

INTRODUCTION

Le Comité de Direction de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge nous confia, en 1937, une mission de recherches phytogéographiques au Parc National Albert et au Parc National de la Kagera. La reconnaissance des associations végétales dans la plaine étendue au Sud du lac Edouard constituait l'objectif essentiel assigné à nos recherches. Il nous incombait de tenter, dans une région limitée de l'Afrique intertropicale, une étude phytogéographique centrée sur les concepts modernes de la phytosociologie. La recherche, l'inventaire et l'interprétation synécologique des groupements végétaux devaient se compléter par l'étude des feux de brousse, en tant que facteur de transformation des paysages naturels. Cette question revêt une grande importance dans le domaine soumis à la gestion de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge. En effet, le régime des feux courants entraîne des répercussions immédiates sur la composition et la vitalité des hardes d'animaux sauvages. Les grands herbivores sont le plus directement sensibles aux effets de la périodicité des incendies de la végétation naturelle; mais, par voie de conséquence, ce facteur du milieu intervient à des titres divers sur l'équilibre de la faune tout entière. L'exposé de nos recherches montrera combien cette manière de voir est réellement fondée.

On ne saurait résoudre le problème des feux de brousse qu'en faisant appel au concours de diverses disciplines. Dans le cadre général des recherches qu'implique sa solution, la discrimination des associations végétales et l'étude de leur comportement propre vis-à-vis des feux courants constituent, semble-t-il, une base de départ particulièrement propice. Dans la recherche des biocénoses, les groupements végétaux représentent l'élément le plus stable et par conséquent le plus décisif à de nombreux points de vue.

Le programme de notre mission comprenait encore une investigation générale des secteurs méridionaux du Parc National Albert et une rapide reconnaissance des aspects de végétation du Parc National de la Kagera.

Nous séjournâmes au Parc National Albert du mois d'août 1937 au mois de mars 1938; la plus grande partie de notre temps fut consacrée à l'investigation phytosociologique de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

*
**

Le présent mémoire est consacré à l'exposé de nos recherches dans la plaine des Rwindi-Rutshuru et au développement des spéculations dont elles furent le point de départ.

Notre connaissance personnelle de la région, acquise au cours d'un voyage antérieur, nous fut particulièrement précieuse; elle nous permit de mettre à profit, avec un minimum de tâtonnements préalables, la durée relativement brève de notre séjour sur place. Nous eûmes l'occasion d'assister à un cycle végétatif complet, conformément au programme que nous nous étions tracé. Le climat local, en effet, appartient au type subéquatorial et comporte l'alternance, au cours d'une année, de deux saisons sèches et de deux saisons pluvieuses.

Nous conformant en cela aux directives reçues avant notre départ, nous nous sommes efforcé de pousser nos investigations dans le détail, sans chercher particulièrement à prospector une aire territoriale très étendue. Il nous a paru plus opportun d'acquérir une connaissance phytogéographique aussi fouillée que le permettent actuellement notre information floristique et nos moyens d'investigation, plutôt que de viser à parcourir en tous sens l'entièreté du territoire assigné à nos recherches.

Nous croyons avoir sagement interprété nos consignes en visant avant tout à dépasser le stade de la simple prospection phytogéographique, seul compatible avec des déplacements étendus et ininterrompus. C'est pourquoi nous nous sommes plus spécialement limité à l'étude de la portion occidentale de la plaine du lac Édouard à l'Ouest de la rivière Rutshuru. Ce que nous savons de la flore et de la végétation de la partie orientale de cette plaine, comprise entre la Rutshuru et la frontière de la Colonie, porte à croire que nos conclusions s'appliquent intégralement à la totalité de ce petit territoire naturel.

*
**

La présente étude constitue vraisemblablement le premier essai quelque peu étendu d'application intégrale des concepts phytosociologiques à la végétation du Congo belge. Sans être le premier mémoire de Phytosociologie consacré à l'Afrique intertropicale, — il nous suffira de rappeler quelques beaux travaux parus au cours de ces dernières années sous la plume d'auteurs britanniques ou français et concernant surtout l'Est africain anglais et le Sénégal, — notre travail représenté sans doute la première investigation conçue, entièrement et sans restriction, selon les principes et les méthodes phytosociologiques au sens de l'école de BRAUN-BLANQUET, qui tend de plus en plus à s'imposer à l'heure actuelle. Nous espérons n'avoir point trahi la manière de voir de ses promoteurs !

*
**

La mise en œuvre des informations recueillies sur place impliquait, en premier lieu, la détermination des collections réunies. Celles-ci comprennent plus de trois mille numéros d'herbier. Nous n'aurions pu mener cette tâche à bien sans la collaboration efficace et dévouée de MM. A. TATON et L. TOUSSAINT, dont l'aide nous a permis l'étude de ces *exsiccata* en un laps de temps relativement très court. Il est juste d'ajouter que nos collaborateurs et nous-même avons trouvé, pour certaines familles, une assistance fort précieuse. C'est ainsi que les Composées ont été déterminées par MM. W. ROBYNS et A. LAWALRÉE, les Euphorbiacées par M. J. LÉONARD, les Méliacées et les Rhamnacées par M. P. STANER.

En dehors des Spermatophytes, auxquels s'est limitée notre étude taxonomique, nous tenons diverses déterminations de Bryophytes de MM. F. DEMARET et V. LEROY, qui ont bien voulu se charger de l'étude des Mousses récoltées au cours de notre mission; les noms de quelques Fougères nous ont été fournis par M. A. TATON; quelques déterminations de Desmidiées sont dues à M. P. VAN OYE.

Nous adressons nos très vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à la détermination de nos collections et ont mieux assuré ainsi la mise en œuvre de notre matériel documentaire, et particulièrement à nos dévoués collaborateurs, MM. A. TATON et L. TOUSSAINT, qui n'ont pas ménagé leurs efforts pour arriver à ce résultat.

*
**

Nous nous acquittons d'une dette en exprimant notre reconnaissance à tous ceux qui ont permis ou favorisé l'accomplissement de notre tâche, tant au Congo qu'en Belgique, et d'abord à MM. les membres du Comité de Direction de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, qui nous ont fait confiance en nous chargeant de cette étude en Afrique, étude si passionnante pour le chercheur et si intéressante, nous l'espérons, par ses résultats. M. le Prof^r V. VAN STRAELEN, président de ce collège, a, le premier, droit à notre gratitude pour les encouragements et le constant appui dont il nous a honoré au cours de nos travaux. En rendant ici hommage au soutien attentif et efficace que nous avons trouvé chez lui, nous ne nous croyons libéré que d'une faible partie de nos obligations à son égard.

