

L'injection sous-cutanée (une autopsie — survie 113 jours) n'a amené ni lésion ni bacilles dans les divers organes.

L'injection intrapéritonéale (une autopsie — survie 46 jours) a amené des lésions cérébrales (infiltration périvasculaire dans le cerveau avec bacilles acido-résistants).

Après injection intracérébrale, quatre souris ont pu être autopsiées.

Trois souris, mortes après 2 jours, 27 jours et 98 jours, n'ont rien présenté qui vaille d'être noté.

La quatrième, morte après 63 jours, montrait de l'infiltration méningée avec bacilles acido-résistants dans le cerveau et la rate. Elle avait, en outre, une pneumonie.

Bref, deux animaux sur six ont montré des lésions attribuables au bacille de Kedrowsky; ce phénomène paraît irrégulier.

Rats. — Treize rats ont été inoculés, dont deux à titre de comparaison, avec des bacilles de Koch : deux par voie sous-cutanée, trois par la même voie, mais après splénectomie; deux dans le testicule, deux dans le péritoine, deux dans la cavité cérébrale et, enfin, deux de la même façon, mais avec du bacille de Koch.

Injection sous-cutanée. — Un des rats normaux et les trois rats splénectomisés n'ont rien montré d'attribuable au bacille injecté. Un autre rat (survie 140 jours) a montré une légère caséification au lieu de l'injection avec des bacilles; en outre, une petite zone de nécrose hépatique avec des cellules épithélioïdes et dans la rate un petit foyer de cellules épithélioïdes. Il n'a pas été noté de bacilles dans ces granulomes.

Injection intratesticulaire (survie 110 et 358 jours). — Nécrose et atrophie testiculaire, bacilles acido-résistants assez nombreux *in situ*. Il est assez difficile ici de faire la part du traumatisme dans ces constatations; pourtant, le rat qui a survécu 358 jours montrait une infiltration tes-

triculaire à cellules rondes, épithélioïdes et quelques cellules géantes.

Injection intracérébrale (survie 23 et 175 jours). — Ce dernier animal, mort de bronchopneumonie, n'a rien présenté de spécifique. L'animal, mort après vingt-trois jours, montrait des bacilles dans les frottis de cerveau.

Par comparaison, l'injection intracérébrale de bacilles de Koch n'a dans un cas rien montré de spécifique (survie dix mois et demi; mort de pneumonie); dans l'autre cas (survie 25 jours), a déterminé une méningite légère de la base et la présence de bacilles dans de grandes cellules pulmonaires vacuolaires.

Injection intrapéritonéale. — Chez le rat 49 (survie 128 jours), qui présentait une pneumonie peu développée, il y avait des bacilles dans les ganglions mésentériques et médiastinaux hyperplasiés. Le rat 50 (survie 36 jours) a présenté des caséifications du poumon droit qui n'ont pas montré de bacilles à l'examen direct, mais bien par culture. Il y avait, en outre, deux petits abcès de la rate sans bacilles.

Ici aussi les phénomènes pathologiques sont irréguliers et il est difficile de tirer de ces essais une conclusion ferme.

Lapins. — Dix de ces animaux ont été inoculés.

Injection sous la dure-mère après trépanation. — Les animaux ont survécu 7 et 18 jours. L'un d'eux présentait de la leptoméningite avec bacilles nombreux dans les infiltrats méningés et périvasculaires cérébraux. L'autre montrait de la caséification des ganglions, mais pas de bacilles.

L'injection-contrôle sous-dure-mérienne faite avec des bacilles tués n'a montré aucune réaction (animal encore vivant).

Inoculation intrapéritonéale. — Survivance : 25 jours. Autopsie : rien de spécifique.

Inoculation dans la chambre antérieure de l'œil. — Un lapin a montré une petite papule cornéenne qui s'est résorbée. Un autre, mort après 12 jours, montrait des bacilles dans les frottis oculaires et présentait, en outre, une petite zone de nécrose hépatique, sans bacilles. L'injection-contrôle faite avec des bacilles tués n'a pas montré de réaction.

Inoculation de tuberculose souche humaine : pas de lésion tuberculeuse.

En résumé, le bacille ne paraît pas nettement pathogène pour le lapin. Il y a cependant encore divers animaux qui survivent, et il faut donc attendre encore les résultats de leur autopsie. Kedrowsky a, en effet, noté l'apparition de lésions très tardives.

L'injection sous-dure-mérienne est capable de provoquer une leptoméningite, cause probable de mort, qui ne paraît pas attribuable au simple traumatisme par les corps microbiens.

Cobayes. — Douze cobayes ont été inoculés.

Injection sous-cutanée. — Les cobayes ont survécu de 58 à 200 jours. Un d'eux a présenté quelques bacilles dans les ganglions, un autre quelques bacilles dans les frottis du cerveau et du foie. Un troisième (n° 1025) a montré de petits abcès intrahépatiques avec membrane formée de cellules épithélioïdes et de petits granulomes hépatiques constitués de cellules épithélioïdes. Il y avait, en outre, hyperplasie de la pulpe splénique, bronchite et infiltration leucocytaire des ganglions lymphatiques. Les coupes montrent des bacilles acido-résistants (fig. 2).

Un quatrième cobaye, injecté massivement dans le derme, a présenté une réaction locale nodulaire, de structure histologique banale (biopsie partielle) et qui a disparu après quelques semaines.

L'animal est mort après 200 jours environ, sans lésions spécifiques.

Injection sous la dure-mère après trépanation. — Cet essai a porté sur trois cobayes qui ont survécu de 11 à 212 jours. Un cobaye, mort le 49^e jour, a montré des bacilles dans les frottis du cerveau et des signes d'inflammation méningée.

Injection intrapéritonéale. — Trois cobayes ont été inoculés par cette voie et ont survécu de 106 à 178 jours.

Deux d'entre eux ont montré de l'atrophie testiculaire (bacilles dans les frottis) et des bacilles dans les ganglions abdominaux. Le troisième présentait dans le foie un petit granulome (fig. 3-4) rappelant un granulome de la tuberculose ou de la lèpre humaine, mais nous n'avons pu y trouver des bacilles. Cet animal présentait, en outre, de l'atrophie testiculaire (bacilles présents) avec disparition des cellules de la lignée spermatique et présence de grandes cellules à noyau lobé (fig. 5).

Injection dans la chambre antérieure de l'œil. — Les animaux ont survécu environ 70 jours et n'ont rien présenté de spécifique. Des bacilles ont été retrouvés dans l'œil dans un cas, en particulier dans une réaction granulomateuse de l'iris.

En résumé, pour cette espèce animale aussi, le caractère pathogène est peu accusé. Il a toutefois été observé après injection sous-cutanée ou péritonéale une certaine diffusion du germe et des réactions histiocytaïres avec ou sans bacilles rappelant les granulomes tuberculeux ou lépreux.

CONCLUSIONS.

1. Le bacille de Kedrowsky est un bacille acido-résistant assez polymorphe. Il perd relativement facilement son acido-résistance (spécialement sur milieu de Kum-

bari); il montre parfois des éléments acido-résistants massués et volumineux qui font songer aux streptothrix. Nous n'avons pu observer les formes ramifiées décrites par Kedrowsky.

Ce germe apparaît sous les formes R et S selon les milieux.

2. L'aptitude pathogène du bacille de Kedrowsky est irrégulière et dans l'ensemble peu accusée. Nous avons observé irrégulièrement des granulomes, bacillifères ou non, qui rappellent les manifestations de la tuberculose ou de la lèpre. Les granulomes, sans bacilles, posent la même énigme que les nombreuses lésions lépreuses tuberculoïdes, ordinairement à bacilles rarissimes ou absents. S'agit-il de formes différentes du virus?

3. Bien que le bacille de Kedrowsky ait été isolé de lépreux, nous ne le croyons pas du tout identique au bacille de Hansen.

Il a en commun avec celui-ci une notable acido-résistance. Par contre, il s'en éloigne par la facilité de ses cultures, une aptitude pathogène un peu plus marquée pour les animaux de laboratoire (et qui a du reste été notée chez d'autres acido-résistants saprophytes).

Nous avons noté antérieurement (2) qu'il ne met pas en évidence l'énergie cutanée vis-à-vis du bacille de Hansen, qui est caractéristique des lépreux à bacilles nombreux. Il est donc antigéniquement bien éloigné du bacille de Hansen.

BIBLIOGRAPHIE.

- (1) KEDROWSKY (1900), Les cultures du germe de la lèpre. *Archives Russes de Pathologie, Médecine, Clinique et Bactériologie* (en russe).
- (1903), Essais d'inoculation de la lèpre aux animaux. *Travaux Institut Anatomie Pathologique*. Université de Moscou (en russe).
- (1911), Essais expérimentaux sur la question de l'inoculabilité de la lèpre aux animaux. *Journal Russe des Maladies de la Peau et Vénériennes*, t. XII (en russe).
- (1924), Étude sur la morphologie et la biologie du microbe lépreux et ses inoculations aux animaux. *III^e Congrès International de la Lèpre*, 1923. Paris, Baillière, 1924, p. 127 (en français).
- (1928), The microbiology of Leprosy bacillus. *Journ. of Trop. Med. & Hyg.*, vol. XXXI, n^o 2, p. 17 (en anglais).
- (1930), Variabilité des microbes du groupe acido-résistant. *Revue de la Tuberculose*, t. LII, n^o 8, oct. 1930, p. 893 (en français).
- (2) A. DUBOIS, W. GAVRILOV, R. VAN BREUSEGHEM (1936), Injection intradermique de bacilles de Kedrowsky chez le lépreux et le non-lépreux. *Ann. Soc. Belge de Méd. Tropicale*, t. XVI, n^o 4.
-

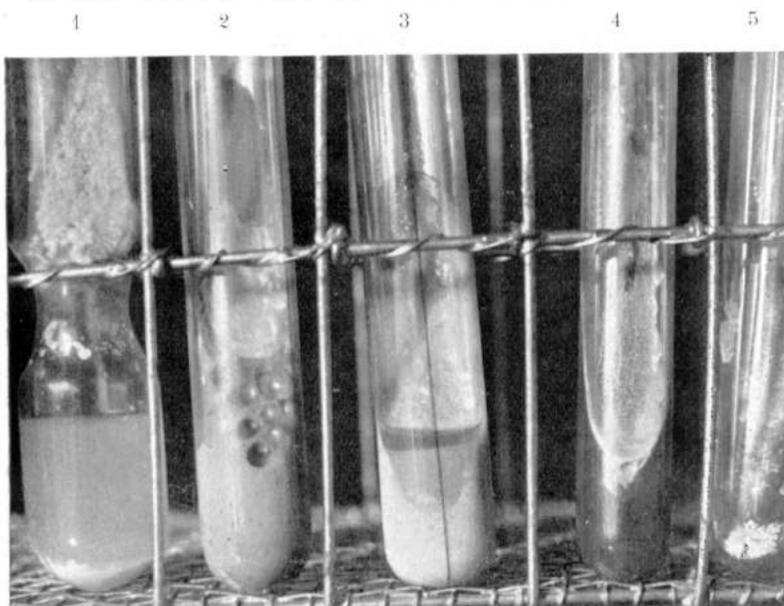


FIG. 1.

1. Bacille Kedrowsky sur pomme de terre préparé suivant la méthode de Kumbari (glycérine+ammoniaque). Colonies lisses rondes.

2. Bacille Kedrowsky sur milieux Petragiani. Colonies légèrement rugueuses.

3. Bacille Kedrowsky sur milieux Denys lisses.

4. Bacille Kedrowsky sur Agar 1 % glycériné. Très rugueuses (Bouillon Liebig).

5. Bacille Kedrowsky sur Agar glycériné, lisses (Bouillon de viande).

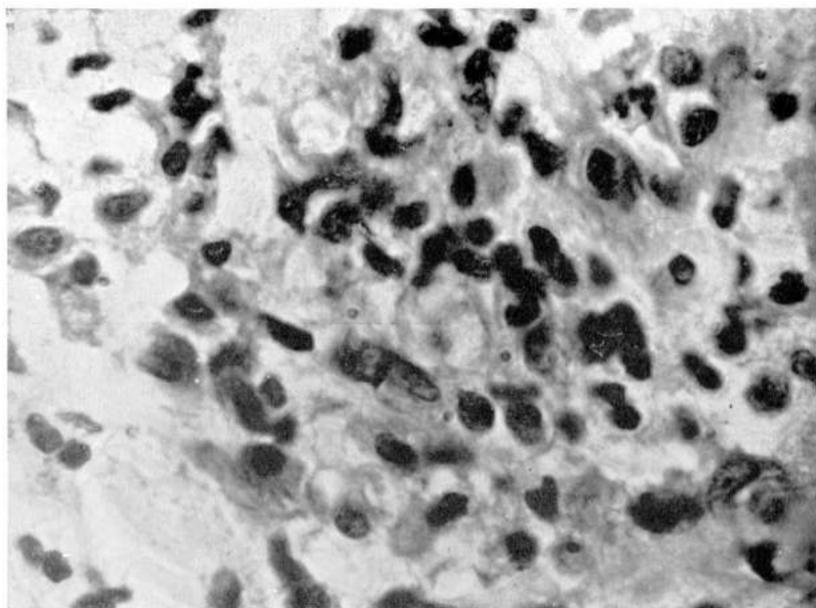


FIG. 2. — *Foie cobaye 1025.*

Granulome à bacilles de Kedrowsky (Bac. ++).
(Objectif 7, Oculaire 9.)

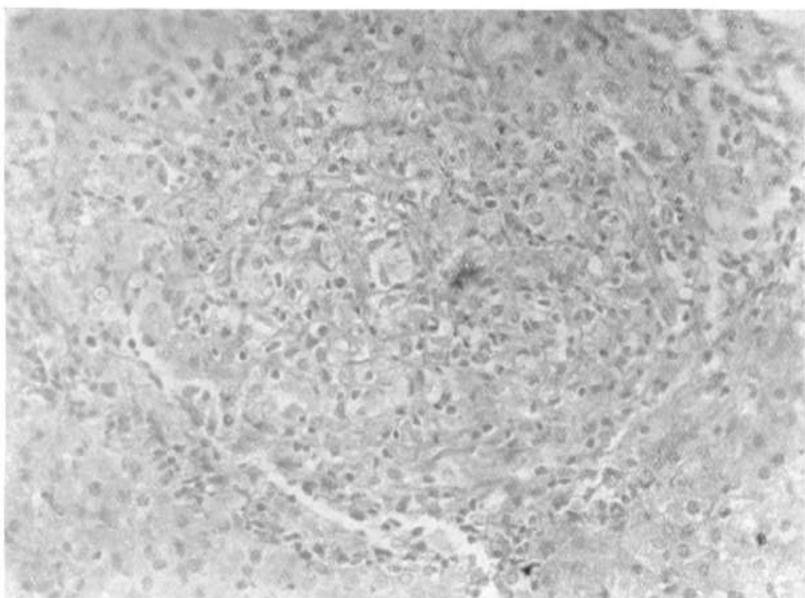


FIG. 3. — *Cobaye 1009*.
Injecté avec des bacilles de Kedrowsky.
Granulome dans le foie, Bacilles non constatés.
(Objectif 2, Oculaire 5.)

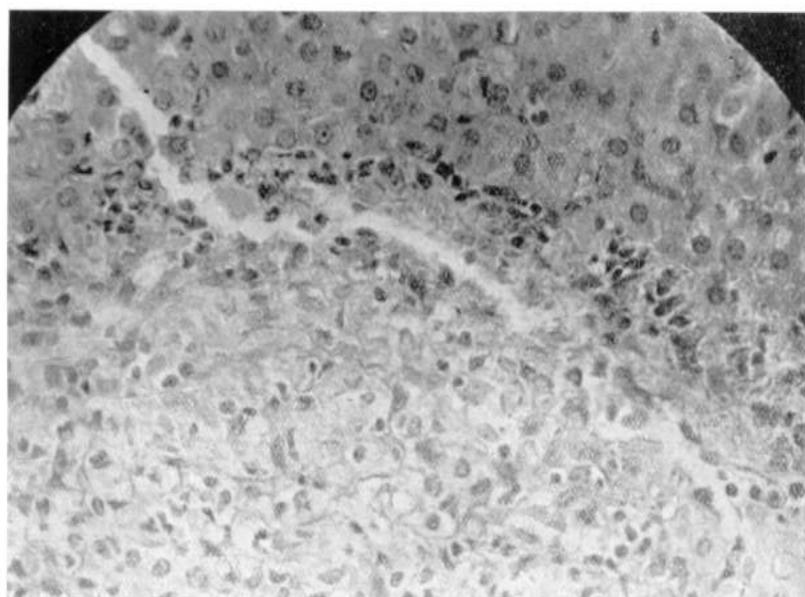


FIG. 4. — *Cobaye 1009*.
Injecté avec des bacilles de Kedrowsky.
Granulome dans le foie, Bacilles non constatés.
(Objectif 7, Oculaire 5.)

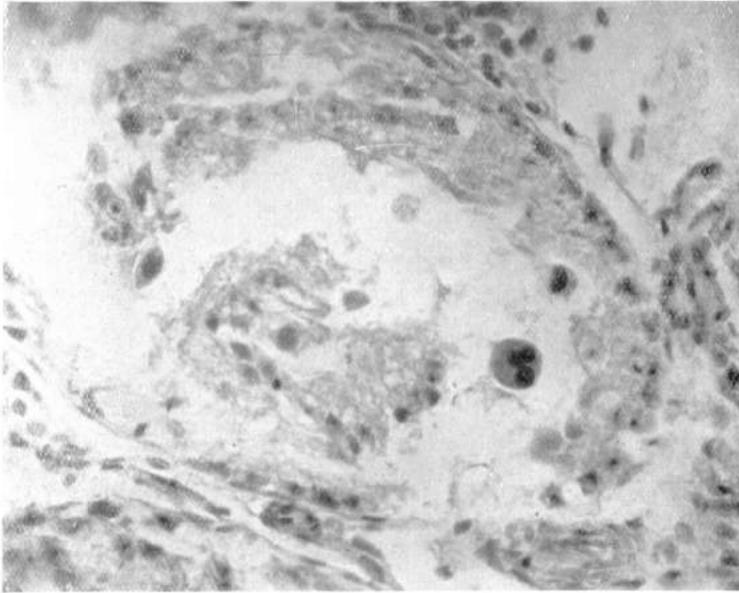


FIG. 5. — *Cobaye 1009.*

A reçu une injection intra-péritonéale de bacilles de Kedrowsky.

Atrophie des testicules

avec apparition de cellules polynucléaires géantes

(Bacilles de Kedrowsky ++ dans le frottis.)

(Objectif 7, Oculaire 5.)

**M. P. Fourmarier. — Présentation de la première feuille
de la Carte géologique de l'Afrique au 5.000.000^e.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Institut Royal Colonial Belge un exemplaire de la première feuille de la Carte géologique de l'Afrique à l'échelle du 5.000.000^e.

L'exécution de cette carte a été décidée en 1922 à la Session de Bruxelles du Congrès géologique international. Une commission fut nommée à cet effet; elle est présidée par M. Alfred Lacroix, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de l'Institut de France; M. Emmanuel de Margerie en est le Secrétaire général. La commission fut complétée aux Congrès de Pretoria et de Washington; l'un de ses membres, M. l'ingénieur en chef des mines F. Blondel fut chargé de seconder M. de Margerie dans l'exécution du travail. La coordination et la mise au point des tracés ont été effectuées avec grand soin par M. G. Daumain.

En 1922, S. M. le Roi Albert offrit la collaboration de l'Institut cartographique militaire belge pour l'impression de la carte; cet établissement mit au point un fond topographique; mais diverses circonstances ne lui permirent pas de réaliser l'impression des tracés géologiques; ceux-ci furent exécutés par l'Institut cartographique de Paris.

Grâce à des subventions importantes accordées par la Belgique, la France, l'Algérie, le Maroc, il fut possible d'aborder l'exécution matérielle de la carte.

Le territoire de l'Afrique a été divisé en neuf feuilles. La première qui put être réalisée, est celle du Nord-Ouest englobant le Maroc, l'Ouest de l'Algérie, et toute la partie occidentale des régions sahariennes; les deux autres feuilles du Nord sont actuellement prêtes pour l'impression.

L'Arabie qui se rattache si intimement à l'Afrique, est englobée dans la feuille Nord-Est et en constitue la majeure partie.

Le Congo belge qui nous intéresse spécialement sera compris tout entier dans la feuille centrale, n° 5.

Quand on examine la feuille Nord-Ouest, on est frappé de voir combien sont importantes les connaissances acquises sur cette partie du territoire africain; il n'existe dans toute cette étendue qu'une zone blanche : le Rio del Oro sur lequel on ne possède pour ainsi dire aucune documentation d'ordre géologique.

Dans l'exécution de la partie géologique de la carte, le choix des divisions à représenter et des teintes à adopter a fait l'objet d'un examen particulièrement attentif, car l'échelle stratigraphique doit tenir compte à la fois de toutes les parties du continent si différentes quant à la succession des séries sédimentaires.

Les teintes adoptées se rapprochent de celles des cartes internationales, de sorte que la lecture de la carte est très facile.

La feuille Nord-Ouest est intéressante parce qu'elle met bien en relief les grandes unités structurales de cette partie du continent africain : le Rif et l'Atlas tellien, la meseta marocaine, les chaînes de l'Atlas saharien, la grande plate-forme saharienne. Les longs alignements de dépôts de dunes apparaissent avec une grande netteté et soulignent l'orientation des vents dominants; de même les zones basses sont marquées par l'extension des dépôts alluviaux.

Les roches éruptives ont été classées suivant leur âge : roches antépermiennes, roches post-permiennes, roches volcaniques post-crétacées; d'autres non datées, sont figurées par une teinte quelque peu différente.

La Commission, tenant compte de ce que beaucoup de terrains sont encore imparfaitement connus, a fait un très

large usage de la désignation « non différencié » pour grouper des dépôts dont la stratigraphie est encore trop imprécise; la carte met ainsi en évidence les problèmes qui se posent à l'attention du géologue.

La légende stratigraphique donne pour les formations marines d'une part, pour les formations continentales d'autre part, quelques indications sur l'équivalence probable des terrains rencontrés en des parties différentes.

La Carte géologique de l'Afrique au 5.000.000^e constituera, sans aucun doute, un document fort important qui sera accueilli avec grande faveur par tous les géologues.

M. N. Wattiez. — Contribution à l'étude chimique des *Crinum* Congolais (Amaryllidacées).

Dans un mémoire présenté le 19 décembre 1936 à l'Institut Royal Colonial ⁽¹⁾, M. E. De Wildeman signale que le D^r Wollansky, qui a séjourné dans la région de Faradjé, au Congo belge, a rapporté à son dernier retour en Europe plusieurs échantillons de bulbes dont certains sont employés par les indigènes comme médicament anti-lépreux. Les bulbes rapportés par le D^r Wollansky se présentaient sous deux formes et possédaient des activités très différentes : les plus gros, recueillis sauvages dans la brousse, seraient moins actifs que les plus petits cultivés autour des cases et plus généralement utilisés. M. E. De Wildeman signale à ce dernier titre, qu'entre formes de cette même espèce, une différence d'action peut parfaitement exister.

Précédemment, en effet, une remarque semblable a été signalée par Rumphius aux Indes néerlandaises à propos d'un *Crinum* voisin de celui des environs de Faradjé : le *Crinum asiaticum* L.

Rumphius considérait trois formes : la plante des bords de la mer, *Radix toxicaria major*, qui aurait le plus d'activité et serait la forme typique du *Crinum asiaticum* L.; le *Radix toxicaria terrestris*, des bords marécageux des rivières de l'intérieur du pays, considéré par certains botanistes comme espèce particulière (*Crinum Rumphii* Merrill.), serait moins actif et, d'autre part, considéré comme supérieur pour d'autres usages, et, enfin, le *Radix toxicaria montana*, qu'il faudrait attribuer au *Crinum montanum* Merrill. Trois formes d'une même espèce comme, très probable, d'activité et d'utilisation différentes. C'est

(1) E. DE WILDEMAN, *Mém. Inst. Roy. Col. Belge*, t. V, fasc. 3.

là une observation courante, que la culture fort souvent modifie la composition des plantes et conséquemment leur activité.

Les serres du Jardin colonial de Laeken possèdent plusieurs espèces de *Crinum* congolais, notamment : *Crinum congolense* De Wild.; *Crinum Laurentii* Dur. et De Wild.; *Crinum purpurascens* var. *angustifolium* De Wild. et *Crinum scabrum* Herb. C'est à cette dernière espèce ou variété voisine qu'il faudrait attribuer les échantillons de bulbes récemment rapportés du Congo, dont l'examen est à l'origine de ce travail.

Il ne paraît pas que les *Crinum*, si l'on excepte le cas observé par le D^r Wollansky, aient jamais été employés comme médicament antilépreux. On leur reconnaît généralement des propriétés énergiques, à la fois vomitives et drastiques; ils ont été employés en tant que remède de la dysenterie, ou dans le traitement des plaies occasionnées par des flèches empoisonnées, ou encore pour guérir certaines irritations de la peau, voire comme contrepoison, cette dernière utilisation découlant des propriétés vomitives de ces *Crinum*.

Bien multiples et diverses applications, comme on le voit, dont une seule nous paraît justifiée en raison de la composition actuellement connue de certains de ces *Crinum*. Les quelques espèces de ce genre, qui ont fait l'objet de sérieuses recherches du D^r Gorter à Buitenzorg ⁽¹⁾, renferment, en effet, une proportion notable d'un alcaloïde, la Lycorine, isolée par Morishima du *Lycoris radiata* Herb., alcaloïde dont l'essai physiologique a montré qu'il s'agit d'un corps appartenant au groupe pharmacologique de l'émétine, et offrant, plus spécialement dans les colonies tropicales, un intérêt immédiat comme remède de la dysenterie. Du reste, Baillon mentionne l'emploi contre la dysenterie des bulbes de *Narcissus pseudonarcissus* L.,

(1) K. GORTER, *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg*, vol. I, sér. 3, p. 352, et vol. II, sér. 3, p. 331.

qui renferment un alcaloïde, la Narcissine, isolée par Ewins et reconnue chimiquement identique à la Lycorine.

Pour le surplus, certaines Amaryllidacées, *Polianthes tuberosa* L. notamment, présentent des propriétés hémolytiques évidentes, dues à une saponine vraisemblablement, que l'on pourrait retrouver dans les *Crinum* et qui pourrait expliquer leur emploi dans le traitement local des plaies infectieuses. Le *Crinum scabrum*, que nous avons examiné, renferme un corps de cette nature.

Les *Crinum* analysés par le D^r Gorter appartiennent aux espèces *asiaticum*, *giganteum* et *pratense*. Toutes trois renferment de la lycorine; les bulbes frais de la première espèce en renferment 1 à 1,8 gr. par kilogramme; ceux de la troisième en renferment 0,93 gr. par kilogramme; des graines de *C. giganteum*, l'auteur a pu en retirer 1 à 1,5 gr. pour 1,000 gr.

Signalons que cet alcaloïde a été fréquemment signalé chez les Amaryllidacées et notamment chez

- Buphane disticha* Herb.
- Zephyranthes rosea* Lind.
- Hymenocallis littoralis* Salisb.
- Eucharis grandiflora* Planch.
- Enrycles sylvestris* Salisb.
- Narcissus pseudonarcissus* L.
- Narcissus Tazetta* L.
- Lycoris radiata* Herb.
- Amaryllis Belladona* L.
- Clivia monimiata* Bent.
- Cooperia Drummondii* Herb.
- Cyrthanthus pallidus* Sims.
- Sprekelia formosissima* Herb.

A noter que certains auteurs ont signalé l'existence, à côté de la lycorine, d'alcaloïdes étrangers : ceux-ci, indistinctement, furent reconnus comme étant soit identiques à la lycorine, soit comme étant de la lycorine impure.

Faisons remarquer également que le D^r Gorter s'est toujours adressé à des plantes fraîches; ce fait nous paraît important à signaler et pourrait à lui seul expliquer l'extraction de produits d'alltération de la lycorine obtenus par certains auteurs, qui se sont adressés à des matériaux desséchés.

Le présent travail a donc pour objet l'examen histo-chimique et chimique de quelques *Crinum* mis en culture au Jardin colonial de Laeken. Nous adressons nos plus vifs remerciements à son directeur, M. Pynaert, qui a mis, avec une extrême obligeance, ses collections à notre disposition.

CRINUM LAURENTII DUR. et DE WILD.
et **CRINUM CONGOLENSE** DE WILD.

