

M. Streel. — Les savanes boisées à *Acacia* et *Combretum* de la Lufira moyenne dans l'évolution de la végétation katangaise.

(Note présentée par M. R. Bouillenne)

Cette note concerne un problème d'actualité phytogéographique africaine : celui de la détermination des formations végétales climaciques des régions intertropicales.

Récemment, des phytogéographes [4] * ont publié, en commun, une carte de végétation de l'Afrique (*Fig. 1*), qui définit et fixe les limites des principaux types de végétation actuels sans préjuger s'ils sont ou non en rapport avec les climats correspondants.

Entre la forêt ombrophile équatoriale (*Fig. 1*: 7) et ses savanes de dégradation (*Fig. 1*: 8), d'une part, et les steppes à épineux (*Fig. 1*: 25) qui bordent les déserts du Sahara et du Kalahari, d'autre part, s'étendent deux types de végétation plus ou moins imbriqués, dont l'origine est aujourd'hui controversée.

Le type de végétation le plus étendu (*Fig. 1*: 16 à 19) est constitué par la forêt claire tropophile à *Brachystegia* et *Isoberrhinia*, qui est surtout représentée dans la zone tropicale sud.

L'autre type de végétation (*Fig. 1*: 20 à 22) se rencontre en quelques régions, enclavées dans le type précédent, mais domine, à plus grande distance de l'Équateur, dans des régions plus sèches. Ce sont des forêts claires ou, plus souvent, des savanes boisées à *Acacia* et *Combretum*.

S'il ne fait de doute pour personne que les formations ombrophiles équatoriales d'une part, et les steppes à épineux d'autre part, représentent dans leurs aires respectives, les formations en équilibre avec le climat et sont des formations climaciques ; par contre, on n'arrive pas à se mettre d'accord sur le climax des régions intermédiaires.

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

Pour les uns [3, 4], le climax est une forêt claire à cimes jointives dont les savanes et forêts claires actuelles sont issues par une simple réduction des strates arborescentes sous l'action des feux de brousse. La dispersion actuelle de ces savanes et forêts claires est un argument en faveur de leur ancienneté.

Pour les autres [7, 9], le climax est une forêt dense, sèche, constituée d'espèces tout à fait étrangères aux savanes et forêts claires actuelles. Cette forêt dense n'existe aujourd'hui que sous la forme d'îlots très clairsemés ; mais elle se régénère, à l'abri des feux, sur de nombreux types de sols différents ; ce qui prouve son caractère climacique. Pour M. SCHMITZ [7], cette forêt dense est remplacée par les forêts claires et savanes boisées qui doivent leur dominance actuelle à l'action répétée, depuis des centaines d'années, des feux de brousse allumés par les Africains.

Ce problème a été étudié au Katanga méridional dans un seul des deux types de végétation mentionnés ci-dessus : la forêt claire à *Braschystegia* et *Isoberlinia* [3, 7].

L'étude détaillée du type de végétation à *Acacia* et *Combretum* a été laissée de côté jusqu'ici. Nous avons eu l'occasion de tenter cette étude à la faveur de plusieurs missions organisées au Katanga méridional, par l'Université de Liège (F.U.L.R.E.A.C.), de 1957 à 1960.

Nous tenons, avant de poursuivre, à remercier ici M. le professeur R. BOUILLENNE, qui a pris l'initiative de nous envoyer en Afrique et M. le recteur M. DUBUISSON, président de F.U.L.R.E.A.C. pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu accorder au travail que nous avons réalisé là-bas.

* * *

Ces missions ont été menées au Katanga dans la région de la Lufira, cerclée de noir, sur la carte *fig. 1*.

Le type de végétation à *Acacia* et *Combretum* (*Fig. 1* : 20), se dispose au Katanga, en 4 plages distinctes qui correspondent chacune à une énorme dépression : la cuvette de Sandoa, à l'ouest ; celle de la rivière Luapula, à l'est ; celle de l'Upemba et celle de la rivière Lufira, au centre.

Les auteurs [3, 6] ont eu souvent tendance à écrire que ces dépressions sont complètement encombrées d'alluvions ; c'est

aussi ce que montre la carte géologique de la région de la Lufira établie par le Comité spécial du Katanga.

Il suffit aujourd'hui d'examiner des photos aériennes comme la *fig. 3* pour se convaincre qu'il n'en est rien (Cette photo est localisée sur la *fig. 2*). Il est clair que la partie supérieure de cette photo ne représente pas d'alluvions puisqu'on y voit très bien affleurer, en très fines lignes, le litage du socle géologique. Par contre, des alluvions sont visibles dans la partie inférieure et on discerne même une rivière qui « méandre », récoltant les eaux de ruissellement venant des sols décapés.

Nous avons passé en revue, sous le stéréoscope, des photos aériennes couvrant l'entièreté de cette région. En réalité, dans la plus grande partie de la dépression de la Lufira, les sols sont décapés par l'érosion ; les grandes plaines alluviales sont localisées à l'intérieur de la circonférence inscrite sur la *fig. 2*.

Or, il est connu, et nous avons pu le confirmer, que les formations à *Acacia* et *Combretum* sont confinées aux alluvions.

* * *

Avant de décrire en quelques mots la région de la Lufira, il faut insister sur le fait que la majorité de ces alluvions ne représentent pas un substrat favorable à la végétation, mais plutôt un substrat défavorable, car elles sont constituées surtout d'argiles très lourdes [2], d'origine probablement lacustre et qui ont un très mauvais régime en eau.

Ceci explique, en partie, que ce soit le type de végétation le plus sec des deux types mentionnés au début, qui occupe ces alluvions.

Une autre cause de la localisation du type le plus sec aux alluvions tient à la position topographique de celles-ci. La plaine où coule la rivière Lufira est cernée par de hauts reliefs, le Kundelungu, les Kibara, le Bianco et le plateau de la Kando-Lukanga (*fig. 2*). Le climat de cette cuvette est sensiblement plus sec et plus chaud que le reste du pays. C'est un climat tropical, à une saison sèche et une saison des pluies sur l'année. La saison sèche dure de la mi-avril à la mi-octobre pendant l'hiver austral.

Ce climat présente deux aspects régionaux relativement distincts. En effet, une chaîne de collines, le bourrelet des monts

Koni, la sépare en deux : la plaine qui se trouve au nord du bourrelet de collines est située 200 mètres en contrebas des plaines qui se trouvent au sud de ce bourrelet. Il y a donc deux paliers étagés, et on constate que le climat est différent d'un palier à l'autre.

La *fig. 4* représente la pluviosité au Katanga (des plages pointillées représentent les alluvions des deux paliers). On voit qu'il tombe moins de 1 000 mm d'eau par an en aval du bourrelet des monts Koni et plus de 1 100 mm en amont.

Mais ce n'est pas là, à notre avis, la différence climatique essentielle entre les deux paliers. Le supplément d'eau qui tombe sur le palier supérieur ne profite en rien à la végétation et est évacué par les rivières en crues.

Plus sensibles, nous semble-t-il, sont les différences dans le régime thermique de ces deux plaines. La température moyenne annuelle est de 21,5° C sur le palier supérieur contre 23,6° C sur le palier inférieur, mais les températures maxima absolues sont nettement les plus élevées (près de 39°C) comme le montrent la carte, *fig. 5*, dans les points les plus bas de la région où sévissent des écarts thermiques importants ([11] et les bulletins climatologiques de l'INÉAC, 1950 à 1958). L'écart entre les températures minima et maxima absolues atteint 32° C sur le palier inférieur contre 25° C environ sur le palier supérieur. Or on sait, depuis les travaux de WENT [13], l'importance des températures extrêmes sur la répartition des végétaux.

Les alluvions des plaines de la Lufira moyenne, qu'elles se trouvent dans l'un ou l'autre étage, sont, en réalité, de natures diverses et sont affectées à des degrés divers par les nappes aquifères. Elles constituent des biotopes différents et relativement très nombreux. A chacun de ces biotopes correspond un groupement végétal bien déterminé et c'est par la caractérisation et la cartographie de ces groupements végétaux que débute le travail que nous avons réalisé là-bas.

Les résultats concernant les plaines alluviales du palier supérieur (*fig. 2*) ont été collationnés dans une carte qui a été publiée ailleurs [2]. Une autre carte, qui sera publiée ultérieurement, délimite une aire échantillon de forme rectangulaire étudiée dans le secteur de Bunkeya, sur le palier inférieur. La prospection

des vues aériennes a démontré, en effet, que dans cette énorme plaine alluviale qui s'étend sur le palier inférieur, l'ordonnance des biotopes était beaucoup plus schématique que sur le palier supérieur. La majorité des formations végétales de cette plaine est représentée dans le secteur Bunkeya.

