleptiques, la couleur et surtout l'odeur pénétrante des mercaptants. Cependant, ce sont là des inconvénients qui entrent peu en ligne de compte dans les périodes anormales.

Afin de vérifier cette suggestion, l'huile brute, telle

⁽¹⁾ NELSON, N. L. : Petroleum Refinery Engineering, 1949.

qu'elle vient des fours, après une décantation de quelques semaines, a été expérimentée au moteur Diesel.

A cet effet, un moteur à deux cylindres de 15 ch a été alimenté pendant 60 heures au cours d'une première période d'essais. Dans un des cylindres, on injectait l'huile de schiste et dans l'autre du gasoil du commerce. L'état des deux pistons, des cylindres, et des injecteurs avait été soigneusement examiné avant l'essai. Ceci fournissait une base de comparaison au point de vue de la corrosion éventuelle.

Le moteur a travaillé à divers régimes et subit plusieurs démarrages à froid sans aucune difficulté. La consommation après 60 h de marche était de 195 g/chh. L'inspection après démontage n'a révélé aucune différence au point de vue de l'état des moteurs : le dépôt des carbones était normal, les segments étaient complètement libres, aucun gommage ne s'était produit et les injecteurs étaient restés en bon état.

Le moteur a été ensuite remonté, sans nettoyage, et a tourné encore durant 40 heures alimenté uniquement à l'huile brute, avec des charges variant de 5 à 13 ch. La consommation après 35 h était de 195 g/chh. Après démontage aucune anomalie n'a pu être constatée.

* * *

En conclusion, on constate que l'huile de schiste du Congo, sans être d'une constitution identique à celle du pétrole, peut fournir des benzines et des gasoil similaires. Le cracking donne une quantité appréciable de benzines. Les gasoil sont particulièrement intéressants. L'huile peut occasionnellement être utilisée comme carburant de remplacement dans les Diesel. La constitution des huiles de schistes est caractérisée par la forte

(¹) Essais du prof. VAN DER WAETEREN.

teneur en hydrocarbures non saturés. Les procédés classiques de raffinage de l'industrie pétrolière ne sont pas tout à fait adaptés à cette nature des huiles, c'est pourquoi un autre procédé est à l'étude en ce moment.

Le 18 décembre 1959.

I. de Magnée. — Présentation d'un mémoire de M. A. Prigogine, intitulé : « Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur ».

Dans les exploitations d'étain et d'or du Congo se pose journallement le problème de l'évaluation des teneurs de lots de minerai. Ce sont des minerais à faible teneur, nécessitant souvent le prélèvement d'échantillons très volumineux. Leur réduction aux quelques grammes de poudre exigés par le chimiste est une opération difficile et coûteuse, parfois même impossible. Dans de nombreux cas, l'intervention du chimiste n'est pas justifiée.

Dans son important mémoire (218 pages, 3 pl., 25 tableaux), M. A. PRIGOGINE étudie successivement les minerais détritiques (placers) et les minerais primaires. Il établit mathématiquement les formules donnant la variance de la teneur en fonction des densités, de la granulométrie et de la forme des grains. Il en déduit le poids à prélever en fonction d'un écart maximum fixé d'avance. Les formules sont ensuite soumises, avec succès, à une série de vérifications expérimentales.

L'auteur montre théoriquement et expérimentalement les avantages de la méthode qui consiste à opérer, avant toute analyse chimique, une séparation de l'échantillon massif initial en un « concentré », et un « tailing », qui sont ensuite échantillonnés et analysés. La concentration peut être effectuée au pan, au sluice, au jig, à la table à secousses, à la spirale HUMPHREYS et au « superpanner » HAULTAIN. Pour chaque appareil, l'auteur détermine la variation du rendement de la récupération en fonction de la grosseur des grains utiles.

Le mémoire comporte les subdivisions ci-après :

Introduction.

1. Calcul du poids de l'échantillon.
2. Analyse de l'échantillon.
3. Conclusions.

Liste des principaux signes employés.

Bibliographie.

Le 18 décembre 1959.

Table des matières.

Inhoudstafel.