La Fondation pour favoriser l'étude scientifique des Parcs Nationaux du Congo Belge a sa part de mérite également dans l'œuvre qu'elle a libéralement aidé à mener à bien, d'abord par une contribution importante destinée à assurer le succès matériel de nos recherches en Afrique, puis par les crédits qu'elle a mis à notre disposition pour la détermination, en Belgique, des collections réunies au Congo.

Le Comité de Direction de l'Institut National pour l'Étude agronomique du Congo Belge (Inéac) a bien voulu nous accorder le congé nécessaire à l'exécution de notre mission au Parc National Albert. L'Inéac a d'ailleurs participé indirectement aux frais occasionnés par notre séjour à la Colonie. Son Directeur Général, M. J. CLAESSENS, Président du Comité de Direction, nous a laissé toute latitude pour procéder au dépouillement et à la mise en œuvre des observations rassemblées à la Colonie; il n'a cessé de s'intéresser à nos travaux et nous a fourni quantité de renseignements utiles et de directives précieuses.

Nous avons rencontré l'accueil le plus cordial auprès des membres du personnel local de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, et nous gardons un souvenir particulièrement agréable de l'hospitalité affectueuse reçue chez M. et M^{me} J.-P. HARROY. Notre excellent ami M. HARROY, Secrétaire du Comité de Direction de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge et Conservateur intérimaire du Parc National Albert, a été souvent pour nous un bien aimable compagnon de voyage, de cœur ouvert et d'esprit éclairé, avec qui nous avons échangé bien des vues fructueuses et qui a facilité, en toute occasion, l'exécution matérielle de nos tâches.

Nous avons trouvé, en la personne du Commandant E. HUBERT, attaché au même Institut, un guide averti autant qu'un hôte empressé. Il nous a

beaucoup aidé au camp de la Rwindi pour organiser nos expériences sur les feux de brousse et a participé activement à l'observation du climat de la plaine des Rwindi-Rutshuru. Après notre rentrée en Europe, le Commandant HUBERT a assuré, pour la plus grande part, la continuation des relevés météorologiques; nous lui sommes ainsi redevable des acquisitions préliminaires que nous possédons aujourd'hui sur le climat régional. Nous avons, par ailleurs, tiré un ample profit de sa connaissance de la faune africaine et de son information sûre touchant l'éthologie des animaux sauvages dans la plaine du lac Edouard.

Le Colonel R. HOIER, Conservateur en titre du Parc National Albert à Rutshuru, nous a, à la fin de notre séjour, fort obligeamment secondé dans la réalisation de nos voyages et l'exécution de nos travaux.

Nous conservons un souvenir ému de feu M. le Colonel H. HACKARS, Conservateur du Parc National Albert à Mutsora, avec qui nous avons eu des entretiens cordiaux qui ont contribué à fixer nos idées sur le problème des feux de brousse.

Le Dr S. FRECHKOP, Conservateur adjoint au Musée royal d'Histoire naturelle et Chargé de Mission au Parc National Albert, nous a accompagné à plusieurs reprises dans nos voyages. Nous lui devons d'utiles renseignements sur la zoologie centro-africaine.

Ce n'est pas seulement l'Afrique, mais l'Europe également, qui nous a fourni des concours divers et souvent précieux.

M. J. LIVENS, Chef de la Division d'Agrologie de l'Institut National pour l'Etude agronomique du Congo Belge, s'est bienveillamment prêté à effectuer, au Laboratoire de M. le Prof^r BAEYENS, à l'Université de Louvain, un grand nombre d'analyses pédologiques relatives à des échantillons de terre recueillis au Congo. Grâce à son intervention dévouée, nous avons pu étendre notablement l'aperçu synécologique concernant les groupements végétaux étudiés.

M. G.-F. DE WITTE nous a donné plus d'une indication sur la région du Parc National Albert, qu'il a parcourue en tous sens; il s'est en outre aimablement dépensé pour nous procurer des documents iconographiques.

M. E. BERNARD, Licencié en sciences physiques et mathématiques et notre collaborateur à l'Inéac, nous a grandement aidé pour l'élaboration du chapitre de ce mémoire consacré à l'étude du climat de la plaine des Rwindi-Rutshuru. Sans sa coopération éclairée nous n'aurions pu donner à cette importante étude du milieu le développement qu'elle mérite.

M. W. WOUTERS, Ingénieur agronome et, lui aussi, notre collaborateur à l'Inéac, a bien voulu exécuter pour nous quelques préparations microscopiques; nous lui sommes également redevable de plusieurs références bibliographiques.

M. E. LEERINCKX, dessinateur de la Flore du Congo, a donné la mesure de son talent dans les figures qui illustrent cet ouvrage.

M. le Prof^r W. ROBYNS, Directeur du Jardin botanique de l'Etat, nous a offert, à nos collaborateurs comme à nous-même, la plus large hospitalité dans ses locaux, et a mis à notre disposition les ressources variées du riche établissement scientifique qu'il dirige. Il nous a également fait bénéficier de sa compétence personnelle sur le plan taxonomique.

Nous tenons à mentionner de façon toute spéciale le concours apporté à notre travail par notre éminent Maître le Prof^r J. BRAUN-BLANQUET, aux enseignements de qui nous devons notre perfectionnement phytosociologique. Au cours d'un fructueux séjour fait par nous à la Station de Géobotanique méditerranéenne et alpine qu'il dirige à Montpellier, il nous a aidé à tracer les grandes lignes du présent ouvrage. Il a élucidé, par la suite, de nombreux problèmes que nous tenions pour obscurs ou dont la solution ne nous était pas apparue avec une clarté suffisante. Si ce mémoire trouve, dans les sphères scientifiques, quelque crédit, il le devra, en grande partie, à ce vénéré Maître.

Il nous reste enfin à témoigner notre affectueuse reconnaissance au D^r J. LOUIS, Ancien Chef de la Section des Recherches scientifiques de l'Inéac à Yangambi et Chargé de Cours à l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux, notre excellent ami et collaborateur de tous les jours. Le D^r LOUIS a pris une part active à nos premières investigations sur le terrain et nous a rendu les plus grands services. Son aide nous a été entièrement acquise, ensuite, pour l'interprétation des données recueillies sur place, la détermination de nos matériaux d'herbier, l'abandon à notre profit de nombreux relevés comparatifs faits par lui. Il a revu attentivement notre texte et nous a fait maintes suggestions dont nous avons tiré très grand profit. Il est juste que nous signalions, dans toute sa mesure, la contribution qu'il a apportée à nos travaux.

Mai 1944.