Or, comme nous le verrons, la prospection de ce secteur a montré immédiatement, sur alluvions, une richesse floristique et phytosociologique bien plus grande que celle des alluvions du palier supérieur. La cartographie d'une aire plus vaste n'aurait pu qu'accentuer cette différence entre les deux paliers, c'est-à-dire renforcer les conclusions que nous tirerons plus loin ; résultats intéressants bien sûr, mais bien maigres comparés au travail démesuré que représenterait cette cartographie. En effet, les cartes que nous avons réalisées représentent déjà, à elles seules, plus de 10 000 hectares de formations végétales sur alluvions.

L'établissement des limites des formations végétales nous a été facilité par l'observation préalable, sous le stéréoscope, des vues aériennes.

Il va de soi que pour cartographier les formations végétales à *Acacia* et à *Combretum*, il a bien fallu aussi étudier et délimiter la forêt claire à *Brachystegia*, les forêts denses en galerie, les marais tourbeux, etc. Cependant nous résumerons ici uniquement les observations qui concernent le type de végétation à *Acacia* et *Combretum*.

INVENTAIRE DES GROUPEMENTS À *Acacia* ET *Combretum* QUI ONT ÉTÉ OBSERVÉS.

Vingt-quatre groupements végétaux différents sont décrits. Ils se répartissent en six alliances distinctes. L'appartenance de ces alliances à des ordres prévus par l'une ou l'autre classification phytosociologique sera discutée dans une publication plus détaillée.

1. ACACIO-HYPARRHENION CYMBARIAE : alliance des savanes boisées à bonne économie en eau caractérisée par des groupes hygromésophytes comprenant *Albizia versicolor* WELW. ex OLIV., *Albizia harveyi* FOURN., *Pterocarpus polyanthus* HARMS, *Ficus gnaphalocarpa* A. RICH., *Phyllanthus muellerianus* (KZE) EXELL,

Kigelia aethiopica DECNE, *Stereospermum kunthianum* CHAM., *Hyparrhenia cymbaria* L. STAPF fo., *Beckeropsis uniseta* (NEES) STAPF, *Panicum maximum* JACQ., *Wissadula rostrata* (SCHUM. ex THONN.) HOOK f., etc. et des espèces des sols légers ou lourds, plus ou moins bien drainés, comme *Markhamia lanata* K. SCHUM. *Combretum zeyheri* SOND, *Anona chrysophylla* BOJ. etc... La tendance à l'aridité de saison sèche est soulignée dans la première association, par *Vernonia thomsoniana* OLIV. et HIERN.

- 11 Ass. *Acacieto-Hyparrhenietum cymbariae*, sur alluvions lourdes mésotrophes (fig. 14)
- 12 Ass. *Albizietum harveyi*, sur alluvions lourdes rubéfiées, oligo-mésotrophes (fig. 12)
- 13 Soc.* à *Pennisetum purpureum* SCHUM. et *Acacia polyacantha* subsp. *campylacantha* WILLD. (HOCHST. ex A. RICH.) BRENAN, sur alluvions légères soumises aux crues.
2. ACACIO-HYPARRHENION DIPLANDRAE : alliance des savanes boisées à bonne économie en eau de saison sèche, mais inondées en saison des pluies, caractérisée par les groupes hygro (eu)-mesophytes comprenant : *Acacia pilispina* PICH SERM., *Hyparrhenia scabrimarginata* (DE WILD.) ROB., *Eriosema psoraleoides* (LAM.) G. DON., *Desmodium salicifolium* (Poir ex Lam.) D.C., etc.... et des espèces communes aux sols argilo-limoneux et aux marais tourbeux comme *Phragmites mauritianus* KUNTH., *Cyperus obtusiflorus* Vahl, *Pennisetum angolense* RENDLE, *Scleria melanomphala* KUNTH., etc.
- EU-HYPARRHENION DIPLANDRAE : sous-alliance des savanes boisées sur sols eutrophes, caractérisée par *Hyparrhenia diplandra* (HACK.) STAPF fo. (pileuse).
- 21 Ass. *Euhyparrhenietum diplandrae*
- 22 Ass. *Paspaleum auriculati*, sur sols à tendances méso-eutrophes
- 23 Ass. *Pennisetetum angolensis*, sur sols soumis aux crues.
- MESO-HYPARRHENION DIPLANDRAE : sous-alliance des savanes boisées sur sols mésotrophes, gleyifiés, caractérisée par *Hyparrhenia diplandra* (HACK.) STAPF fo. (glabre).
- 24 Ass. *Mesohyparrhenietum diplandrae*, sur sols à tendances oligo-mésotrophes.
- 25 Ass. *Acacietum pilispinae* (fig. 8 : 1)
3. COMBRETIO-HYPARRHENION aff. DICHROAE : alliance des savanes boisées à économie en eau, déficiente en saison sèche, caractérisée par des groupes (eu)mésophytes comprenant *Terminalia mollis* Law (sensu lato), *Acacia macrothyrsa* HARMS, *Acacia gerrardii* BENTH var. *gerrardii* BRENAN, *Cassiasin gueana* DEL., *Combretum ghasalense* ENGL. et DIELS, *Combretum mechowianum* O. HOFFM. subsp. *gazense* (SWYNNERTON et BAK. f.) DUVIGNEAUX, *Dalbergia*

boehmii Taub., *Andropogon gayanus* Kunth. var. *squamulatus* (HOCHST. ex A. RICH.) STAPF, *Hyparrhenia* aff. *dichroa* STAPF, *Hyparrhenia acutispathacea* (DE WILD.) ROBYNS, etc. et des espèces des sols légers ou lourds, mal drainés, comme *Hyparrhenia dissoluta* (Nees) C.E. HUBBARD, *Hyparrhenia collina* (Pilg.) STAPF, *Themeda triandra* Forsk fo. (géante), etc. La tendance à l'aridité est soulignée par *Heteropogon contortus* (L.) ROEM. et SCHULT.

- 31 Ass. *Acacietum macrothyrsae*, sur alluvions mésotrophes très lourdes, à bonne structure superficielle (fig. 8 : 2).
- 32 Ass. *Combreteto-Hyparrhenietum collinae*, sur colluvions très lourdes, à mauvaise structure superficielle (arrière-plan de la photo, fig. 11 ; fig. 7 : 1).
- 33 Ass. *Combreteto-Andropogonetum gayani*, sur alluvions méso-eutrophes très lourdes.
- 34 Soc. à *Themeda triandra* Forsk fo. et *Acacia hockii* DE WILD., sur alluvions méso-eutrophes lourdes (teneur élevée en Mg, en profondeur). (fig. 13).
4. HYPARRHENION RUFAR : alliance des savanes herbeuses strictes, à économie en eau déficiente en saison sèche, inondées temporairement après les fortes pluies, caractérisée par des groupes (eu)mésophytes comprenant : *Hyparrhenia rufa* STAPF, *Themeda triandra* FORSK, *Setaria holstii* HERM, *Scleria canaliculato-triquetra* var. *clarkeana* Piérart, *Sesbania leptocarpa* D.C., *Indigofera dendroides* JACQ., *Psophocarpus lukajensis* (De Wild.) WILCZEK, *Caperonia serrata* PRESL., *Panicum adenophorum* K. SCHUM., etc. Ce milieu dont l'économie en eau est particulièrement déficiente est bien caractérisé par des espèces comme *Loudetia bequaertii* (DE WILD.) C.-E. HUBBARD, *Lannea edulis* (SOND) Engl., *Cyperus angolensis* BOECK, *Cyperus esculentus* L., *Fimbristylis exilis* ROEM. et SCHULTES, etc.
- 41 Ass. *Loudetietum bequaertii*, sur argiles sableuses à tendances oligo-mésotrophes.
- 42 Ass. *Hyparrhenietum rufae*, sur argiles très lourdes, mésotrophes.
- 43 Ass. *Themedetum triandrae*, sur argiles très lourdes méso-eutrophes des plaines supérieures de la Lufira,
- 44 Soc. à *Hyparrhenia* aff. *dichroa* STAPF et *Themeda triandra* FORSK fo., sur argiles très lourdes méso-eutrophes des plaines inférieures de la Lufira.
5. OLIGO-HYPARRHENION DIPLANDRAE : alliance des steppes paludicoles oligotrophes, caractérisée par les espèces dystrophes : *Hyparrhenia diplandra* (HACK.) STAPF fo. (robuste), *Schizachyrium brevifolium* (Sw) NEES, *Sacciolepis wittei* ROBYNS (?), *Cyperus haspan* L., *Cyperus procerus* Rottb. var. *vanderystii* Kükenthal, *Dichrospermum congense* Brem., *Habenaria huillensis* Reichb. f., *Crotalaria*

* Soc. : Sociation. Groupement végétal formé d'une espèce par strate et dépourvu de caractéristiques propres.

mabobo Wilczek, *Polygala capillaris* E. Mey., *Scleria foliosa* A. Rich., *Scleria globonux* Clarke, *Scleria nyacensis* Clarke, etc... et surtout *Loudetia simplex* (Nees) C.-E. HUBBARD et *Tristachya thollonii* Franch.