L'étude de ces deux espèces est réunie sous ce même chapitre. La quasi-superposition de leurs caractères organographiques permet de les considérer comme deux variétés d'une seule et unique espèce, vraisemblablement.

Histologie et histochimie.

La recherche des alcaloïdes pratiquée sur des coupes de racines, bulbes et feuilles a été partout positive. Pour la localisation, nous nous sommes adressé au réactif de Bouchardat, en utilisant la méthode différentielle d'Errera. En général, les résultats obtenus confirment, sauf en un point, ceux déjà observés dans la localisation de l'alcaloïde chez d'autres Amaryllidacées ⁽¹⁾.

a) *Racines.* — L'alcaloïde est localisé dans les cellules épidermiques et sous-épidermiques (une zone plus riche se remarquant à la limite du suber et de l'écorce primaire); on le retrouve dans quelques éléments épars du paren-

(1) ALB. GORIS, *Localisation et rôle des alcaloïdes et des glucosides.* Paris, 1914, pp. 50 et suiv.

chyme fondamental, dans toutes les cellules de l'endoderme et, disséminé, dans des éléments libériens (fig. I).

b) *Bulbes*. — La localisation intéresse les deux épidermes et régions voisines, les gaines endodermiques des faisceaux et quelques éléments du liber (fig. II).

c) *Feuille*. — Répartition identique, mais l'alcaloïde semble ici moins abondant (fig. III).

Comme on le voit, nous ne signalons pas comme élément important de localisation de l'alcaloïde, les cellules à raphides, assez peu nombreuses du reste dans ces *Crinum*, à l'encontre de certaines Amaryllidacées (*Narcissus pseudonarcissus*, notamment), où ces cellules, riches en alcaloïde, abondent généralement.

Essais biochimiques.

Cet essai a été pratiqué suivant la méthode générale de de Bourquelot de recherche des holosides et hétérosides dédoublables par l'invertine et l'émulsine, sur 150 gr. de racines et 150 gr. de bulbes frais. Après trois traitements à l'alcool bouillant, les solutions alcooliques ont été évaporées et le résidu repris par de l'eau, pour obtenir, après filtration, 300 cc. de solution d'essai. Toutefois, comme l'examen histochimique avait démontré la présence d'un alcaloïde, les solutions d'extrait obtenues ont été, avant d'être soumises à l'action des ferments, débarrassées le plus possible de leur alcaloïde, par épuisement à l'éther et au chloroforme, en milieu acide d'abord, puis en milieu alcalin. C'est au cours de ce dernier traitement que nous avons observé dans chacun des essais la formation d'un précipité quasi incolore, en fines aiguilles, que nous avons séparé et dont la nature alcaloïdique n'offrait aucun doute. Disons également que les solutions étherées et chloroformiques d'épuisement alcalin renferment, elles aussi, une notable proportion de principe alcaloïdique.

Finalement, après épuisement complet, les solutions d'essai ont été neutralisées par de l'acide sulfurique dilué, dont le léger excès a été lui-même saturé par du carbonate calcique. On a porté à l'ébullition, filtré et, par addition d'eau, lavé et amené le filtrat à 300 cm³. 2 cm³ de solution d'essai représentent donc 1 gr. de plante fraîche (racine ou bulbe). On trouvera dans les deux tableaux suivants les résultats des essais biochimiques.

TABLEAU I. — **Racines.**

DEVIATION l = 2.	Sucres réducteurs calculés en glucose pour 100 gr. de plante fraîche.	Indice de réduction enzymolytique.
Initiale. + 0°21	0,608	—
Après Invertine — 9°48	8,88	—
Après Emulsine — 9°46	8°82	—
Différence par Invertine.. 10°9	8,272	0,801

TABLEAU II. — **Bulbes.**

DEVIATION l = 2.	Sucres réducteurs %	Indice de réduction.
Initiale. — 1°33	0,120	—
Après Invertine — 7°28	4,488	—
Après Emulsine — 7°28	4,488	—
Différence par Invertine.. 5°55	4,368	0,738

Interprétation.

On peut pour les deux essais biochimiques tirer cette première observation : Si les racines, ni les bulbes des *Crinum Congolense* et *Laurentii* ne renferment d'hétéroside dédoublable par l'émulsine. Par contre, la quantité d'holoside dédoublable par l'invertine s'avère importante. L'indice de réduction obtenu (0.801 et 0.738) est trop élevé pour conclure à la seule présence de saccharose. Du reste, la déviation initiale, faiblement droite dans les

racines et nettement lévogyre dans les bulbes, doit faire penser que si du saccharose existe, il doit s'y trouver en faible quantité et en présence d'une holoside *lévogyre*, dédoublable par l'invertine. En effet, si l'on examine de plus près les résultats de l'essai des racines, on remarque que pour 8 gr. 80 % de sucre formé sous l'influence de l'invertine, la déviation se déplace vers la gauche de 10°9' seulement, alors qu'elle devrait être de 14°4' environ si le sucre présent était du saccharose. Dans ce cas également, la déviation droite initiale devrait être beaucoup plus accentuée, d'autant plus que l'essai montre que le seul corps autre qu'un sucre, un hétéroside dédoublable par l'émulsine ayant, comme on le sait, un pouvoir rotatoire généralement lévogyre, n'existe pas dans le cas présent. On doit donc conclure que dans les deux essais existe un holoside lévogyre dédoublable par l'invertine. Or, on sait que bon nombre de monocotylédonées renferment des lévulosanes, libérant à l'hydrolyse acide et même fermentaire à l'invertine, exclusivement du lévulose, notamment la graminine et la triticine, nettement dédoublable par ce ferment, ainsi que l'ont montré Collin et de Cugnac.

On peut penser qu'il en est ainsi dans le cas des *Crinum* examinés. La suite des opérations montrera le bien-fondé de cette hypothèse.

Extraction de l'alcaloïde.

Les racines et les bulbes des *Congolense* et *Laurentii* réunies ont été traitées comme suit :

a) *Racines*. — 350 gr. de racines fraîches ont été épuisées après broyage au moulin universel à trois reprises par de l'alcool bouillant. Les solutions extractives refroidies et réunies ont été évaporées dans le vide réduit, et le résidu obtenu, qui présente une réaction acide, a été repris par 250 cc. d'acide sulfurique à 0,5 %. On a filtré et épuisé le filtrat par de l'éther, qui n'enlève aucun corps

à réaction alcaloïdique. On a ensuite alcalinisé par l'hydroxyde sodique et laissé au repos à la glacière pendant trois jours. Il s'est entre-temps formé un précipité aiguillé, jaunâtre, qu'on a recueilli et pesé après dessiccation. On en a obtenu 1 gr. 20, soit pour 1 kg. de racine fraîche : 2 gr. 15. La solution débarrassée de son précipité, épuisée à fond par du chloroforme, a cédé à ce dernier dissolvant une nouvelle quantité de ce produit cristallisé, portant la proportion totale à 1 gr. 42, soit pour 1 kg. : 2 gr. 58.

Or, les racines traitées renferment 80 % d'eau, et la proportion de produit brut obtenu pour 1 kg. de matière sèche, s'élève donc à 12 gr. 90.

b) *Bulbes.* — Le même traitement appliqué à 1 kg. 300 de bulbes frais a permis d'obtenir 3 gr. 48 de produit cristallisé, soit 2 gr. 60 pour 1 kg., ou une teneur identique ou à peu près à celle des racines.

La nature alcaloïdique du produit a été démontrée sans doute possible par : 1° la présence d'azote (réaction de Lassaigne); 2° les réactions positives générales des alcaloïdes (réactifs de Bouchardat, de Mayer Valser, de Bertrand : ce dernier, extrêmement sensible), l'acide picrique, etc.

Une première purification du produit a été faite par dissolution dans l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, addition de noir décolorant, filtration et alcalinisation du filtrat quasi incolore, par l'hydroxyde sodique. L'alcaloïde précipite presque quantitativement. Lavé et séché, le produit présente les caractères suivants : insolubilité complète dans l'eau, très faible solubilité dans l'alcool absolu, l'alcool à 95°, l'éther, le chloroforme et le benzène; solubilité très rapide dans les acides dilués, pour donner des sels cristallisés. Point de fusion peu net : jaunissement vers 230°; fusion vers 248°. Pouvoir rotatoire dans un mélange pyridine-alcool $\alpha[D] = -77^{\circ}80$. Réactions spéciales: réactif de Froedhe : coloration verte intense immé-

diatée; acide nitrique concentré : coloration orange-rouge; fluorescence bleue très prononcée par addition de permanganate à 1 ‰, à une solution sulfurique d'alcaloïde. (Réaction la plus spécifique de la lycorine selon Gorter.) On sait que l'hydrastine en solution sulfurique donne par le permanganate une fluorescence bleu verdâtre. L'examen des deux solutions (lycorine et hydrastine) dans la lumière de Wood permet de différencier les deux produits : la lycorine développant dans ces conditions une intense fluorescence bleue, rappelant celle donnée par les solutions de sulfate acide de quinine; l'hydrastine donnant, elle, une fluorescence nettement verdâtre.

L'identité de l'alcaloïde extrait est déjà indiscutable.

Nous avons cependant poussé plus loin la purification du produit dont quelques constantes s'écartaient par trop de celles données par Gorter ⁽¹⁾, par formation du chlorhydrate dans l'alcool à 50°. A partir du chlorhydrate, la base a été isolée et dissoute à chaud dans l'alcool absolu.

La lycorine a cristallisé sous forme de petits prismes parfaitement incolores. A partir du chlorhydrate, nous avons également préparé le picrate, dont la forme cristalline et le point de fusion sont caractéristiques.

Voici les constantes de ces trois formes :

Lycorine base. — Point de fusion (au tube). Jaunissement vers 230°. Point de fusion : 268-269°. $\alpha[D]^{22}$ (mélange d'alcool absolu et pyridine) — 94°32.

Picrate de lycorine. — Paillettes cristallines ou aiguilles jaunes; point de fusion : 191°-192° (fig. IV).

Chlorhydrate de lycorine. — Cristallise avec une molécule d'eau, en aiguilles soyeuses, incolores. Point de fusion : 202-203°, avec coloration jaune et dégagement

(1) K. GORTER, *Bull. Jard. Bot. Buitenzorg*, vol. II, sér. 3, p. 1.

gazeux (décomposition). $\alpha[D]^{20} + 42.75$. (A remarquer le $\alpha[D]$ droit des sels de lycorine, alors que la base est lévogyre, caractère qui a permis à Gorter de montrer la parenté étroite de la structure chimique de la lycorine avec celle de l'hydrastine.)

D'où il résulte que l'alcaloïde extrait des racines et bulbes des *Crinum Congolense* et *Laurentii* est bien la lycorine. A remarquer la proportion obtenue (13 gr. environ par kg. de matière desséchée), la plus élevée de celle connue à ce jour, qui fait des deux *Crinum* en cause une excellente source d'obtention d'un produit dont l'activité physiologique aurait grand intérêt à être précisée et dont l'utilisation comme médicament antidysentérique mériterait d'être envisagée.

Jusqu'ici, les feuilles de *Crinum* n'avaient fait l'objet d'aucune recherche. Les 140 gr. de feuilles desséchées spontanément, que nous avons soumises au même traitement que les bulbes et racines, nous ont permis de retirer 1 gr. 30 de lycorine caractérisée par son point de fusion, et ceux de son chlorhydrate et de son picrate.

Extraction des sucres.

Les anomalies apparentes constatées lors des essais biochimiques nous ont amené à tenter l'extraction des holosides, bien qu'au point de vue physiologique l'intérêt offert par ces recherches ne soit qu'assez secondaire.

La séparation de l'alcaloïde nous a donné une solution aqueuse alcaline que nous avons d'abord neutralisée avant de tenter la méthode d'extraction habituelle des sucres par l'hydroxyde barytique. L'hydroxyde barytique mélangé par trituration au mortier aux 1.500 c.c. de solution, provenant du traitement des racines et bulbes, a provoqué la formation d'un précipité peu abondant que nous avons recueilli. Le filtrat a été additionné de trois volumes d'alcool à 70°, ce qui a provoqué la formation d'un abondant précipité blanc crémeux qu'on a recueilli, essoré et

lavé sur Buchner. Le filtrat, en raison de sa déviation dextrogyre, a été conservé. La combinaison barytique a été délayée dans de l'eau et décomposée par de l'acide sulfurique dont le léger excès a été immédiatement neutralisé par le carbonate calcique. On a porté à l'ébullition, puis filtré après refroidissement. On a ainsi obtenu 1.350 c.c. de filtrat optiquement neutre et très faiblement réducteur, qu'on a évaporé à fond. Le résidu sirupeux, d'un poids de 52 gr. 50, fut épuisé d'abord par 200 c.c. d'alcool à 95°, puis à dix reprises au moyen, chaque fois, de 150 c.c. d'alcool à 70°. Les trois premières solutions seules présentent une déviation faiblement droite (+ 0°80, + 1°30 et + 1°10). Aucun précipité ne s'y est formé, même après un mois; toutes les autres solutions sont lévogyres et donnent la réaction des sucres cétoniques de Selivanoff. Celles-ci ont été réunies et distillées. Le résidu sirupeux obtenu a été repris par 100 c.c. d'eau; la solution a été filtrée, épuisée à fond par l'éther, puis précipitée par un grand excès d'alcool fort, ce qui a déterminé la précipitation d'un produit visqueux, blanchâtre, adhérant fortement aux parois des vases. On a séparé ce produit après clarification de l'alcool et on l'a soumis, à titre de purification, à deux nouvelles précipitations en milieu alcoolique. Finalement le produit a été séché à l'air libre, puis à 100-110°. Nous le considérons comme une lévulosane à peu près pure. En effet, au contact de vapeur d'acide chlorhydrique, ce produit prend peu à peu une teinte brune, pour se transformer finalement en un « goudron » visqueux brun noirâtre (caractère des lévulosanes, renseigné par Collin et de Cugnac) ⁽¹⁾. Le produit sec possède un pouvoir rotatoire lévogyre de —24°50.

$$p=1; \text{Vol}=50; l=2; \alpha=-0^{\circ}93.$$

Sa solution, non réductrice, est très rapidement hydrolysée par l'acide chlorhydrique très dilué (1 %), et bouil-

(1) H. COLLIN et A. DE CUGNAC, *Bull. Chim. biol.*, t. VIII, p. 621, 1926.

lant, devenant réductrice et ne donnant pas de réaction de sucre aldéhydique. Ainsi une solution à 2 %, possédant au départ un α de $-0^{\circ}93$, renferme après hydrolyse 1 gr. 725 % de sucre réducteur pour une déviation gauche de -2.96 . Or, si l'on estime que 2 gr. de lévulosane pure doivent donner approximativement 2 gr. de lévulose à l'hydrolyse, il est manifeste que le produit obtenu, quoique lévulosane sans aucun doute, n'est cependant pas encore suffisamment purifié. Si, d'autre part, on calcule le pouvoir rotatoire d'une solution renfermant 1 gr. 725 % de sucre réducteur calculé en lévulose, et ayant une déviation de $-2^{\circ}96$, on trouve

$$\frac{-2^{\circ}96 \times 100}{1.726 \times 2} = -86^{\circ}3$$

c'est-à-dire assez voisin de celui du lévulose pur -93° .

Une solution de même concentration (1 : 50), ayant au départ une déviation de $-0^{\circ}93$, soumise à l'action de l'invertine, possédait, après l'action du ferment, une déviation égale à $-2^{\circ}86$ et renfermait 1 gr. 608 de sucre réducteur, ce qui nous permet de tirer cette conclusion que la lévulosane des *Crinum* s'hydrolyse complètement par l'invertine en donnant du lévulose exclusivement.

Restait à extraire le sucre droit accompagnant la lévulosane. A cet effet, les solutions alcooliques obtenues après séparation du précipité barytique qui présentaient une faible déviation droite (explicable seulement par une précipitation incomplète de la combinaison barytique en milieu insuffisamment riche en alcool) ont été réunies aux trois premières solutions dextrogyres d'épuisement des sucres libérés, du traitement précédent, distillées d'abord jusqu'à départ d'alcool, neutralisées, puis évaporées à faible volume. Celui-ci fut de nouveau soumis au traitement barytique ordinaire, puis à la série d'opérations d'extraction courantes par l'alcool.

On a finalement obtenu, après purification, un produit en cristaux incolores, très soluble dans l'eau, de saveur

très sucrée, non réducteur, qui présentait un pouvoir rotatoire égal à

$$\alpha[D] = +66^{\circ}25.$$

$$p = 1.585; \text{Vol.} = 100; \alpha = 2^{\circ}10; l = 2.$$

Cette solution, soumise à l'hydrolyse acide, devient réductrice et lévogyre : soit 1,622 gr. % de sucre réducteur calculé en glucose pour une déviation de $+0^{\circ}60$, ce qui donne un indice de réduction acide de 600. Ce produit est du saccharose pur.

En conclusion, les racines, bulbes et feuilles des *Crinum Laurentii* Dur. et De Wild. et *Crinum congolense* De Wild. renferment :

1° Un alcaloïde, identifié avec la lycorine, déjà signalé dans d'autres espèces de *Crinum* et diverses Amaryllidacées.

2° Un sucre lévogyre, hydrolysable par les acides dilués et l'invertine en donnant du lévulose exclusivement.

3° Un sucre droit, obtenu à l'état pur et cristallisé : du saccharose.

Des essais pratiqués au cours de ce travail, montrent que ces *Crinum* ne renferment pas de saponine.

CRINUM PURPURASCENS var. **ANGUSTIFOLIUM** DE WILD.

Il nous paraît inutile de reprendre par le détail les opérations suivies tant dans la localisation de l'alcaloïde que dans son extraction : ce serait nous répéter.

Disons simplement que l'alcaloïde est localisé dans les mêmes régions histologiques que celles observées pour les deux espèces précédentes, tant en ce qui concerne les racines que les bulbes et les feuilles. Les diverses parties de la plante fraîche ont été traitées séparément en vue de l'extraction de l'alcaloïde. Nous avons obtenu le rendement suivant :

Bulbes frais : 2 gr. 33 par kilog.

Racines : 1 gr. 70 par kilog.

Feuilles : 1 gr. 227.

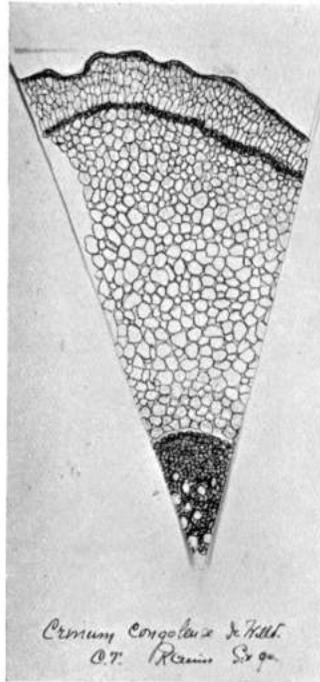


FIG. 1.
Crinum Congolense DE WILD.
(Grandeur : $\times 90$.)
Localisation de la Lycorine.
Epiderme. Suber. Endoderme. Liber.

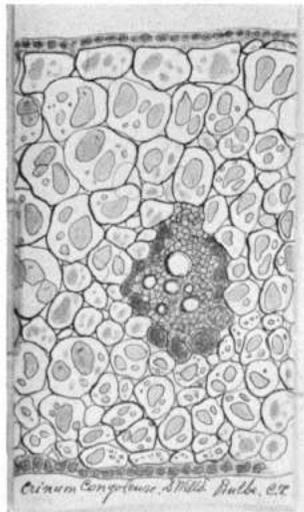


FIG. 2.
Crinum Congolense DE WILD.
(Grandeur : $\times 150$.)
Coupe de Bulbe.
Localisation de la Lycorine.
Epidermes. Gaines endodermiques. Liber.

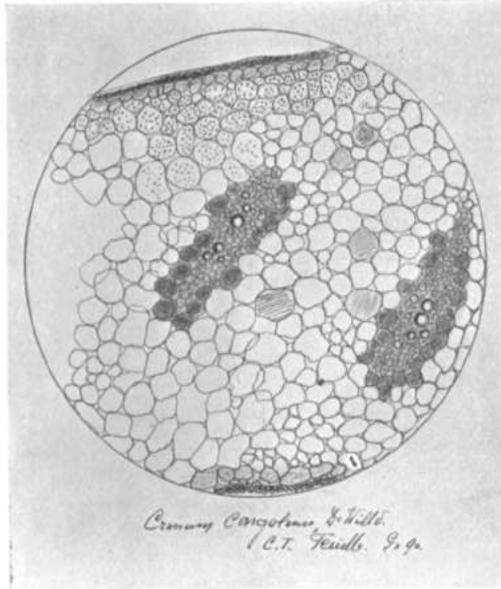


FIG. 3.

Crinum Congolense DE WILD.
(Grandeur : $\times 90$.)

Localisation de la Lycorine.
Épidermes. Gains endodermiques. Liber.

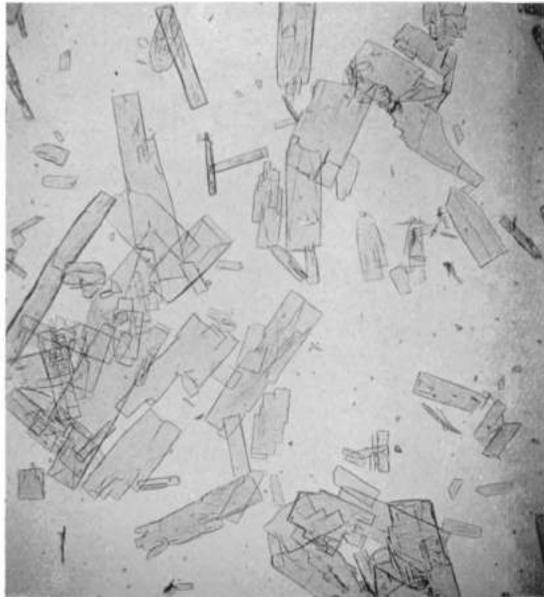


FIG. 4. — Picrate de Lycorine.
(Grandeur : $\times 80$.)

La lycorine obtenue a été caractérisée par ses constantes et des réactions spéciales.

Cette espèce ne renferme pas de saponine.

L'extraction des sucres n'a pas été tentée.

**BULBES RAPPORTÉES PAR LE D^r WOLLANSKY, ATTRIBUÉS A
CRINUM SCABRUM HERB.**

Ces *Crinum* mis en culture au Jardin colonial de Laeken forment vraisemblablement deux variétés attribuables au *Crinum scabrum* Herb. : les gros bulbes et les petits ont été examinés séparément.

Ces deux formes renferment beaucoup moins d'alcaloïdes que les espèces précédentes. C'est ainsi que des racines et bulbes réunis de la variété à gros bulbe (variété sauvage et considérée comme moins active), nous n'avons pu obtenir que 0.70 gr. $\frac{\circ}{\infty}$ d'alcaloïde identifié avec la lycorine; les petits bulbes et leurs racines n'en renferment que 0,36 gr. par kilog. de matériel frais.

Cet abaissement du titre alcaloïdique est-il le résultat de la culture? Nous sommes d'autant plus porté à le croire qu'un autre échantillon de *Crinum scabrum* Herb., provenant des serres de Laeken, non dépourvu d'alcaloïde, en renferme toutefois une quantité si faible que son extraction, à l'état de traces, n'a été possible que par l'emploi des dissolvants : éther et chloroforme.

Seules la coloration donnée par le réactif de Froedhe et la fluorescence bleue obtenue par l'action du permanganate sur une solution sulfurique de l'alcaloïde nous autorisent à l'identifier avec la lycorine.

Terminons en disant que *Crinum scabrum* Herb., tant les bulbes du D^r Wollansky que l'échantillon cultivé à Laeken, renferment une saponine à propriétés hémolytiques manifestes. C'est la seule particularité qu'on peut leur reconnaître.

M. H. Schouteden. — A propos du Paon congolais.

Mon excellent ami, le D^r James P. Chapin, a récemment décrit ⁽¹⁾ un oiseau remarquable des collections du Musée du Congo Belge, sous le nom d'*Afropavo congensis*. Il s'agissait d'un Paon, dont la découverte était d'autant plus inattendue au Congo qu'aucun Paon n'était connu d'Afrique.

Les circonstances de la « découverte » de ce Paon par M. Chapin méritent d'être rappelées ici :

En 1914, le Musée du Congo Belge avait reçu en don de la Compagnie du Kasai les collections ethnographiques et zoologiques qu'elle avait antérieurement conservées dans ses locaux privés. Parmi les collections zoologiques, peu importantes, se trouvait notamment le type du *Dendromus kasaicus* de Dubois ⁽²⁾, espèce restée énigmatique pour les ornithologues : je constatai aussitôt qu'il s'agissait d'un exemplaire du commun *Dendromus caroli*, artificiellement « embelli » par les soins d'un préparateur trop zélé ⁽³⁾. A côté d'oiseaux vraiment indigènes, cette collection renfermait divers oiseaux domestiques : poules, canards et deux « *Pavo cristatus* », Paons domestiques « importés », ainsi que le disait une étiquette. Ces « importés » furent simplement mis à l'écart, n'offrant apparemment pas d'intérêt au point de vue scientifique; ils n'attirèrent l'attention d'aucun de ceux qui eurent l'occasion de les voir, juchés sur une armoire, les Paons n'étant pas

(1) CHAPIN, J. P., A New Peacock-like Bird from the Belgian Congo. (*Rev. Zool. Bot. Afr.*, XXIX, pp. 1-6, fig., 1936.)

(2) DUBOIS, ALPH., Descriptions d'Oiseaux nouveaux du Congo belge. (*Rev. Franç. Ornith.*, n° 22, p. 17, 1911.)

(3) SCHOUTEDEN, H., Note sur un Pic du Congo. (*Rev. Zool. Afr.*, IV, p. 143, 1915.)

africains. Personne n'eût pu imaginer qu'un oiseau de la taille d'une Pintade, et du coloris brillant de nos deux exemplaires, pût passer inaperçu jusqu'en notre temps, alors que tant de récoltes ornithologiques ont été faites en Afrique, et qu'il devient presque impossible de découvrir même une très petite espèce encore inconnue. Et cependant...

M. Chapin, en 1913, au cours du long séjour qu'il fit dans le Nord-Est de la Colonie, avait trouvé à Avakubi, sur le chapeau d'un indigène, une plume qu'il n'avait pu identifier, mais qu'il avait précieusement conservée. Plume de Gallinacé, mais certainement pas d'une Pintade: brun-roux, rayée de noirâtre. Jamais les indigènes, avec lesquels il s'entretenait cependant couramment de tous les oiseaux de leur région, ne lui parlèrent d'un grand oiseau qui eût pu faire songer au « propriétaire » de la plume en question. Rentré en Amérique, jamais il ne put, non plus, trouver l'indication d'un oiseau auquel elle pût se rapporter. Cette plume cependant allait déterminer la découverte ornithologique la plus remarquable qui ait été faite en ces dernières années.

En effet, au cours du long séjour qu'il vient de faire au Musée du Congo Belge, pour y mettre au point, à l'aide de nos vastes collections, le second volume de ses *Birds of the Belgian Congo*, M. Chapin vint à se trouver en présence de nos deux Paons « importés ». Quelle ne fut pas sa stupeur en reconnaissant en l'un d'eux un oiseau qui portait des plumes identiques à celle qu'il avait récoltée dans les circonstances que je viens de rappeler !

Nul autre que M. Chapin n'eût assurément pu identifier ces oiseaux avec une espèce congolaise, car ils ne portaient aucune indication d'origine et, tout au contraire, leur étiquette indiquait qu'il s'agissait d'oiseaux importés : chose parfaitement vraisemblable, puisque tous les Paons connus étaient asiatiques. La plume que mon ami avait si heureusement conservée levait pour lui tout doute : elle

avait été récoltée en un endroit où certainement aucun Paon n'avait jamais été importé et sur un chapeau indigène.

Par une coïncidence curieuse, M. Chapin recevait peu de jours après confirmation de son « diagnostic ». Au cours d'une conversation qu'il avait avec M. de Matelin de Papigny, il apprenait que celui-ci avait eu occasion de voir à Angumu, au Sud de Makala, un oiseau très curieux, dont il fit à M. Chapin une description qui ne laissait aucun doute : il s'agissait du Paon en question.

M. Chapin, ayant fait expédier de New-York la plume qu'il avait conservée, put la comparer à celles que portait notre oiseau : il s'agissait bien des mêmes plumes. Il décrit alors l'oiseau sous le nom significatif d'*Afropavo congensis*, lui donnant en même temps le nom populaire de « Paon congolais ».