LA
VÉGÉTATION DE LA PLAINE ALLUVIALE
AU SUD DU LAC ÉDOUARD

LE MILIEU. LES FEUX DE BROUSSE. L'ORIGINE ET
LE DÉVELOPPEMENT DE LA FLORE. LES FORMES
BIOLOGIQUES. LES GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

PAR

J. LEBRUN (Bruxelles)

PREMIÈRE PARTIE

Le milieu

CHAPITRE PREMIER

PHYSIOGRAPHIE

La partie du Parc National Albert proposée à notre étude correspond à un fragment de la grande dépression tectonique qui délimite, à l'Ouest, le plateau central africain et s'allonge du Nord au Sud, jalonnée, en territoire congolais, par les lacs Albert, Édouard, Kivu et Tanganika (voir Carte 1). Cette portion du *graben* est celle qui s'étend immédiatement au Sud du lac Édouard; elle coïncide avec le Secteur administratif des Rwindi-Rutshuru (voir Carte 2).

C'est une plaine très faiblement ondulée, comprise entre deux rebords montagneux, dont l'un, le plus oriental, s'élève en dehors des limites de la Colonie, en territoire ugandais. Au Sud, la plaine vient buter aux contre-forts septentrionaux de la chaîne volcanique et aux champs de lave des Virunga (Pl. I, fig. 1).

G.-F. DE WITTE (1937) a publié une excellente description de l'aspect général de la région, description accompagnée de photographies particulièrement évocatrices. Nous renvoyons également aux planches du premier fascicule des « Aspects de végétation des Parcs Nationaux du Congo belge » (ROBYNS, 1937) et particulièrement à la photographie *b* de la Planche 8,

où s'aperçoivent, barrant l'horizon vers le Sud, quelques-uns des volcans de la chaîne des Virunga.

Nous nous proposons de décrire brièvement, dans ce chapitre, les traits essentiels de l'orographie et de l'hydrographie de la petite région naturelle dans laquelle s'intègre notre dition, en nous bornant à mettre en relief les caractéristiques revêtant une certaine importance au point de vue biologique.

Le lac Édouard limite, au Nord, la région étudiée et s'étend, à peu près, entre les parallèles 0°5' Sud et 0°45' Sud, à l'altitude de 912 m.; il occupe une superficie d'environ 2.250 km² (DAMAS, 1937). Ses rives occidentales se heurtent à un escarpement abrupt dont le prolongement vers le Sud, en bordure de la plaine des Rwindi-Rutshuru, est connu sous le nom d'« Escarpement de Kabasha ». A l'Est, au contraire, dans le territoire de l'Uganda britannique, les rivages du lac baignent une très large plaine alluviale. De ce côté, on atteint les lignes de faitage, très éloignées du lac, par une succession de paliers peu marqués. Ces pentes relativement douces représenteraient mieux, d'après BAILEY WILLIS (1936), une surface régulière d'érosion plutôt qu'un escarpement de faille redressé, comme c'est le cas habituel en bordure d'un *graben*. Cette atténuation du relief est surtout évidente au Nord-Est du lac, où la plaine, traversée par le chenal de Kazinga, s'étend largement entre les lacs Édouard et George et rejoint, par ressauts réguliers, le plateau de l'Uganda et les premières pentes orientées vers la cuvette du lac Victoria (ASSELBERGHS, 1938).

Il s'établit ainsi, le long des rives orientales du lac, une large communication entre la plaine des Rwindi-Rutshuru et le pays plat parcouru, au Nord de l'Édouard, par son émissaire, la Semliki. Cette plaine de la Semliki est elle-même resserrée entre le prolongement septentrional de l'escarpement riverain du lac Édouard, à l'Ouest, et l'imposant massif du Ruwenzori, à l'Est. Les contreforts méridionaux de ce dernier massif viennent mourir très près des rives du lac Édouard, mais sans interrompre la continuité biologique entre la plaine orientale et la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Le contraste entre les deux rives du lac Édouard est donc manifeste, puisqu'à l'Ouest les bords escarpés ne dessinent que, çà et là, quelques anses surbaissées ou quelques criques, sans continuité régulière. Cette topographie, il est curieux de le constater, se retrouve sous les eaux du lac : les grandes profondeurs relatives (60-100 m.) se situent, en effet, immédiatement en bordure de la rive occidentale; à l'Est, au contraire, le fond lacustre se présente comme un plan faiblement incliné. La carte bathymétrique publiée par DAMAS (1937, p. 73) est très suggestive à ce point de vue et montre bien la continuité sous-lacustre des plaines riveraines de l'Édouard.

La plaine des Rwindi-Rutshuru se relève doucement et très régulièrement vers le Sud, où elle se heurte aux champs de lave qui la relaient vers

le massif des Virunga, et particulièrement vers le groupe occidental des volcans actifs dominés par le Nyamuragira et le Nyiragongo.

Avant de poursuivre la description physiographique du pays, il nous paraît nécessaire de mentionner succinctement les grands faits tectoniques qui sont à l'origine de la morphologie régionale. Leur connaissance est à la base d'une description géographique suffisamment complète et explicite; elle est de nature à jeter une grande lumière sur l'état présent du milieu biologique.

Comme on l'admet généralement, le vieux socle continental centro-africain n'a subi que peu de déformations au cours des périodes orogéniques antérieures à la Fin-Tertiaire et au moins depuis le Carbonifère (ROBERT, 1942). Au cours de l'ère quaternaire surtout, de grands effondrements se sont produits, en plusieurs phases. L'activité tectonique la plus intense daterait, selon toute vraisemblance, du milieu du Pléistocène. Ces phénomènes orogéniques seraient donc relativement récents, comme en témoignent d'ailleurs la fraîcheur et la vivacité des reliefs actuels. Sans entrer dans les détails de ces manifestations tectoniques : âge relatif et interférence des divers systèmes de fracture reconnus par les géologues (voir, à ce sujet, BOUTAKOFF, 1933*b* et 1939), et sans préjuger de l'origine encore discutée de ces affaissements, nous soulignerons la formation d'une bande effondrée, dont la largeur varie entre 15 et 70 km., depuis le lac Albert jusqu'au lac Tanganika. Cette immense dépression est bordée, de part et d'autre, et d'une manière presque continue, par des chaînes montagneuses présentant, pour la plupart, tous les caractères des escarpements de faille.

Aux termes d'une hypothèse qui n'est pas encore entièrement admise à l'heure actuelle, du moins en ce qui concerne le lac Tanganika, cette longue dépression aurait été occupée primitivement par une importante voie fluviale, la plus ancienne vallée du Nil (SALÉE, 1928).

L'effondrement du lac Tanganika, attribué à une activité volcanique survenue au Sud du lac Kivu actuel, aurait scindé ce bassin, le privant de tous ses tributaires méridionaux. Au Nord, le lac Kivu est unanimement reconnu comme un lac de barrage et son bassin actuel représente une vallée ennoyée. Pour les uns, ce barrage serait dû à l'activité volcanique qui s'est manifestée à la fin du Pléistocène au Nord du lac Kivu; pour d'autres, il trouverait son origine dans des phénomènes tectoniques (voir, à ce sujet, DELHAYE, 1941). Il paraît clairement établi, en tout état de cause, que l'artère fluviale actuellement ennoyée coulait vers le Nord (BOUTAKOFF, 1933*a*; DAMAS, 1937).