51 Ass. *Tristachyeto-Sclerietum nyasensis*, sur argiles sableuses (fig. 10 : 4).

52 Ass. *Nanocyperetum* aff. *flavescentis*, sur argiles lourdes.

53 Ass. *Oligohyparrhenietum diplandrae*, sur argiles sableuses, à tendances oligo-mésotrophes encore humides en saison sèche.

54 Ass. *Nanocyperetum proceri*, sur argiles sableuses, à tendance oligo-mésotrophes, très sèches en saison sèche.

6. AESCHYNOMENION BRACTEOSAE : alliance des savanes paludicoles mésotrophes, caractérisée par des groupes hydromésophytes comprenant : *Acroceras macrum* Stapf., *Aeschynomene bracteosa* Welw. ex Bak. fo. (naine), *Fuirena ciliaris* (L.) Roxb., *Hyparrhenia chrysargyrea* Stapf fo. (naine), *Ipomaea aquatica* Forsk., *Urginea altissima* Baker, *Cyperus unioloides* R.Br., *Acroceras amplexans* Stapf., *Cyperus platycaulis* Bak, etc... ainsi que par des espèces sociales comme *Digitaria scalarum* Chiov., *Brachiaria callopus* (Pilg.) Stapf et *Leersia hexandra* Sw. *

61 Ass. *Acroceretum amplexans*, sur argiles grises à horizon superficiel léger.

62 Ass. *Brachiarietum callopi*, sur mince couche argileuse, reposant sur une dalle ou un banc de concrétions latéritiques (fig. 11 : Savane paludicole).

63 Ass. *Digitarietum scalaris*, sur argiles noires, encore un peu humides, en saison sèche (fig. 7 : 3 et fig. 8 : 3).

64 Ass. *Hyparrhenietum chrysargyreae*, sur argiles grises, très sèches en saison sèche.

L'origine et la disposition des sols est semblable en amont et en aval du bourrelet des monts Koni, avec cette différence cependant que les alluvions argileuses de type lacustre qui occupent les deux plaines accusent un pH nettement plus élevé sur le palier inférieur. Sur ces sols plus riches, plus exondés que ceux du palier supérieur de la Lufira, domine une savane (*Combretetum Andropogonetum gayani*), comprenant un grand nombre d'espèces arbustives qui ont leur optimum dans les régions sèches de l'Afrique. Cette flore sèche est abondante, bien plus abondante, sur le palier inférieur, que sur le palier supérieur.

Cette richesse floristique du type de végétation à *Acacia-*

* Nous remercions vivement nos collègues de l'A.E.T.F.A.T. et particulièrement M. P. VAN DER VEKEN du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles pour l'aide importante reçue dans le travail de détermination de nos herbiers.

Combretum existe aussi sur les alluvions fluviales du palier inférieur de la Lufira : ces alluvions argilo-sableuses sont plus anciennes et déjà sensiblement rubéfiées, c'est-à-dire qu'elles ont entamé le processus de latéritisation commun aux sols inter-tropicaux de basse et moyenne altitudes.

Ces levées fluviales anciennes, abandonnées aujourd'hui par les rivières, portent une véritable forêt claire à cimes jointives, à *Albizia harveyi* FOURN. et *Combretum* aff. *laxiflorum* WELW. (voir fig. 12). *

De plus, il faut attirer l'attention sur l'existence sur le palier inférieur, de véritables fourrés épineux à *Acacia hockii* DE WILD. (fig. 13), établis sur des sols argilo-limoneux rendus arides par la présence en profondeur d'un horizon salin, saturé en magnésium. *Acacia hockii* DE WILD. a un optimum de vitalité dans l'Est-Africain au Tanganyika Territory et en Uganda, dans des régions dont la végétation est fortement influencée par une avancée sous l'Équateur même, des steppes à épineux, plus sèche encore, nous l'avons vu, que le type à *Acacia* et *Combretum*.

Cette avancée se fait à la faveur d'un vent très chaud et très sec, l'alizé NE d'Arabie qui passe sur les déserts côtiers des Somalies et pénètre très profondément dans l'Est-Africain (fig. 1.)

L'influence de cet alizé sec se fait sentir jusque dans la plaine du Luapula, au moment où un vent venant du Nord porte dans la Lufira la saison des pluies à son maximum.

Si des climats plus secs ont existé au Katanga, l'alizé NE d'Arabie a pu pénétrer jusque dans la plaine de la Lufira et y permettre l'installation de fourrés épineux, conservés aujourd'hui dans certains sites édaphiques arides comme des alluvions à horizons salins et, en tous cas, visiblement mieux conservés sur le palier inférieur au climat plus sec, que sur le palier supérieur.

* * *

* Je saisis l'occasion de cette photo (fig. 12) pour préciser l'expression « forêt claire à cimes jointives » et l'opposer à l'expression « forêt dense ».

Dans cette forêt claire, les cimes des arbres forment un couvert suffisamment opaque à la lumière, pour réduire très fort, voire supprimer, le développement des strates herbacées, mais on se rend bien compte que cette forêt est ouverte, latéralement, à toutes les influences du climat, aux vents notamment.

Dans une forêt dense, non seulement le toit est plus opaque encore parce que constitué de plusieurs strates étagées, mais les flancs sont aussi opaques préservant ainsi sous la masse du feuillage un microclimat où les écarts de température, par exemple, sont très sensiblement atténués.

L'écologie de quelques-uns des groupements végétaux sur alluvions sera exposée en détail dans un travail plus complet, en voie de publication [10], ainsi que la justification des directions dans lesquelles il est proposé que s'orientent les séries évolutives dans le cadre de la phytosociologie dynamique. Dans la présente note les séries évolutives sont résumées dans les *tableaux I et II*.

Les séries les plus complètes apparaissent sur le palier supérieur (*tableau I*). Elles montrent 4 stades principaux dans l'édification du couvert végétal des alluvions ; les premiers de ces stades correspondent aux phases d'exondement des alluvions :

— Groupements essentiellement graminéens d'abord, sur un sol gorgé en eau en saison des pluies, n'autorisant pas le développement de ligneux ;

— Groupements d'arbustes microphylls, épineux ensuite, mêlés de buissons d'arbustes à feuilles plus larges, comme les *Combretum*, lorsque l'exondement est achevé.

Ces groupements végétaux ont tous une vocation forestière, mais la nature de celle-ci et l'existence même du facies forestier dépend de l'intensité des facteurs anthropiques : défrichements et feux de brousse. On constate, en effet, que l'existence de feux de brousse bloque l'évolution de la végétation au stade II à arbustes microphylls et épineux et que la mise en jachère sur n'importe quel type de sols alluviaux provoque la réinstallation plus ou moins rapide de ce même stade à épineux.

Des expériences de mise en défense des feux ont été réalisées au Tanganyika Territory [9] dans des formations végétales tout à fait comparables à celles-ci. Elles démontrent qu'une simple modération des feux de brousse entraîne un reboisement par les espèces à feuilles larges comme *Combretum* ou par des microphylls à cimes opaques comme *Albizia harveyi* FOURN. Parfois, l'arrêt total de l'action des feux de brousse a permis la constitution de fourrés denses où s'installent d'autres espèces telles que *Allophyllus africanus* P. BEAUY. ou *Diospyros mespiliformis* HOCHST. ex A.DC., arbres à distribution actuelle, à la fois, guinéenne et soudano-zambézienne.

Ces deux étapes expérimentalement obtenues existent naturellement à la Lufira. Sur le palier supérieur : on observe des

TABLEAU I. : Évolution de la végétation sur alluvions du palier supérieur de la Lufira.