La découverte en Afrique et particulièrement au Congo et en forêt tropicale, d'un oiseau de la famille des Paons, est d'un intérêt zoogéographique considérable; elle pose un problème difficile à résoudre. Les affinités de l'oiseau sont évidemment orientales, les Paons vrais étant asiatiques, et M. Chapin le considère, à bon droit, comme représentant un type très primitif des Phasianidés; du reste, bien que de coloration brillante, il ne présente pas les « yeux » des Paons vrais, pas plus qu'il ne présente de traîne. C'est un oiseau de forêt, ainsi que le montre la découverte d'une plume à Avakubi, en pleine sylvie tropicale.

M. Chapin avait rapporté sa plume d'Avakubi, donc de l'Ituri. Par contre, les deux exemplaires reçus de la Compagnie du Kasai, bien que ne portant aucune indication de provenance, ne pouvaient être originaires que du Sud de la Colonie, où cette Compagnie avait ses exploitations. Dans la note où il décrivait l'*Afropavo*, M. Chapin disait donc : « il n'est pas impossible que les forêts orientales du Congo abritent une race distincte de celle à laquelle appar-

tiennent les deux seuls exemplaires montés que nous possédons jusqu'ici ».

Mon excellent ami s'est proposé de résoudre ce problème. Je viens, ce samedi, de le conduire à l'avion qui l'emporte au Congo, à la recherche d'un oiseau dont la découverte a stupéfait tous les ornithologistes.

Il m'a paru important de vous dire, dès à présent, que l'origine congolaise de l'*Afropavo* est dès maintenant hors de doute. Il m'est, en effet, déjà possible d'indiquer deux localités où des exemplaires authentiques ont été récoltés, exemplaires qui tous deux viennent enrichir les collections de Tervueren.

Dès publication de la note descriptive de Chapin, il sembla intéressant au Cercle zoologique congolais, que je préside, de reproduire dans son *Bulletin*, si répandu au Congo, les grands traits de cette note. A peine le fascicule renfermant cet article ⁽¹⁾ était-il reçu au Congo, que je recevais avis de plusieurs de nos membres que l'oiseau qu'on signalait à leur attention leur était bien connu. Ces indications me laissaient cependant encore quelque peu sceptique, je n'hésite pas à l'avouer.

Mais alors, un autre de nos membres, M. Geldhof, me fit savoir qu'il avait jadis tué un exemplaire du Paon congolais, qu'il l'avait envoyé à l'un de ses parents, et que je pouvais en prendre possession pour le Musée du Congo Belge. S'il n'avait pas joint cet oiseau à ceux qu'antérieurement il nous avait offerts, c'était uniquement qu'il ne pouvait lui venir à l'esprit qu'un oiseau de la taille d'une Pintade et aussi joliment coloré, fût encore inconnu. On devine avec quelle anxiété M. Chapin et moi-même nous attendîmes le retour de l'excellent préparateur du Musée, M. René Opdenbosch, envoyé chercher l'oiseau. Et notre joie de constater qu'il s'agissait bien du Paon congolais !

⁽¹⁾ CHAPIN, J. P., Le Paon congolais. (*Bull. Cercle Zool. Cong.*, XIII, p. 47, 1937.)

C'était un splendide exemplaire, en parfait état de conservation, ainsi que le montre la photo ci-jointe (fig 1). L'habitat congolais de l'*Afropavo* était, cette fois, indubitablement démontré.

M. Geldhof m'a envoyé les indications que voici sur les circonstances de sa trouvaille, si importante au point de vue zoologique :

« L'oiseau en question, un magnifique mâle, a été abattu en pleine forêt très dense, à 50 km. de Stanleyville, en 1930. Les Noirs me disaient « Kanga, Bwana », et voyant courir l'oiseau, je fis feu. Un magnifique oiseau râlait par terre, un peu plus grand qu'une Pintade, plutôt genre Faisan, mais ayant complètement les couleurs du Paon. Sur la remarque faite aux Noirs que ce n'était pas une Pintade, ils me dirent que c'était bien une Pintade, mais très rare en forêt. »

Les types décrits par Chapin dans la collection de Tervueren provenaient, je l'ai dit, du Sud de la Colonie. L'exemplaire tué par M. Geldhof provient de la forêt de Stanleyville. En les confrontant, on a déjà l'impression que Chapin avait à bon droit supposé l'existence de deux races de cet oiseau extraordinaire.

Mais la chance continuait à nous favoriser. Il y a deux jours, je recevais d'un des correspondants du Musée, le Révérend Wilson, qui dès l'abord m'avait écrit qu'il connaissait l'oiseau dont parlait le *Bulletin du Cercle zoologique congolais*, une lettre-avion m'annonçant qu'il venait d'en récolter un exemplaire et l'envoyait au Musée. Il joignait à sa lettre deux photos, hâtivement faites, qui ne laissent aucun doute sur l'identification de l'oiseau. Il s'agissait cette fois d'un beau mâle récolté près de Lusambo et qui doit donc appartenir à la race du Sud, c'est-à-dire à la race typique.

Je reproduis ici l'une des photos reçues du Révérend Wilson (fig. 2). Bien que cette photo, prise dans des con-



FIG. 1. — *L'Afropavo congensis* CHAPIN, de Stanleyville.



FIG. 2. — Tête de l'exemplaire de Lusambo.

ditions défavorables, ne soit pas parfaite, elle laisse cependant reconnaître aisément l'aspect caractéristique de la tête du Paon congolais, avec la huppe de quelques plumes à l'arrière. Mais elle montre aussi que cet exemplaire porte devant cette huppe une touffe de longs crins, plus longs même que les plumes, alors que les types décrits par Chapin ne présentaient à cette même place que des crins ne dépassant guère le crâne : sans aucun doute étaient-ils brisés dans ces exemplaires. Dans sa lettre, le Révérend Wilson me signale qu'il a compté 200 crins dans cette touffe.

Je n'insisterai pas sur les caractères des deux oiseaux dont si heureusement la découverte vient confirmer le flair de mon excellent ami M. Chapin. Je veux laisser à celui-ci le plaisir de décrire plus en détail les magnifiques oiseaux que sont les *Afropavo congensis* Chapin.

Je noterai simplement qu'au point de vue ornithologique, la découverte du Paon africain est aussi remarquable que le fut celle de l'Okapi. Et, encore, celui-ci est-il parent des Girafes, type africain, tandis que l'*Afropavo* n'a aucun parent en Afrique dans l'état actuel de nos connaissances.

La découverte du bel oiseau de la région des Volcans du Kivu que j'ai décrit sous le nom de *Prionops alberti* était déjà surprenante. Celle-ci est complètement inattendue.

Séance du 17 juillet 1937.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Bruynoghe*, directeur.

Sont présents : MM. Buttgenbach, Delhaye, Dubois, Gérard, Henry, Marchal, Robert, Rodhain, Schouteden, membres titulaires; MM. Burgeon, Delevoy, Frateur, Hauman, Leynen, Robyns, Van den Branden, Van Straelen, membres associés et M. De Jonghe, Secrétaire général.

Excusés : MM. De Wildeman, Droogmans, Shaler et Wattiez.

Communication de M. J. L. Frateur.

M. *Frateur* donne lecture d'une étude intitulée : *La notion de race à la lumière des données de l'hérédité expérimentale*. Il examine d'abord les caractères qui servent à l'identification des races. Il distingue les caractères héréditairement fixes et ceux modifiés sous l'influence du milieu.

L'hérédité expérimentale permet d'étudier les caractères raciaux au moyen de la méthode mendélienne. Celle-ci consiste à croiser les individus qui possèdent certains caractères déterminés, avec ceux qui ne les possèdent pas. Ces derniers s'appellent réactifs.

Pour expliquer l'origine des races, M. *Frateur* émet l'hypothèse de l'hétérozygotie originelle dans l'espèce. Tous les individus de l'espèce ne sont pas homozygotes ou purs dans tous leurs caractères. L'union fortuite d'individus homozygotes avec des hétérozygotes produit par dissociation mendélienne, la variation. Celle-ci se limite à la dissociation d'un caractère spécifique complexe en

caractères plus simples, qui sont le point de départ des races dans le cadre de l'espèce.

M. Frateur constate que peu de races ont une fixité absolue. Leur variabilité est limitée génotypiquement par les possibilités de dissociation de leurs caractères héréditaires et phénotypiquement par les modifications pouvant être produites dans leur caractère définitif par les conditions de milieu dans lesquelles elles évolueront.

Le mélange des races est cause de l'extension de leur courbe de variabilité. Une race homozygote ou pure, ayant tous ses caractères héréditaires doubles, est d'une façon générale plus limitée dans ses possibilités qu'une race hétérozygote ou impure.

Pour les races humaines, l'hétérozygotie, abstraction faite de quelques caractères fondamentaux comme ceux qui leur donne une adaptation parfaite aux conditions du milieu, présente des avantages sur l'homozygotie. Il semble donc que ce soit à tort qu'on appelle communément améliorées ou perfectionnées, les races sélectionnées, et communes, non améliorées, vulgaires, les races qui n'ont pas subi un travail de sélection.

M. Frateur conclut que le mélange des races et des groupes ethniques est préférable à la sélection qui vise le maintien de la pureté de la race. (Voir p. 587.)

Cette lecture donne lieu à un échange de vues entre M. Frateur et MM. Rodhain, Van Straelen, Leynen, le Président et Dubois.

Concours annuel de 1937.

La Section entend le rapport de MM. Hauman et Robijns sur le mémoire intitulé : *Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo.*

Les rapporteurs proposent d'attribuer le prix de 5,000 fr. à ce mémoire.

La Section adopte cette proposition et décide que ce

travail sera publié dans les *Mémoires*. L'auteur, M. J. Lebrun, sera invité à supprimer, d'accord avec les rapporteurs, certaines répétitions inutiles qui alourdissent son exposé.

Rapport sur un Mémoire.

MM. *Buttgenbach* et *Delhaye* font rapport sur le mémoire de M. Michot, intitulé : *La géologie du Ruwenzori septentrional*. (Voir p. 602.)

Se ralliant à leurs conclusions, la Section décide l'impression de cette étude dans les *Mémoires* in-8° de l'Institut.

La séance est levée à 16 h. 30.

M. J. L. Frateur. — La notion de race à la lumière des données de l'hérédité expérimentale.

Le but de cette communication n'est pas de comparer entre elles les différentes définitions que les biologistes, les ethnologues, les sociologues et autres, ont donné de la race. Cela ne me paraît d'ailleurs pas avoir d'utilité pour l'exposé que je vais faire. Ce sur quoi les auteurs semblent bien d'accord, c'est que les races sont toutes rattachées à des espèces bien déterminées. Celles-ci sont caractérisées par un ensemble de caractères, dits spécifiques, qui les différencient nettement les unes des autres. Il en est de même d'ailleurs des races appartenant à des espèces différentes. Ainsi, les multiples races de chiens rattachées à l'espèce *canis l. familiaris* Lin., sont nettement différentes des races de lapins rattachées à l'espèce *lepus cuniculus*, et des races humaines rattachées à l'espèce *homo sapiens*. Mais si la distinction est relativement facile entre les races d'espèces différentes, il n'en est plus ainsi pour les races de même espèce.

Pour distinguer les espèces on a des caractères nets, presque toujours de nature morphologique. Ce sont des caractères du squelette, de la dentition, l'absence ou la présence d'un organe, etc. Mais pour distinguer les races, on doit user fréquemment de caractères qui sont loin de présenter les particularités nettes et tranchées des caractères spécifiques. Pour distinguer les races on utilise certes encore des caractères morphologiques, mais ceux-ci n'ont souvent pas la netteté des caractères morphologiques spécifiques. C'est ainsi que l'on emploie fréquemment les caractéristiques de la peau et des productions épidermiques. La couleur noire de la peau du nègre le différencie de la couleur blanche de la peau du blanc. Mais on

trouve parfois aussi des nègres bruns, rouges, blancs albinos. Il y a des races de porcs blancs, noirs, rouges, gris, etc. Il y a des races de lapins noirs, bleus, bruns, gris-perle, jaunes, blancs. Et suivant la répartition de la couleur sur le corps ou sur les poils, le nombre de races des lapins augmente dans de fortes proportions. Il y a de plus des caractères distinctifs dans la forme des poils. Chez telle race, le poils est dur, chez telle autre soyeux ou laineux. Et, chose curieuse, beaucoup de ces caractères, nettement définis cependant, se rencontrent dans des races appartenant à des espèces différentes. La couleur blanche de l'homme me semble analogue à celle du porc, la couleur noire du nègre à celle de la volaille andalouse noire; le poils laineux se rencontre chez l'homme et le mouton, le poils soyeux chez la chèvre, le mouton, le lapin, la volaille, etc., etc.

Ce qui complique, d'autre part, l'identification des races, c'est que les ethnologues se sont servi de caractères physiologiques pour l'identification des races. Or, ces caractères sont d'une très grande sensibilité vis-à-vis des conditions de milieu. Celles-ci peuvent les amplifier ou les réduire dans des proportions parfois énormes. Une vache de race laitière mal nourrie ne donnera pas la quantité de lait en rapport avec son aptitude laitière héréditaire. Un cheval de course non entraîné pourrait être dépassé sur le turf par un cheval de trait. Une poule de race pondeuse, ayant une aptitude héréditaire de 200 œufs, sera analogue, comme production d'œufs, à une poule de ferme, si sa ration journalière ne renferme pas des quantités appropriées de substances protectrices et énergétiques.

Cela ne suffit malheureusement pas encore pour faire un peu de lumière dans la question de l'identification des races!

Les groupes de caractères ethniques, morphologiques et physiologiques signalés, sont de véritables caractères

héréditaires. Ils peuvent, certes, présenter des modifications parfois très étendues sous l'influence du milieu. Mais il y a toujours la base héréditaire qui leur donne la fixité voulue pour qu'on puisse les identifier. Mais, dans la circonscription d'une race, on fait très souvent intervenir des aptitudes non héréditaires, véritables caractères acquis, transmis par éducation, de génération en génération. Ces aptitudes existent chez les animaux, notamment, à la suite de certaines gymnastiques fonctionnelles, ou d'une éducation différente. Ainsi, par exemple, les poules élevées pendant quelques générations dans des fermes situées le long d'une route fréquentée par les autos ne se laissent plus écraser, les poules couveuses ayant éduqué les poussins. Mais c'est surtout pour les races humaines que ces caractères non héréditaires jouent un rôle très important. Tout homme subit, dès le moment où il est conçu dans le sein de sa mère, l'influence du milieu dans lequel il vivra. Car la mère est, pour le fœtus, un milieu qui sans pouvoir changer en quoi que ce soit sa formule héréditaire établie au moment de la fécondation, peut cependant produire des modifications phénotypiques des caractères héréditaires qui lui seront propres. Elle peut aussi déjà lui communiquer certains caractères qu'elle a acquis et qui ne sont pas héréditaires. Tout ce qui fait partie du patrimoine civilisation exerce son influence sur le nouvel individu pendant toute sa vie, et peut emmener toute une série de caractères acquis, non héréditaires. Chaque génération nouvelle doit les acquérir à nouveau.

Ajoutez à cela des considérations d'ordre politique, social, militaire et autres que l'on fait intervenir pour circonscrire les races humaines et vous avez un imbroglio tel qu'il est presque impossible d'y voir clair.

Toute race est cependant caractérisée par un ensemble de caractères héréditaires qui ne se rencontrent que chez elle. Ce sont ces caractères héréditaires propres, c'est-

à-dire, ce génotype de la race, qui forment seuls une base solide pour son identification. Tout le groupe des caractères acquis, si important surtout chez l'homme, est à rejeter, parce qu'ils ne sont pas spécifiquement caractéristiques. Toutes les races peuvent les acquérir ou les perdre. Les caractères héréditaires sont constants, à travers les générations; les caractères acquis ne le sont pas.

Quand on étudie très objectivement les différences de races, c'est-à-dire les caractères ethniques réels, héréditaires, on arrive à la conclusion qu'il n'y a qu'un petit nombre de caractères différentiels comparativement au nombre très considérable de caractères communs. La race de moutons mérinos est nettement différenciée de la race de mouton karakul. Celle-ci a, entre autres, une grosse queue, une laine dure de couleur noire à la naissance avec des mèches enroulées en long et en forme de cigarettes; la première a une queue fine, une laine fine de couleur blanche à la naissance avec des mèches enroulées en petites boules. Mais à part quelques caractères différentiels, que de caractères communs et dans la morphologie et dans la physiologie de tous les organes ! Il en est ainsi pour toutes les races d'une même espèce. On ne regarde que le peu qui différencie, sans considérer la presque totalité qui est identique. Cela est surtout vrai pour les races animales; mais cela est surtout vrai pour les races humaines.

L'hérédité expérimentale nous donne sur la nature même des races, et sur leurs caractères différentiels, des renseignements précis, vraiment scientifiques. L'hérédité expérimentale permet d'étudier les caractères héréditaires des races au moyen de la méthode mendélienne, appelée ainsi d'après son génial inventeur, le moine Augustin Grégor Mendel, qui la mit au point. Elle a subi certes des modifications de détail, par exemple, le recroisement de types parentaux avec des types de dissociation filiale. Mais c'est quand même toujours la même méthode. Elle fait

L'étude de caractères héréditaires bien déterminés, en croisant des sujets qui les possèdent avec des sujets qui ne les possèdent pas. Ces derniers nous les appelons : *réactifs* parce qu'ils permettent de juger de la nature génotypique du caractère héréditaire étudié. On comprend que le choix du réactif : animal ou plante, a une importance capitale pour l'exactitude des résultats. Il faut que sa nature génotypique soit bien établie par des recherches préliminaires. L'étude des caractères héréditaires par des méthodes autres que le croisement méthodique, et par l'emploi pour ces croisements de réactifs à nature génotypique non bien établie, donne des renseignements de valeur scientifique nulle ou insuffisante. Malheureusement la méthode mendélienne est limitée par les possibilités de croisement de l'être vivant, dont on veut étudier un caractère héréditaire, avec l'être vivant réactif. Il en résulte que l'hérédité expérimentale a son domaine limité à peu près au cadre de l'espèce, seuls les individus de la même espèce ayant entre eux une fécondité suffisante. Il y a certes des exceptions telles, par exemple, les races autostériles, les races à caractères létaux. Mais, à part cela, les races et les variétés d'une espèce déterminée ont une fécondité largement suffisante pour permettre l'étude expérimentale de tous leurs caractères héréditaires différentiels.

Les hybrides entre espèces différentes, tout en n'ayant pas la même importance comme matériel expérimental, ont cependant une valeur très grande. Présentant des caractères de synthèse, ils nous permettent de soulever un peu le voile des caractères possédés probablement par leur ancêtre géologique commun.

Dans les très nombreuses recherches d'hérédité expérimentale que nous eûmes l'occasion de poursuivre en ordre principal sur différentes races animales et en ordre secondaire sur les races de plantes, nous avons choisi pour nos études, de préférence des caractères morphologiques, parfois des caractères physiologiques, mais toujours des

caractères facilement identifiables, des caractères extérieurs dans le vrai sens du mot. Nous avons laissé de côté comme ne rentrant pas dans le cadre de l'hérédité expérimentale, toutes spéculations sur la nature intime de l'hérédité ou des facteurs héréditaires : gens, déterminants, etc. et sur leurs localisations nucléaires ou protoplasmiques. L'analyse systématique des caractères héréditaires distinctifs des races et des variétés est un domaine tellement vaste qu'on ne doit pas en sortir pour trouver des données donnant satisfaction.

Les espèces, comme leurs races, ont un ensemble de caractères héréditaires propres, bien définis, qui les caractérisent. Ainsi, par exemple, on distingue les équidés par la nature de leurs extrémités, la configuration de leur estomac, la présence d'un 3^e trochanter au sommet du fémur, ainsi que par toute une série d'autres caractères, plus difficiles à repérer mais non moins réels. Tous les animaux équidés trouvent facilement leur place dans l'ordre des imparidigités.

Mais, au fur et à mesure que l'on descend l'échelle systématique, les caractères réellement propres, distinctifs diminuent. *L'equus caballus* se distingue encore très facilement du *tapirus indicus*. Mais les caractères distinctifs sont beaucoup moins prononcés entre un *equus caballus* Prewalsky et un *equus zebra* et un *equus asinus*; ils le sont moins encore entre un *equus asinus hemionus* et un *equus asinus africanus* et entre celui-ci et un *equus asinus somaelicus*.

Quand on étudie enfin les individus d'une espèce déterminée vivant à l'état sauvage, par exemple le *lepus cuniculus*, on constate une *uniformité*, qui sans être absolue est cependant très grande. Il n'y a plus que quelques rares caractères différentiels entre la masse de l'espèce et quelques rares individus. Les partisans de la fixité de l'espèce ont dénié toute valeur à ces rares caractères différentiels.

Les partisans de la variabilité y ont vu le point de départ d'espèces nouvelles. Ils avaient raison et tort tous les deux, car ces variations sont le point de départ non pas d'espèces nouvelles, mais de races nouvelles dans le cadre de l'espèce. Quand on étudie un très grand nombre d'individus d'une espèce sauvage, par exemple de lapins sauvages lors d'une grande battue, ou d'animaux domestiques primitifs, non améliorés, par exemple le bétail de certaines peuplades primitives, on trouve fréquemment des individus isolés présentant un ou plusieurs caractères identiques à des caractères de races. Cela nous a fait énoncer l'hypothèse de l'*hétérozygotie originelle* dans l'espèce. Tous les individus de l'espèce ne sont pas homozygotes ou purs dans tous leurs caractères. Il y a dans l'espèce quelques rares individus qui sont hétérozygotes ou impurs dans l'un ou l'autre caractère. Et leur union fortuite produit, par dissociation mendélienne, la variation. L'espèce possède donc vraiment une variabilité innée. Mais cela se limite à la dissociation d'un caractère spécifique complexe en caractères plus simples. Ceux-ci sont le point de départ des races, qui restent par conséquent dans le cadre de l'espèce.

Examinons un peu plus à fond cette importante question.

ORIGINE DES RACES.

Les races sont donc circonscrites par le cadre de leur espèce originelle dont elles proviennent. Elles diffèrent cependant des individus typiques et sauvages de leur espèce par des caractères nettement définis. Il n'est pas difficile de distinguer un cheval ardennais d'un cheval sauvage du désert de Dzoungarie; ni un lapin bleu de Beveren d'un lapin sauvage des dunes.

Ce qui caractérise le caractère spécifique et le distingue du caractère de race c'est qu'il est plus complexe que ce dernier et le renferme.

Nous avons pu établir ce fait par une série d'expériences méthodiques, faites avec toute la rigueur scientifique voulue, mais que le cadre de cette communication ne nous permet pas d'exposer en détail. Nous avons ainsi pu, d'une part, dissocier un caractère spécifique, la robe sauvage du lapin, par exemple, en tous ses caractères composants, et arriver à la production de tous les caractères ethniques, connus et inconnus qu'il renfermait. D'autre part, en faisant la synthèse des caractères dissociés, nous avons pu reproduire le caractère spécifique primitif chaque fois que les composants de ce caractère se trouvaient à nouveau réunis. Ce qui se produit parfois en unissant des sujets les plus dissemblables, par exemple, des lapins blancs albinos et des gris-perle.

D'une façon générale, les races sont donc caractérisées par des caractères héréditaires de dissociation du caractère spécifique; et elles sont plus ou moins complexes suivant la nature génétique de leurs caractères ethniques héréditaires. Ainsi, par exemple, nos essais ont montré que la couleur blanche de certaines races de moutons peut se dissocier en noir, en brun, en jaune, ce dernier étant le caractère coloré le plus simple. Il en résulte que des races à caractères complexes peuvent encore donner naissance à des races à caractères plus simples, alors que l'inverse n'est pas possible. Nous avons pu, par exemple, produire des lapins bruns et feu, bleu et feu, gris-perle et feu, jaune-orange et feu et jaune-crème et feu, en dissociant le noir et feu. Le brun et feu peut se dissocier encore en gris-perle et feu, jaune-orange et feu, jaune-crème et feu, tandis que le bleu et feu ne peut plus donner que du gris-perle et feu et du jaune-crème et feu. Ce dernier est le caractère le plus simple et ne se laisse plus dissocier. D'autre part, les synthèses brun et feu + bleu et feu et bleu et feu + jaune-orange et feu donnent le noir et feu originel, parce qu'elles réunissent tous les composants de ce caractère.

Cette donnée nous paraît avoir à côté de son importance théorique, une grande valeur pratique. Elle constitue, en effet, un guide certain pour la production de races et de variétés nouvelles de plantes et d'animaux.

Une race possédant un ou plusieurs caractères complexes peut donc donner des types de dissociation plus simples. Et ceux-ci sont d'autant plus facilement homozygotes ou purs, c'est-à-dire, ayant leurs composants doubles qu'ils sont plus simples. En règle générale, une dissociation unique est pure. En multipliant entre eux les sujets présentant le caractère nouveau, on obtient une race nouvelle presque toujours fixe, parce que homozygote pour ce caractère. Ce sont les mutations par perte. A côté d'elles on trouve des mutations par synthèse, qui sont toujours hétérozygotes pour ces composants du caractère de synthèse qui n'existent pas dans les deux reproducteurs. Ainsi les sujets à robe sauvage obtenus par le croisement d'un lapin bleu agouti (race opossum) et un lapin havanais sont hétérozygotes pour le caractère agouti apporté par le bleu agouti et pour le caractère intensification de la couleur apporté par le havane. Ce sont donc des dihybrides.

Une race pure est homozygote pour tous les constituants de ses caractères ethniques distinctifs. Dans ce cas chaque cellule germinative mâle et femelle apportant le caractère, celui-ci est nécessairement homozygote ou double. Il n'y a d'exception que pour les caractères liés au sexe; dans ce cas un sexe a le caractère homozygote ou double, l'autre l'ayant simple ou hétérozygote. Mais dans ce cas, la race est néanmoins pure, c'est-à-dire génétiquement invariable.

Il en est du sang pur comme de la race pure. Un animal ou un homme de sang pur est, du point de vue génétique un être réellement et complètement homozygote pour des caractères déterminés.

La race réellement pure est très rare; le sang pur n'existe pratiquement pas. Chez les plantes et les animaux, les races peuvent être rendues homozygotes pour leurs caractères ethniques par des méthodes appropriées et sévères de reproduction, comportant l'élimination systématique des sujets non conformes. Malgré cela, les races animales vraiment homozygotes sont excessivement rares, à cause de l'énorme difficulté qu'il y a à rendre les caractères homozygotes pour tous leurs composants; surtout si ceux-ci sont nombreux.

La pureté d'une race ne dépend pas de la complexité de ses caractères ethniques, mais uniquement de l'homozygotie de ses caractères constituants. On comprendra donc, comme je le signalais à l'instant, qu'une race se maintiendra d'autant plus facilement homozygote que le nombre de ses caractères composants est plus petit. La race de lapins gris-perle, à yeux couleur lilas, est plus facile à tenir pure que la race *steenkonijn* des Flandres. En effet, cette dernière possède dans son génotype les composants complexes du pelage sauvage et des yeux bruns foncés, tandis que la première a un génotype très simple, à peine dissociable en deux ou trois caractères composants.

Les caractères de dissociation sont presque toujours homozygotes quand ils apparaissent naturellement, parce qu'ils résultent presque toujours de l'hétérozygotie d'un seul composant.

Les caractères de même formule génotypique sont toujours les mêmes quelle que soit leur origine. Engagés même dans des caractères de synthèse, ils montrent toutes leurs caractéristiques dès qu'on les fait réapparaître par dissociation. Les caractères purs peuvent donc avoir des origines les plus diverses. Ainsi des yeux bleus provenant de sujets à yeux noirs hétérozygotes sont identiques à ceux de sujets de race à yeux bleus établie depuis des siècles. Cette dernière n'est pas plus pure pour la couleur bleue

des yeux que les individus à yeux bleus nés de parents à yeux noirs. Ils sont identiques pour le caractère bleu. Ils ont tous les deux la même origine, mais à échéance éloignée. L'âge du caractère n'a aucune influence sur la pureté et par suite sur sa constance, contrairement aux idées régnantes sous l'influence des théories de Darwin et Lamarch.

LIMITES DE LA VARIABILITÉ ETHNIQUE.