L'étude des dépôts superficiels a montré que le socle de la dépression tectonique a été occupé, au Nord du lac Kivu actuel, par une nappe lacustre très étendue; les lacs Édouard, George et Albert n'en seraient plus que les vestiges. Scindée en divers tronçons par un assèchement qui paraît se poursuivre encore de nos jours, cette nappe lacustre aurait connu, au cours des temps, des vicissitudes diverses d'assèchement et d'exhaussement sur les-

quelles nous reviendrons en recherchant les traits essentiels de l'histoire de la végétation. D'après DE LA VALLÉE POUSSIN (1932), par exemple, des cônes de déjection glaciaire, issus du Ruwenzori, auraient barré la vallée de la Semliki à une époque où les lacs Édouard et Albert étaient déjà individualisés et réunis par cet exutoire. Il en serait résulté une crue du lac Édouard jusqu'à un étiage suffisant pour permettre à cet émissaire de reprendre son cours vers le Nord, en suivant, à partir du seuil du Beni, le trajet d'un de ses anciens affluents. De cette époque daterait une nouvelle période d'assèchement du lac Édouard, encore en cours à l'heure actuelle.

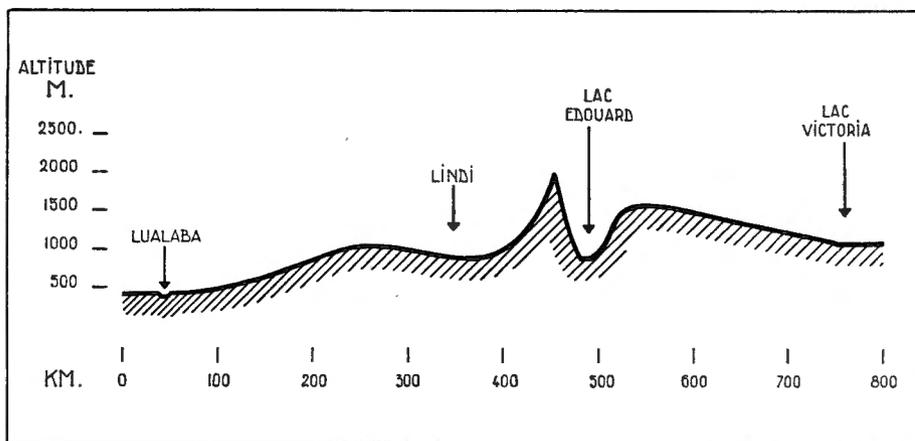


FIG. 1.

Coupe à travers l'Afrique centrale, passant immédiatement au Sud du lac Édouard, entre le Congo (Lualaba) et le lac Victoria.

La portion du *graben* étudiée particulièrement dans ce mémoire correspond donc à une partie de l'encoche sise dans le bourrelet montagneux bordant, à l'Ouest, la pénéplaine du Congo, et, à l'Est, la haute pénéplaine du lac Victoria. Le profil représenté à la figure 1 donne une idée de la situation particulière de la plaine des Rwindi-Rutshuru, dans ce cadre hypsométrique général.

Au Sud du lac Édouard, en territoire du Congo, se présentent deux systèmes d'escarpements.

Le premier, de direction générale Nord-Est-Sud-Ouest, prolonge directement la haute falaise côtière du lac Édouard : c'est l'escarpement de Kabasha que gravit la route reliant le Kivu à l'Ituri. Cet escarpement n'est qu'une portion de la longue chaîne montagneuse, souvent désignée sous l'appellation de « chaîne des Mitumba », bordant, à l'Ouest, la bande déprimée du *graben* occidental africain.

Un autre escarpement se dessine plus à l'Est et suit une direction à peu près parallèle au premier : c'est la chaîne des monts Kasali (Pl. I, fig. 1).

Immédiatement au Nord de May-ya-Moto, le massif s'abaisse brusquement et disparaît en dessinant un promontoire. C'est à cet escarpement qu'ASSELBERGHS (1938 et 1939) donne le nom de « faille de Rutshuru ». Il se prolongerait, au Sud, entre l'Édouard et le Kivu, en limitant le cirque déprimé où

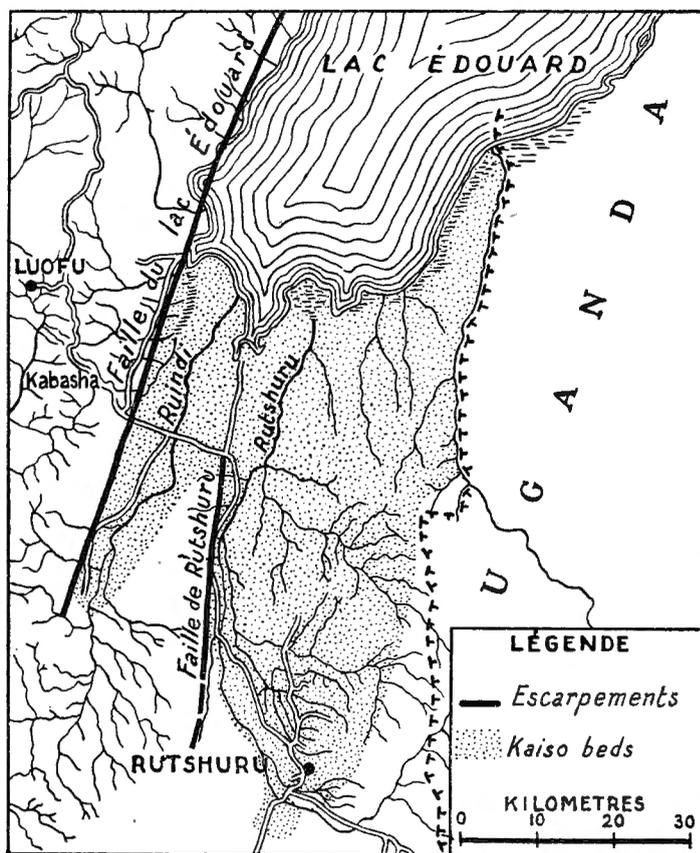


FIG. 2.

Direction des escarpements et extension des couches des *Kiso beds* au Sud du lac Édouard. (D'après ASSELBERGHS, 1938, p. 151.)

s'érigent les volcans des Virunga; il est relayé, plus au Sud encore, par la « faille du mur » (BOUTAKOFF, 1933b), le long de la rive occidentale du lac Kivu.