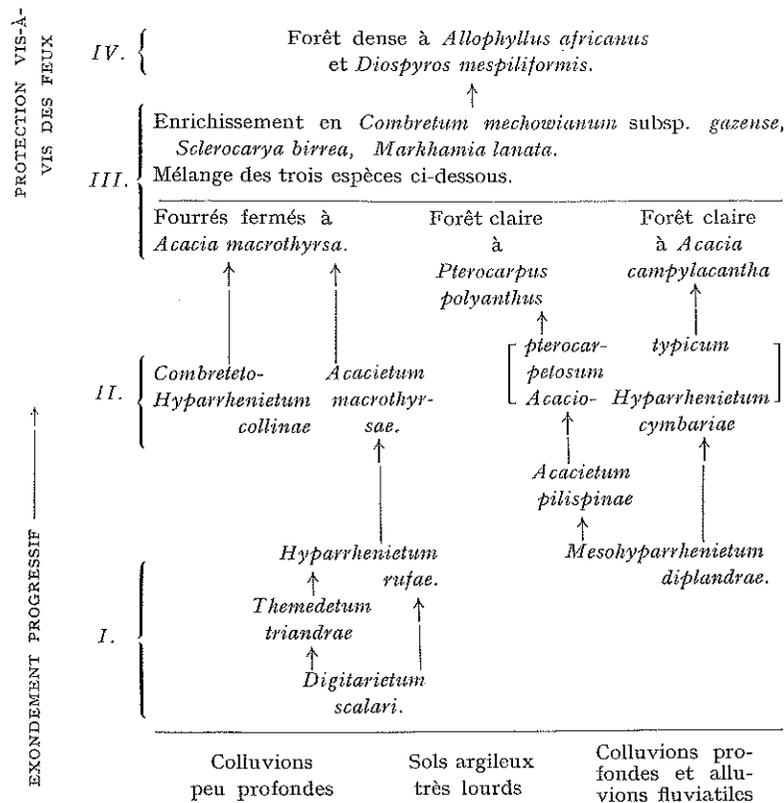
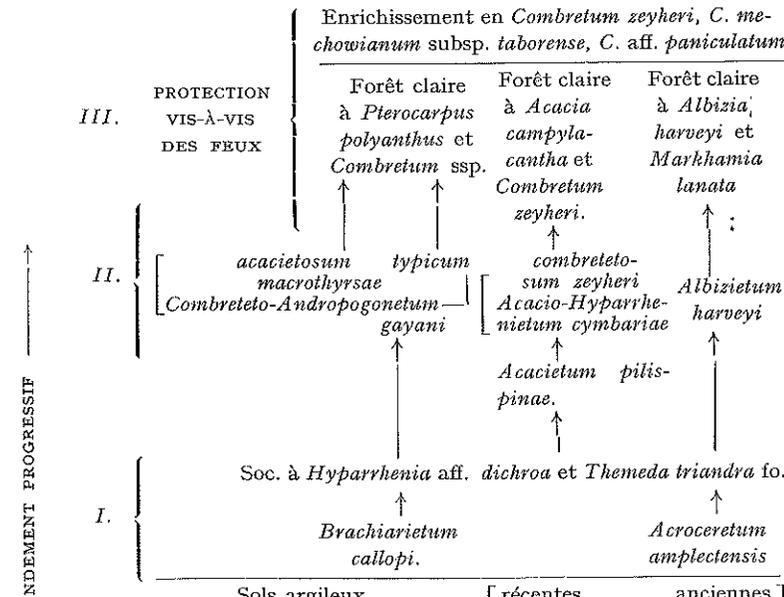


TABLEAU II. : Évolution de la végétation sur alluvions, du palier inférieur de la Lufira.



forêts claires à *Acacia campylacantha* et *Combretum gazense* ; sur le palier inférieur, des forêts claires, à cimes jointives, à *Albizia harveyi* et *Combretum* aff. *laxiflorum*. Ces forêts claires correspondent au stade III (tableaux I et II). Le stade IV, constitué par des îlots de formations denses à *Allophyllus africanus* et *Diospyros mespiliiformis*, n'existe que sur le palier supérieur où il est d'ailleurs aussi rare que les endroits qui échappent aux feux de brousse. Nous n'avons jamais rencontré de tels îlots sur les alluvions du palier inférieur et les photographies aériennes n'en montrent aucune trace.

Il résulte de ces études phytosociologiques comparées du palier supérieur et du palier inférieur des plaines de la Lufira moyenne que le climax des alluvions du palier supérieur est une forêt dense, le stade IV et que le stade III y est un paraclimax dépendant du feu. On rejoint ainsi, sur alluvions, les conclusions que M. SCHMITZ [7] a faites sur les *muulu* des autres sols.

Mais que conclure de l'absence de ce stade IV sur le palier inférieur ?

Doit-on imaginer que les feux de brousse y sont plus actifs qu'en amont du bourrelet des monts Koni ? C'est peu probable et il nous semble que si le stade IV y a existé assez récemment, il en resterait au moins des traces.

Dès lors, il faut envisager que le climax (Forêt claire à cimes jointives) pourrait bien être constitué par les espèces du stade III. (*Albizia harveyi* FOURN, *Combretum* aff. *laxiflorum* WELW., *Acacia*, etc.). Dans ces conditions, le climax serait différent sur les deux paliers. Ce n'est pas impossible puisqu'il y a de grosses différences à la fois floristiques et phytosociologiques entre les deux paliers. Mais il faut expliquer alors pourquoi ce stade III est un climax sur le palier inférieur et un paraclimax du feu sur le palier supérieur.

* * *

La solution de ce problème pourrait être trouvée en examinant les résultats de la cartographie des formations végétales que nous avons réalisée. Cette cartographie nous a permis de relever dans de nombreuses zones des deux paliers de la vallée de la Lufira, des preuves de changements de climat que les plaines en question ont subis.

L'étude des Kisungu, situés au nord du lac artificiel, sur le palier supérieur en apporte un exemple.

Le croquis (fig. 6) schématise les différentes formations végétales de la partie amont des Kisungu et accentue le relief qui est à peine sensible dans ces régions.

Il montre deux unités topographiques bien distinctes : d'abord, une plaine subhorizontale, dont la pente est inférieure à 1 ‰, couverte d'une steppe paludicole à *Loudevia simplex* (NEES) HUBB. et *Tristachya thollonii* FRANCH., ensuite, un plan faiblement incliné dont la pente est de l'ordre de 1 ‰ et couvert d'une forêt claire à *Brachystegia*.

A la rupture de pente, pour autant qu'on puisse appliquer cette expression à des variations de pente aussi faible, on trouve des îlots de forêts denses paludicoles à *Syzygium guineense* (WILD.) DC., *S. owariense* BEAUV., avec de grands *Aframomum sanguineum* K. SCHUM. en lisière. Ces îlots se détachent remarquablement sur le paysage. Ils correspondent à l'affleurement de la nappe aquifère là où s'arrêtent les dalles latéritiques du versant.

Ces dalles latéritiques sont ici généralement couvertes d'un épais manteau sableux qui porte la forêt claire à *Brachystegia* mais où, localement, l'érosion en nappe a dégagé de larges chenaux par lesquels la végétation steppique s'insère dans la forêt claire. Par endroits, sur la pente, la dalle latéritique affleure, complètement dénudée, sans végétation, par un processus classique d'érosion pédimentaire des sols.

Mais ce qui est moins explicable, c'est le mode d'érosion que l'on constate sur la photo aérienne, fig. 9, où à l'endroit marqué 3, il apparaît qu'une indentation parallèle et semblable dans son contour à celle marquée 6, est en formation mais où l'érosion détermine non pas un décapage généralisé du sol, mais une mosaïque d'îlots plus ou moins érodés.

En bref, si on parcourt le terrain de 1 à 2, puis à 3, on constate qu'à partir d'une forêt claire homogène du type 1, un micro-relief se forme en 2 où les dépressions se peuplent d'une steppe boisée à *Uapaca robynsii* DE WILD. En 3 la steppe (plus claire sur la photo) est parsemée d'îlots de forêt claire, régulièrement espacés.

Cette régularité traduit une organisation bien supérieure à celle que montrent d'habitude les facteurs d'érosion. On la comprend lorsqu'on se rend compte, sur place, qu'au centre de chacun des îlots, existe une de ces grandes termitières typiques au

Katanga, et que celles-ci ancrent sur la faible pente, des lentilles de sols sableux d'une trentaine de mètres de diamètre, suffisamment épais pour permettre l'existence de la forêt claire à *Brachystegia*.

La vue aérienne, (*fig. 10*), montre que des îlots semblables existent en aval, dans la zone où l'on trouve les forêts denses (indiquées par des flèches) et même plus en aval encore (en 2 et 3) où ils sont ennoyés dans des argiles lourdes. Mais là, la steppe à *Uapaca robynsii* DE WILD. qui, en amont occupe les dépressions entre les tertres, occupe ici les tertres eux-mêmes. Autour de ces tertres, on trouve une steppe paludicole herbeuse.

En aval, comme en amont, les effets de l'érosion sont perceptibles : le ruissellement disperse le sable fin en auréole (*2, fig. 10*) autour des tertres en un horizon sableux masquant les argiles lourdes.