Peu de races ont une fixité absolue. Cela résulte du fait que presque toutes les races animales sont hétérozygotes pour l'un ou l'autre composant de leurs caractères héréditaires. Cette variabilité est limitée : a) génotypiquement par les possibilités de dissociation de leurs caractères héréditaires. Ainsi du bétail belge à robe bleue peut donner du blanc, du bleu, du noir, du rouge à poils blancs (argente), du rouge, du jaune et du jaune à poils blancs. Mais il ne peut rien donner d'autre parce qu'il ne renferme rien d'autre; b) phénotypiquement par les modifications pouvant être produites dans son caractère définitif par les conditions de milieu dans lequel il évoluera. Les caractères héréditaires des animaux domestiques et des plantes cultivées, semblent bien être les chaînons terminaux de l'évolution des espèces auxquelles elles sont rattachées.

Le caractère le plus simple en est le chaînon final et il est de par sa nature toujours homozygote, parce que non dissociable. La couleur jaune-crème uniforme de beaucoup d'animaux domestiques; le poils angora du lapin, de la chèvre et du mouton; la présence de cornes chez le bétail, la crête simple de la volaille, le gros volume des œufs de poule, sont des caractères qui nous semblent être dans ce cas. Il en résulte que les races possédant un ou plusieurs de ces caractères simples parmi leurs caractères ethniques ont une constance pratiquement absolue,

car ils ne présentent plus que de légères variations phénotypiques.

La cause originelle de la variation dans les caractères héréditaires étant leur hétérozygotie, c'est-à-dire l'unicité de ceux-ci, il en résulte que le mélange des races est cause de l'extension de leur courbe de variabilité. Plus il y a d'hétérozygotes, plus il y a de possibilités d'apparition de caractères héréditaires nouveaux. Il en résulte qu'une race homozygote ou pure, c'est-à-dire ayant tous ses caractères héréditaires doubles, est d'une façon générale plus limitée dans ses possibilités qu'une race hétérozygote ou impure. La première ne peut donner qu'une seule catégorie d'individus; la seconde peut en donner un nombre considérable, résultant de l'apparition des types de dissociation des hétérozygotes, et de leur recombinaison. C'est là, probablement, la cause fondamentale des ressources multiples que présentent certaines races animales fortement mélangées. Il en est de même de certaines races humaines, surtout celles qui se trouvent au point de jonction géographique de races différentes, ou qui ont été mélangées à la suite de guerres ou d'immigrations. D'ailleurs, dans presque toutes les races, abstraction faite de quelques caractères frappants, constituant ce que l'on pourrait appeler la marque de fabrique de la race, l'hétérozygotie est générale.

Pour les races animales et végétales, cela peut avoir des inconvénients quand il s'agit des caractères pour lesquels on les exploite. Dans ce cas, il faut les rendre homozygotes pour éliminer les déchets. Mais pour les races humaines, il ne semble pas en être ainsi, abstraction faite de quelques caractères fondamentaux qui donnent à la race une adaptation parfaite aux conditions de milieu dans laquelle elle vit, par exemple la pigmentation prononcée de la peau, de l'iris et des cheveux des peuplades des régions tropicales et subtropicales. Pour l'ensemble des caractères une

certaine hétérozygotie, entretenue par l'absence de toute sélection, me semble être la condition la meilleure pour faire apparaître à chaque génération la diversité de caractères que demandent les exigences si variées d'existence des races humaines civilisées. Les races humaines, comme la plupart des races animales domestiques, sont de véritables populations formées par un mélange plus ou moins considérable de génotypes, à formules héréditaires les plus diverses, les uns homo-, les autres hétérozygotes. Aussi longtemps qu'aucune action sélective, soit naturelle, soit artificielle, ne se fait sentir, ou qu'aucun apport étranger important ne se fait par croisement, chaque génération répète plus ou moins exactement la précédente du point de vue génotype. D'autre part, tous les individus de ces différents génotypes présentent dans leur apparence extérieure, dans leurs phénotypes, des modifications, des variations légères produites par les variations dans les conditions du milieu. Il en résulte une courbe de variations des caractères continue, généralement régulière, allant d'un extrême à l'autre. Cette courbe de variations est constante à travers les générations à condition que le milieu ne change pas et que la production des génotypes ne soit pas modifiée ni par sélection, ni par mélange abondant avec des génotypes étrangers. Quand on sélectionne une race, on isole des individus à génotypes déterminés. Et de ce fait on ne prend qu'une partie de l'ensemble. La race non sélectionnée conserve donc nécessairement des possibilités plus grandes que la sélectionnée; et cependant celle-ci est appelée communément améliorée ou perfectionnée, alors que la première s'appelle commune, non améliorée, vulgaire, etc. Cependant, elle a dans son ensemble, des qualités dépassant celles de la seconde, qui sans cela ne saurait pas exister. En zootechnie et en culture, les conditions de production exigent la production de variétés ayant des génotypes

spécialement adaptés à des milieux déterminés. Mais là on ne doit s'embarrasser d'aucune autre considération que la réussite en élevage ou en culture. On peut croiser et éliminer avec toute la rigueur exigée par le plan de travail établi. Et quand un premier essai ne réussit pas, on recommence à nouveau. Et on n'envisage qu'un seul, ou un nombre très limité de caractères. C'est, par exemple, le pour cent de matière grasse dans le lait, le nombre d'œufs d'un poids déterminé, la vitesse à la course, la couleur du poils, la teneur en sucre, en huile et autres substances végétales, etc. Et cependant les résultats sont difficiles à obtenir.

Il n'en est pas de même pour les races humaines, où les courbes de variations des caractères héréditaires semblent être proportionnelles aux possibilités de civilisation. Il est curieux de noter que les causes limitant la variabilité et par suite les possibilités des populations : c'est-à-dire la sélection et l'absence de mélange, agissent en ordre principal chez les races primitives, barbares. Il y a certes plus d'homozygotes chez eux que dans les populations européennes. Celles-ci, plus hétérozygotes et par suite plus variables, sont capables de produire cette multitude de caractères héréditaires, avec leurs modifications phénotypiques inévitables, indispensable pour faire face à toutes les exigences de la civilisation moderne. Et il paraît probable que les Amériques, véritable creuset dans lequel presque tous les génotypes humains ont été mélangés, ont ou auront dans l'avenir des possibilités qui dépasseront de loin encore celles des différents peuples de l'Europe pris isolément.

Afin de permettre aux populations indigènes primitives, celles du Congo par exemple, d'arriver à posséder cette grande variété de caractères héréditaires qui est à la base de la civilisation de la race blanche, nous devons les rapprocher de façon à faciliter le mélange des différents groupes.

Pour commencer on pourrait favoriser, autant que possible, les mariages entre les populations voisines. Problème délicat, certes, à cause des différences multiples de milieu. Mais c'est le seul moyen pour briser l'homozygotie des caractères héréditaires et arriver par leur dissociation et la recombinaison des composants, à la multiplicité de caractères indispensable au progrès de la race noire. Il faut, d'autre part, éviter aussi toute sélection dans la race en favorisant par tous moyens les mariages entre les différentes classes de la société indigène. C'est ensuite le rôle de tous ceux qui s'occupent de l'évolution des races de leur donner les moyens pour se créer les conditions de milieu les plus appropriées au plein développement de leurs génotypes correspondants. Et cela s'applique aussi bien aux races civilisées qu'aux races primitives.

J'ai tâché de vous faire entrevoir les vastes problèmes posés au sujet de la race par les données de la génétique expérimentale. Ces problèmes sont, comme vous avez pu vous en convaincre, très complexes. Néanmoins, on commence à voir clair, à avoir des bases solides pour des recherches ultérieures, grâce aux données déjà acquises par l'hérédité expérimentale.

**Rapport sur le Mémoire de M. P. Michot, intitulé : « La géologie
du Ruwenzori septentrional ».**

Le travail qui est présenté à notre Section par M. Michot est le résultat de recherches effectuées sur un matériel réuni au cours d'une expédition dans des régions peu accessibles et jusqu'ici presque inconnues. La partie septentrionale du Ruwenzori est constituée essentiellement par des roches éruptives et métamorphiques, tandis que la partie méridionale de ce massif comprend surtout des formations sédimentaires disposées en nappes de recouvrement. Si, d'un point de vue géologique, l'étude de la partie nord n'offre qu'un intérêt limité, l'examen pétrographique des roches éruptives et métamorphiques constitue un sujet d'étude très intéressant et susceptible de fournir de précieux renseignements sur l'histoire de toute la chaîne du Ruwenzori. C'est cette étude qui forme l'objet principal du travail de M. Michot.

Cette étude est basée sur une exceptionnelle abondance d'un matériel étudié sous le microscope : plus de 600 préparations ont été effectuées et examinées, auxquelles se joignent quelques analyses chimiques qui ne constituent pas la base des conclusions de l'auteur mais viennent plutôt confirmer ce que l'examen microscopique lui a décelé. D'autres pourraient peut-être regretter que M. Michot n'ait pas augmenté le nombre de ces analyses et ne se soit pas plutôt basé sur leur interprétation mais, s'il a cru pouvoir tirer ses conclusions d'études microscopiques, c'est parce que le matériel réuni lui permettait de multiplier grandement le nombre des préparations et parce qu'il ne s'agissait pas de laves, ni même de roches semi-vitreuses, pour lesquelles l'analyse chimique devient indispensable.

M. Michot a pu mettre en évidence des propriétés communes à certaines catégories de roches et établir des relations entre leur structure et, d'une part, leur composition, d'autre part, leur comportement au cours des périodes géologiques. La liaison entre les observations faites sur le terrain et celles résultant de l'examen des coupes minces a conduit l'auteur à des résultats de haute importance.

M. Michot n'a pas surchargé son travail d'une énumération de données optiques ou autres ayant servi aux déterminations minérales, mais ceux qui ont pu examiner ses préparations microscopiques ont pu vérifier l'exactitude de ses déterminations; d'ailleurs, s'il décrit les minéraux et les textures des roches examinées, ceci n'a pour lui d'importance que pour en tirer des conclusions sur leurs formations ou sur leurs transformations.

Les interprétations données par M. Michot font appel à des notions simples et claires; elles sont souvent évidentes; elles sont parfois discutables, non pas qu'elles ne s'appuient sur des raisonnements plausibles mais parce que d'autres hypothèses pourraient être émises avec tout autant de vraisemblance; si, dans le domaine encore assez obscur de phénomènes pétrographiques dont nous ne connaissons que la phase finale, M. Michot a proposé des solutions qui lui paraissaient logiques, nul ne peut le lui reprocher; des recherches ultérieures aboutiront peut-être à d'autres explications : le travail de M. Michot constituera en tout cas une base sur laquelle ces nouvelles recherches devront s'appuyer.

C'est pourquoi ce travail doit être publié et il nous appartient de l'admettre dans les publications de notre Institut qui a participé aux frais de l'expédition du Ruwenzori; nous proposons donc très volontiers à la section d'en voter l'impression.

H. BUTTGENBACH,
F. DELHAYE.

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Séance du 30 avril 1937.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. Gillon, Président de l'Institut.

Sont présents : MM. Allard, Dehalu, Fontainas, Gevaert, le baron Liebrechts, Maury, Moulaert, van de Putte, membres titulaires; MM. Gillet, Lancsweert, membres associés et De Jonghe, Secrétaire général de l'Institut.

Excusés : MM. Anthoine, Beelaerts, Bollengier, Marchal et Roger.

Communication de M. P. Fontainas.

M. Fontainas lit une étude intitulée : *Considérations sur la genèse des crevasses de l'Afrique orientale.*

Le géologue Suess, qui avait situé les données du problème, tenta sinon d'en trouver une solution d'ensemble, tout au moins d'orienter les recherches.

A l'heure actuelle, aucune explication générale n'a encore pu être obtenue, malgré les études sur place des géologues Gregory, Willis, Teale, Bowen, Stockley, Combes et Weyland, qui tout en ayant pu émettre des hypothèses très plausibles quant aux causes des phénomènes locaux, n'ont pu trouver une synthèse acceptable pour l'ensemble du système des effondrements Est-africains.

Une aussi vaste manifestation de mouvements de l'écorce terrestre doit avoir des causes tout à fait profondes, que certains attribuent à l'influence de forces internes de la planète sur le noyau igné de celle-ci, dont ils réadmettent la réalité.

A ce point de vue, il est à noter que certaines hypothèses anciennement échafaudées, mais abandonnées depuis plusieurs dizaines d'années, semblent être reprises comme bases de recherches.

Considérant le parallélisme aux méridiens des divers réseaux d'effondrements de l'Afrique orientale comme un fait ne pouvant être attribué au hasard, il semble que les idées de Green pourraient être reprises, en ce sens que l'ensemble des fractures africaines serait dû à un effondrement d'une arête du tétraèdre dont notre globe aurait été amené à prendre la forme.

La réduction du potentiel calorifique de notre planète entraîna la contraction de l'écorce de celle-ci. Ce phénomène causa l'effondrement d'une des masses arétières qui dans sa chute refoula de part et d'autre, des failles le long desquelles le mouvement s'est produit, des éléments du noyau : laves et autres matières volcaniques retrouvées le long de cette immense succession de fissures qui, courant Nord-Sud depuis le Haut-Jourdain jusqu'à Beira, a une longueur égale au sixième de la circonférence terrestre (Voir p. 606).

Un échange de vues se produit au sujet de ces questions entre MM. *Dehalu, Maury et Fontainas.*

Concours annuel de 1939.

La Section porte au concours annuel 1939, les deux questions suivantes :

1. *On demande une étude sur la distribution du magnétisme terrestre dans la Colonie.*
2. *On demande une étude concernant la fréquence et l'intensité des orages au Congo et l'efficacité de la protection des lignes électriques contre leurs effets destructifs.*

La séance est levée à 15 h. 45.

M. P. Fontainas. — Considérations sur la genèse des crevasses de l'Afrique orientale.

Vers la fin du siècle dernier, le géologue autrichien Suess avait été frappé par la découverte en Afrique Orientale de profondes dépressions, dont l'origine paraissait différente de celle des vallées de rivières et déterminée par des dislocations de l'écorce terrestre. Elles sont en effet du type classique des vallées d'effondrement, caractérisées, comme le rappelle M. Robert, par une forme allongée, un fond relativement bas et une bordure de falaises parallèles peu distantes, représentant des plans de failles le long desquelles des compartiments de l'écorce terrestre peuvent s'être élevés ou affaissés.

Suess estima pouvoir conjuguer ces dépressions avec la fissure du Jourdain approfondi à près de 400 m. en dessous de la Méditerranée et la crevasse de la mer Morte dont la grande profondeur actuellement repérée est de 401 mètres soit donc à 793 m. sous le niveau des mers.

Cette strie de l'écorce terrestre est reliée par la fosse d'Akaba, à l'étroite mer Rouge, longue de 2,000 km. et profonde de 2,000 m., dont le gigantesque sillon est soudé au large affaissement qui, traversant l'Abyssinie, du nord-est au sud-ouest, va rejoindre le lac Rodolphe, le plus septentrional de la série des singulières dépressions de l'est-africain.

En cette succession d'affaissements qui s'allongent sur 60 degrés de latitude, soit un sixième de la circonférence terrestre, depuis le massif du Taurus, en Asie Mineure, jusqu'à l'embouchure du Sabi, au sud de Beira, Suess voyait un des plus importants ensembles de stigmates de la face de la terre, stigmates, dont l'origine devait consti-

tuer un des plus grandioses problèmes scientifiques. Il voulait en trouver la cause en la seule gravité, qu'il avait toujours considérée comme la plus grande des forces déterminantes de l'évolution des masses terrestres.

Partant de cette hypothèse, Suess avait émis l'idée de l'impossibilité pour une partie de la surface de la terre d'être ou d'avoir été surélevée malgré la pesanteur.

A vrai dire, il avait dû atténuer un peu son intransigeance à ce point de vue, lorsque revint du Turkestan, en 1903, le géologue Davis, de l'Université d'Harvard, disciple des physiographes Powel et Gilbert, observateurs des grands cañons du Colorado et du Far-West américain. Davis émettait l'opinion, non encore réfutée, que les grands plateaux de l'Asie centrale avaient été, eux, élevés de plusieurs milliers de mètres, malgré la pesanteur.

Recherchant les raisons du grand effondrement asiatico-africain, Suess supposa qu'il avait dû exister, jusqu'au début de l'ère mésozoïque, un continent embrassant la planète entre l'est de l'Australie contemporaine et l'ouest du Brésil de notre époque, continent qu'il dénomma terre de Gondwana.

Cela étant posé, Suess supposa qu'au cours de l'évolution de notre globe, se serait produite, vers la période triasique, une rupture de cette terre immense, à la suite d'un affaissement en direction des rivages actuels de l'Afrique orientale et du continent hindou. La mer aurait envahi la zone affaissée, divisant la terre de Gondwana par un canal, dont restent de nos jours des parties de tronçon : le détroit de Mozambique et la mer Rouge.

Cet effondrement gigantesque aurait entraîné d'abord, par une répercussion, de causes à déterminer, la fissure immense Jourdain-Zambèze. Après ce stade, l'action se serait poursuivie et étendue vers l'est, créant peu à peu l'Océan Indien et ne laissant subsister de la région orientale de la terre de Gondwana, que l'Australie, le sud des Indes et Madagascar.

Considérant cette hypothèse spéculative comme impré-

cise, car elle ne donnait pas d'indications nettes sur la façon dont se sont produites les curieuses dépressions africaines, le professeur Grégory, de l'Université de Glasgow, voulut recueillir des données d'observation sur place et explora en 1893 la région des lacs Magadi et Baringa en Kenya. Il admit, lui aussi, la vraisemblance du Gondwana, mais se rallia à l'idée que la série des longs affaissements est-africains était due à un étirement, radial ou non, dont il ne parvenait cependant pas à déterminer les causes.

C'est cette indétermination qui poussa, en 1929, M. Bailey Willis, de l'Université de Stanford, à se rendre dans les régions des crevasses est-africaines des Kenya, Tanganyka, Uganda et Congo belge oriental, avec les docteurs Teale et Bowen et les géologues Stockley, Combe et Wayland, du service géologique du Gouvernement de l'Uganda.

Willis en arriva, lui aussi, à l'idée d'affaissement en suite d'un étirement, mais écarta l'hypothèse du Gondwana, ce qui ne devait cependant pas infirmer, d'après lui, la possibilité d'une connexion ancienne entre des continents actuellement séparés.

Willis se séparait donc de Grégory par le rejet de l'hypothèse de l'effondrement du continent de Gondwana. Lui fallait-il trouver l'origine de la séparation de l'Afrique et de l'Asie dans les théories de l'auteur de la *Mécanique et la Formation des Montagnes*, le géologue suisse Heim, qui attribue à des compressions horizontales l'origine des dépressions et des montagnes ? Willis ne fut pas loin de l'admettre, comme d'ailleurs les géologues Gilbert et Dana.

Certains considèrent souvent le globe comme une sphère en fusion recouverte d'une très mince écorce solide dont les ridements de l'écorce pourraient s'expliquer par la contraction de la masse interne en voie de refroidissement. D'autres, par contre, considèrent le globe comme essen-

tiellement solide, puisqu'il transmet les ondes élastiques des tremblements de terre, mais ne parviennent pas de ce chef à expliquer les efforts tangentiels dans la croûte de la planète.

Quoiqu'il en soit, il est indubitable que la force dominante fondamentale agissant en notre globe est la pesanteur, comme le disait Suess, et que celle-ci peut provoquer des affaissements et, par répercussion, des élévations, les deux phénomènes variant d'amplitude selon le poids des masses influencées. Mais l'action de la seule gravité n'explique, ni la conformation de certaines chaînes de montagnes, ni les volcans, et il semble donc convenir de reconsidérer, avec Willis, la terre comme une machine à chaleur, mais dont on ne sait pas encore le mode de travail.

Il est vraisemblable que la pesanteur et les efforts tangentiels sont intervenus pour modifier ou accentuer la forme de l'Afrique, malgré la grande ancienneté de cette portion solide de notre globe. La création des crevasses est-africaines, entre autres, est leur œuvre. Celles-ci se groupent en deux grandes zones qui sont plus ou moins continues et que Willis, au livre duquel nous faisons de larges emprunts, rangea en deux séries d'arcs concaves, l'un vers l'est et, l'autre, vers l'ouest.

La zone orientale commence, au nord, par le lac Rodolphe, et comprend les lacs Baringo, Naivasha, Magadi et Natron, au sud duquel elle bifurque vers le Manyara d'une part et vers le lac Agasi d'autre part. La longueur de cette ligne d'affaissements est de 650 miles et la largeur de 20 à 30 miles. Quant aux roches émergeant le long de ces fissures, ce sont des laves anciennes ou récentes.

Contrairement aux suppositions de Suess, cet arc ne court pas de façon continue jusqu'au lac Nyassa, séparé qu'il en est, par le plateau du sud-est du Tanganika.

La zone occidentale court, elle, sur 850 miles, depuis le lac Albert jusqu'au sud du Tanganika.

Cette zone est moins simple que l'autre, car elle est interrompue en deux de ses sections par les massifs du Ruwenzori, d'abord et la série est-ouest des volcans du Mufumbira, ensuite. Cette série comporte le lac Kivu dont l'émissaire coule dans un cañon qui n'est pas une vallée d'effondrement, à l'encontre de la fosse du Tanganika qui est une crevasse d'étirement de type classique, longue, étroite, avec des fonds situés à 660 m. environ sous le niveau de l'Océan Indien, alors que la nappe de ses eaux s'étale à 775 m. au-dessus de celui-ci.

Admettant le Tanganika dû à des effets de tension, il n'en reste pas moins que la section lac Albert-Ruwenzori étudiée par M. Wayland, directeur du Service géologique de l'Uganda, paraît à ce dernier, due à des forces de compression plutôt que d'étirement. Wayland diffère en ses suppositions, de Gregory qui, il est vrai, n'avait étudié que certains secteurs de la zone orientale des crevasses.

Malgré ce désaccord, il n'en n'est pas moins resté, des études déjà faites sur d'importantes sections des zones arquées est-ouest, qu'entre elles se trouve un plateau, en quelque sorte bosselé par une vasque immense, dans laquelle les eaux de rivières d'abord dirigées vers l'ouest, se sont, après une inversion due aux mouvements de la surface du continent africain, accumulées en de nombreux lacs, dont notamment le Victoria, lacs qui tous ne sont, au fond, que des receleurs, pour le Nil des Pharaons, d'eaux qui auraient dû continuer à appartenir au bassin du grand fleuve colonial belge.

Quoiqu'il en soit de toutes les théories orogéniques émises et évoquées ou non ci-dessus, pour expliquer la genèse des fractures est-africaines, nous allons tenter d'en conjuguer certains éléments et de trouver une base d'explication du problème qui nous retient.

L'évolution de notre planète se poursuit toujours.

L'élément qui semble jouer un rôle quasi totalement déterminant dans ce phénomène est la réduction du poten-

tiel calorifique de celle-ci, réduction causée par une irradiation de chaleur vers les froids espaces sidéraux.

Suivant donc d'immuables lois de physique, cette irradiation cause la contraction du globe. Mais alors que celle-ci s'effectue aisément pour le noyau, en raison de la fluidité de celui-ci qui permet un déplacement centripète de tous ses éléments sans altération de sa structure, il en va, par contre, tout autrement, pour la croûte qui flotte sur le magma igné noyautaire.

L'écorce terrestre doit, en effet, suivre le noyau dans sa contraction et le rayon de cette pellicule diminue donc au cours des millénaires, entraînant successivement une réduction 2π fois plus grande dans le développement de la périphérie.

Ce fait met en jeu les forces élastiques de compression. Toutefois, l'élasticité des matériaux constituant les terrains archéens et stratifiés, est peu considérable et, le fût-elle beaucoup, elle aurait néanmoins une limite, qui serait rapidement franchie au cours des millions de siècles que durèrent les périodes considérées.

En bref, le refroidissement de notre planète engendre donc dans la croûte de celle-ci des compressions qui aboutissent rapidement à des états d'équilibre instable. Celui-ci se résoud en plissements et en tailles, correcteurs de la surabondante ampleur acquise par l'écorce.

D'ailleurs, en raison de la grandeur du rayon de courbure de l'écorce terrestre et de l'épaisseur de celle-ci, il faut admettre que, malgré ses plissements, cette écorce repose par tous ses points sur le noyau liquide. Il se produira donc à certains moments et en certains points du globe, une communication par les crevasses, entre le noyau liquide et la surface de la terre et l'on peut considérer que là, se trouve la cause première des éruptions volcaniques.

Mais, le refroidissement n'est pas seule cause de contraction du noyau terrestre.

L'expulsion, par des crevasses, au cours des millénaires, est également cause de réduction de volume, l'effet devenant ainsi en quelque sorte la cause.

La considération suivante mettra en vive lumière, l'influence du mouvement centripète des éléments constitutifs de l'écorce.

La superficie de notre planète est d'environ 500 millions de kilomètres carrés. Une contraction de un millimètre dans le rayon, ce qui est relativement peu de chose, puisque ce dernier a approximativement 6,400 kilom. de longueur, engendre un volume de 500 km. cubes, qui doit s'épancher au dehors. Or, les coulées de lave les plus considérables que l'on connaisse présentent un volume qui reste au-dessous du kilomètre cube. Dans ces conditions, une contraction radiale de 1 mm. peut alimenter des milliers d'éruptions volcaniques.

C'est pourquoi la suite de « graben », qui s'étend depuis le 15° degré de parallèle sud jusqu'au Taurus, est jalonnée d'un bout à l'autre de volcans actifs ou éteints.

Le parallélisme des graben aux méridiens ne doit pas être considéré fait de hasard. En effet, si les grandes lignes du relief terrestre paraissent capricieuses et indépendantes de toutes lois de formation, elles peuvent cependant être introduites dans une formule simple, mathématique dirons-nous volontiers, si on les considère comme dérivant d'un état initial que des phénomènes divers modifient à chaque instant. On sait que les océans occupent sept dixièmes environ de la surface de notre planète. Cette préséance des mers se trouve inégalement répartie si l'on considère séparément chaque hémisphère; car la surface des terres émergées au nord de l'Équateur est 2,25 fois environ plus grande qu'au sud.

Les continents gagnent du terrain lorsque l'on avance du parallèle de 50°S. jusqu'au Cercle polaire boréal, au delà duquel on connaît l'existence d'une mer profonde.

Par contre, le pôle antarctique est occupé par un con-

minent, mais entre le rivage de celui-ci et la latitude 50° S., l'océan s'étend, dans toutes les directions, sans interruption aucune.

Dans le sens des parallèles, les masses continentales alternent avec les mers. En effet, du pôle antarctique les océans s'étendent vers le Nord en trois branches distinctes, se rétrécissant à mesure qu'ils s'éloignent du Sud, alors que trois saillies continentales séparées prennent naissance aux environs du cercle polaire arctique et descendent vers l'hémisphère austral pour s'y terminer en pointe vers le parallèle 45°. L'alternance se produit donc dans l'ordre suivant : Pacifique, Asie, Océan Indien, Afrique, Europe, Atlantique, Amérique.

La discontinuité de l'Europe et de l'Asie, qu'exigerait la théorie précédente n'est pas aussi contraire à la réalité qu'on le pourrait croire. Il existe, en effet, entre ces masses continentales une longue dépression reliant l'Océan glacial à la mer Caspienne, dépression dont l'immersion n'est pas très éloignée de nos temps.

De ce qui précède, il résulte donc, par rapport au centre du globe, une asymétrie des reliefs et des dépressions, en ce sens que les masses continentales constituant un relief ont pour antipodes une dépression. Autant que l'aplatissement de notre planète, pareille disposition constitue une présomption en faveur de la fluidité primitive de la terre, ce qui permet de présumer aussi que les pressions ont pu se transmettre dans tout le noyau.

Mais, en réalité, les continents présentent une double anomalie. Tout d'abord, celle de leur déviation vers l'Est, ensuite, celle de leur striction ou même de leur rupture, dans une zone parallèle à l'Equateur et proche de celui-ci. On y trouve une succession de dépressions entourées de ridements récents compliqués de cassures. Ces dépressions sont qualifiées de fosses méditerranéennes parce que la mer de même nom en constitue un exemple classique.

Lowthian Green a trouvé une interprétation géométrique et physique d'une évolution planétaire aboutissant à l'aspect complet qui vient d'être décrit. Ici, comme toujours, la cause agissante ne pouvait résider que dans l'équilibre thermique de l'écorce, dû aux rayons solaires et accompagné de la dissipation du potentiel calorifique du noyau, entraînant comme conséquence, pour ce dernier, une contraction plus grande que celle de la croûte.

Et comme celle-ci, en raison de sa faible épaisseur relative, doit porter en tous ses points sur la masse centrale fluide, elle ne peut indéfiniment emprunter la forme sphéroïdale.