TABLE DES MATIÈRES

Séances des Classes

	Pages.
Sciences morales et politiques	
Séance du 16 novembre 1959	1108
Séance du 14 décembre 1959	1198
Sciences naturelles et médicales	
Séance du 21 novembre 1959	1238
Séance du 19 décembre 1959	1266
Sciences techniques	
Séance du 27 novembre 1959	1356
Séance du 18 décembre 1959	1436
Agenda 1960	1118 ; 1242 ; 1358 ; 1438
Bienvenue :	
EVENS, Fr.	1238
HERRINCK, P.	1436
KAISIN, F.	1356
Comité secret	1128 ; 1205 ; 1248 ; 1272 ; 1366 ; 1440
Commission centrale de l'Atlas général du Congo	
(Remplacement M. LEGRAYE)	1358
Communications :	
BOUILLENNE-WALRAND, M. et BOUILLENNE, R. : Sur l'isolement et les propriétés d'un nouveau complexe amylolytique puissant l' <i>Eminiasse</i> , extrait de <i>Eminia sp.</i> ...	1268 ; 1335

INHOUDSTAFEL

Zitting der Klassen

	Blz.
Morele en Politieke Wetenschappen	
Zitting van 16 november 1959	1109
Zitting van 14 december 1959	1199
Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen	
Zitting van 21 november 1959	1239
Zitting van 19 december 1959	1267
Technische Wetenschappen	
Zitting van 27 november 1959	1357
Zitting van 18 december 1959	1437
Aangeboden werken	1118 ; 1202 ; 1242 ; 1268 ; 1360 ; 1438
Administratieve mededelingen	1111 ; 1239 ; 1267 ; 1357 ; 1437
Agenda 1960	1119 ; 1243 ; 1359 ; 1439
Commissie (Centrale) voor de Algemene Atlas van Congo (Vervanging M. LEGRAYE)	1359
Congres (2^{de}) der Instituten voor Afrikaanse Studiën (Parijs, 6-9 januari 1960)	1203 ; 1269 ; 1439
Geheim comité	1119 ; 1203 ; 1243 ; 1269 ; 1361 ; 1439
Mededelingen :	
BOUILLENNE-WALRAND, M. en BOUILLENNE, R. : Sur l'isolement et les propriétés d'un nouveau complexe amylolytique puissant l' <i>Eminiasie</i> , extrait de <i>Eminia sp.</i> ...	1269 ; 1335

	Pages.
BULTOT, F. : Présentation du Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi	1358 ; 1367
CUYPERS, J.-P. : Alphonse Vangele, d'après ses carnets de notes inédits (Communication historique)	1200
DE CLEENE, N. : Présentation travail F. CRINE : « Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux du Kapanga »	1116 ; 1155 ; 1198
DE MAGNÉE, I. : Présentation mémoire A. PRIGOGINE : « Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur »	1438 ; 1451
DEVAUX, V. : Intervention dans discussion mémoire A. DURIEUX : « Nationalité et citoyenneté »	1116 ; 1194
DONIS, C. : Une analyse des réserves de forêts denses humides des régions tropicales. Propositions et suggestions	1266 ; 1273
DUBOIS, J.-Th. : Note sur la chimie des eaux du lac Tumba (Présenté par J. KUFFERATH)	1268 ; 1319 ; 1321
DURIEUX, A. : Intervention dans discussion communication A. ROEYKENS : « Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise »	1198 ; 1212
FERDINANDE, V. : Theoretische beschouwingen over de kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken (Présenté par A. LEDERER)	1358 ; 1396 ; 1399
GHILAIN, J. : Présentation mémoire G. HOSTELET : « Le problème politique capital au Congo et en Afrique noire »	1200 ; 1226
HEYSE, Th. : Intervention dans discussion mémoire A. DURIEUX : « Nationalité et citoyenneté »	1116 ; 1193
KUFFERATH, J. : Rapport sur travail J.-Th. DUBOIS : « Note sur la chimie des eaux du lac Tumba »	1268 ; 1319
LAUDE, N. : Présentation travail A. PARISIS : « Les finances communales et urbaines au Congo belge »	1116 ; 1160
LEDERER, A. : Présentation étude V. FERDINANDE : « Theoretische beschouwingen over de kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken »	1358 ; 1396
MARIT, Ch. : La structure du myocarde ventriculaire chez le mammifère adulte et chez l'embryon (Présenté par P. GÉRARD)	1240 ; 1256
MERTENS DE WILMARS, E. : Considérations sur la nature des huiles des schistes bitumineux du Congo	1438 ; 1441
NEUJEAN, G. : Intervention dans discussion mémoire A. LAMBRECHTS-G. BERNIER : « Étude sur les boissons fermentées indigènes du Katanga »	1249