Mais, on constate que cette érosion n'agit guère lorsque le pourtour de ces tertres est entouré d'un rideau d'arbustes (dans toute la zone 1 *fig. 10*) et qu'elle est inexistante sous la forêt dense paludicole là où celle-ci recouvre les tertres. En régression sous les feux de brousse, la forêt en dégage plusieurs à sa périphérie (flèches blanches, *fig. 10*). Il est probable, d'ailleurs, que toute la zone délimitée par des tirets noirs a été couverte, dans un passé relativement récent par la forêt dense. Les arbustes, si abondants, sont des *Syzygium*, *S. guineense* (WILLD.) DC., écotypes de l'espèce qui constitue la forêt dense paludicole, probablement modelés par les feux.

Or, s'il n'y a pas d'érosion en nappe sous une telle forêt dense, les tertres ont dû être isolés avant l'installation de la forêt paludicole. Ils datent donc d'une période climatique plus sèche que la période actuelle, puisque la forêt paludicole existe aujourd'hui encore, çà et là. Cette période climatique plus sèche a été suivie d'une période climatique plus humide que l'actuelle, celle qui a permis le dépôt des alluvions argileuses entre les tertres en aval et probablement une plus grande extension de la forêt paludicole.

Enfin, nous savons que le climat actuel a une tendance à s'assécher puisque des horizons de plus en plus sableux surmontent aujourd'hui les argiles lourdes. Ce fait est d'ailleurs confirmé par d'autres observations dans d'autres plaines de la région de la Lufira, notamment la régression des marais tourbeux qui est manifeste partout.

Le climat actuel a donc été précédé d'une oscillation d'un climat plus sec à un climat plus humide que le climat actuel qui est lui-même en voie d'évolution vers l'aridité.

Ce sont des faits que l'on peut déduire de l'observation actuelle des biotopes et ils correspondent, d'une part aux considérations qu'il est possible de tirer de la théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux africains, remise à l'honneur, tout récemment, par M. BERNARD [1], d'autre part, aux résultats des analyses palynologiques [12] de tourbières relativement proches de la région de la Lufira, en Rhodésie du Nord et en Angola, ainsi qu'au datage des horizons tourbeux par les méthodes du Carbone 14. Ces données se confirment remarquablement dans le cadre de la chronologie des climats des 50 000 dernières années.

Les nouvelles déductions climatiques que M. BERNARD proposent à partir de la théorie de MILANKOVITCH montrent, entre autres, que le climat de la région était très sec il y a 33 000 ans environ, qu'il est passé par un stade proche du climat actuel il y a 22 000 ans, puis par un stade humide que M. BERNARD identifie à la période Makalienne, il y a 11 000 ans. La théorie astronomique annonce une période très sèche dans 10 000 ans environ.

Ainsi donc, le climat actuel a été précédé par un climat humide auquel correspondait, dans les Kisungu, une forêt dense paludicole (édaphique). Si la plus grande partie de cette forêt n'avait pas été éliminée par défrichements et feux, elle continuerait à protéger le sol contre l'érosion et l'évolution actuelle des biotopes vers l'aridité ne serait pas encore nettement perceptible. Selon nous, les facteurs anthropiques actuels de dégradation accentuent, précipitent l'évolution vers l'assèchement climatique que de toute façon la théorie astronomique nous promet pour dans 10 000 ans environ. Ils installent, sous nos yeux, des formations tropophiles à *Brachystegia* ou à *Acacia-Combretum*, aux dépens des formations denses à caractère plus guinéen. On peut envisager la possibilité pour ces formations tropophiles de représenter déjà le climax correspondant à une modification climatique lente qui se met en place d'elle-même et dont nous apercevons précocement les effets à la suite de la régression des forêts devant l'invasion bantoue.

C'est dans cette perspective que l'on peut admettre qu'une formation forestière claire soit *paraclimacique* sur le palier supérieur et *climacique* sur le palier inférieur, dans la région de la Lufira.

D'un côté, nous croyons, que des formations claires (à cimes jointives) à *Brachystegia* et à *Acacia-Combretum* représentent un climax coïncidant avec la période sèche à forts écarts de température qui apparaît progressivement et dont les effets sont perceptibles aujourd'hui par suite des dégradations dues aux facteurs humains. Nous considérons, d'un autre côté, que les îlots (*muulu*) à *Diospyros-Allophyllus* du palier supérieur de la Lufira sont des vestiges des forêts denses représentant le climax des périodes humides et chaudes avec écarts thermiques atténués.

Les éléments de ces deux types de formations sont contemporains à l'heure actuelle dans les plaines alluviales de la Lufira moyenne. Ils se distribuent dans des sites arides ou humides et sont ainsi plus ou moins en corrélation avec l'une ou l'autre des deux tendances climatiques, l'ancienne, humide, qui s'atténue, la nouvelle, plus sèche qui s'amorce, mais que précipitent les dégradations anthropiques récentes.

Les forêts denses à *Allophyllus* et *Diospyros* encore visibles sous forme d'îlots forestiers sur divers sols du palier supérieur des plaines de la Lufira y persistent encore parce que le climat présente là un régime thermique plus stable et un peu plus humide que celui du palier inférieur qui est plus sec et subit l'action de températures extrêmes, importantes.

En résumé, il est démontré, après une étude des biotopes et de la végétation des plaines alluviales de la Lufira, que les formations climaciques de ces plaines, selon que l'on s'adresse à des sites plus humides ou plus arides, en correspondance avec les caractéristiques climatiques et les phases d'exondement, satisfont à l'une ou à l'autre des tendances exprimées aujourd'hui par les phytogéographes concernant la nature du climax de cette région.

Il est proposé une solution qui tient compte, à la fois de ces deux tendances.

Deux climax sont présents dans la Lufira : la forêt claire là où les températures extrêmes montrent un fort écart entre elles ; la forêt dense là où cet écart est atténué.

Une modification du climat permettrait de remplacer progressivement la forêt dense par la forêt claire. Les dégradations anthropiques récentes précipitent cette évolution.

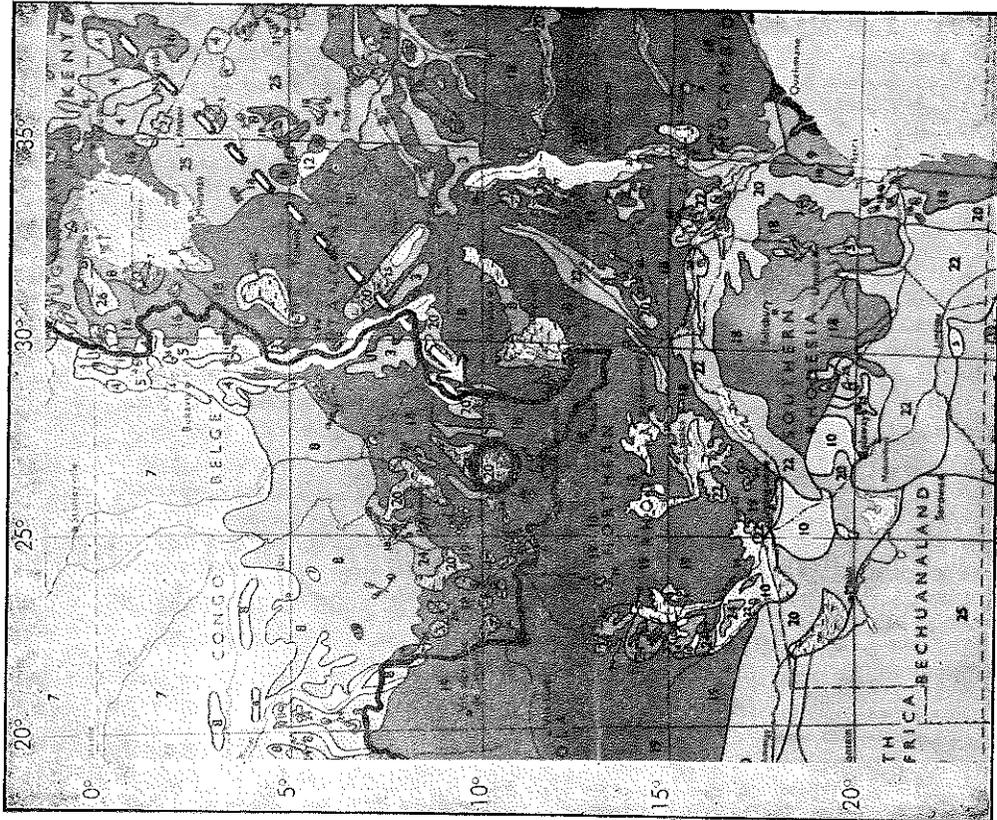
Le 27 février 1962.