Or, parmi toutes les figures régulières à trois dimensions, la sphère présente pour un volume déterminé la moindre surface, alors que de tous les polyèdres convexes réguliers, le tétraèdre procure la plus grande réduction de volume pour la moindre réduction de surface et ceci est en accord avec le principe de la moindre action qui régit tous les phénomènes naturels.

On en a déduit qu'en raison des causes agissantes, la déformation de notre planète devrait avoir comme terme nécessaire, le tétraèdre. On sait que certaines expériences renforcent cette conception, notamment celle de Fairbairn, dans laquelle la section d'un tube en caoutchouc soumis à une pression extérieure croissante adopte la figure triangulaire équilatérale à côtés concaves. On sait, d'autre part, qu'un ballon de verre, dans lequel on a fait le vide, chauffé jusqu'à ce que la matière devienne plastique, s'écrasera en quatre zones, dont les centres sont approximativement les sommets du tétraèdre régulier inscrit.

On objectera peut-être que les observations astronomiques et les travaux géodésiques démontrent que la Terre possède une figure sphéroïdale incompatible avec la forme tétraédrique.

Mais il n'en reste pas moins vrai qu'aucune autre conception n'est capable d'expliquer un aussi grand nombre

de phénomènes, notamment ceux de la déviation des continents vers l'est et de leur striction dans la zone équatoriale.

En effet, lorsque se sont formées les trois protubérances continentales, celles correspondant aux trois sommets tétraédriques de l'hémisphère nord, leur vitesse d'entraînement autour de l'axe ne correspondaient plus à celle, plus grande, de leur nouvelle situation, devenue plus éloignée du centre de rotation. Il en est résulté un retard, un recul vers l'ouest.

Par contre, le phénomène inverse se produisait dans l'hémisphère sud, où l'affaissement tétraédrique rapprochait la surface de l'axe et provoquait une diminution de vitesse qui a dû engendrer une déviation dans le sens du mouvement, c'est-à-dire vers l'est. Il en résulterait donc, entre les deux hémisphères, une torsion qui a provoqué la striction ou la rupture des continents dans la zone équatoriale. D'ailleurs, la force centrifuge devait tendre à constituer des continents dans le voisinage des pointements nord du tétraèdre, en raison de leur plus grande distance à l'axe, contingence qui devait accentuer encore le phénomène considéré.

On peut donc admettre que, par le refroidissement de son noyau, la terre tend vers une forme tétraédrique, dont les trois arêtes se réunissant au pôle antarctique, constituent l'axe des continents, les faces représentant les dépressions des trois océans. Le pointement du pôle sud correspond, conformément à la réalité, à un continent.

Ces axes continentaux sont nés antérieurement aux âges géologiques. C'est ainsi que s'expliquent la longueur et l'allure relativement rectiligne du relief de l'Afrique orientale, que l'on pourrait donc considérer comme une arête du tétraèdre de Green.

Antérieurement aux temps primaires, l'Afrique orientale était traversée en son milieu par une chaîne montagneuse qui s'étendait du Liban jusqu'au Natal. Seul l'âge éocène vit noyer les parties nord-abyssines et Zambé-

ziennes de cette chaîne. Celles-ci furent exondées par la suite et la fracture intéressa les sédiments de cet âge. La partie intermédiaire fut donc continentale au cours de tous les âges géologiques sédimentaires jusqu'à ce jour.

On sait que les fractures profondes, intéressant toute l'épaisseur de l'écorce terrestre, provoquèrent la formation des volcans et, l'on a conclu que des manifestations plutoniennes ont dû se produire au cours des âges géologiques, suivant un rythme synchronique avec celui des bouleversements de la lithosphère.

A cet égard, les résultats accumulés d'observations faites depuis de nombreuses années en divers points du globe, amènent à conclure que les protubérances orogéniques des périodes jurassiques et crétacées, n'ont pu avoir qu'une très faible amplitude, ce qui entraîne une égale faiblesse dans les actions volcaniques.

Ce calme prolongé prit toutefois fin lorsque s'achevèrent les derniers dépôts crétacés.

Comme le refroidissement du noyau liquide s'était poursuivi, l'écorce, surnageant sur celle-ci, devait subir une contraction considérable, mettant en jeu des forces élevées de compression, causes d'équilibre instable. Ainsi commença, à la fin de l'ère secondaire, la période des grands soulèvements qui modelèrent la surface de notre planète, en un relief puissant.

Ces convulsions, qui devaient faire naître les Pyrénées et les Apennins d'abord, les Alpes par la suite, n'allaient pas s'éteindre de sitôt, puisqu'elles devaient se poursuivre tout au long des âges suivants avec des paroxysmes violents.

L'Afrique orientale ne pouvait échapper à cette activité plutonienne, il s'en faut et dut subir une action volcanique d'une intensité que l'on ne retrouve nulle part ailleurs, comme en témoignent la variété des laves, leur volume et la surface qu'elles couvrent.

Au dehors du Congo belge, en Afrique orientale anglaise, les éruptions volcaniques engendrèrent le long

du graben les deux plus hauts sommets de l'Afrique, le Kenya et le Kilimandjaro, dont la hauteur dépasse 6,000 mètres et le pourtour de base 360 kilomètres.

Pour expliquer le double système de fractures profondes, à faces parallèles et rapprochées, on peut admettre que la clef de la voûte, formée par le soulèvement de la ligne de relief qui occupait l'axe N.-S. de l'Afrique orientale, s'est effondrée à partir du moment où les naissances de cette voûte commencèrent à glisser sur leurs appuis par suite de l'augmentation de l'inclinaison, ainsi que de la dissymétrie des deux versants situés de part et d'autre de la clef.

La descente de cette clef dans le noyau liquide igné dut vraisemblablement refouler la matière constituant celui-ci à travers les crevasses voisines et la longueur de la période volcanique peut dès lors s'expliquer par l'intermittence du mouvement de chute de la clef de voûte, dont chaque stade provoquait un paroxysme.

L'action volcanique n'est pas entièrement éteinte de nos jours le long du fossé tectonique africain et elle se manifeste particulièrement, sans paroxysmes toutefois, dans la branche occidentale du graben qui constituent les fossés des lacs Tanganika, Kivu, Edouard et Albert, longeant notre frontière orientale parallèlement au grand Graben qui, lui, s'étend approximativement suivant le méridien de Beira.

Mais, tant dans ses paroxysmes du passé lointain, que dans ses manifestations, dépourvues de violence, dont nous sommes aujourd'hui encore les témoins, le phénomène plutonien ne se partage pas d'une manière uniforme au long de l'immense fracture. Il présente des points de prédilection. Ici, l'action volcanique emprunte sa forme la plus paisible, celle des sources thermales, plus loin, la tradition, sinon l'observation, enseignent le retour périodique des séismes, échos puissants d'explosions ou de mouvements lointains, ailleurs, d'immenses cônes d'éjection, compliqués de cônes adventifs, des amoncellements

de cendres, de vastes plaines de laves, témoignent de leur étendue et leur aspect chaotique de l'incommensurable puissance mise en jeu.

Il n'y a là rien qui semble devoir surprendre.

Ne pouvant en cette note passer en revue les théories plus ou moins plausibles émises en ordre principal par Dana, Davidson, Bayley Willis, Marcel Bertrand, Daubrée, Cadell et Peach, relatives aux allures de dislocation et des plissements, dans leurs rapports avec les forces qui les produisent, nous nous bornerons à dire que l'effort orogénique ne peut qu'exceptionnellement former une chaîne à allure régulière.

En réalité, comme nous l'avons fait remarquer par ailleurs ⁽¹⁾ le manque d'homogénéité structurale de la croûte et la forme sphéroïdale du globe créent une inégale répartition en direction et intensité des forces orogéniques, dont l'action se trouve, au surplus, ralentie ou paralysée en certaines régions, où elle rencontre des massifs plus résistants. Il y a ainsi, nécessairement, cause de déviation des ridements et inégale répartition des fractures, dont le nombre et la profondeur en un lieu déterminé vont de pair avec l'intensité de l'action volcanique.

L'allure d'une chaîne ne dérive donc pas, pour une part, de l'existence préalable de ces massifs, ce qui amène à dire que les phénomènes orogéniques se développent au cours des millénaires, suivant un tracé qui n'est que la conséquence lointaine de la configuration des terres émergées de l'océan pré-cambrien.

Ce sera la conclusion de la présente note, que nous n'avons établie que dans l'objectif d'extérioriser certaines réflexions sur la genèse des crevasses de l'Afrique orientale, genèse au sujet de laquelle l'accord paraît de plus en plus lointain.

⁽¹⁾ *Mémoires Institut Géologique Louvain*, 1936, LX.

Séance du 28 mai 1937.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Gillon*, Président de l'Institut.

Sont présents : MM. *Gevaert*, *Maury*, *van de Putte*, membres titulaires; MM. *De Backer*, *Lancsweert*, membres associés et *De Jonghe*, Secrétaire général de l'Institut.

Excusés : MM. *Bette*, *Dehalu*, *Fontainas*, le baron *Liebrechts*, *Marchal*, *Olsen* et *Roger*.

Communication de M. J. Maury.

M. *Maury* rappelle le rôle que les gouvernements assignent au cadastre en rapport avec le régime de la propriété foncière ou minière et distingue, notamment, le cas où la propriété existe déjà au moment de l'établissement du système cadastral et celui où il s'agit de créer cette propriété.

C'est ce dernier cas qui s'est présenté pour les États-Unis et dans la suite pour le Canada, à l'occasion de la mise en valeur des régions propres aux grandes cultures et aux exploitations minières ou industrielles.

Le principe appliqué consiste à diviser préalablement les terres utilisables suivant des règles simples et uniformes, faciles à appliquer et à fixer à un minimum la surface à céder.

L'origine des méthodes utilisées, à cet effet, en Amérique, remonte à une Commission nommée en 1784 et qui fut présidée par Th. Jefferson. Elle décida que le sol serait partagé en centièmes de 10 milles géographiques carrés. Elle créait donc une unité constituée par un carré de 16.098 m. de côté, orienté parallèlement et perpendiculairement au méridien qui devait être divisé en 100 lots

carrés de 1 mille de côté, numérotés de 1 à 100 en partant du coin Nord-Ouest, vers l'Est dans la rangée septentrionale, vers l'Ouest dans la rangée immédiatement au Sud de la précédente et ainsi de suite.

Ce projet fut successivement amendé pour arriver au système actuel qui date de mai 1796 et fixe « l'unité » cadastrale à un « township » ou « canton » constitué par un « carré » de 6 milles de côté, orienté suivant la direction du méridien, divisé en 36 « sections » de 1 mille de côté, numérotées de 1 à 36 en partant de l'angle Nord-Est, le sens de la numérotation étant d'abord de l'Est à l'Ouest pour la première rangée, en sens inverse pour la suivante et ainsi de suite.

Des amendements apportés en 1800 et 1805, introduisirent des divisions en parcelles plus petites, allant jusqu'au $1/16^e$ de section (400 m. sur 400 m. environ) par des lignes parallèles aux côtés des carrés et équidistantes entre elles. Ces prescriptions étant géométriquement impossibles à réaliser vu l'existence de la convergence méridienne, certaines modalités d'application ont dû être admises. Elles ont fixé la réglementation du levé « rectangulaire », qui assure aux États-Unis et au Canada, d'une manière presque générale, la division de la propriété.

Afin d'éviter la cumulation des erreurs et en régler la répartition, il est procédé au tracé préalable du quadrillage fondamental de « systèmes cadastraux » par les opérations suivantes :

1. Fixation d'un point origine d'une manière pratiquement indestructible;
2. Tracé de la « ligne-base » constituée par le parallèle de ce point sur une longueur de 24 milles, avec repères tous les $1/2$ milles;
3. Tracé du « méridien fondamental » passant par l'origine, repéré tous les $1/2$ milles, également sur une longueur de 24 milles;

4. Tracé de « parallèles Standards » distants entre eux de 24 milles le long du méridien principal et repérés tous les 1/2 mille;

5. Tracé de « méridiens guides » au Nord de la ligne-base distants le long de celle-ci de 24 milles et repérés tous les 1/2 mille;

6. Cette division fournit des « carrés de 24 milles sur 24 qui sont subdivisés en 16 « townships » ou cantons de 6 milles de côtés dont les limites extérieures sont démarquées de 1/2 mille en 1/2 mille et qui sont eux-mêmes subdivisés en sections de 1 mille de côté et éventuellement en 1/16^e de section.

M. Maury expose les méthodes astronomiques simples appliquées pour la détermination des méridiens (culminations et élongations de la Polaire, observation du soleil à l'aide du « Solar attachment »), le tracé des parallèles par les méthodes de la sécante et de la tangente et la façon de procéder pour les divisions d'ordre inférieur et montre le système des repères marquant les « coins » des parcelles.

Il termine en faisant remarquer l'influence de cette division cadastrale sur l'aspect des terres concédées et notamment sur le système des voies de communications, la facilité et la rapidité d'application et en examinant les conditions où pareil système pourrait trouver application dans les colonies.

Un échange de vues s'établit ensuite entre MM. *De Backer*, *Lancsweert* et *Maury*.

Observations magnétiques au Katanga.

M. le *Secrétaire général* donne connaissance d'une lettre de M. Hermans, communiquée par M. *Maury*. Après avoir fait le levé magnétique du Katanga, M. Hermans a fait les levés du Kivu et du Ruanda, des régions des Mines

d'or de Kilo-Moto et il procède en ce moment au levé en détail des Uele. Il demande à l'Institut d'intervenir pour le dédommager des frais que représente cette extension de son programme primitif.

Après avoir entendu M. *Maury*, qui annonce que M. Hermans vient d'obtenir du Fonds National de la Recherche Scientifique et de la Fondation des Parcs nationaux les dédommagements nécessaires, la Section décide de ne pas donner suite pour le moment à la requête de M. Hermans.

La prochaine séance aura lieu le mercredi 23 juin, à 14 h. 30.

La séance est levée à 16 heures.

Séance du 24 juin 1937.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. Gillon, Président de l'Institut.

Sont présents : MM. Fontainas et Maury, membres titulaires; MM. De Backer, Marchal, membres associés et De Jonghe, Secrétaire général de l'Institut.

Excusés : MM. Beelaerts, Bette, Bollengier, Moulaert et van de Putte.

Communication de M. G. Gillon.

M. le *Président* fait une causerie relative au conditionnement d'air. Après avoir exposé le principe de la ventilation des places habitées au moyen d'air dont on règle à la fois la température et le degré d'humidité, le conférencier décrit l'appareillage et les éléments régulateurs (thermostats, humidistats) qui permettent de maintenir automatiquement les conditions désirées.

Il examine quelques installations réalisées en s'attachant plus spécialement à celles de faible puissance pouvant s'adapter aux maisons coloniales.

M. Gillon discute ensuite les avantages et inconvénients de cette méthode nouvelle de ventilation assez répandue en Amérique et qui s'adapte au chauffage en hiver, à la réfrigération en été. Il en indique les possibilités d'application au Congo. L'exposé se termine par une étude succincte de la pompe de chaleur. (Voir p. 626.)

Cette communication donne lieu à un échange de vues auquel la plupart des membres prennent part.

Présentation d'ouvrages.

M. *Maury* présente deux cartes Europe-Afrique—Asie Sud-Ouest, faites par M. De Schaepmeester. L'une est teintée par courbes hypsométriques et bathymétriques, l'autre par divisions politiques.

Elles sont construites sur la projection polyconique américaine à l'échelle du 10.000.000^e. Elles ont un développement de 90° sur l'Équateur, le méridien central étant de 20° Est-Greenwich. Elles s'étendent donc en longitude du 25° Ouest-Greenwich, au 65° degré Est de Greenwich. En latitude, elles sont entre le parallèle 80° Nord et le parallèle 40° Sud.

Elles indiquent les chemins de fer construits et les principales pistes dans le Sahara.

Pour l'altimétrie, elles donnent les courbes de niveau de 500, 1.000, 1.500, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000 mètres. Les courbes bathymétriques sont de 200, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000 mètres.

La séance est levée à 16 heures.

PRINCIPE.

En quoi consiste le conditionnement d'air?

C'est essentiellement une ventilation de locaux à l'aide d'air frais, accompagné d'un réglage de la température et du degré d'humidité de l'air.

Pour qu'une atmosphère soit agréable, hygiénique et satisfaisante à tous points de vue, il faut de l'air pur dont on maintienne la température entre certaines limites, en chauffant l'air en hiver ou le refroidissant en été; on évitera en outre des variations exagérées de la teneur de l'air en humidité.

Dans les dispositifs de conditionnement d'air, un filtre à poussières, en coton par exemple, purifie l'air aspiré du dehors. Avant d'être envoyé dans les conduites de ventilation, cet air passe dans le compartiment des humidificateurs où l'eau est ajoutée directement à l'air, sous forme d'un très fin brouillard. Dans ce but, on utilise une sorte d'ajutage pulvérisateur relié à des conduites d'eau et d'air comprimé. Étant données la construction de l'ajutage et la vitesse élevée à laquelle l'eau est distribuée, elle est désintégrée en fines particules qui s'évaporent instantanément à quelque distance de l'ajutage.

On a construit en Amérique des usines sans fenêtres, des écoles recevant la lumière du jour par des panneaux translucides, mais n'ayant aucune fenêtre ouvrante. On y réduit ainsi au minimum l'introduction de poussières. Mais c'est là peut-être de la fantaisie américaine.

Le conditionnement d'air est dès aujourd'hui très pratique pour des immeubles de quelque importance et d'une application courante pour les hôpitaux, les salles de spectacles et les cinémas et pour des immeubles à bureaux (office buildings, banques, etc.).

DESCRIPTION D'UNE GRANDE INSTALLATION. — I. N. R.

Un des plus beaux exemples à Bruxelles nous sera fourni d'ici peu par les nouveaux bâtiments de l'I. N. R. Ici il est vrai, on avait des raisons toutes spéciales d'avoir recours au conditionnement d'air, de nombreuses salles étant complètement isolées et dépourvues de toute communication directe avec l'extérieur.

Cette installation comporte un débit de 160.000 m³ d'air à l'heure, au refoulement et autant pour la reprise, ce qui correspond à une puissance de 160 HP pour les ventilateurs. Le chauffage de l'air se fait à la vapeur par des batteries de tubes à ailettes en cuivre. L'air est porté jusque 30° pour en retrouver 22° dans les places quelle que soit la température extérieure (— 10°).

Le degré d'humidité est réglé par action sur la pulvérisation de l'eau; celle-ci est obtenue par une pompe et des pulvérisateurs; on maintiendra un taux d'humidité de 55 à 60 %.

En été, on doit rafraîchir les locaux. Si la température extérieure est, à l'ombre, +30° il faut assurer à l'intérieur 23°. A cet effet il sera fait usage d'un compresseur à ammoniac de 350.000 frigories à l'heure. Une installation de cette importance, ayant en outre des buts particuliers à atteindre, exige une disposition des locaux tout à fait spéciale et qui ne peut être réalisée que lors de la construction même de l'immeuble.

THERMOSTATS-HYGROSTATS.

Les réglages de température et d'humidité s'obtiennent automatiquement par des thermostats et des hygromètres.

Thermostats.

Les thermostats les plus répandus sont basés sur la dilatation inégale de deux métaux, tels le cuivre et l'invar. Cette différence de dilatation agit sur un système de

leviers qui commande par exemple le basculement d'une ampoule contenant du mercure. Cette ampoule fait office d'interrupteur. Une vis de rappel permet de régler à volonté la position de basculement.

Dans d'autres appareils (fig. 1) un bilame B est susceptible de fermer le contact CC', C'' étant une butée de repos.

La rupture brusque s'obtient grâce à l'aimant permanent A, dont l'armature C, portée par le bilame, est maintenue en équilibre par B et le ressort R.

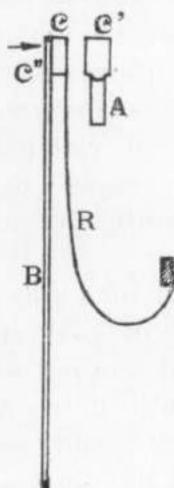


FIG. 1.

Quand la température s'abaisse, l'effort de la lame bimétallique s'exerce en sens inverse de l'action du ressort et à un moment donné l'aimant attire brusquement son armature, fermant le circuit par exemple d'un radiateur électrique.

L'arrachement se produit d'une façon tout aussi brusque dès que la température s'est suffisamment élevée, pour que le bilame réagisse dans le même sens que le ressort.

Hygrostats.

Qu'est-ce que le degré d'humidité de l'air? En quoi consistent ces appareils?

Considérons un volume d'air, 1 m^3 par exemple, à la pression de 760 mm . et à la température de 20° , en communication avec de l'eau (fig. 2). Si l'air est sec, l'eau s'évapore; à un moment cependant cette évaporation cesse : l'air dans les conditions où il se trouve (pression, température) est saturé, il a 100% d'humidité. Si on augmente sa température, de l'eau s'évapore à nouveau; si on le refroidit au contraire, de l'eau se condense en brouillard.

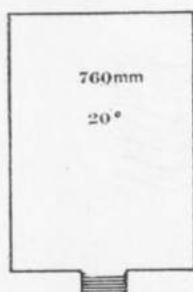


FIG. 2.

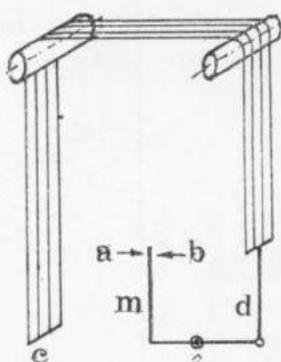


FIG. 3.

On peut constituer un hygrostat à l'aide de cheveux humains. Ceux-ci assez nombreux forment une bande fixée en C pouvant se déplacer en d , sur deux cylindres mobiles par exemple. La languette m appuie à gauche, si les cheveux sont contractés, à droite s'ils s'allongent suffisamment, ce qui s'obtient par l'action de l'humidité de l'air.

D'autres principes sont utilisés, notamment le suivant. On place deux thermomètres dans le voisinage l'un de l'autre, t_1 est du type sec, t_2 est entouré d'un linge humecté (par une mèche trempant dans l'eau). Si l'air est sec, l'eau s'évapore et t_2 descend. La différence de niveau des deux

thermomètres est mise à profit pour actionner l'appareil humidificateur.

Voilà donc les principes du fonctionnement des appareils de commande du conditionnement d'air.

Filtrage.

Dans toutes ces installations on attache une grande importance au filtrage. Il est fait usage à cet effet, de toiles sur cadres métalliques, ou encore de filtres à huile. Ceux-ci comportent des tôles ondulées superposées et séparées de 4 mm. l'une de l'autre et qu'on a trempées dans l'huile. Elles sont disposées horizontalement, l'air passe sur ces tôles, se frotte à l'huile et se débarrasse de toutes impuretés. Le nettoyage du filtre est aisé.

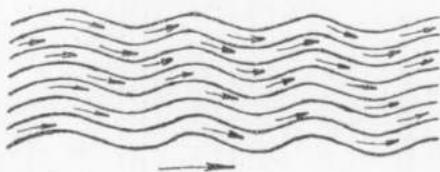


FIG. 4.

Nous avons vu le principe et le fonctionnement d'un conditionnement d'air et l'ensemble aura paru assez complexe et délicat. C'est un inconvénient, assez faible quand il s'agit d'une grosse installation. (Salles de spectacles, cinémas, bureaux importants.)

Certaines industries (filatures, tissages, etc.) ont aussi des raisons spéciales d'adopter le conditionnement d'air et ce sont des installations de l'espèce qui ont été généralement réalisées jusqu'ici.

Petites installations.

Cependant le conditionnement d'air se fait aussi pour de petites dimensions des places, c'est-à-dire pour des maisons particulières: magasins, restaurants avec chauffage au

gaz, à l'huile lourde ou à l'électricité. Les divers éléments sont alors enfermés dans une armoire isolante tout en restant accessibles par l'enlèvement d'un certain nombre de panneaux. On peut mettre l'appareil devant une fenêtre, son volume étant celui d'un gros radiateur de chauffage central. Prenant l'air frais au dehors par un petit tuyau, l'appareil en assure le chauffage ou le refroidissement, la déshumidification, le filtrage et la ventilation, ce pour une, deux ou trois places directement en communication l'une avec l'autre. Un modèle déterminé a, par exemple, une capacité de rafraîchissement de 2.000 frigories par heure et amène 8 m³ d'air dans les places à ventiler.

La General Electric a établi une série standard de chauffages à conditionnement d'air. La plus petite de ces installations avec chauffage au gaz a une capacité de production de 8.000 calories à l'heure. Elle occupe en surface sur le sol 0^m50 × 1^m50 et en hauteur 1^m20. La plus grande, d'une capacité de 35.000 calories à l'heure, occupe en surface 1^m50 × 1 m. et 1^m20 de hauteur.

C'est en Amérique que ces appareils ont surtout été mis au point. Ce sont pour le Congo ceux qui présentent le plus d'intérêt.

Que comporterait une installation de cette espèce pour la Colonie?

a) En période froide et pour la nuit, des rhéostats pour le chauffage électrique de l'air et un ventilateur qui amène l'air frais sur les éléments chauffants puis le répand dans les places;

b) Des vaporisateurs d'eau mis en service par une petite pompe électrique. On fait passer l'air à humidifier à travers les rideaux ainsi formés. Un hygrostat règle ici l'intensité de la pluie d'humidification. Quand il s'agit durant la saison chaude de réfrigérer l'air, il faut évidemment remplacer la source de chaleur par une source de froid,

de préférence un système à compresseur comme pour une armoire de frigo. Celui-ci sera toutefois de faible puissance, car la température intérieure que l'on désire obtenir ne peut pas être beaucoup en dessous de celle extérieure (à l'ombre : 10 à 8°). De même le chauffage au Congo est utile pendant certaines saisons à la soirée et la nuit, mais la surtempérature à réaliser pour l'air chauffé sera toujours modérée et n'exigera donc pas une très grande puissance des radiateurs.

Rôle de l'électricité dans le conditionnement d'air.

L'électricité sera utilisée comme source de force motrice (ventilateur, pompe de circulation d'eau, de pulvérisation

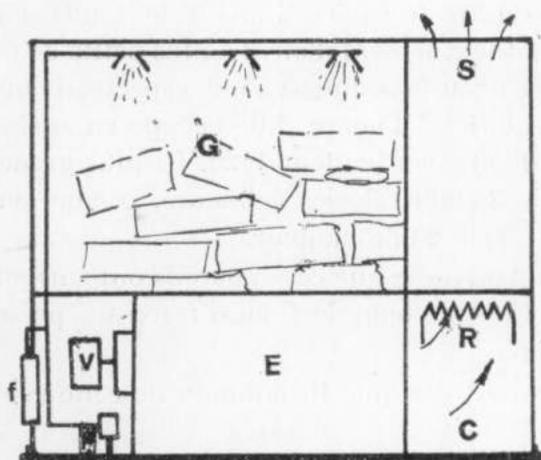


FIG. 5.

d'eau, de circulation de saumure des machines frigorifiques. Pour les installations relativement faibles, l'électricité s'impose ici. S'il s'agit de chauffage, l'électricité peut être avantageuse, car la facilité de commande, la suppression de la manutention du combustible, l'absence de fumées, sont autant d'avantages. Elle s'imposera surtout si la fourniture de chaleur est discontinue et peu importante comme c'est le cas des pays coloniaux.

Ces conditionneurs individuels se font parfois à refroidissement par de la glace. La figure 5 montre un dispositif de cette espèce. Un ventilateur *v*, bien silencieux, aspire l'air, le filtre et le distribue dans la salle. La glace est introduite en G, on l'arrose à l'aide de la pompe *p* et l'eau refroidie passe le long des parois de l'échangeur de chaleur E.

Si l'on désire réchauffer l'air, on mettra en service les rhéostats R traversés par un courant électrique. Le réservoir G peut suffire pour deux journées de fonctionnement. Il faut par exemple 25 kg. de glace à l'heure. La consommation de courant est de 100 ou 150 watts en période de réfrigération.

Avantages et inconvénients.

Cependant ces applications consommeront déjà une grande quantité d'énergie électrique (radiateurs, ventilateurs, pompe) et ne seront économiquement réalisables que si celle-ci peut être offerte à bon marché.

Les installations, d'autre part, seront coûteuses de premier établissement et d'entretien, mais elles présentent des avantages certains :

Réduction considérable de la poussière dans les places habitées.

Humidification régulière, contrôlée automatiquement.