BULTOT, F. : Présentation du Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi	1359 ; 1367
CUYPERS, J.-P. : Alphonse Vangele, d'après ses carnets de notes inédits (Geschiedkundige mededeling)	1201
DE CLEENE, N. : Présentation travail F. CRINE : « Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux du Kapinga »	1117 ; 1155 ; 1199
DE MAGNÉE, I. : Présentation mémoire A. PRIGOGINE : « Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur »	1439 ; 1451
DEVAUX, V. : Intervention dans discussion mémoire A. DURIEUX : « Nationalité et citoyenneté »	1117 ; 1194
DONIS, C. : Une analyse des réserves de forêts denses humides des régions tropicales. Propositions et suggestions	1267 ; 1273
DUBOIS, J.-Th. : Note sur la chimie des eaux du lac Tumba (Voorgelegd door J. KUFFERATH)	1269 ; 1319 ; 1321
DURIEUX, A. : Intervention dans discussion communication A. ROBYKENS : « Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise »	1199 ; 1212
FERDINANDE, V. : Theoretische beschouwingen over de kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken (Voorgelegd door A. LEDERER)	1359 ; 1396 ; 1399
GHILAIN, J. : Présentation mémoire G. HOSTELET : « Le problème politique capital au Congo et en Afrique noire »	1201 ; 1226
HEYSE, Th. : Intervention dans discussion mémoire A. DURIEUX : « Nationalité et citoyenneté »	1117 ; 1193
KUFFERATH, J. : Rapport sur travail J.-Th. DUBOIS : « Note sur la chimie des eaux du lac Tumba »	1269 ; 1319
LAUDE, N. : Présentation travail A. PARISIS : « Les finances communales et urbaines au Congo belge »	1117 ; 1160
LEDERER, A. : Présentation étude V. FERDINANDE : « Theoretische beschouwingen over de kettinglijn en de toepassing op het verankeren van drijvende dokken »	1359 ; 1396
MARIT, Ch. : La structure du myocarde ventriculaire chez le mammifère adulte et chez l'embryon (Voorgelegd door P. GÉRARD)	1241 ; 1256
MERTENS DE WILMARS, E. : Considérations sur la nature des huiles des schistes bitumineux du Congo	1439 ; 1441
NEUJEAN, G. : Intervention dans discussion mémoire A. LAMBRECHTS-G. BERNIER : « Étude sur les boissons fermentées indigènes du Katanga »	1249

	Pages
ORBAN, P. : Présentation du travail : « Le louage de services au Congo »	1114 ; 1133
— : Rapport sur travail A. PARISIS : « Les finances communales et urbaines au Congo belge »	1200 ; 1225
PIETERMAAT, F. : Détermination de la constante diélectrique du diamant industriel de Bakwanga	1358 ; 1386
POLL, M. : Présentation travail R. DEVIGNAT : « Les rongeurs et leurs puces en Afrique tropicale »	1240 ; 1262
ROBIJNS, W. : Rapport sur travail P. DEUSE : « Étude écologique et phytosociologique de la végétation des <i>esobe</i> de la région du lac Tumba »	1266 ; 1315
ROEYKENS, A. (R. P.) : Les préoccupations missionnaires du consul belge Ed. Blondeel van Cuelebroeck en Abyssinie (1840-1843)	1114 ; 1135
— : Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise	1198 ; 1207
SAFIANNIKOFF, A. : Un nouveau minéral de niobium (Présenté par G. PASSAU)	1240 ; 1251
VAN BULCK, G. (R. P.) : Rapport sur travail F. CRINE : « Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux de Kapanga »	1198 ; 1216
VAN GRIEKEN, E. : A propos d'un inventaire des études ethnographiques faites par les agents de l'Administration au Congo belge (Communication historique)	1200 ; 1232
VAN WING, J. (R. P.) : Rapport sur travail V. DRACHOUSOFF : « L'Afrique décolonisée »	1116 ; 1170
VERSTRAETE, M. : La création d'une citoyenneté congolaise, en dehors de la nationalité congolaise, serait-elle juridique sinon opportune ?	1116 ; 1179
WAUTERS, A. : Rapport sur travail de V. DRACHOUSOFF : « L'Afrique décolonisée »	1116 ; 1173
Communications administratives	1110 ; 1238 ; 1266 ; 1356 ; 1436
Congrès (2^e) des Instituts d'Études africaines (Paris, 6-9 janvier 1960)	1202 ; 1268 ; 1438
Décès :	
ASSELBERGHS, E.	1238
BOLLENGIER, K.	1356
JENTGEN, P.	1108 ; 1125
LOUWERS, O.	1108 ; 1125