Centre F.U.L.R.E.A.C. I, Katanga —
Laboratoire de Phytogéographie de
l'Université de Liège ; Direct. : Prof. R. BOUILLENNE

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] BERNARD, E.-A. : Les climats d'insolation des latitudes tropicales au Quaternaire. Théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux africains (*Bull. de l'Acad. roy. Sc. coloniales*, Vol. 2, 1959).
- [2] BOURGUIGNON, P., STREEL, M. et CALEMBERT, J. : Prospection pédobotanique des plaines supérieures de la Lufira (Ht-Katanga) (Éd. FULREAC, Liège, 1960).
- [3] DUVIGNEAUD, P. : La végétation du Katanga et de ses sols métallifères (*Bull. Soc. Roy. Bot. Belge*, T. 90, 127-286, 1958).
- [4] KEAY, R.-W.-J. : Vegetation Map of Africa South of the Tropic of Cancer (*A.E.T.F.A.T.*, Oxford Univ. Press, 1959).
- [5] ROBERT, M. : Le Centre Africain (Bruxelles, 1932).
- [6] — : Géologie et géographie du Katanga (Bruxelles, 1956).
- [7] SCHMITZ, A. : Les Muulu (*Mém. Lic. Sc. bot.* inédit, 1961).
- [8] SCHMITZ, A. et MISSON, A. : Catalogue de l'Arboretum de l'Étoile, Elisabethville (*Publ. C.S.K.*, sér. B, Fasc. 15, 1959).
- [9] SCOTT, J. D. : Ecology of certain Plant Communities of the Central Province of Tanganyika Territory (*Journ. Ecol.*, XXII, pp. 177-229, 1934).
- [10] STREEL, M. : La végétation tropophile des plaines alluviales de la Lufira moyenne. (Relation du complexe végétation-sol avec la géomorphologie) (Éd. FULREAC, Liège, à paraître).
- [11] VANDENPLAS, A. : La température au Congo belge (*Inst. Roy. Mét. Belge*, Mém. Vol. XXIII, 1947).
- [12] VAN ZINDEREN BAKKER, E.-M. : Palynology in Africa — Sixth Report (Bloemfontein South Africa, 1960).
- [13] WENT, F. W. : The effect of temperature on Plant Growth (*Rev. of Plant Physiology*, Vol. 4, 1953).

FIG. 1 (*ci-après*). — Extrait de la Carte de la végétation de l'Afrique au sud du tropique du Cancer publiée (en couleur) par l'A.E.T.F.A.T., en 1959 [1].
Un trait noir continu délimite le territoire anciennement administré par la Belgique.
Un anneau noir localise la région de la Moyenne Lufira.
Une flèche et des tirets blancs indiquent une voie de pénétration de l'alizé nord-est d'Arabie, vent sec soufflant sur l'Est-Africain en janvier.
Le texte souligné ou encadré dans la légende se rapporte plus spécialement à la région de la Lufira.



- 1 Forêt dense sempervivente de montagne
 - 2 Forêt dense sempervivente tempérée et subtropicale
 - 3 Communautés de montagne — non différenciées
 - 4 Ci-dessus, avec communautés afro-alpines
 - 5 Prairie de montagne
 - 6 Prairie tempérée et subtropicale
 - 7 Forêt dense humide de basse et moyenne altitudes
 - 8 Mosaïque forêt-savane
 - 9 Mosaïque côtière forêt-savane
 - 10 Forêt dense sèche (et savane) — avec abondance de *Baikiaa plurijuga*
 - 11 Forêt dense sèche (et savane); — types de Madagascar
 - 12 Fourrés; — type Itigi
 - 13 Fourrés; — types de Madagascar
 - 14 Fourrés; — types éthiopiens sempervivents
 - 15 Maquis du Cap
 - 16-22 Forêts claires, savanes (et steppes) boisées ou herbueses
 - 16 Types relativement humides; — non différenciés
 - 17 Aires septentrionales; — avec abondance d'*Isocarlinia aoba* et *I. daisteli*
 - 18 Aires sud-orientales; — avec abondance de *Brachystegia* et *Jubbernardia*
 - 19 Aires sud-occidentales (pour la plupart sur sable du Kalahari); — avec abondance de *Brachystegia*, *Jubbernardia*, *Cryptosepalum pseudotaxus*, *Marrubium*, *Gaibouria coccinervis* et steppes (du type n° 24)
 - 20 Types relativement secs non différenciés
 - 21 Types éthiopiens
 - 22 Avec abondance de *Colophospermum mopane*
 - 23 Savane herbueuse et steppe herbueuse de Madagascar
 - 24 Steppe herbueuse sur sable du Kalahari
 - 25 Steppe boisée avec abondance d'*Acacia* et *Commiphora*
 - 26 Steppe herbueuse avec touffes de fourrés; — type Ouganda occidental
 - 27 Steppe herbueuse; — type Luanda
 - 28 Steppe succulente Karrou
 - 29 Steppe subdésertique; — abrisseaux et herbes du Karrou
 - 30 Steppe subdésertique; — Karrou de transition et mélange
 - 31 Steppe subdésertique; — types tropicaux
 - 32 Désert
- Mangroves
Marais
Bambousales à *Oxytenanthera*

FIG. 1.

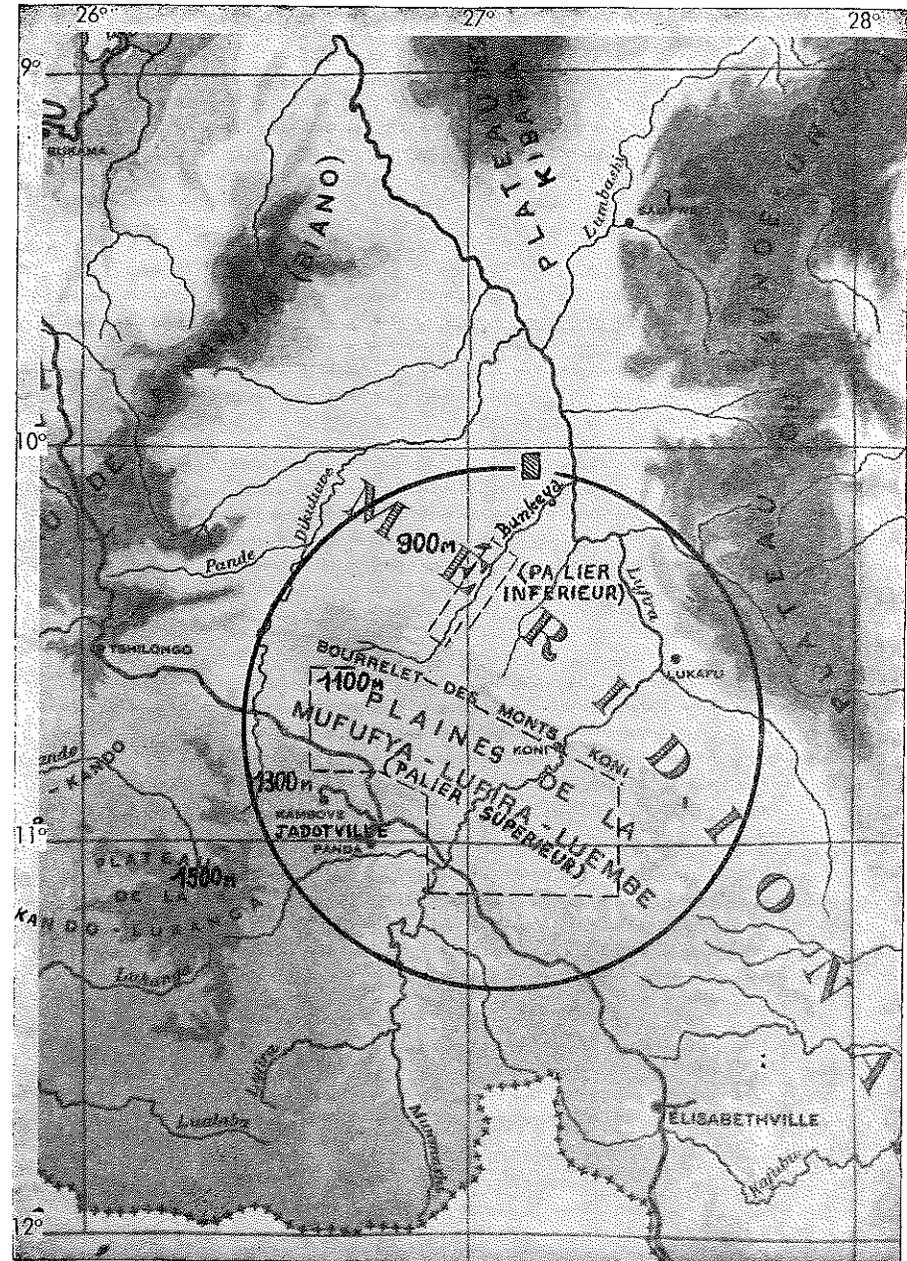
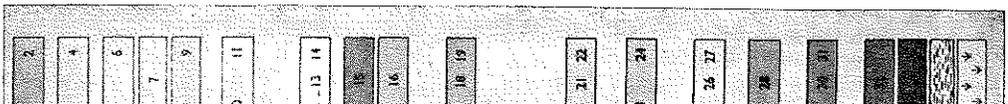


FIG. 2. — Topographie de la région de la Lufira. En partie extrait de M. ROBERT [5]. Un anneau noir, correspondant à celui de la fig. 1, circonscrit la région des grandes plaines alluviales. Les tirets noirs délimitent les cartes de formations végétales réalisées. Le rectangle hachuré localise la photographie aérienne, fig. 3.