Température constante (20°) dans la plupart des places.

Température moins différente entre le sol et le plafond.

Enlèvement des odeurs (tabac, cuisine).

Par contre, il faut s'attendre à des frais d'exploitation plus élevés (15 à 20 % en plus que pour le chauffage à vapeur ou à l'eau chaude et huile lourde). Mais le confort est supérieur aussi. On peut encore craindre un certain bruit. Il existe cependant des ventilateurs spéciaux en produisant fort peu. On peut du reste enfermer tous les appareils dans une armoire à double paroi.

Si pour nos pays c'est peut-être encore un luxe, cela deviendra certes pour la Colonie, dans beaucoup de cas, une nécessité.

Quoi qu'il en soit, en Amérique où l'on souffre davantage de la chaleur que chez nous en Europe, on étudie fort la question et cette application se répand.

Citons quelques exemples.

RÉALISATIONS.

Maison d'essais.

Et tout d'abord la maison d'essais de la General Electric.

Cette société a établi à Schenectady, une habitation d'essais et de mesures pour conditionnement d'air. Il s'agit d'une maison d'habitation normale, ordinaire, d'un volume de 16.500 pieds cubes (470 m³) (10 places habitées).

Elle est pourvue d'une chaudière à huile lourde et d'une unité réfrigérante. La chaudière débite au maximum 33.000 calories par heure. Le conditionnement d'air est de 29.000 calories par heure avec 40 m³ d'air en circulation. Le système réfrigérant, de 11.000 frigories, avec un système de déshumidification d'une capacité de 7 litres d'eau par heure.

La chaudière à huile lourde fournit de la vapeur à 3 kilos pour l'élément chauffant du conditionnement d'air et pour une partie des places directement chauffées par radiateurs ordinaires à pression réduite. Elle chauffe aussi la distribution d'eau chaude.

Le conditionneur d'air envoie celui-ci par le réfrigérateur et le dessiccateur à travers les filtres (en métal et laine), puis sur l'élément chauffant et l'humidificateur aux tuyauteries de ventilation.

Le réfrigérateur entre en service par l'action d'un thermostat et d'un hygromètre placés dans la salle à manger.

Surveillance et contrôle. — Un système de surveillance et de contrôle très complet a été installé. Le thermostat

actionne le ventilateur de la chaudière. L'hygrostat agit par un solénoïde sur l'admission d'eau à l'humidificateur. 102 thermo-couples permettent de contrôler les températures dont quelques-unes sont enregistrées de façon constante. Le degré d'humidité est également enregistré de façon constante (45 %).

De multiples dispositions sont possibles pour marcher au chauffage seul ou au conditionnement d'air et combiner éventuellement les deux.

Résultats de ces essais. — A titre de comparaison on a pendant certaines périodes marché à la vapeur seule, puis avec le conditionnement d'air. C'est ainsi qu'il a été établi une dépense totale de 151 \$ pour la vapeur et de 186 \$ pour le conditionnement d'air. La consommation d'énergie électrique est de 13 \$ avec la vapeur et 26,4 \$ avec le conditionnement.

Hôtels et grands immeubles.

Les grands hôtels sont fréquemment réfrigérés aujourd'hui en Amérique. On cite notamment un hôtel à Birmingham dont on fuyait les appartements sous le toit par suite des infiltrations de la chaleur. On y mit un conditionnement d'air. L'année suivante on l'étendit aux autres étages. On pourrait citer de nombreux cas de cette espèce. Pour les bâtiments neufs de quelque importance: banques, bureaux, hôpitaux, salles de spectacles, on prévoit généralement aujourd'hui un conditionnement d'air établi en une installation centrale avec tuyauteries de répartition de l'air traité.

Certaines industries, comme il a été dit plus haut, ont des raisons spéciales de conditionner l'air parfois différemment d'une place à l'autre et adoptent alors un appareillage adéquat propre aux divers locaux à alimenter.

Trains.

Les trains adoptent également, surtout en pays chaud, ce mode de chauffage et de ventilation. En 1936, des installations complètes de conditionnement d'air de 50 nouvelles voitures de la New-York, New-Haven et Hartford R^d et 10 voitures du Boston & Maine R^d et pour le Chicago Burlington R^d ont été réalisées.

En Europe, 50 voitures du P. O. celles des trains directs Milan, Naples, ont été récemment pourvus d'installations de ce genre. Des ventilateurs chassent l'air frais sur des radiateurs électriques et ensuite aux humidificateurs dont l'action est réglée automatiquement. En été, l'air est rafraîchi. Tout l'appareillage est logé sous la voiture.

Ces systèmes de ventilation obligent à ne pas ouvrir les fenêtres; ceci est du reste à conseiller aux vitesses très élevées atteintes par certains trains (175 km./heure Naples-Milan).

Avant de quitter le sujet, nous dirons encore un mot de la pompe de chaleur ou pompe thermique.

POMPE THERMIQUE.

Principe.

Renversant le cycle ordinaire du réfrigérateur domestique, un compresseur, actionné électriquement, absorbe de la chaleur prise à une source à basse température, élève le niveau de cette chaleur par une compression mécanique du gaz réfrigérant et décharge ce dernier à une température suffisante pour chauffer les places en hiver. En été le procédé est inversé. La chaleur et l'humidité sont enlevés à l'air et la chaleur est expulsée au dehors.

Westinghouse a établi ici un type original d'appareil. C'est la pompe Lèbre.

Description.

L'installation comporte la pompe de chaleur P, deux ventilateurs V₁ et V₂ et un refroidisseur R (fig. 6).

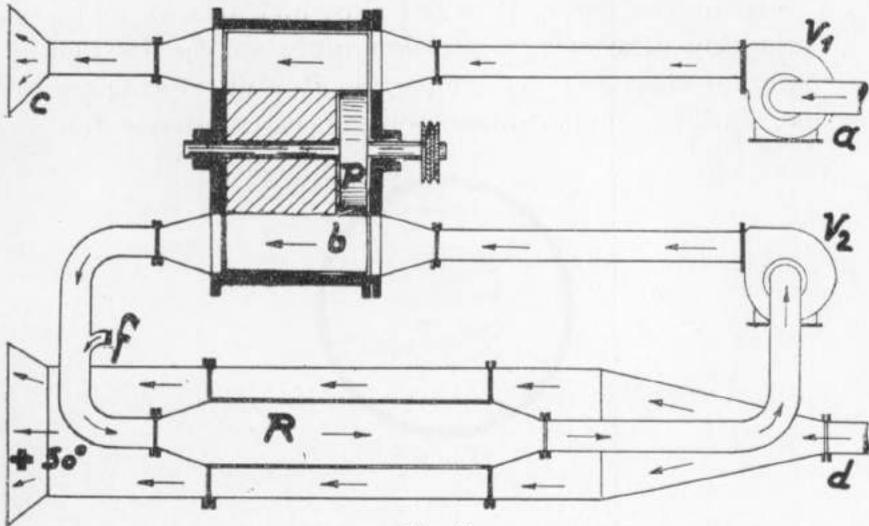


FIG. 6.

Chauffage.

De l'air vicié est pris au local en *a* et refoulé vers *P*; cet air est comprimé par *P* dans les compartiments de la pompe depuis *A* jusque *B*, (fig. 7) où il atteint une pression de 600 gr. par cm^2 et 60° de température; de *B* à *C* se produit le balayage à haute pression et l'air chaud passe par *P* dans le réchauffeur *R*. Il se détend dans celui-ci jusque -10° de *C* à *D*, puis a lieu le balayage à basse pression de *D* vers *A* et l'évacuation par *c* de l'air froid à l'extérieur.

Le réchauffeur cède sa chaleur à l'air qui l'entoure et le porte à 50° .

Réfrigération.

S'il s'agit de rafraîchir les locaux on prend en *a* de l'air frais, on le comprime, le refroidit et on l'envoie par *c* dans les locaux à rafraîchir; tandis que l'air qui doit enlever la chaleur est pris au local et envoyé à l'extérieur.

La pompe *P* se compose d'une série de compartiments fermés par des joues latérales, mis en communication par quelques canaux avec les compartiments semblables situés

à ce moment en face. Il se fait ainsi qu'à mesure qu'un compartiment avance, sa pression augmente car il est en communication avec des compartiments à plus forte pression. En B les compartiments sont mis en communication

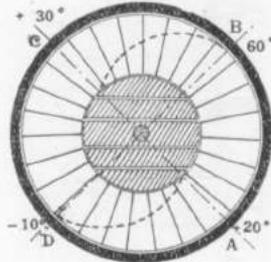


FIG. 7.

avec *b* (fig. 6) et l'air est balayé dans le réservoir R; il s'y détend graduellement, surtout parce qu'il passe une partie de l'air qu'il contient vers les compartiments qui sont en mise sous pression à droite. Il se refroidit ainsi à -10° . L'air frais pris en *d* s'échauffe au contact de R à $+50^{\circ}$.

Résultats.

Cet appareil présente certes des propriétés très attrayantes. Il transforme directement l'énergie des moteurs actionnant la pompe et les ventilateurs en énergie calorifique, ce avec un rendement fortement amélioré.

Alors qu'un kilowattheure ne donne que 864 calories par effet Joule dans un rhéostat (train électrique Bruxelles-Anvers actuel), on peut en retirer 2,5 fois autant avec la pompe Lèbre.

Des réalisations existent à Bruxelles, deux installations sont utilisées pour le chauffage de locaux, une troisième a été montée sur une voiture de Bruxelles-Anvers et une autre sur un train électrique hollandais. Est-ce un succès?

Il est difficile de le savoir pour le moment. Une mise au point semble nécessaire.

En Amérique, la Géco poursuit également des recher-

ches avec les pompes thermiques et signale une réalisation en 1934 et une autre en 1936, dans un office Building aux États-Unis avec une capacité de 85.000 calories à l'heure en hiver et 110.000 frigories en été. On passe automatiquement du régime chauffage au régime réfrigéré.

Une petite installation avec pompe thermique a été fournie afin de pourvoir au chauffage et à la réfrigération d'un appartement de six places (au Sud des États-Unis). Ici la chaleur est prise en hiver à l'eau de la ville dont la température ne descend jamais en dessous de 53° F. Il s'agit d'une contrée chaude.

Quoi qu'il en soit, ce qui a été réalisé jusqu'ici laisse l'espoir d'un aboutissement prochain.

Le conditionnement d'air présenterait ainsi pour la Colonie un intérêt accru.

Sans escompter cependant ce progrès, on peut entrevoir dans la maison coloniale de l'avenir un appareil comportant la cuisine électrique, le réfrigérateur et le conditionnement d'air avec chauffage électrique, d'autant plus que la cuisinière et le conditionnement d'air (chauffage) ne marcheront jamais ensemble, mais se compléteront en donnant une charge plus régulière.

Cette installation constituerait un progrès considérable au point de vue confort et augmenterait la capacité de travail et de résistance au climat, de la population blanche aux colonies.

Séance du 30 juillet 1937.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Gillon*, Président de l'Institut.

Sont présents : MM. Fontainas, Gevaert, le baron Liebrechts, van de Putte, membres titulaires; MM. Beelaerts, Bette, De Roover, Lancsweert, Marchal, membres associés et De Jonghe, Secrétaire général de l'Institut.

Excusés : MM. Maury, Moulaert, Olsen, Philippon et Wiener.

Communication de M. R. Bette.

M. *Bette* donne lecture d'une communication sur les orages et la protection des lignes à haute tension au Katanga.

Il expose sur diagrammes, la répartition des orages dans le monde et montre ainsi la fréquence considérable des phénomènes orageux au Katanga.

Cette situation détermine la nécessité impérieuse d'utiliser pour la défense des lignes à haute tension dans ces régions, tous les moyens de protection possibles.

Les différents dispositifs de protection utilisés dans ce but, ainsi que les détails de construction proprement dite des lignes H. T. sont exposés.

En particulier, la question résistance des terres de diverses espèces est traitée en détail, ainsi que les résultats d'étude de mise en œuvre de contrepoids.

Enfin, le conférencier expose la constitution et le mode de fonctionnement des lignes de téléphonie par courant haute fréquence utilisées pour relier au Katanga les centrales aux divers postes de transformation. (Voir p. 641.)

A la suite de cette communication, un échange de vues se produit entre MM. *Bette*, le *Président*, *Fontainas*, *Beelaerts* et *van de Putte*.

La séance est levée à 16 heures.

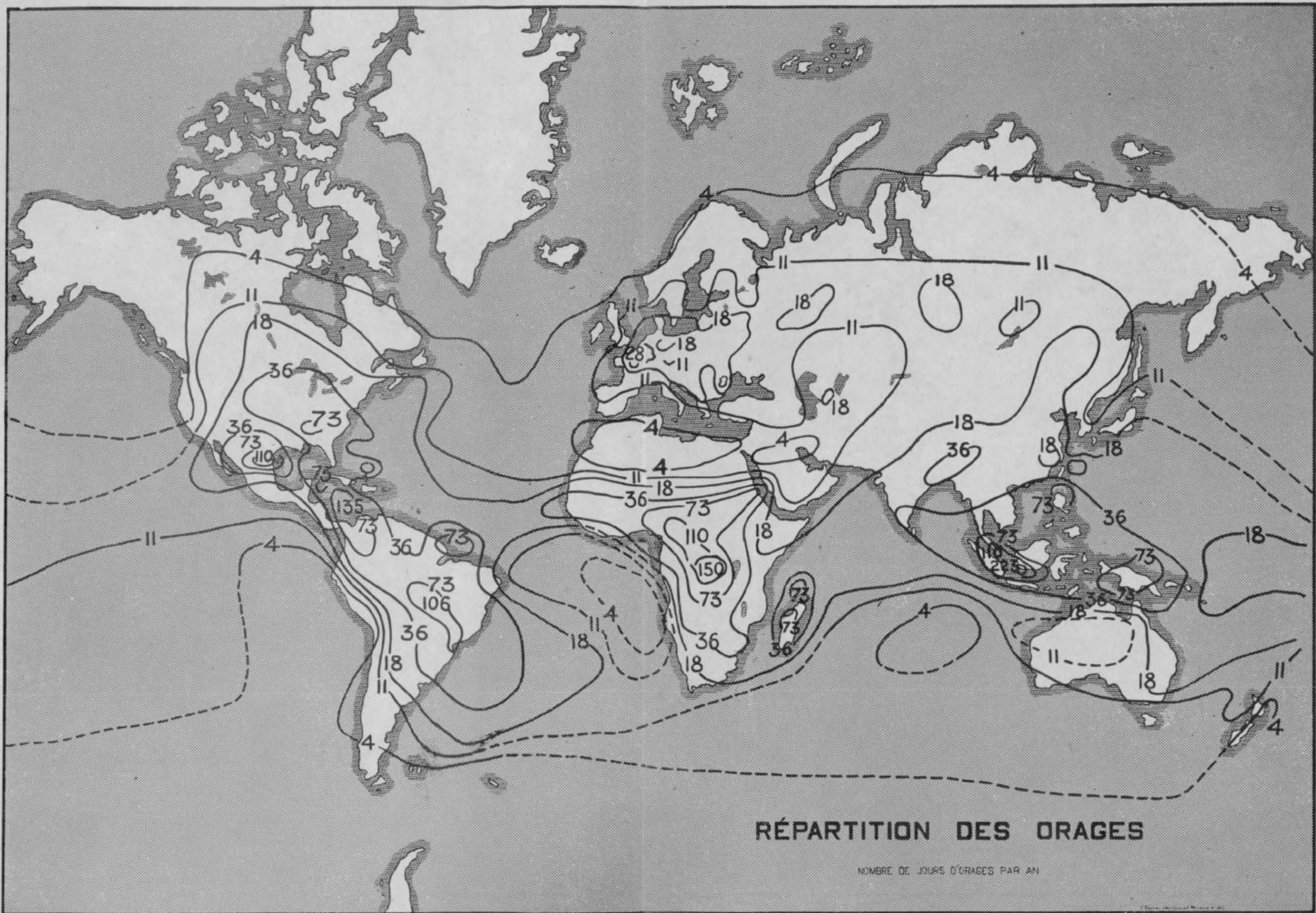


FIG. 1.

M. R. Bette. — Orages et lignes haute tension au Katanga.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Dans l'exploitation des longues lignes H. T., les plus grand ennuis à vaincre sont en général ceux qui découlent, soit de l'apparition, par induction électrostatique, de charges électriques se déplaçant sous forme d'ondes mobiles, soit et surtout, de coups de foudre directs sur les conducteurs ou leurs fils de garde.

A ce point de vue, le Katanga est particulièrement en mauvaise situation; pendant la saison des pluies, en effet, les conditions favorables à la formation de fronts orageux, trouvent très fréquemment leur réalisation optima. Je citerai :

1° La présence d'une teneur suffisante d'humidité dans l'atmosphère;

2° Les circonstances météorologiques et topographiques favorables à la formation de courants d'air chauds-humides, ascendants, de force ascensionnelle suffisante que pour les conduire vers des altitudes suffisamment élevées (2 à 6 km.), régions où la condensation de l'humidité peut avoir lieu. L'importance de ces mouvements de convection dont dépendra en bonne partie la sévérité de l'orage, est évidemment fonction de la différence de température entre les masses gazeuses, humides, chauffées au niveau du sol et les couches d'air en place dans la haute atmosphère (troposphère).

L'examen de la carte ci-jointe de répartition des orages dans le monde (fig. 1), montre que le Katanga doit être rangé parmi les régions les plus orageuses et les plus foudroyées du monde; avec une moyenne de 150 orages

par an, il n'est dépassé que par la région des îles de Bornéo et Sumatra qui présentent pendant la même période, plus de 220 jours d'orage; le golfe du Mexique qui vient immédiatement après elles, n'en présente que 135.

Nous avons fait procéder depuis assez longtemps, au Katanga, à des relevés journaliers d'orages; ils nous ont permis de dresser le graphique ci-contre (fig. 2), qui concorde complètement avec les indications de la carte dont question.

On remarquera que le nombre moyen de 151 orages par an au Katanga, relevé par nous, doit être considéré comme un minimum, le tonnerre se faisant souvent entendre plus d'une fois au cours d'une même journée et nos relevés n'étant relatifs qu'au nombre de journées orageuses.

On notera par ailleurs, l'allure de la répartition des orages au cours de l'année, répartition qui se trouve en concordance parfaite avec les conditions de formation de fronts orageux, reprises ci-dessus.

Le nombre élevé annuel d'orages au Katanga, montre la nécessité de protéger dans toute la mesure du possible, les longues lignes H. T. et les postes qui en dépendent, si l'on veut assurer, non seulement la sécurité du matériel, mais également la continuité et la régularité de fonctionnement du transport d'énergie.

On notera en passant que l'on a déjà fait remarquer que la foudre semblerait affecter certaines régions qui correspondraient au point de vue géologique, soit à des failles, soit à des venues éruptives. On a mis cette prédilection, au moins apparente, en relation avec l'ionisation de l'atmosphère due à la composition du sous-sol. A ce sujet, nous devons faire observer cependant, que nos lignes qui passent très près (environ 500 m.) des mines de radium de Shinkolobwe, n'y sont cependant pas particulièrement frappées par l'orage dans cette région.

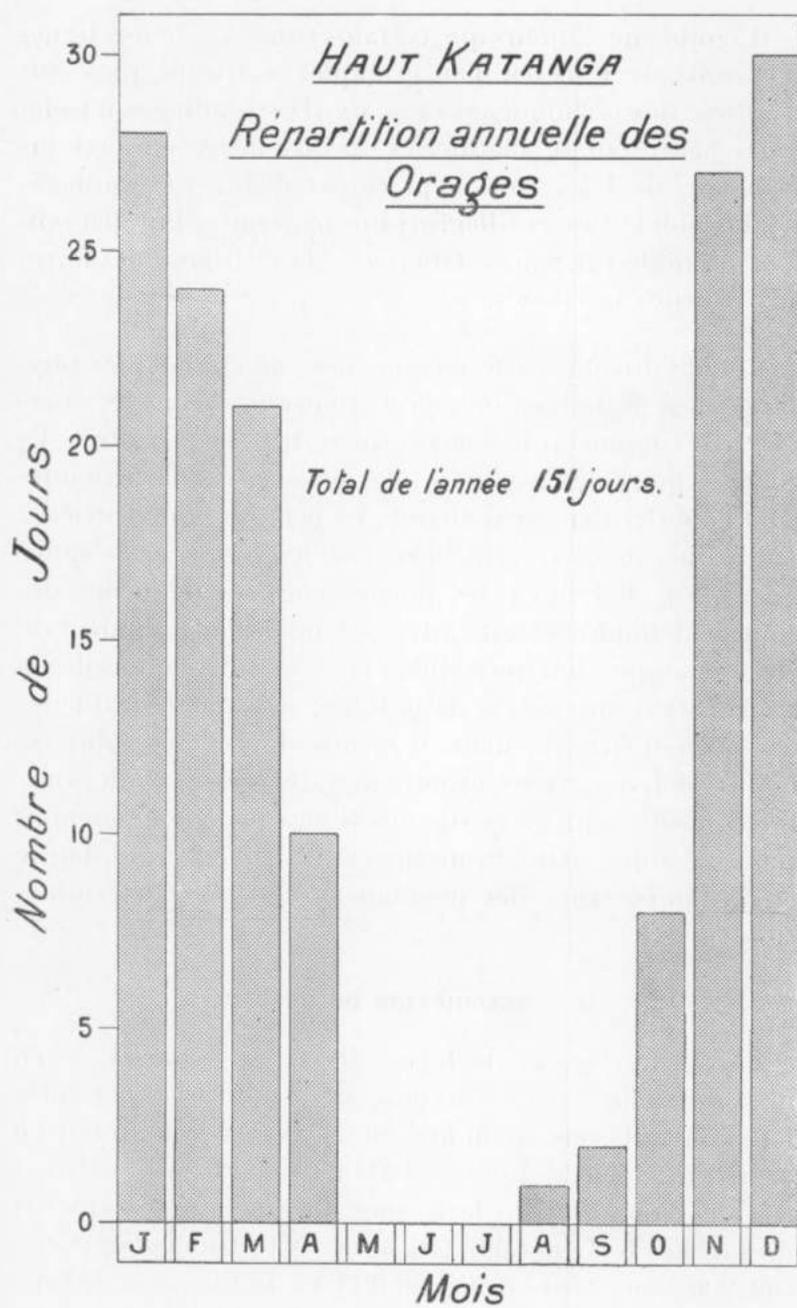


FIG. 2.

Il semble néanmoins que certains tronçons de nos lignes (environs de Luishia, par exemple) souffrent plus que d'autres, des phénomènes orageux. Des écaillages d'isolateurs paraissent se manifester spécialement sur certains tronçons, de 1 à 5 km., séparés par d'autres à écaillages négligeables. Ces écaillages plus fréquents sont par ailleurs, semble-t-il, sans relation avec la résistance des terres aux endroits intéressés.

L'étude directe sur le terrain, des caractéristiques physiques des décharges orageuses (tension, intensité, énergie) est, comme on le conçoit, bien difficile à réaliser. La contribution que l'exploitant des longues lignes aériennes peut apporter dans ce domaine, ne peut être que partielle. Toutes les mesures effectuées sur les lignes ne s'appliquent, en effet, qu'à des phénomènes, conséquence des coups de foudre et en ordre secondaire, de l'induction électrostatique, soit que celle-ci fasse sentir ses effets directement dans une région de la ligne, soit qu'elle influence de façon différente deux tronçons de celle-ci, plus ou moins éloignés. Nous examinerons en détail ci-dessous, les dispositifs employés sur nos lignes pour pouvoir nous rendre compte, dans la mesure du possible, de la nature et de l'importance des phénomènes orageux déterminés sur celles-ci.

II. — DESCRIPTION DU RÉSEAU.

Le réseau (fig. 3) de lignes H. T. du Katanga — en ne comprenant sous ces termes que les transports de force fonctionnant sous au moins 50.000 V. — comprend, en ordre principal, les lignes à 120.000 V. de la Société Générale des Forces Hydroélectriques du Katanga (*Sogefor*) et de la Société Générale Africaine d'Électricité (*Sogelec*), soit 200 km., un réseau à 50.000 V. de longueur réduite (environ 40 km.) appartenant à Sogelec et enfin, fonction-

nant sous cette tension, la ligne appartenant à l'Union Minière et alimentant la mine de Kipushi (27 km.).

Les données et caractéristiques ci-dessous se rapportent spécialement aux lignes à 120.000 v.

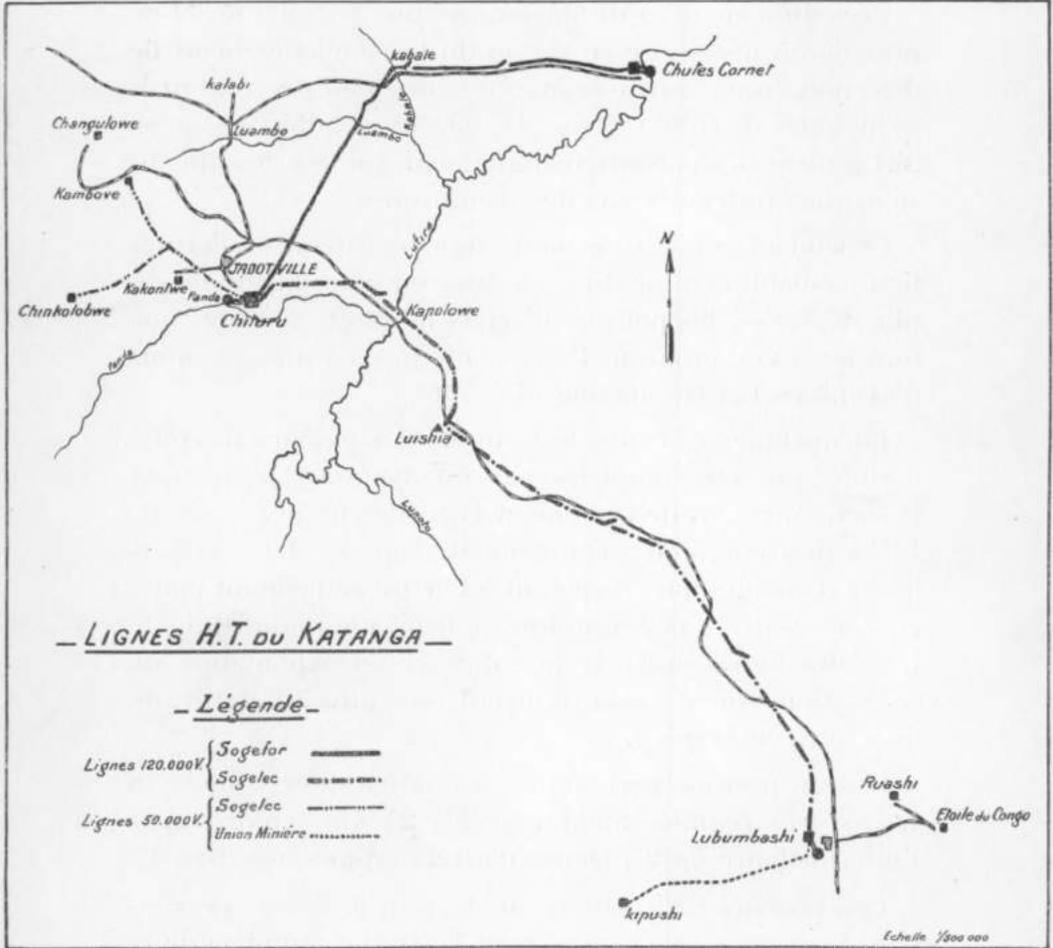


FIG. 3.

Les lignes à 120 kV de Sogefor sont constituées de conducteurs de cuivre de 95 mm² suspendus par chaînes d'isolateurs de deux types : soit Hermsdorf, 9 éléments

de 10'', pas 5'' 5/16, à 2 cornes, soit Ohio Brass, 10 éléments de 10'', chaque élément distant de 4 3/4'', 1 corne.

Les poteaux, métalliques, réticulaires, sont plantés, en alignement, à distance variant de 200 à 240 m.

Périodiquement, à distance moyenne de 1.500 m. et de plus, là où nécessaire en raison du tracé (changement de direction, route à traverser, etc.) des poteaux renforcés — pylônes d'arrêts — (fig. 4) ont été installés. Ils ne se distinguent des poteaux d'alignement que par les dimensions plus fortes des fers des membrures.

Pendant sur le tronçon de ligne construit en dernier lieu — établi comme dit ci-dessous en poteaux tubulaires plus légers — les poteaux d'arrêts n'ont été installés que tous les 5 km. environ. De ce chef, jusqu'à présent, nous n'avons enregistré aucune difficulté.