Nous reproduisons ici un schéma emprunté à ASSELBERGHS (1938, p. 151), indiquant la direction générale de ces deux escarpements dans la région sise immédiatement au Sud du lac Édouard (fig. 2).

Ces deux systèmes montagneux séparent les vallées de la Haute Rwindi et de la Moyenne Rutshuru.

Depuis le parallèle de Kamande, à l'extrémité Sud-Ouest du lac Édouard, jusqu'aux hauteurs dominant Kilima, la ligne de faite de l'escarpement du lac Édouard ne s'abaisse guère au-dessous de 1.900 m. Elle demeure très proche du pied de la montagne, dont elle ne s'écarte guère de plus de 3 à 4 km., si ce n'est dans la trouée de la vallée de la Lula et de ses affluents, dont le cirque torrentiel fut mis à profit pour le tracé de la route carrossable. La pente moyenne, vers la plaine, est donc très raide; elle est en moyenne de l'ordre de 30 %. La figure 2 de la Planche I représente l'escarpement du lac Édouard vu de Rwindi, à quelque 6 km. au pied de la montagne, et montre bien le caractère très accusé des pentes. Quelques sommets, d'ailleurs peu individualisés, jalonnent le faite de la chaîne montagneuse : le Kabinyo, sur le parallèle de Kamande, à 1.964 m. d'altitude, le piton dominant la route de Kabasha, à 2.000 m. d'altitude, et, plus au Sud, le mont Kashwa, qui culmine à 2.050 m. et forme un promontoire descendant à pic vers la plaine.

Ces escarpements présentent des traces de terrasses étagées, souvent parsemées de cailloux ou fragments de roches roulés ou de débris de travertins calcaires. Elles ont été observées tant dans la bordure montagneuse orientale de la plaine (DE LA VALLÉE POUSSIN, 1933) que dans le massif des Kasali (DELHAYE et SALÉE, 1928) et l'escarpement du lac Édouard (ASSELBERGHS, 1938). Ces terrasses jalonnaient les rivages anciens de la nappe lacustre dont l'Édouard actuel ne serait plus qu'un vestige. On retrouve ces terrasses jusqu'à 1.400 m. d'altitude, mais leurs niveaux actuels ne permettent en aucune façon de présumer de la hauteur maximum à laquelle se seraient élevées les eaux du lac. En effet, la plus haute altitude atteinte autrefois par la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Ituri et le bassin du lac Édouard, à hauteur de la plaine de la Semliki, n'a jamais dépassé 1.250 m. Les crues du lac Édouard n'ont donc jamais gagné cette altitude et il faut en conclure que le niveau actuel de ces terrasses est dû, en partie, à un soulèvement des parois du *graben* (DE LA VALLÉE POUSSIN, 1933 et 1939).

La figure 1 de la Planche II représente vraisemblablement une de ces terrasses, à 1.280 m. d'altitude, immédiatement à l'Est de la vallée de la Muwe.

Les versants de la montagne offrent un relief d'apparence fort jeune où l'érosion est actuellement intense; de nombreux torrents, la plupart intermittents, les entament et y découpent des vallées « en gorge » parfaitement typiques (voir Pl. I, fig. 2). Lorsque des orages éclatent dans la montagne, ces torrents charrient des eaux boueuses qui se fraient un chemin dans la plaine et alimentent souvent des marécages temporaires. Les dépôts torrentiels s'accumulent au pied des escarpements et sont affouillés et modelés à nouveau à chaque période de crues.

Quelques rivières permanentes descendent cependant de la montagne. Un peu au Nord de Kamande, la Talya se jette directement dans le lac

Édouard. Cette rivière draine les eaux d'une grande partie du versant méridional du Tshiaberimu, qui domine, au Nord, le lac Édouard et la plaine de la Semliki. Son cours est particulièrement instructif au point de vue morphologique. Comme beaucoup de rivières en relation avec la dépression tectonique, son bassin offre la juxtaposition de différentes formes évolutives correspondant à des cycles d'érosion différents. La Talya répond bien aux caractères hydrographiques assignés par BOUTAKOFF (1939, p. 18) aux cours d'eau entaillant les bordures du *graben*. En effet, son cours supérieur, que nous avons eu l'occasion de suivre en grande partie, offre tous les caractères de maturité d'un bassin hydrographique : la rivière et ses affluents parcourent le haut plateau, témoin de l'ancienne pénéplaine, s'étalent en méandres et drainent des marécages et des vallées en voie de colmatage. La descente de l'escarpement correspond au cours moyen de la rivière; elle revêt ici tous les caractères torrentiels : chutes et cascades se succèdent jusqu'au pied de la montagne. Dans son cours inférieur, cependant fort réduit, car la Talya ne parcourt que l'extrémité Nord-Est de la plaine déjà profondément entamée par la baie de Kamande, la rivière reprend les caractères morphologiques d'un cours d'eau planitiaire.

La Lula ainsi que son affluent principal, la Muwe, sont également des rivières importantes à débit continu; elles ont profondément entamé déjà les versants de la montagne. La photographie 2 de la Planche II montre l'échancrure découpée dans l'escarpement par le bassin de ces rivières.

Plus au Sud encore, divers affluents de la Rwindi présentent un débit permanent.

Toutes ces rivières offrent des caractères communs qui se manifestent par une très grande activité du processus actuel d'érosion et une modification rapide des formes des thalwegs. Les vallées sont creusées dans des parois rocheuses habituellement découvertes; le lit est encombré de blocs rocheux (voir fig. 1 de la Pl. III) ou souvent interrompu par des marmites torrentielles plus ou moins profondes (fig. 2 de la Pl. III); un épais glacis de déjections marque, au pied de la montagne, leur débouché dans la plaine.

Le massif des Kasali interrompt le modelé régulier de l'ancienne fosse lacustre; dans sa partie occidentale, la plus étroite, coule la Haute Rwindi, tandis que la Rutshuru et ses affluents baignent sa partie la plus large, étendue à l'Est du massif.

Cet escarpement est très abrupt à l'Est, vers la Rutshuru, tandis qu'au versant opposé il descend en pente relativement douce vers la vallée de la Rwindi (Pl. I, fig. 1). La figure 3 représente une coupe passant par le massif des Kasali, à hauteur du mont Tongo, et montre bien cette opposition entre les deux versants.

Le point culminant de cet escarpement, à proximité de notre dition, est le mont Tongo, qui atteint un peu plus de 2.200 m. d'altitude. L'Ilehe surplombe le groupe des sources chaudes de May-ya-Moto et n'atteint plus

que 1.250 m. d'altitude; il domine la Rutshuru de 300 m. seulement. Immédiatement au Nord, le massif s'abaisse brusquement (Pl. IV, fig. 1).