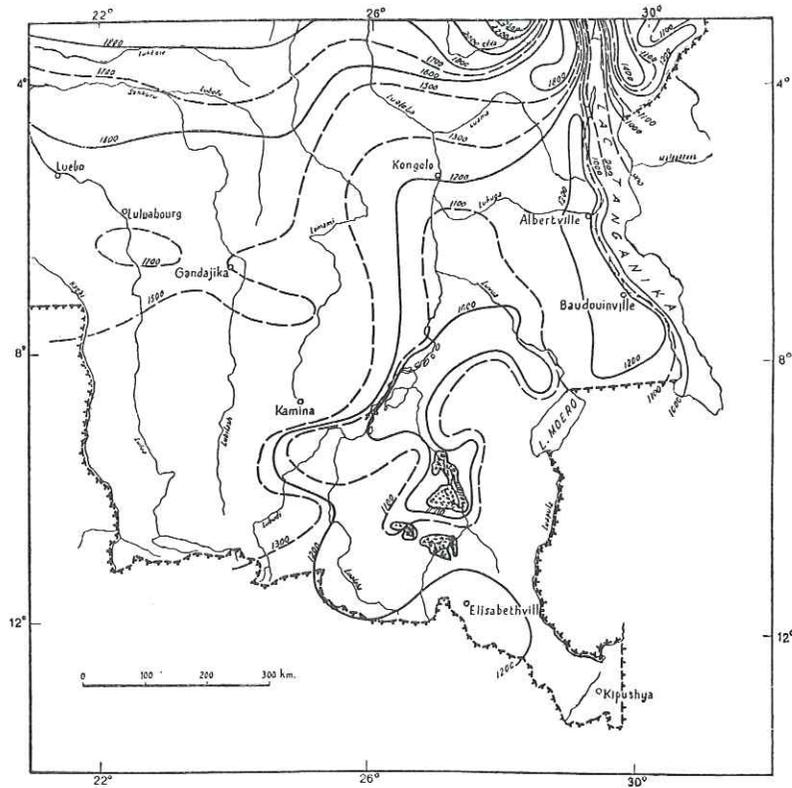


FIG. 5. — Répartition des températures maximales absolues, repris de VAN DEN PLAS [8]. — Les plages pointillées représentent l'étendue approximative des alluvions de la Lufira moyenne.

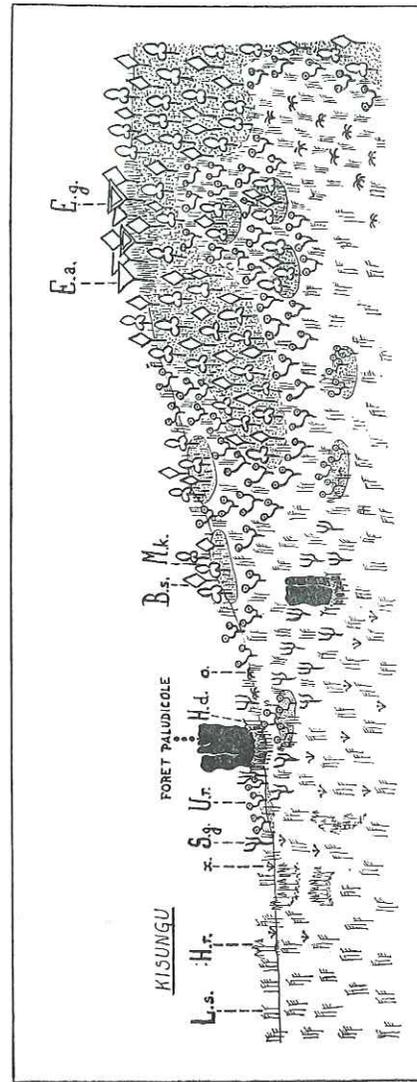


FIG. 6. — La végétation de la partie amont des Kisungu. — E.a. : *Erythrophloeum africanum* (WELW.) HARMS et *Pterocarpus angolensis* DC. ; E.g. : *Erythrophloeum africanum* (WELW.) HARMS fo. *glabrissimum* (DE WILD.) WILCZEK ; B.s. : *Brachystegia spiciformis* Benth et *Jubernardia paniculata* (Benth) Troupin ; M.k. : *Monotes katangensis* DE WILD. et *Uapaca* div. sp. ; U.r. : *Uapaca robynasi* DE WILD ; S.g. : *Syzygium guineense* (WILLD.) DC. fo. ; L.s. : *Loudetia simplex* (NEES) HUBBARD et *Tristachya thollonii* FRANCH ; x. : *Xyris* sp. ; o. : *Ochna* sp. ; H.d. : *Hypparrhenia diplanara* (HACK.) STAFF fo ; robuste ; H.r. : *Hypparrhenia* gr. *rufa* et *Hypparrhenia lecontei* (FRANCH.) STAFF.



FIG. 7.

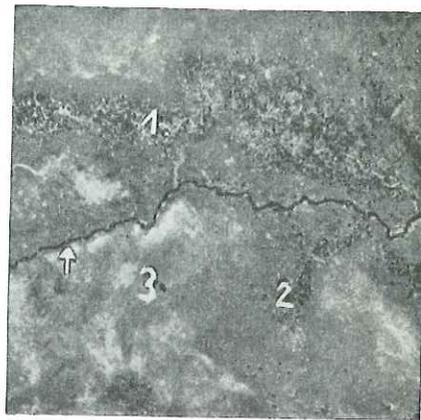


FIG. 8.

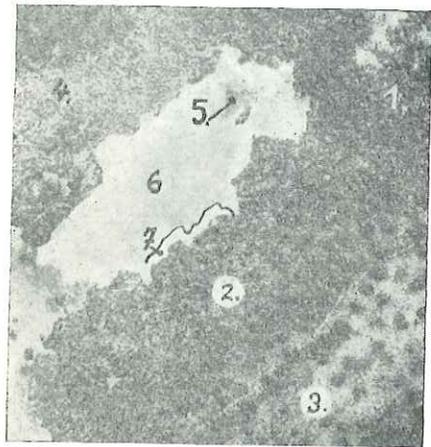


FIG. 9.

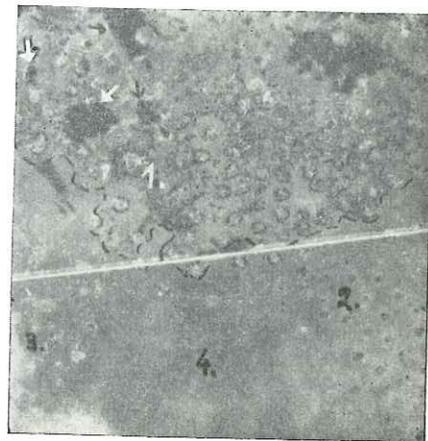


FIG. 10.

FIG. 7. — Vue aérienne d'une partie de la plaine de la Luembe. — 1. Savane boisée à *Pterocarpus polyanthus* Harms et *Acacia macrothyrsa* Harms. En 2, une frange étroite à *Hyparrhenia* aff. *dichroa* Stapf assure la transition avec la savane paludicole (3) à *Digitaria scalarum* Chiov. Il s'agit d'un fragment de l'énorme réseau marécageux anastomosé qui couvre toute la plaine de la Luembe. La photo est prise au moment où les nappes d'eau de saison des pluies se retirant, la savane brûle déjà localement (flèche blanche).

FIG. 8. — Vue aérienne d'une partie de la plaine de la Mufufya. — 1. Savane boisée à *Acacia pilispina* Pichi Serm. sur une levée d'alluvions limoneuses gleyifiées se prolongeant parallèlement au cours actuel de la rivière Mufufya (flèche blanche) ; 2. Savane boisée à *Acacia macrothyrsa* Harms sur alluvions argileuses lourdes exondées. En 3, les mêmes alluvions encore périodiquement inondées portent une savane paludicole.