En quelques endroits de la ligne, ces pylônes d'arrêts, doublés ont été complétés par un dispositif permettant le sectionnement de la ligne et la recherche plus aisée de la localisation d'un dérangement (fig. 5). L'on remarquera d'ailleurs que, disposant à l'heure actuelle du matériel nécessaire à la communication téléphonique H. F. le long des lignes et vu le peu d'usage en exploitation de ces sectionnements, nous n'installerons plus à l'avenir, de dispositif de l'espèce.

La transposition périodique ou rotation des conducteurs est assurée régulièrement tous les 25 km. environ par l'intermédiaire de 2 pylônes d'arrêts rapprochés (fig. 6).

Ces poteaux de rotation ou de transposition, permettent de placer en moyenne, pour l'étendue complète de la ligne, chacun des trois conducteurs dans la même situation, tant par rapport aux fils de garde, qu'au poteau par lui-même, à la terre et aux conducteurs voisins, déterminant ainsi pour chacun d'entre eux, des caractéristiques électriques sensiblement identiques.

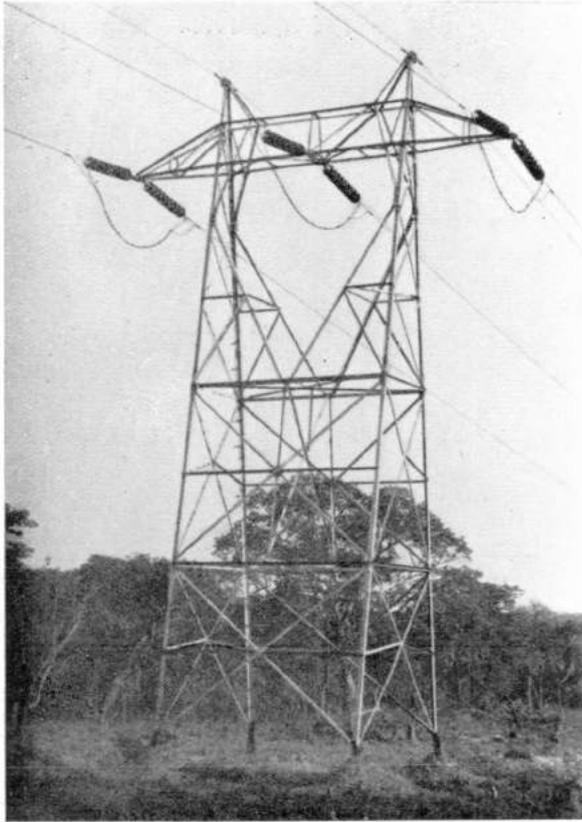


FIG. 4. — Pylône d'arrêt.

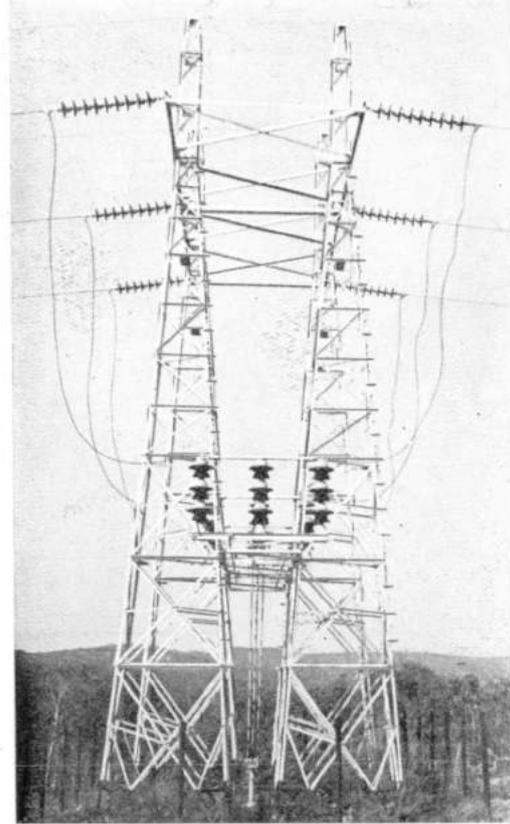


FIG. 5. — Pylône de sectionnement.

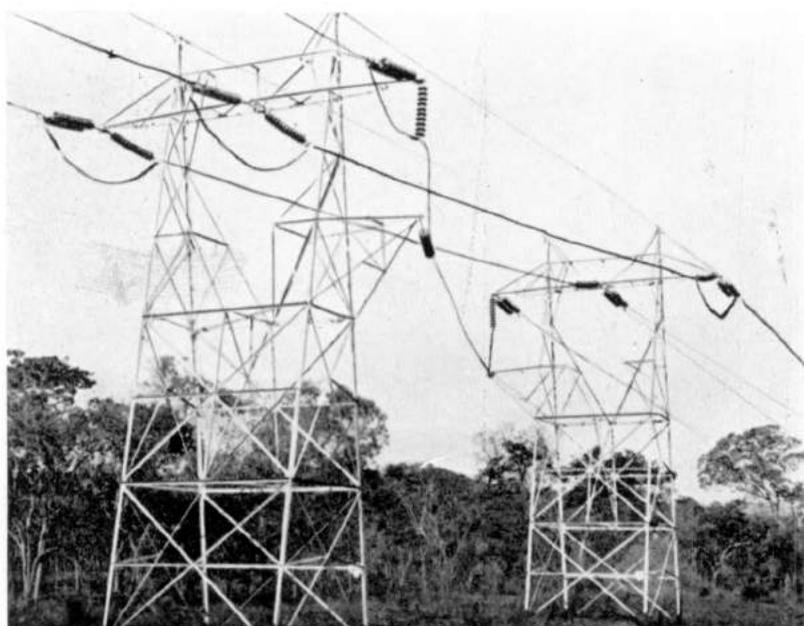


FIG. 6. — Poteaux de transposition.

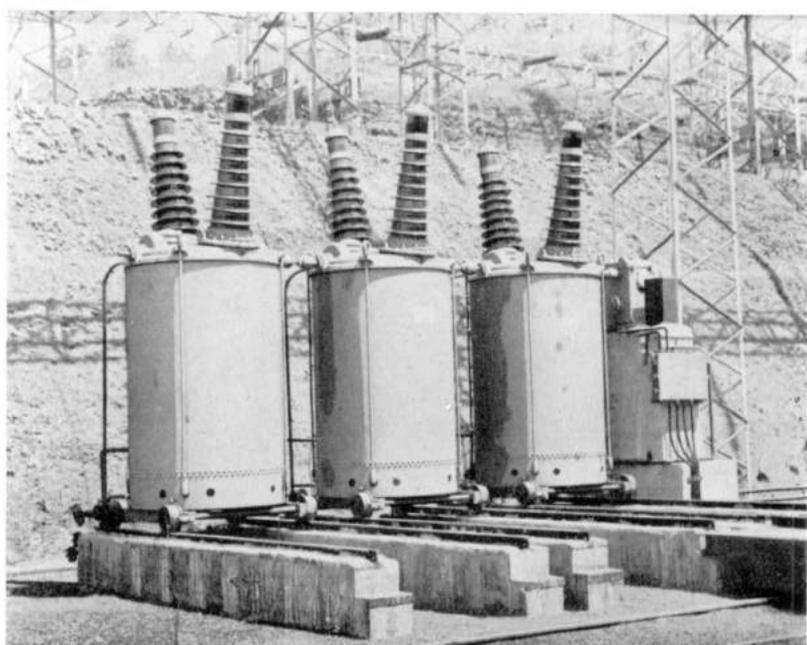


FIG. 7. — Disjoncteurs 120 kV.

La nappe de conducteurs de transport est protégée par deux câbles de terre placés à environ 2^m60 des fils de la ligne et de 50 mm² de section. Ces conducteurs sont, soit en câble d'acier galvanisé, soit en métal Copperweld (acier étiré sous couverture de cuivre).

La capacité, phase contre phase, de ces lignes atteint 0,008 micro-farad par km. La self induction vaut 0,00143 Henry par phase et par km. correspondant à une réactance ωL . de 0,450 ohms par km.

La résistance ohmique d'un conducteur est de 0,19 ohms par km.

Sur ces bases on remarquera que le courant de charge ($I = \omega C.E.$) à vide, de la ligne à 120 kV pour une longueur de 200 km., atteint environ 60 ampères (capacité pleine de l'alternateur) répondant ainsi à une puissance apparente de 13.000 kVA.

Pour de pareils régimes, les alternateurs doivent être prévus pour pouvoir fournir la puissance capacitive correspondante et de plus, être calculés pour éviter toute éventuelle auto-excitation. Nos générateurs de courant ont été établis en conséquence et permettent par suite, une mise sous tension progressive, à vide, facilitant les essais du réseau H. T. en cas de nécessité.

La hauteur de nos lignes a fait l'objet d'une étude spéciale; la réduction de cette hauteur, très en faveur jusqu'en ces derniers temps, paraît retenir aujourd'hui beaucoup moins l'attention du fait que la gravité des surtensions, comme reconnue actuellement, réside beaucoup plus dans le contact direct de la foudre avec les lignes, que dans les effets de l'induction électrostatique due aux nuées orageuses. Néanmoins, nous avons limité la hauteur des lignes à une valeur raisonnable, la valeur moyenne au-dessus du sol répondant à 8 m.

Le neutre des transformateurs est mis directement à la terre, dispositif permettant de réduire l'importance des surtensions, au détriment, il est vrai, des surintensités.

Enfin, de puissants disjoncteurs (fig. 7) permettent à chaque extrémité de ligne, l'enclenchement ou le déclenchement de celle-ci sous l'action de toute surintensité de durée dangereuse.

Étant donné la violence des coups de vent enregistrés au Katanga pendant la saison des pluies et leur fréquence, la ligne a été établie au point de vue mécanique, de façon particulièrement soignée. Les pylônes ont été, dans ce but, calculés sur les bases suivantes :

a) Pylônes d'alignement du type rigide.

Vent : 120 kg/m^2 — Température : 20° .

Dans ces conditions, le pylône est stable, même un conducteur de ligne étant rompu. Taux de travail maximum de l'acier : 18 kg/m^2 . Il n'est pas tenu compte dans le calcul de la stabilité des supports, de la présence des câbles de terre. Poids du pylône : 2.300 kg .

b) Pylônes d'alignement du type flexible.

Sur le tronçon Luishia-E'ville, il a été fait usage de pylônes d'alignement plus légers, en tubes d'acier, du type dit flexible (fig. 8). Pour le calcul de ceux-ci dans les conditions ci-dessus, il a été tenu compte de la présence des câbles de terre. Poids du pylône : 1.000 kg . seulement.

c) Pylônes d'arrêt.

Mêmes conditions de sujétion que ci-dessus, mais le pylône est stable, les trois conducteurs d'un même côté étant rompus. Cependant, dans cette hypothèse, il est tenu compte de l'effet de haubannage des câbles de terre. Poids du pylône : 3.700 kg .

Les pylônes sont en général simplement implantés dans le sol, sans fondation bétonnée, mais dans le cas particu-

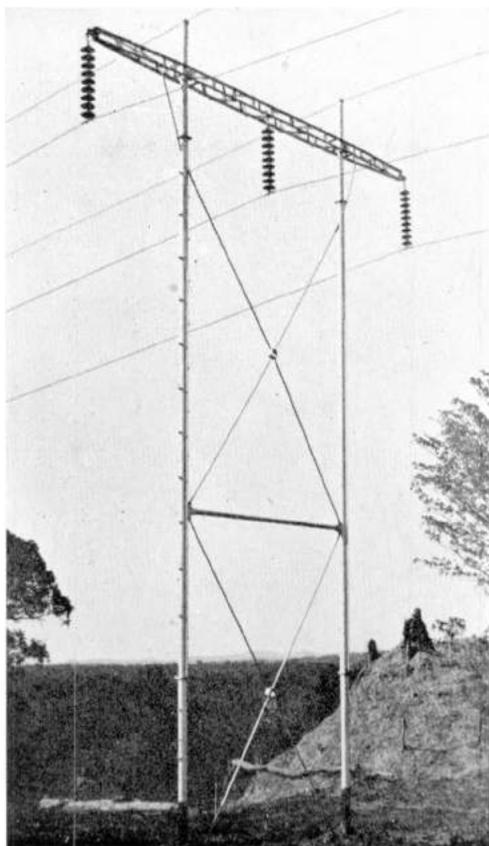


FIG. 8. — Pylône flexible.



FIG. 9. — Vue de la piste vers Kibué.

lier de terrains fort mauvais (Dembo) ils sont ancrés sur une plate-forme en béton armé.

Des précautions spéciales ont été prises pour protéger les pylônes contre l'action de l'humidité. Ils sont en général entièrement galvanisés, ce qui a donné d'excellents résultats. Cependant, à titre d'essais sur certains tronçons, en lieu et place de la galvanisation, les poteaux n'ont reçu (par trempage) que deux couches de minium de fer, plus une couche de peinture à base d'aluminium et ce avec un très bon résultat. Enfin, quelques poteaux d'épreuve n'ont reçu qu'une peinture, à la brosse, de deux couches de ferriline sur une couche de minium. Le résultat a été médiocre.

Par ailleurs, les parties enterrées ont été, de plus, recouvertes au préalable d'une couche d'asphalte ou de goudron, appliquée de diverses façons. A ce sujet, on a pu constater, après quelques années de mise en place :

Pour les pylônes asphaltés à chaud et à la brosse après pose, une conservation très bonne après 5 ans;

Pour les pylônes asphaltés par trempage avant montage, une conservation excellente après 2 ans;

Pour les pylônes recouverts de brai ou de benzol, une conservation bonne après 5 ans.

La savane a été largement déboisée (fig. 9) le long de toutes les lignes, pour éviter le renversement par des arbres déracinés et les termitières soigneusement enlevées sur tout le parcours. Le rapide renouvellement des autres herbes exige par ailleurs, malgré le déboisement initial, un débroussement fréquent.

Avec des lignes construites de façon aussi solide, nous n'avons jamais eu à enregistrer de renversements par tornades et si l'on excepte quelques difficultés du début créées par la présence de grands oiseaux mettant les phases en court-circuit, les seuls ennuis et irrégularités

d'exploitation ne sont, peut-on dire, dus qu'aux phénomènes orageux.

Comme nous l'avons vu, ils sont fréquents dans la région. Je m'arrêterai donc avec quelques détails sur les dispositifs mis en œuvre pour y parer.

Nous envisagerons spécialement ci-dessous la protection des lignes et la protection des postes.

III. — PROTECTION DES LIGNES.

1. Mesure des phénomènes.

Il est intéressant de tâcher de se rendre compte de la sévérité des décharges orageuses; une mesure de celle-ci est évidemment l'intensité du courant de décharge dans le canal de foudre. Dans ce but, nous mesurons au galvanomètre balistique, sur des *témoins magnétiques* (installés sur les poteaux), l'aimantation remanente qu'ils acquièrent et qui est directement proportionnelle à l'intensité de la crête de décharge, terre/nuages ou nuages/terre.

Nous avons placé de ces témoins magnétiques sur presque tous nos poteaux : une bonne partie d'entre eux, toutefois, — vu le prix élevé des témoins parfaits qu'il serait désirable d'employer, — a été remplacée par de très minces baguettes d'acier dur. Nous avons pu constater ainsi l'existence de décharges de l'ordre de 25.000 ampères et nous espérons pouvoir établir dans quelque temps, des courbes donnant pour le Katanga, la relation entre l'intensité des décharges de foudre et leur fréquence au cours de l'année.

Nous nous sommes servis également pendant un certain temps, pour arriver à un résultat du même ordre, des indications d'un certain nombre de *klydonographes*, instruments ayant pour but d'enregistrer le signe et la crête des ondes de surtension au moyen de photographies du genre des figures de Lichtenberg.

L'appareil consiste en principe, en deux électrodes métalliques (pointe et plaque), séparées par un film sensible — entraîné par un mouvement d'horlogerie —, et une plaque isolante. Quand une surtension suffisante apparaît entre les électrodes et qu'on développe ensuite le film, on voit apparaître à l'endroit du contact de l'électrode en pointe, une figure rappelant les figures Lichtenberg et consistant en branches radiales, ramifiées ou non. Le diamètre de ces figures est proportionnel à la crête de tension et cette dernière peut être déterminée en se servant de courbes d'étalonnage établies d'avance. La configuration même des aigrettes radiales permet par ailleurs de fixer le sens positif ou négatif de la décharge. L'appareil est connecté à la ligne par l'intermédiaire d'un dispositif de réduction de tension (en général par capacité).

Pratiquement, l'interprétation de la forme et du diamètre des figures obtenues est assez délicate, en sorte que l'appareil exige, pour en tirer tout le fruit possible, une grande habitude de la part de l'opérateur.

D'autre part, sur certains de nos parafoudres, nous avons installé des *compteurs de décharge*, afin de nous rendre compte de la fréquence de leur fonctionnement. Nous ne possédons pas encore de renseignements suffisants à ce sujet.

2. Isolement des lignes.

Le *degré d'isolement* de nos lignes à 120 kV a été tenu plutôt élevé, vu l'altitude du Katanga et la réduction de la tension d'amorçage qui en est la résultante. L'élément normal (chaîne de 10 éléments de 10'') supporte une tension d'amorçage à sec, de 460.000 V. sous 50 périodes, réduite sous pluie à 430.000 V. A l'altitude correspondante, la chaîne n'amorce que sous un choc d'onde à front raide, d'une valeur de l'ordre de 800.000 V.

Si l'on considère pareil isolement par rapport aux surtensions de service du courant à 50 périodes, l'isolement

qui précède nous met à l'abri de tout amorçage, pour toute surtension égale ou inférieure à environ :

$$\frac{430.000 \text{ V.}}{70.000 \times \sqrt{2}} = 4,3 \text{ fois la tension normale entre phase et terre.}$$
 Ce coefficient de sécurité s'est révélé en pratique, tout à fait suffisant.

En passant, signalons la répercussion, d'ordre secondaire il est vrai, de la longueur des portées sur la tenue de la ligne foudroyée (réflexion de l'onde mobile à la tête du pylône, vu la faible impédance d'onde de ce dernier).

3. Câbles de terre.

Leur rôle fut longtemps discuté. Leur emploi s'est cependant actuellement généralisé peut-on dire, depuis qu'on s'est rendu compte que le danger des orages résidait surtout dans les coups de foudre.

C'est pour opposer à tout coup direct un écran efficace, que l'on a imaginé de surmonter les lignes, de conducteurs reliés électriquement au sol de distance en distance et qui constituent pour la ligne un véritable paratonnerre, en jouant pour celle-ci, cage de Faraday.

Ces câbles de terre sont fixés directement sur la tête des pylônes métalliques, ceux-ci leur servant ainsi de descente de terre.

Lorsqu'une ligne à haute tension est protégée de la sorte, le contact d'un éclair, coup direct, peut se faire, soit sur les fils de terre, soit sur les conducteurs. L'effet protecteur d'un système de fils de garde est évidemment fonction de leur nombre, de leur disposition et de leur hauteur au-dessus de la nappe des conducteurs. Une formule grossière donne pour la zone de protection de chacun d'eux un cône de base égal à deux fois la hauteur séparant le conducteur du câble de terre dont question.

Comme indiqué ci-dessus, la nappe des conducteurs

H. T. est protégée dans nos lignes par deux câbles de terre, placés à 2^m60 au-dessus d'elle.

Pour le type de ligne à 120.000 V., en service au Katanga, le coefficient de protection, suivant des statistiques américaines, est de l'ordre de 80 %, c'est-à-dire que sur 10 coups directs atteignant la ligne, 8 contacts en moyenne s'établiront avec les fils de garde, pour 2 sur les fils porteurs de courant. Ceux-ci, en conséquence, deviennent relativement peu exposés.

Si la foudre tombe directement sur un conducteur de ligne, la chaîne d'isolateurs est soumise brusquement au potentiel absolu de la tête de l'éclair. Vu l'élévation de celui-ci, on se rend compte que l'amorçage est inévitable, quelle que soit la valeur de la résistance de terre du pylône.

Le phénomène est tout différent si l'éclair tombe sur le fil de garde ou sur la tête du pylône, la décharge pouvant alors s'écouler directement au sol, sans arc préalable, en empruntant la terre du pylône : la plus ou moins grande impédance d'onde de cette dernière agit alors pour fixer la valeur du potentiel absolu de la tête du pylône.

On se rend compte d'autre part, que si ce potentiel restait suffisant, la chaîne dont le potentiel devient fonction, non seulement de la tension de ligne, mais également, par induction, de la tension du pylône, puisse encore s'amorcer (amorçage en retour).

On voit donc l'énorme avantage de réaliser les choses en sorte que l'impédance d'ondes et la résistance des terres soient minima. Le phénomène se complique encore par ailleurs, du jeu des réflexions d'ondes contre les prises de terre, les têtes des pylônes voisins, etc.

Quoi qu'il en soit, le potentiel absolu du conducteur sera en général une fonction du potentiel pris par les têtes de pylônes; si celui-ci est égal à E, on peut écrire

d'une façon générale pour le potentiel absolu du conducteur : $e = KE$, K étant plus petit que 1.

M. Strauven, ingénieur à la Société Sogefor, a établi pour nos lignes, la relation intéressante :

$$e = \frac{0,7 R}{100 + 1,3 R} E,$$

R étant la résistance de contact de la prise de terre du pylône.

4. Prises de terre.

L'exposé ci-dessus montre immédiatement l'intérêt considérable qui s'attache à la réduction de la résistance des terres. Pour une résistance de terre de 3.000 ohms, par exemple, on atteindrait, dans ces conditions, comme tension de chaîne 0,53 E . La résistance des terres tombant à 20 ohms, le potentiel de la chaîne descendrait à :

$$e = 0,013E.$$

L'obtention de prises de terre d'une résistance de contact basse est un problème de réalisation difficile au Katanga où les conditions géologiques du terrain sont, à ce point de vue, en général très défavorables.

Les couches de latérite qui se rencontrent en beaucoup d'endroits, ainsi que la terre meuble locale, présentent une résistance très élevée due, tant à leur composition physico-chimique qu'à la déshydratation extrême subie en saison sèche.

Différents types de prises de terre ont été essayés par nous. De simples plaques de cuivre de 0,50 m² à 1 m², enfouies dans le sol, ne nous ont donné en général que des résultats très médiocres (de 100 à 600 et même 1.000 ohms). Chose curieuse, la résistance de contact de ces plaques était souvent à peine inférieure à celle des embases proprement dites de nos pylônes métalliques, même protégées

par une couche d'asphalte. (Résistance de l'ordre de 150 ohms.)

Nous avons observé également l'influence défavorable d'un trop grand rapprochement entre la plaque de terre et le pied du pylône, au point que si la prise de terre n'était pas écartée de plusieurs mètres (3 ou 4 au moins) de la base du pylône, son effet utile pouvait être pratiquement nul.

Des prises de terre, constituées par 2 à 4 cornières enfoncées verticalement dans le sol, nous ont donné en général de meilleurs résultats, leur résistance de contact restant encore cependant élevée.

Plus favorables, par contre, ont été les résultats obtenus en imprégnant le sol, de chlorure de sodium au voisinage des prises de terre. Cependant, les essais nous ont montré que, même en saison sèche, l'efficacité de ce procédé ne durait que quelques jours : après un abaissement léger, la résistance tend rapidement à croître vers sa valeur initiale comme le montrent les tableaux ci-dessous.

De tous les essais faits, nous avons conclu que le meilleur dispositif consistait dans l'utilisation, comme prise de terre, de fils de cuivre enterrés, connectés électriquement aux pylônes. Ces fils ou *contrepois*, peuvent être disposés, soit radialement à partir de la base des pylônes en longueurs de 20 à 50 m. et dans toutes les directions, soit sous forme de un ou deux conducteurs continus, courant parallèlement aux lignes, d'un bout à l'autre de leur tracé.

Ce procédé, qui a malheureusement contre lui le coût élevé de la dépense qu'il exige, permet aisément l'obtention de résistances de terre inférieures à 10 ohms, dans la plupart de nos types de terrains. Il est aujourd'hui en voie d'installation définitive sur toutes nos lignes aériennes à 120 kV, sous forme de deux conducteurs en cuivre de 30/10 mm, enterrés, tirés à 10 m. de distance l'un de

l'autre, parallèlement à la ligne et sur toute la longueur de celle-ci.

Les tableaux ci-dessous donnent un résumé des résultats de mesures de terre, auxquelles nous avons procédé au Katanga :

*104 plaques de terre, examinées en décembre 1934
(saison des pluies) :*

50	plaques de résistance inférieure à	10 ohms.
4	»	entre 10 et 20 ohms.
4	»	entre 20 et 50 ohms.
9	»	entre 50 et 100 ohms.
7	»	entre 100 et 200 ohms.
26	»	entre 200 et 500 ohms.
4	»	entre 500 et 1.000 ohms.

638 plaques de terres mesurées en février 1935 :

194	plaques résistance de	0 à 40 ohms.
84	»	de 40 à 100 ohms.
85	»	de 100 à 200 ohms.
275	»	de 200 à 1.000 ohms et au delà.

346 plaques de terre mesurées en avril 1936 :

30	plaques de résistance inférieure à	10 ohms.
60	»	entre 10 et 25 ohms.
35	»	entre 25 et 50 ohms.
53	»	entre 50 et 100 ohms.
83	»	entre 100 et 250 ohms.
44	»	entre 250 et 500 ohms.
29	»	entre 500 et 1.000 ohms.
12	»	au delà de 1.000 ohms.

La résistance moyenne de ce type de prises de terre est donc considérable, même en saison humide.

Essais de terres améliorées par 2 à 4 cornières enfoncées dans le sol :

AVANT L'AJOUTE	APRES L'AJOUTE
66 ohms	44 ohms
160 ohms	68 ohms

Amélioration marquée, mais insuffisante.

L'imprégnation au chlorure de sodium, a donné les résultats suivants :

Avant.	Après 3 jours.	Après 14 jours.	Après 21 jours.
400 ohms.	210 ohms.	160 ohms.	210 ohms.
92 ohms.	16 ohms.	15 ohms.	24 ohms.
250 ohms.	120 ohms.	32 ohms.	45 ohms.

Résultats insuffisants, surtout compte tenu de ce que ces essais ont été faits en saison sèche. En période d'humidité, il est probable que la rapidité d'augmentation de la résistance eût été plus considérable, du fait de la disparition plus rapide du sel dans la profondeur du sol.

Essais par contrepoids : Dans le cas de pylônes dont les plaques de terre présentaient une résistance de l'ordre de 800 ohms, le contrepoids continu à 3 fils a fait baisser celle-ci à environ 5,5; le contrepoids continu à 1 fil donnait déjà la valeur très basse de 6 ohms.

Le contrepoids continu à 3 fils n'a donc guère donné d'avantage, par rapport au contrepoids à un seul conducteur. La diminution de résistance n'est pas suffisante pour justifier l'augmentation de dépense.

La pratique américaine fait un usage beaucoup plus fréquent qu'en Europe de l'utilisation des contrepoids. Peut-être, les questions de propriété de terrains s'opposent-elles fréquemment dans nos pays, au placement économique de fils conducteurs enterrés dans le sol, sur d'aussi grandes longueurs que celles du parcours des lignes.

En Amérique, les résultats ont été vraiment probants.

Une Compagnie américaine rapporte en particulier que, sur une ligne à 110.000 V., au cours d'une période de 6 ans, sans utilisation de contrepoids, une moyenne de 21 perturbations graves par an avait été enregistrée. Après l'installation des contrepoids, pendant une période de 4 ans, le nombre d'accidents est tombé à une moyenne de 6 par an.

Un autre exploitant américain rapporte que, sur une ligne à 220.000 V., on enregistra pendant 3 ans, 5 accidents par an avant l'installation de contrepoids et 1 seulement par an, pendant 6 ans après la mise en place de ce dispositif.

Enfin, la *Pensylvanian Water and Power Cy*, signale que l'installation des contrepoids a fait tomber la résistance des prises de terre sur une ligne de 69.000 V. à moins de 20 ohms (moyenne 9 ohms) alors qu'auparavant la résistance atteignait 525 ohms avec une moyenne de 133.

Ce dispositif paraît donc réellement avantageux et — malgré la dépense — nous n'avons pas hésité à en décider l'installation actuellement en cours.

5. Emploi de cornes aux isolateurs.

Si l'emploi généralisé de contrepoids est de nature à réduire le nombre d'amorçages et, partant, les dégâts aux chaînes d'isolateurs ainsi que les interruptions de service dues aux déclenchements par court-circuit à la terre, *on ne peut toutefois espérer supprimer radicalement* par son emploi tous les cas d'accidents.