ORBAN, P. : Présentation du travail : « Le louage de services au Congo »	1115 ; 1133
— : Rapport sur travail A. PARISIS : « Les finances communales et urbaines au Congo belge »	1201 ; 1225
PIETERMAAT, F. : Détermination de la constante diélectrique du diamant industriel de Bakwanga	1359 ; 1386
POLL, M. : Présentation travail R. DEVIGNAT : « Les rongeurs et leurs puces en Afrique tropicale »	1241 ; 1262
ROBIJNS, W. : Rapport sur travail P. DEUSE : « Étude écologique et phytosociologique de la végétation des <i>esobe</i> de la région du lac Tumba »	1267 ; 1315
ROEYKENS, A. (E. P.) : Les préoccupations missionnaires du consul belge Ed. Blondeel van Cuelebroeck en Abyssinie (1840-1843)	1115 ; 1135
— : Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise	1199 ; 1207
SAFIANNIKOFF, A. : Un nouveau minéral de niobium (Voorgelegd door G. PASSAU)	1241 ; 1251
VAN BULCK, G. (E. P.) : Rapport sur travail F. CRINE : « Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux de Kapanga »	1199 ; 1216
VAN GRIEKEN, E. : A propos d'un inventaire des études ethnographiques faites par les agents de l'Administration au Congo belge (Geschiedkundige mededeling) ...	1201 ; 1232
VAN WING, J. (E. P.) : Rapport sur travail V. DRACHOUSOFF : « L'Afrique décolonisée »	1117 ; 1170
VERSTRAETE, M. : La création d'une citoyenneté congolaise en dehors de la nationalité congolaise, serait-elle juridique sinon opportune ?	1117 ; 1179
WAUTERS, A. : Rapport sur travail V. DRACHOUSOFF : « L'Afrique décolonisée »	1117 ; 1173

Overlijden :

ASSELBERGHS, E.	1239
BOLLENGIER, K.	1357
JENTGEN, P.	1109 ; 1125
LOUWERS, O.	1109 ; 1125

Hommages d'ouvrages ... 1118 ; 1202 ; 1242 ; 1268 ; 1360 ; 1438

Mémoires (Présentation de) :

CRINE, F. : Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux de Kapanga (Rapporteurs : N. DE CLEENE — G. VAN BULCK)	1116 ; 1155 ; 1198 ; 1216
DEUSE, P. : Étude écologique et phytosociologique de la végétation des <i>esobe</i> de la région du lac Tumba (Rapporteurs : R. BOUILLENNE — W. ROBIJNS)	1266 ; 1315
DEVIGNAT, R. : Les rongeurs et leurs puces en Afrique tropicale	1240 ; 1262
DRACHOUSOFF, V. : L'Afrique décolonisée. Essai sur le développement de l'Afrique noire (Rapporteurs : J. VAN WING — A. WAUTERS)	1116 ; 1170 ; 1173
ORBAN, P. : Le louage de services au Congo	1114 ; 1133
PARIS, A. : Les finances communales et urbaines au Congo belge (Rapporteurs : N. LAUDE — P. ORBAN)	1116 ; 1160 ; 1200 ; 1225
PRIGOGINE, A. : Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur	1438 ; 1451
ROEYKENS, A. : Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise	1198 ; 1207
Prix : D ^r A. DE LEEUW-DAMRY-BOURLART	1240
Représentation de l'A.R.S.O.M. : A l' <i>Universitas Belgica</i>	1358
Sous-commission de l'histoire du Ruanda-Urundi	1116

	Blz.
Prijs : Dr A. DE LEEUW-DAMRY-BOURLART	1241
Sub-commissie voor de geschiedenis van Ruanda-Urundi	1117

Verhandelingen (Voorlegging van) :

CRINE, F. : Thèmes de la culture lunda. Les Lunda septentrionaux de Kapanga (Verslaggevers : N. DE CLEENE — G. VAN BULCK)	1117 ; 1155 ; 1199 ; 1216
DEUSE, P. : Étude écologique et phytosociologique de la végétation des <i>esobe</i> de la région du lac Tumba (Verslaggevers : R. BOUILLENNE — W. ROBIJNS)	1267 ; 1315
DEVIGNAT, R. : Les rongeurs et leurs puces en Afrique tropicale	1241 ; 1262
DRACHOUSOFF, V. : L'Afrique décolonisée. Essai sur le développement de l'Afrique noire (Verslaggevers : J. VAN WING — A. WAUTERS)	1117 ; 1170 ; 1173
ORBAN, P. : Le louage de services au Congo	1115 ; 1133
PARISIS, A. : Les finances communales et urbaines au Congo belge (Verslaggevers : N. LAUDE — P. ORBAN)	1117 ; 1160 ; 1201 ; 1225
PRIGOGINE, A. : Échantillonnage et analyse des minerais hétérogènes à faible teneur	1439 ; 1451
ROEYKENS, A. : Léopold II et la renaissance de l'indépendance congolaise	1199 ; 1207

Vertegenwoordiging van de K.A.O.W. : In de <i>Universitas Belgica</i>	1359
---	-------------

Welkomstgroeten :

EVENS, Fr.	1239
HERRINCK, P.	1437
KAISIN, F.	1357