Les flancs de la chaîne des Kasali, tout comme l'escarpement du lac Édouard, sont creusés par de nombreux torrents intermittents qui dévalent des hauteurs; la Rutshuru ronge le massif à son extrémité orientale. Quelques rivières permanentes, au pied de la montagne, trouvent leur origine dans des sources thermales qui jaillissent, pour la plupart, à la base

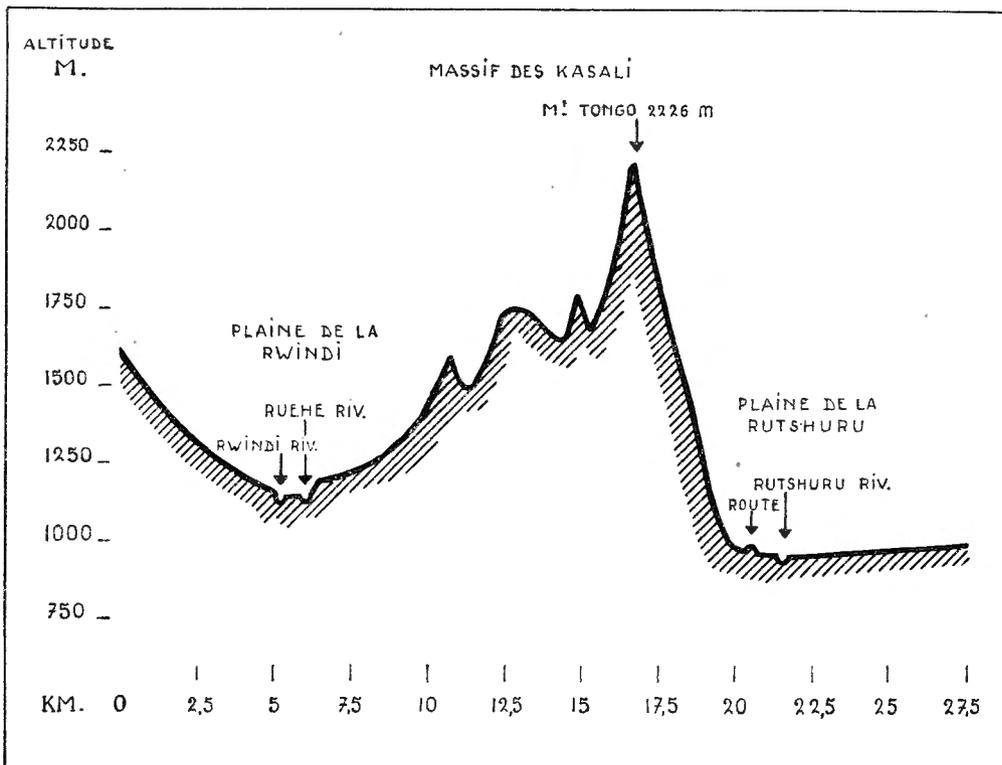


FIG. 3. — Coupe à travers le massif des Kasali, passant par le mont Tongo.

même de l'escarpement; leur cours ne dépasse guère quelques centaines de mètres.

Quelques grandes rivières, tributaires directs du lac Édouard, irriguent la plaine des Rwindi-Rutshuru proprement dite, et leur cours suit fidèlement la ligne de pente générale, orientée régulièrement du Sud vers le Nord.

La Lula elle-même, dans son cours inférieur prolongé par celui de la Muhuha, vérifie cette observation; son bassin versant est relayé, plus au Sud, par celui de la Rwindi, qui recueille également une grande partie des eaux du massif des Kasali et de son prolongement méridional.

A son entrée dans la plaine, à proximité de Kilima, la Rwindi a profondément entamé les terrains meubles superficiels et s'y est creusé un véritable

cañon, profond de 50 m. (DE LA VALLÉE POUSSIN, 1939). Le cours de la Rwindi atteint un développement approximatif de 80 à 90 km.

La Rutshuru est la principale rivière de la plaine. Sous le nom de Kako, elle prend sa source en Uganda, dans les montagnes du rebord oriental du *graben*, immédiatement au Nord du groupe le plus oriental des volcans éteints. Sa vallée moyenne décrit un arc de cercle assez large vers le Sud; elle est envahie par les laves, qui ont barré son cours en plusieurs endroits, provoquant ainsi la formation de marécages et d'étangs. Elle s'infléchit vers le Nord, peu au Sud du poste de Rutshuru, et pénètre dans la plaine en longeant l'escarpement des Kasali. Son cours devient alors fort méandreux et la rivière se jette dans le lac Édouard, entre les baies de Kabare et de Vitshumbi. La longueur de son parcours, sans qu'on tienne compte des méandres, est de l'ordre de 150 km. Les principaux affluents qu'elle reçoit, à sa droite, traversent également la plaine, dans leur cours inférieur, en suivant une direction Sud-Est-Nord-Ouest. On se souviendra, en effet, que de ce côté la plaine se relève progressivement vers les hauteurs de l'Uganda, où ces rivières prennent leur source. Ces affluents sont principalement la May-ya-kwenda, dont le cours est, en majeure partie, en dehors des limites du Parc National Albert, et, plus au Nord, la May-na-Evi, qui conflue à la Rutshuru quelques kilomètres au Nord-Est du promontoire des monts Kasali.

Mentionnons encore une autre rivière de quelque importance, tributaire direct du lac Édouard, l'Ishasha, qui prend également sa source dans le Kigezi ugandais, mais notablement plus à l'Est que la Rutshuru et ses tributaires. Elle rejoint la rive orientale du lac Édouard, et son cours inférieur, dans la plaine, marque la frontière entre le Congo et l'Uganda.

Ces rivières de plaine présentent un caractère méandreux qui est dû à une pente générale assez faible. D'après DAMAS (1937), le trajet de la Rutshuru en plaine, par exemple, depuis la courbe de niveau de 950 m. (à proximité du promontoire de l'Ilehe) jusqu'à son embouchure, est de 51,4 km, tandis que la distance réelle est de 37,5 km. Les méandres augmentent donc le trajet à accomplir dans le rapport de 1 à 1,37. Ces sinuosités de la vallée sont souvent profondément creusées dans les terrains meubles traversés par la rivière et prennent l'aspect de « méandres encaissés ».

Le régime de ces rivières est éminemment variable et traduit le caractère torrentiel de la plupart des cours d'eau tributaires de leur bassin versant. Elles subissent des crues irrégulières, parfois très violentes, et charrient en permanence des eaux limoneuses. Leur courant est rapide et leur action érosive puissante.

Les rives méridionales du lac Édouard se présentent sous l'aspect de plages unies, festonnées par des baies nombreuses aux contours marécageux indécis.

Les rivières y découpent de profondes embouchures envahies par des marais et sillonnées par des chenaux, dont l'ensemble constitue de véritables deltas.