FIG. 9. — Vue aérienne de la partie amont des Kisungu. — Pédiment à pente faible (environ 1%) comprenant deux plages parallèles où se concentrent le ruissellement (marquées 6 et 3) : 1. Forêt claire à cimes jointives comprenant des *Erythrophleum africanum* (WELW.) HARMS fo. *glabrissimum* (DE WILD.) WILCZEK ; 2. Forêt claire à *Brachystegia spiciformis* BENTH et *Monotes katan-gensis* DE WILD. Un fin réseau, de teinte plus claire, représente un premier stade d'érosion. Ce réseau est formé de dépressions peuplées d'*Uapaca* div. sp. ; 3. Une steppe boisée à *Uapaca* div. sp. domine, en mosaïque avec des tertres de sable plus épais portant la forêt claire à *Brachystegia* et *Monotes* ; 4. Peuplement uniforme d'*Uapaca*, dont *Uapaca robynsii* DE WILD ; 5. Dalle latéritique dénudée ; 6. Steppe paludicole à *Louletia simplex* (NEES) HUBBARD et *Tristachya thollonii* FRANCH ; 7. STEPPE plus sèche à *Monocymbium ceresiiforme* (NEES) STAFF et *Ochna* sp.

FIG. 10. — Vue aérienne de la partie centrale des Kisungu. — La photographie est traversée par la route de Jadotville à Mwadingusha. La pente du terrain est très faible (1°/100). La moitié supérieure de la photo est « adossée » au pédiment de la fig. 9 dans la zone d'affleurement de la nappe aquifère. Cette zone (1) est peuplée de *Syzygium guineense* (WILLD.) DC. fo. en une plage délimitée par des tirets noirs. Elle comprend des flots de forêt dense paludicole (flèches) à *Syzygium guineense* (WILLD.) DC et *Syzygium owariense* (P. BEAUV.) BENTH. La moitié inférieure de la photo montre une steppe paludicole à *Lou-detia simplex* (Nees) Hubbard et *Tristachya thollonii* FRANCH (4) comprenant des tertres sableux portant *Uapaca robynsii* DE WILD (2) ou des tertres plus érodés (monticules en forme de croissant, voir fig. 6) à *Hyparrhenia* gr. *rufa* et *Hyparrhenia lecontei* (FRANCH.) STAFF (3). Des flèches blanches indiquent des endroits où la forêt paludicole, en régression, dégage des tertres sableux. Dans toute la zone marquée 1. ces tertres sont entourés de nombreux *Syzygium* qui les préservent d'une érosion excessive. L'absence de ces arbustes en 2 se traduit par une érosion sensible des tertres qui s'étalent progressivement en une auréole sableuse bien visible sur la photo.

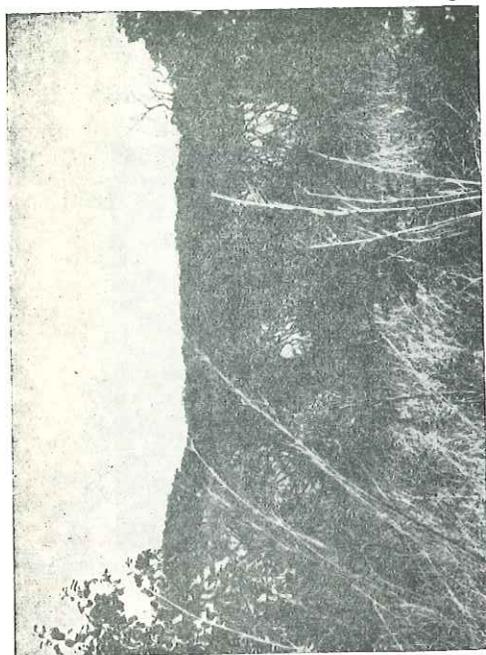


FIG. 12.

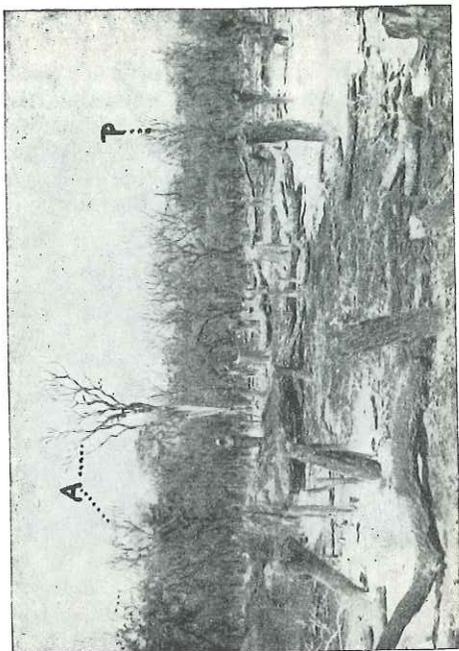


FIG. 14.

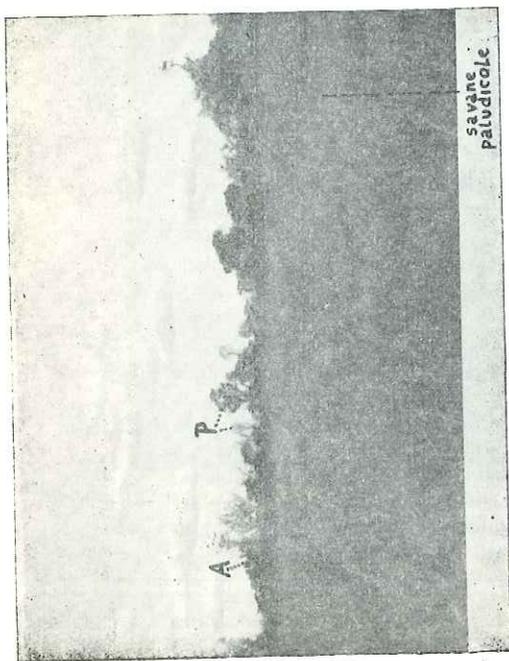


FIG. 11.

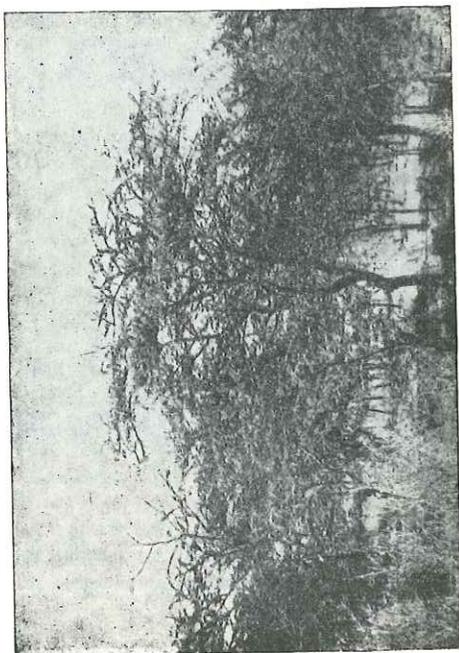


FIG. 13.

FIG. 11. — Zonation de végétation au lieu-dit MUMINGULA dans la plaine de la Mwera. — Une tache uniforme, à droite de la photo souligne une savane paludicole à *Brachiaria callopus* (PILG.) STAFF. Elle est entourée d'une plage annulaire de *Digitaria scalarum* Chiov. où s'installent les pionniers de la savane à *Hypparrhenia rufa* STAFF et *Scleria canaliculato-triquetra* var. *clarkeana* Piérart. A l'arrière-plan, on observe la savane steppique à *Combretum mechowianum* O. Hoffm. subsp. *gazense* (SWYNNERTON et BAK. f.) DUVIGNEAUD, avec sa silhouette caractéristique formée de deux strates arbustives : une strate basse sombre à *Acacia macrothyrsa* HARMS (A.) et une strate haute, très claire, à *Pterocarpus polyanthus* HARMS (P.).

FIG. 12. — Forêt claire à cimes jointives d'*Albizia harveyi* FOURN., sur alluvions sableuses brun-rouge de la plaine de la Bunkeya. — On remarquera, qu'en l'absence de strates arbustives secondaires et d'un rideau lianeux, la formation est ouverte latéralement à toutes les influences climatiques extérieures.

FIG. 13. — Fourrés épineux denses d'*Acacia hockii* DE WILD., sur alluvions argileuses rubéfiées, à horizon salin en profondeur, dans la plaine de la Bunkeya. Cette formation végétale ressemble fort à certaines steppes à épineux de l'Est-Africain.

FIG. 14. — Défrichement d'une savane boisée à *Acacia polyacantha* subsp. *campylacantha* (WILLD.) (HOCHST ex A. RICH.) BRENNAN (A.) et à *Pterocarpus polyanthus* HARMS. (P.), sur alluvions et colluvions brunes de la Kapandashiba, dans la plaine de la Luafi.