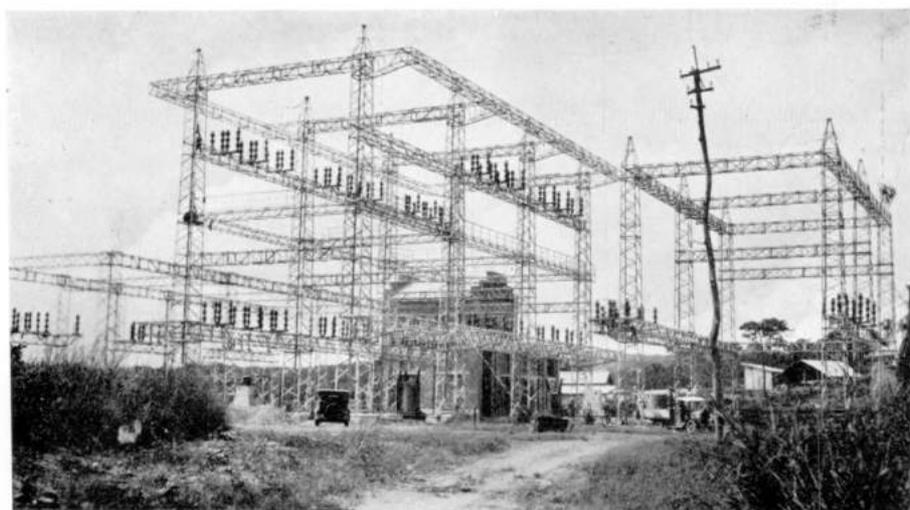


FIG. 10. — Poste de transformation 120 kV de Chutes-Cornet.

Il s'ensuit que la protection des chaînes proprement dites contre les effets destructeurs des arcs, reste, indépendamment de tout autre moyen de protection, toujours nécessaire.

Nous employons actuellement dans ce but, le système des cornes d'amorçage, en général corne double au bas et corne double en haut de chaque chaîne. Ces cornes ont pour rôle : 1° de détourner autant que possible du corps de l'isolateur proprement dit, la décharge qui pourrait s'amorcer à cet endroit, malgré toutes les précautions prises; 2° d'éviter dans ces circonstances, la fusion du cuivre des conducteurs.

Ce procédé n'est évidemment pas d'une efficacité totale et nous constatons encore des traces fréquentes d'écaillage sur les porcelaines, bien que par ailleurs nous n'ayons jamais eu à déplorer de rupture de conducteur par fusion.

6. Bobines de réactance.

Pour tenter de réduire davantage encore le nombre d'interruptions, nous avons procédé pendant plusieurs années sur nos lignes à 50.000 V. à des essais d'étouffement d'arc au moyen de bobines de réactance montées entre neutre et terre. Les résultats obtenus ont été jusqu'ici décevants, probablement en raison de la valeur relativement élevée des résistances de terre de nos lignes, entraînant en cas d'amorçage, la formation d'arcs polyphasés contre lesquels les bobines d'étouffement sont évidemment sans effet.

L'action des contrepoids en instance de montage contribuera vraisemblablement à rendre ce procédé plus efficace qu'il ne s'est révélé chez nous jusqu'ici.

IV. — PROTECTION DES SOUS-STATIONS.

Il s'agit, cette fois, de protéger les machines et l'appareillage installés (disjoncteurs, relais, transforma-

teurs, etc.), qui constituent en général un matériel fort important et très coûteux (fig. 10).

Encore une fois, les surtensions constituent l'ennemi principal. Dans cet ordre d'idées il faut prévoir ici :

1° Les amorçages d'isolateurs en ligne;

2° Les coups de foudre, soit sur la ligne aux environs immédiats du poste, soit sur le poste lui-même;

3° Les conséquences des manœuvres d'enclenchement et de déclenchement des disjoncteurs. En particulier, en ce qui concerne les surtensions auxquelles ces manœuvres peuvent donner lieu, on remarquera que leur valeur ne dépasse guère quatre fois la valeur de la tension de service normale; on peut donc y parer en général en prévoyant un isolement suffisamment renforcé pour le matériel à protéger.

Quant aux ondes mobiles, en provenance de la ligne, coïncidant avec les amorçages d'isolateurs, elles arrivent en général au poste plus ou moins amorties et les surtensions qui les accompagnent sont en général limitées par l'impédance d'onde du tronçon de ligne déjà franchi par elles.

Les coups directs sur la ligne aux environs du poste sont, cette fois encore, beaucoup plus graves.

Comme dispositif de protection générale, l'on utilise des parafoudres, cette fois encore des fils de garde et enfin le renforcement de l'isolement des transformateurs surtout dans les premières spires de leur enroulement.

a) Parafoudres.

Il faut évidemment des parafoudres à résistance non linéaire, dont la matière active possède des qualités telles que l'appareil, quand il est amorcé, s'oppose de lui-même au passage des courants intenses sous tension réduite, en sorte qu'il puisse couper automatiquement tout courant

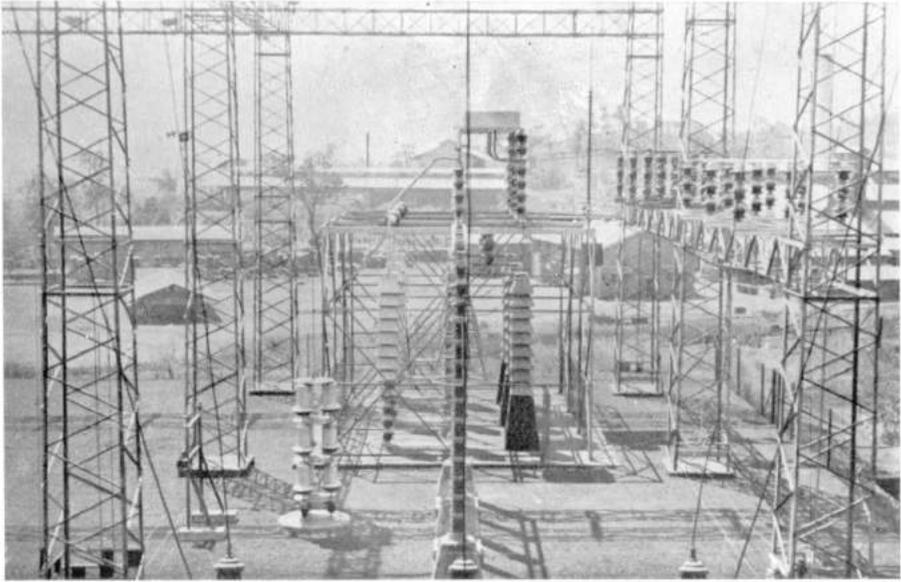


FIG. 11. — Poste de Chituru. Parafoudres et condensateurs T.H.F.

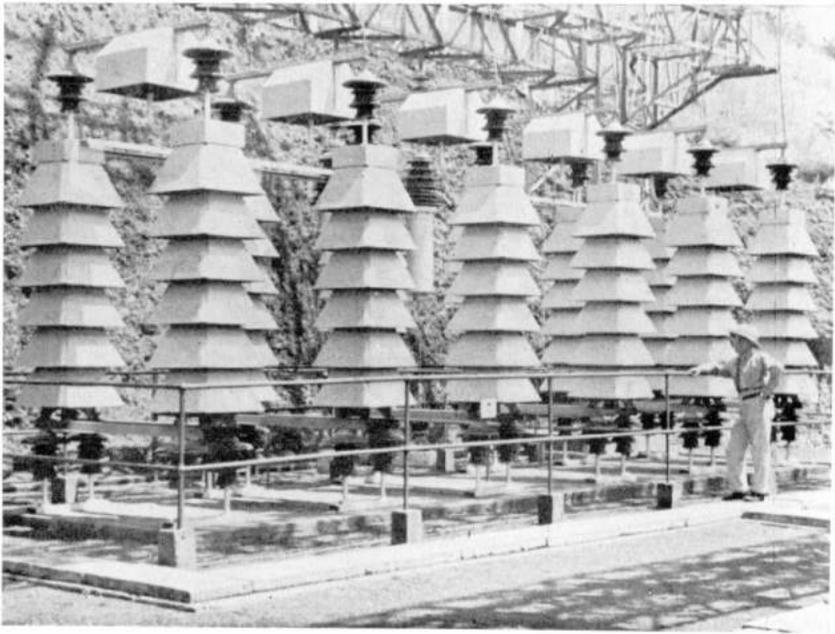


FIG. 12. — Parafoudres 50 000 V.

de service à 50 périodes qui tendrait à s'écouler au sol consécutivement à l'amorçage.

Ceci écarte les dangers du court-circuit à la terre avec les déclenchements à l'usine ou au poste qui pourraient en résulter et les interruptions de service qui en seraient la conséquence.

D'une façon générale, le fonctionnement des parafoudres doit être inaffecté par les signes + ou — de la surtension. Ces appareils doivent de plus s'amorcer instantanément au passage de l'onde afin de pouvoir écouler rapidement la surtension au sol en proportion suffisante que pour réduire sa crête quand elle atteindra les appareils placés à l'aval.

Ainsi, quand une surtension E se présentera devant le parafoudre et amorcera cet appareil, la tension résiduelle « e » subsistant à l'aval, ne sera plus qu'une fraction de E , réduite par le fait de l'intensité du courant traversant le parafoudre et découlant du fonctionnement de celui-ci; les caractéristiques des parafoudres sont donc être représentées par des courbes $e=f(E)$ d'autant plus concaves par rapport à l'axe des E que le parafoudre est actif.

En l'absence de parafoudres et dans le cas de neutre à la terre, la tension e resterait pratiquement égale à E .

Les parafoudres que nous employons, sont de deux types : Thyrite et Oxydfilm, tous deux bons appareils, malheureusement chers et encombrants.

La figure 11 montre pour le poste à 120 kV de Chituru, les parafoudres Oxydfilm à l'avant-plan, masquant la colonne médiane des parafoudres Thyrite eux plus à l'arrière. La figure 12 montre les deux parafoudres 50 kV du même poste formés chacun de trois groupes de deux éléments branchés en parallèle. Un appareil de l'espèce, pour une puissance de l'ordre de celle envisagée à la Centrale des Chutes Cornet, revient monté à plusieurs centaines de mille francs.

Si leur emploi au Katanga a donné des résultats satis-

faisants, leur résistance à la corrosion — due tant aux intempéries qu'aux réactions chimiques afférentes à leur fonctionnement (dérivés nitreux) — n'a pas toujours été aussi favorable et a donné lieu à difficultés.

A signaler que dans certaines exploitations, on a prévu pour la protection des sous-stations, un dispositif consistant dans la réduction de l'isolement de la ligne, par enlèvement de 1 ou 2 éléments des chaînes de suspension aux pylônes les plus rapprochés de la sous-station. On facilitait ainsi le passage à la terre des surtensions importantes, par amorçage d'isolateurs, avant l'entrée de la surtension dans les appareils du poste. Ce procédé n'a pas été appliqué par nous, nos postes disposant, comme exposé ci-dessus, de parafoudres constituant des soupapes à réglage suffisamment précis et bien plus sûr.

b) Fils de garde.

Un réseau de garde complet mis soigneusement à la terre surplombe la charpente des postes. Il est par ailleurs relié au réseau de garde de la ligne et constitue pour le reste un écran aussi serré que possible.

Il est clair que le contrepoids, quand il sera installé, sera relié aux prises de terre des sous-stations.

c) Renforcement de l'isolement des appareils.

Malgré les parafoudres et les fils de garde, des surtensions résiduelles atteindront encore les appareils et pourront, en cas de coups directs, conserver à ce moment des valeurs importantes contre lesquelles l'isolement des appareils devra autant que possible pouvoir résister.

Nous imposons normalement, à cet effet, les chiffres d'isolement admis dans la meilleure pratique américaine pour les transformateurs H. T., chiffres que nous majorons encore de 10 %. Cette règle s'applique tant à l'isolement des enroulements par rapport à la masse, qu'à l'isolement entre spires. De plus, les spires d'entrée du

bobinage haute tension sont protégées contre une différence de potentiel pouvant résulter de la mise en oscillation naturelle des enroulements en cas de coups de foudre ou de déclanchements brutaux, non seulement par une augmentation considérable de l'isolement spécial à ces premières bobines, mais encore au moyen d'anneaux de garde métalliques, à potentiel imposé, couvrant les têtes du bobinage.

La question des *bornes H. T.* pour transformateurs, doit retenir également l'attention. Nous tendons actuellement à ce point de vue, à généraliser l'emploi de bornes en porcelaine à remplissage d'huile. Elles présentent l'avantage essentiel d'être fabriquées exclusivement en un matériau résistant aux intempéries et à l'effet corona, restant ainsi pratiquement exemptes de vieillissement.

D'une façon générale, il est clair qu'il faudrait régler les choses en sorte que ce soit l'appareil le moins fragile qui amorce en premier lieu en cas de surtension. C'est là malheureusement un problème très compliqué, l'amorçage étant fonction de la durée d'application de la surtension et les courbes traduisant cette relation, différant d'un appareil à l'autre. L'on en est donc réduit à tâcher, à l'aide de parafoudres, de limiter l'amplitude de l'onde résiduelle incidente et à graduer l'isolement des transfos, bornes et isolateurs, de façon à le rendre supérieur à la quotité nécessaire pour résister à l'onde maxima susceptible de frapper ces appareils.

Nous donnerons ci-dessous, pour l'altitude zéro, les caractéristiques des propriétés diélectriques des divers appareils constituant nos postes.

On remarquera l'augmentation de résistance de l'isolement des appareils aux ondes de choc extra-brutales de $0,5 \times 5\mu s$ comparativement aux ondes de $1,5 \times 40\mu s$, phénomène en relation avec le temps d'application de la surtension et traduisant en fait le retard à l'amorçage.

Nature des Essais.

	50 périodes 1 minute ⁽²⁾ .	Onde de choc de (1,5×40 μs ⁽²⁾).	Onde de choc de (0,5×5 μs ⁽³⁾).	Conséquences.
	V. max.	V. max.	V. max.	
Bornes	410.000	720.000	785.000	Amorçage sous pluie.
Transfo complet. . .	400.000	930.000	930.000	Perçement à la masse.
Spires de choc ⁽¹⁾ . . .	105.000	220.000	265.000	Perçement entre spires.
Spires ordinaires ⁽¹⁾ .	52.000	110.000	132.000	Idem.
Parafoudre amorçage	400.000	400.000	450.000	Amorçage à sec.
Parafoudre (tension résiduelle à l'aval .	—	460.000	460.000	—

(1) Essais en dehors du transfo. — (2) Essais faits par nous. — (3) Essais américains.

On voit par ce tableau, qu'en ce qui concerne la résistance aux ondes de choc, seule intéressante à considérer ici, c'est le transformateur qui vient en tête. La marge de sécurité au-dessus de la tension résiduelle du parafoudre est ainsi élevée à environ 470.000 V.

La marge obtenue de la sorte est encore accentuée en pratique, du fait de la haute altitude de nos installations et des chutes abondantes de pluie pendant les saisons d'orages, circonstances ayant pour effet de rabattre de plusieurs pour-cents les tensions d'amorçage des parafoudres, traversées et isolateurs, dont l'isolant est l'air, alors qu'elles sont en pratique sans influence sur les chiffres relatifs au transformateur et à ses spires, dont l'isolant est une matière solide.

V. — COMMUNICATIONS.

Quels que soient les dispositifs de protection employés, il subsistera toujours de fréquentes causes de dérangements, qu'ils soient dus aux orages à la ligne, aux transformateurs, aux machines génératrices, aux disjoncteurs, etc.

On conçoit, dans ces conditions, qu'il soit nécessaire de pouvoir mettre immédiatement en communication les centrales et les postes de transformation qui en dépendent, situation d'autant plus nécessaire que les distances qui les séparent sont longues, les terrains traversés souvent difficiles et accidentés.

L'installation de lignes téléphoniques prenant appui sur les poteaux H. T. serait dangereuse et peu à conseiller. Elles seraient par ailleurs coûteuses, non seulement du fait de leur longueur mais également du fait des dispositifs spéciaux à employer, tant pour la ligne que pour les appareils appelés à la desservir.

D'autre part, les communications par lignes téléphoniques du réseau ordinaire exigeront en général l'intervention d'un ou de plusieurs bureaux centraux parfois occupés et qui ne pourront livrer la communication quelque urgente qu'elle soit, qu'après un laps de temps souvent très préjudiciable.

La T. S. F. a été expérimentée précédemment au Katanga, au moins sous onde moyenne. Les conditions de réception à certaines heures de la journée aux latitudes voisines de l'Équateur sont parfois très mauvaises. Les résultats n'ont guère été satisfaisants.

Le dispositif de *téléphonie par onde porteuse à haute fréquence* qui permet l'emploi du conducteur H. T. lui-même pour le transport des courants téléphoniques, pare complètement à ces inconvénients. Nous n'avons pas hésité à l'adopter dans nos installations. Depuis le début du fonctionnement de celles-ci, la centrale de Madingusha et les sous-stations principales sont ainsi reliées entre elles par un dispositif de l'espèce qui fonctionne à la perfection.

Il est en principe constitué (fig. 13) par un émetteur de courant haute fréquence à ondes entretenues (batterie de lampes triodes) attaquant le primaire d'un transformateur haute tension dont le secondaire est relié d'une

part au sol, d'autre part couplé au réseau H. T., soit par induction, soit par capacité. Ce courant haute fréquence est modulé par intercalation d'un dispositif microphonique ordinaire, agissant sur le circuit-grille des lampes oscillatrices, les signaux étant reçus dans les mêmes conditions par le poste correspondant.

Des étages d'amplification sont prévus, tant dans le poste émetteur que dans le poste récepteur, afin de compenser les pertes diverses accompagnant la transmission

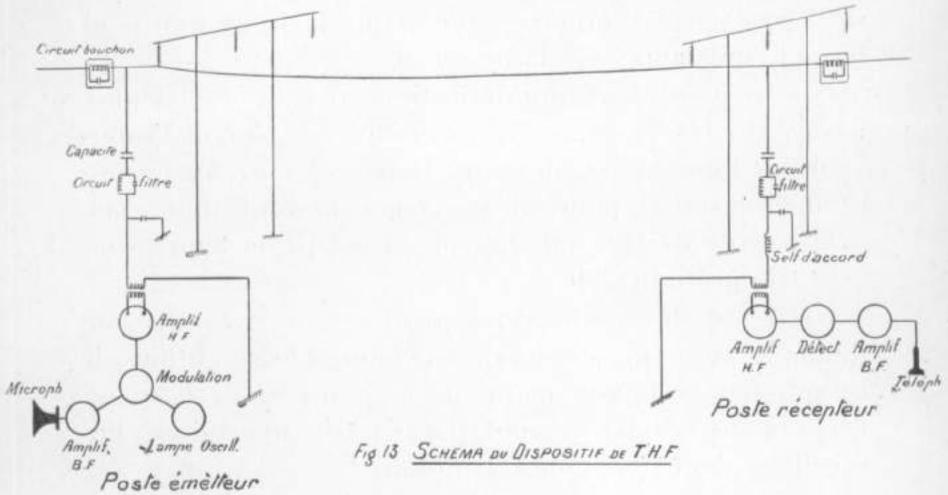


Fig 13 SCHEMA du DISPOSITIF de THF

(pertes par capacité, par isolateur; pertes dans les transformateurs, etc.). Puissance du courant modulé, au départ : 10 à 20 watts.

Dans nos installations, le couplage se fait par l'intermédiaire de capacités branchées en série sur la ligne H. T.

D'autre part, afin d'empêcher le plus possible le courant porteur de retourner éventuellement au sol par un circuit autre que le poste récepteur, on encadre le conducteur H. T. à ses deux extrémités, par des selfs de blocage dénommés *circuits-bouchons*. Ces circuits, comprenant à la fois self et condensateur, sont établis de telle

sorte qu'ils présentent une impédance extrêmement élevée pour les courants de haute fréquence, alors qu'ils laissent, par contre, passer sans perte appréciable le courant d'énergie à 50 périodes.

Entre chaque poste récepteur et son condensateur de ligne, est intercalé un *circuit-filtre* calculé pour présenter, lui, une impédance négligeable au courant porteur, mais qui arrêtera par contre dans la limite du possible toute oscillation de fréquence différente de celle de l'onde porteuse.

De cette manière, la réception sera rendue peu sensible aux ondes perturbatrices étrangères, telles que notamment l'onde fondamentale à 50 périodes du courant de service, ainsi que les courants parasites qui pourraient être induits dans le fil de ligne haute tension jouant à cet égard le rôle d'antenne vis-à-vis des diverses oscillations de l'éther. Ces circuits-filtres doivent donc être calculés pour se trouver sensiblement en résonance avec la fréquence de l'onde porteuse.

Au poste récepteur, un dispositif analogue permet de détecter les ondes modulées à H. T. reçues et d'actionner ainsi le téléphone d'audition.

Afin d'éviter les interférences qui se produiraient inévitablement en cas de conversation simultanée dans les deux sens, le système qui a donné les meilleurs résultats consiste dans l'adoption pour chaque station, d'une fréquence différente pour la réception et pour la transmission. Les circuits-bouchons doivent dès lors être prévus pour arrêter à la fois ces deux fréquences. Ce système de conversation sur *deux longueurs d'ondes*, nous a donné en pratique d'excellents résultats.

On notera que le couplage, tel que décrit, s'effectue sur une seule phase de la ligne H. T., le retour du courant haute fréquence étant, dans ce cas, assuré par la terre.

Certaines installations ont été réalisées par l'utilisation de deux phases des lignes, le circuit du courant porteur se fermant par la deuxième phase.

Ce dispositif a l'inconvénient d'être sensiblement plus coûteux que le premier.

Les condensateurs doivent en effet être en nombre double; ce sont des appareils qui, prévus pour résister à 300.000 V. sous pluie pour une tension de service de 120.000 V., sont très coûteux. L'expérience montre que les résultats ainsi obtenus ne sont guère supérieurs à ceux réalisés par l'utilisation d'une seule phase.

D'autre part, on se rendra compte de l'utilité considérable qu'il pourrait y avoir pour le personnel de surveillance de la ligne, parcourant celle-ci, de pouvoir entrer directement en relation, soit avec la centrale, soit avec l'autre extrémité de la ligne qu'il surveille.

Un dispositif analogue de téléphonie à haute fréquence permet d'assurer aisément ces communications, l'attaque du conducteur H. T. se faisant cette fois, pour la facilité de l'installation, la ligne étant sous tension, par induction et non par capacité. Une antenne d'une bonne centaine de mètres de long est, dans ces conditions, tendue parallèlement à la ligne H. T., sur laquelle elle fait passer par induction les courants haute fréquence modulés comme indiqué plus haut.

VI. — STATISTIQUE.

L'exposé ci-dessus montre que nous avons fait usage au Katanga de, peut-on dire, tous les dispositifs que l'état actuel de la science met à la disposition des ingénieurs, pour protéger les lignes et en assurer le fonctionnement régulier.

Le tableau ci-dessous, extrait de la littérature technique,

montre les résultats obtenus à l'étranger, souvent dans des régions bien moins exposées à l'orage que les nôtres :

NOM	Tension KV.	Années.	Déclenchement par 100 km/an.
Ohio Power.	130	1926/29	4,5
American Gas	132	1928/33	8,2
New England	110	1926/29	7,6
Lignes japonaises.	154	1929/32	2,2
Lignes Sud-Africaines	132	1926/33	9,8

Si nous considérons que sur nos lignes à 120.000 V., au Katanga, pour la période 1930/36, nous n'enregistrons qu'une moyenne de 6,4 déclenchements orageux, par cent kilomètres de ligne et par an, l'on peut admettre que ces lignes donnent toute satisfaction. Nous espérons d'ailleurs que l'installation des contrepoids améliorera encore sensiblement notre statistique de déclenchements.

ERRATUM.

Bulletin, tome VIII, 1,

Page 206, références, lire :

(¹) NICOLARDOT et GOFFIGNIER, communication à la Soc. Chim. Ind., 26 février 1919.

(²) *Bull. Ind. chim. Belge*, n° 2, février 1937.

Page 221, dernière ligne du tableau, lire :

> 200 au lieu de : < 200.

TABLE DES MATIÈRES.

Section des Sciences morales et politiques.

Séance du 26 avril 1937	305
Note de M. L. Stiers : La frontière orientale du Congo belge (présentée par M. F. Dellicour)	307
Concours annuel de 1939	306
Séance du 24 mai 1937	330
Communication de M. E. De Jonghe : Gordon Pacha au service de Léopold II	332
Note de MM. J. A. Tiarko Fourche et H. Morlighem : Les Arbres-à-Esprits au Kasai (présentée par M. A. Bertrand) ...	347
Les Arbres-à-Esprits au Kasai (note de M. E. De Jonghe) ...	378
Concours annuel de 1937	331
Séance du 21 juin 1937	393
Note de MM. J. A. Tiarko Fourche et H. Morlighem : La danse de Tshishimbi chez les Lulua du Kasai (présentée par M. A. Bertrand)	395
Communication de M. F. Dellicour : L'égalité des droits civils dans les colonies et l'extension des tribunaux mixtes	430
Séance du 19 juillet 1937	446
Communication de M. A. Bertrand : Présentation d'une note de M ^{lle} J. Tercafs intitulée : Quelques aspects des croyances et des légendes des populations du territoire des Mangbetu ...	449
Concours annuel de 1937	447
Concours intercalaire de littérature coloniale	448

Section des Sciences naturelles et médicales.

Séance du 24 avril 1937	467
Présentation d'ouvrages	467
Rapport de M. P. Fourmarier sur le mémoire de M. J. Leper- sonne intitulé : Les Terrasses du fleuve Congo au Stanley Pool et leurs relations avec celles d'autres régions de la cuvette congolaise	470
Communication de M. E. Polinard : Découverte de fossiles d'eau douce dans les roches à calcédoine et opale de la Lushenene (Kasai)	472
Présentation d'un mémoire : Matériaux pour l'étude des plan- tes médicinales indigènes du Congo belge, par MM. P. Staner et R. Boutique	468
Concours annuel de 1939	469
Séance du 22 mai 1937	480
Communication de M. J. Henry : Aperçu géologique sur les gisements calcarifères du Congo, particulièrement dans la Province Orientale	483
Communication de M. H. Buttgenbach : L'Octaédrite de la Mabuya (Katanga)	491

Rapports de MM. E. De Wildeman et W. Robyns sur le mémoire de MM. P. Staner et R. Boutique intitulé : Matériaux pour l'étude des plantes médicinales indigènes du Congo belge ...	516
Etude de M. J. Schwetz : Recherches sur les Phlébotomes du Bas-Congo et du Kwango (Congo occidental) (présentée par M. le Dr P. Gérard) ...	521
Publication dans les Mémoires ...	482
Concours annuel de 1937 ...	482
Séance du 19 juin 1937 ...	548
Communication de M. A. Dubois (en collaboration avec M. A. Gravilov et M ^{me} A. Fester) : Contribution à l'étude des bacilles acido-résistants : le bacille de Kedrowsky... ..	550
Communication de M. P. Fourmarier : Présentation de la première feuille de la Carte géologique de l'Afrique au 5.000.000 ^e .	561
Concours annuel de 1937 ...	549
Communication de M. N. Wattiez : Contribution à l'étude chimique des <i>Crinum</i> congolais (<i>Amaryllidacées</i>)	564
Communication de M. H. Schouteden : A propos du <i>Paon</i> congolais... ..	578
Séance du 17 juillet 1937	584
Communication de M. J. L. Frateur : La notion de race à la lumière des données de l'hérédité expérimentale... ..	587
Concours de 1937	585
Rapport de MM. H. Buttgenbach et F. Delhaye sur le mémoire de M. P. Michot intitulé : La géologie du Ruwenzori septentrional.. ..	602
Section des Sciences techniques.	
Séance du 30 avril 1937	604
Communication de M. P. Fontainas : Considérations sur la genèse des crevasses de l'Afrique orientale	606
Concours annuel de 1939	605
Séance du 28 mai 1937	620
Communication de M. J. Maury : Méthodes cadastrales américaines	620
Observations magnétiques au Katanga	622
Séance du 24 juin 1937	624
Communication de M. G. Gillon : Conditionnement d'air	626
Présentation d'ouvrages	625
Séance du 30 juillet 1937	640
Communication de M. R. Bette : Orages et lignes haute tension au Katanga	641
Erratum.	669