Le relief de la plaine elle-même est des moins accusés, ce que traduisent les courbes de niveau de la carte topographique se succédant, à intervalles très espacés, plus ou moins parallèlement au contour méridional du lac Édouard. C'est ainsi que la cote de niveau de 1.000 m. suit, à peu près, la route carrossable entre Ndimu, au pied de l'escarpement de Kabasha, et Katanda, immédiatement au Nord du massif des Kasali.

A sa limite Sud, à proximité de Rutshuru, la plaine atteint une altitude dépassant de peu 1.100 m. Entre la pointe de la baie de Vitshumbi et la limite des champs de lave, à proximité du confluent de la Rutshuru et de la Fuku, il existe une dénivellation de 240 m. environ, pour une distance à vol d'oiseau de 52 km., ce qui nous fournit une pente moyenne de l'ordre de 4,5 %.

La monotonie générale du relief est interrompue, çà et là, par quelques buttes ou collines, traces de glaciers torrentiels locaux ou témoins d'anciens dépôts lacustres. La figure 2 de la Planche IV montre, dans le voisinage du camp de la Rwindi, une de ces buttes, formée d'argile compacte et de graviers. Néanmoins, les vallées des rivières les plus actives sont nettement creusées. En divers endroits, les eaux ont entamé profondément d'anciens glaciers torrentiels ou se sont ouvert un lit en affouillant les dépôts lacustres; elles les entaillent parfois au point d'y former de vraies gorges bordées par des falaises abruptes, vivement entamées par le ruissellement. Il se produit ainsi des formes d'érosion très pittoresques, comme c'est le cas dans la vallée de la Moyenne-Rwindi (Pl. V, fig. 1). Certains aspects rappellent les « demoiselles » ou « cheminées de fée » des Alpes (DE MARTONNE, 1929), formes d'érosion connues sous le nom général de « pyramides coiffées ». Ce sont des touffes de végétaux particulièrement résistants qui ont modelé ces formes étranges, comme on peut le voir sur la figure 2 de la Planche V, en protégeant les couches de terrains meubles sous-jacents contre le ruissellement et l'entraînement; ce sont, au contraire, des blocs rocheux qui assument ce rôle dans les véritables pyramides coiffées.

Ces aspects érosifs traduisent l'aridité générale du climat et la violence des pluies occasionnelles; ils sont favorisés par la dénudation du site.

Les vallées qui découpent la plaine se caractérisent encore par la formation de terrasses étagées, plus ou moins bien distinctes; ces formations correspondent à des alternances de périodes d'alluvionnement et d'érosion de la rivière, périodes reflétant elles-mêmes des variations du niveau de base constitué par le plan d'eau du lac Édouard.

D'après ASSELBERGHS (1938), la plaine alluviale actuelle de la Rutshuru a une largeur d'environ 700 m., là où elle est traversée par la grand'route.

Nous terminerons ce chapitre par quelques données sur les sources thermales, manifestation du volcanisme affectant la région. Ces formations, bien que très localisées, jouent néanmoins, là où elles existent, un rôle biologique important, comme nous aurons l'occasion de le montrer lors de la description du tapis végétal.

Les sources thermales sont souvent localisées au voisinage des fractures tectoniques (BOUTAKOFF, 1939). De fait, elles sont situées, dans notre dition, au pied du mont Ilehe, à l'extrémité Nord de l'escarpement des Kasali. Les sources de May-ya-Moto ont été reconnues depuis longtemps (voir à ce sujet MECKLENBURG, 1909; KASSNER, 1911; PILETTE, 1914; PASSAU, 1933, etc.).

DELHAYE (1941, p. 417) estime que ces venues d'eau présentent à un haut degré les caractères essentiels des sources thermo-minérales d'origine volcanique. Elles seraient composées d'un grand nombre de points d'émergence situés sur une plate-forme entre le pied du versant et le lit de la Rutshuru, et éparpillées sur une distance de 500 m.

En fait, ces sources jaillissent dans plusieurs petites criques au pied de la montagne; certaines apparaissent même à flanc de coteau.

Dans la crique de Bugulukeso, par exemple, nous avons dénombré, en compagnie de M. J.-P. HARROY, 9 venues d'eau principales, dont la température, à la sortie, variait de 70 à 94°. Le 28 décembre 1937, les deux sources les plus importantes présentaient respectivement une température de 92° et de 94°.

La figure 1 de la Planche VI représente une vue générale de la plate-forme où jaillissent les sources chaudes du Bugulukeso.

Le 3 septembre 1937, la grande source de la Bitagata, immédiatement à l'Est de la route, s'élançait en bouillonnant jusqu'à une hauteur de 50 cm; sa température était de 95°; la petite source de la Bitagata, sise immédiatement en bordure de la route, avait une température de 77°5. Le ruisseau de la Bitagata draine les eaux d'écoulement de ces sources, franchit en cascade fumante les derniers gradins de la montagne (fig. 2 de la Pl. VI) et se jette dans la Rutshuru, au pied du mont Ilehe; la température de ses eaux, à son embouchure, est encore de 62°.

Touchant la composition chimique de ces eaux, nous disposons des analyses publiées par PASSAU (1933) et relatives à cinq sources différentes. D'après les conclusions de l'auteur, ces eaux sont fortement chlorurées, sulfatées, bicarbonatées, sodiques, sulfurées et très considérablement minéralisées. D'après ces analyses, leur teneur en hydrogène sulfuré est relativement faible; elles ne contiennent que des traces de chaux et de magnésie. Les carbonates, en proportion fort notable, sont surtout représentés par du carbonate de sodium. Ces sources s'écarteraient par là de la plupart des eaux hydrothermales de la région, très riches en carbonates de chaux (SALÉE, 1928).

D'après DELHAYE (1941), l'eau de la Bitagata est fortement émulsionnée d'anhydride carbonique; elle est aussi fortement bicarbonatée et chlorurée sodique.

Nous reviendrons plus loin sur la composition chimique de ces eaux, laquelle n'est pas sans exercer une forte influence, au moins locale, sur la végétation.

Ces sources abandonnent des dépôts incrustants surtout composés de

carbonates alcalins qui constituent des sortes de terrasses de travertins sur le trajet d'écoulement des eaux (voir fig. 1 de la Pl. VI).

Il nous paraît intéressant de fournir ici quelques renseignements précis sur la composition de ces travertins, en publiant les résultats d'analyses aimablement effectuées par M. LIVENS.

TABLEAU I.

Composition chimique de diverses concrétions déposées à proximité des sources hydrothermales.

Numéros des échantillons	81	82	83	92
Insoluble dans HCl bouillant (à 25 %) (%)	41,40	15,10	59,00	2,20
SO ₃ (%)	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅ (%)	0,20	0,17	0,22	0,20
CO ₂ (%)	18,90	33,10	14,50	36,40
MgO (%)	0,50	1,50	0,60	1,00
CaO (%)	23,50	40,30	18,00	45,20
K ₂ O (%)	tr.	tr.	tr.	tr.
Na ₂ O (%)	0,00	0,00	0,00	0,00

N° 81. Concrétions diverses aux alentours des sources chaudes, revêtant l'aspect d'un poudingue grossier.

N° 82. Concrétions blanchâtres, souvent disposées en bancs, assez friables, à saveur un peu salée.

N° 83. Gros blocs blanchâtres, de 2-3 m. de diamètre, dans les criques des sources hydrothermales.

N° 92. Dépôts incrustants autour de touffes de graminées.

Ces analyses montrent donc que, malgré une diversité d'aspect assez grande, il s'agit toujours de travertins formés principalement de carbonates de chaux et de magnésie.

D'autres sources chaudes ont été signalées par DE LA VALLÉE POUSSIN (1939) dans la vallée de la Haute Rwindi, au pied de l'escarpement du lac Édouard.

CHAPITRE II

GÉOLOGIE — TERRAINS SUPERFICIELS

La plaine des Rwindi-Rutshuru et les chaînes montagneuses limitrophes ne paraissent pas avoir fait l'objet d'une étude géologique détaillée. Quelques investigations préliminaires permettent cependant de tracer les grandes lignes de la géologie locale.

Nous envisagerons successivement la plaine proprement dite et les escarpements.

§ 1. LA PLAINE DES RWINDI-RUTSHURU

On admet actuellement que la fosse du *graben*, dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, est recouverte par des dépôts sédimentaires représentant d'anciennes formations lacustres. Ces dépôts sont surtout connus sous le nom de Kaiso-Beds, qui leur a été donné par les géologues de l'Uganda. Ils ont, en effet, été reconnus et étudiés pour la première fois par WAYLAND (1926) sur la rive orientale du lac Albert. Cet auteur distinguait, dans ces dépôts lacustres, deux séries. Les Kigesi-Beds, constituant la série inférieure, comprennent des sables argileux, des grès, des argiles schisteuses, des conglomérats et des bancs de gravier. Les Kaiso-Beds proprement dits forment la série supérieure et renferment des argiles avec des lits aréneux ou des bancs de grès.

Ces couches comportent souvent aussi des sols alcalins ou fortement salins.

L'épaisseur totale de ces dépôts serait considérable : 150 m. et plus. Ils présentent les caractéristiques de sédiments déposés sous une nappe d'eau peu profonde.

Cette sédimentation aurait probablement débuté à la fin du Pliocène et se serait poursuivie durant tout le Pléistocène; les Kaiso-Beds proprement dits dateraient du Mi-Pléistocène.

Les couches de Kaiso montrent souvent, au sommet, dans la région où elles ont été étudiées en premier lieu, un manteau de terre rouge qui masque les affleurements des couches gréseuses (WAYLAND, 1926).

Ces dépôts lacustres ont été observés également, à maintes reprises, entre les lacs Albert et Édouard. Dans la plaine de la Semliki, le géologue DELPIERRE, d'après LERICHE (1936), y distingue les couches suivantes :

4. Grès bruns et terres brunes,
3. Argiles rouges conglomératiques,
2. Série supérieure,
1. Série de la Mohari.

Les couches de la série de la Mohari et de la série supérieure constitue-

raient des dépôts lacustres datant d'une époque où le lac Albert et le lac Édouard ne formaient qu'une seule pièce d'eau.

Les argiles conglomératiques représenteraient des formations fluvio-lacustres déposées dans la vallée, après la séparation des deux lacs, lors des périodes de crues.

Les terres brunes seraient elles-mêmes des dépôts lacustres et leur extension soulignerait l'importance de la décrue actuelle du lac Édouard.

La présence des couches de Kaiso au Sud du lac Édouard a été reconnue par COMBE (1927), qui leur assigne également une extension beaucoup plus méridionale jusqu'au Nord du lac Kivu, où elles seraient masquées par les champs de lave.

Il est intéressant de remarquer aussi que certaines couches quaternaires reconnues par BOUTAKOFF (1939) à Panzi, dans les gorges de la Ruzizi, au Sud du lac Kivu, seraient, en partie, contemporaines des Kaiso-Beds.

Les principaux caractères des couches de Kaiso sont résumés comme suit par SALÉE (1928) : « Cette série du Kaiso est essentiellement formée d'argiles, avec des couches arénacées parfois constituées de grès très durs. Vers le sommet elle devient graveleuse et passe à des sols argileux où les concrétions calcareuses souvent vermiformes ne sont pas rares.

» Sous ces couches plus arénacées de la partie supérieure se rencontrent des bone-beds discontinus, sous forme de dépôts ferrifères, allant du grès extrêmement ferrugineux à de la limonite de pureté médiocre, où localement se développe une structure oolithique. »

Les couches de Kaiso ont fourni, à leur sommet, des fossiles divers (WAYLAND, 1926; LERICHE, 1938; etc.; voir plus loin); ils ont permis, avec d'autres considérations, de dater ces dépôts et de les rapporter, avec beaucoup de vraisemblance, à l'ère pléistocène.

Dans la plaine des Rwindi-Rutshuru ces formations ont été étudiées par DE LA VALLÉE POUSSIN (1939), qui les a surtout observées sur les terrasses étagées dans les escarpements.

Ces couches, toutefois, affleurent en de nombreux points dans la plaine proprement dite. On peut les observer, par exemple, dans les tranchées de la route carrossable descendant de Rutshuru vers Mabenga. C'est dans les Kaiso-Beds que les rivières ont creusé leur vallée. Les falaises érodées de la Rwindi, que nous avons décrites précédemment, paraissent également découpées dans ces dépôts. La figure 1 de la Planche V montre bien la stratification de ces couches, formées ici d'argile de couleur gris-brun entrecoupée par des lits de graviers. C'est sous un facies argileux que se développent surtout les affleurements des Kaiso-Beds dans la plaine, où leur plus grande extension s'observe au pied du massif des Kasali et dans l'entre-Rwindi-Rutshuru. Les facies graveleux apparaissent çà et là également, souvent sous l'aspect de petites buttes, telles qu'en représente la figure 2 de la Planche IV. Ces affleurements graveleux sont surtout fréquents dans la vallée de la Rwindi.

Il faut, sans doute, rattacher également aux Kaiso-Beds des plages de concrétions siliceuses agglomérées par un ciment ferrugineux. Nous avons surtout observé ces cailloutis, d'une couleur rouge brique, sur la rive droite de la vallée de la Moyenne Rwindi. Ces formations sont souvent masquées par la végétation, mais la figure 1 de la Planche VII montre ces accumula-

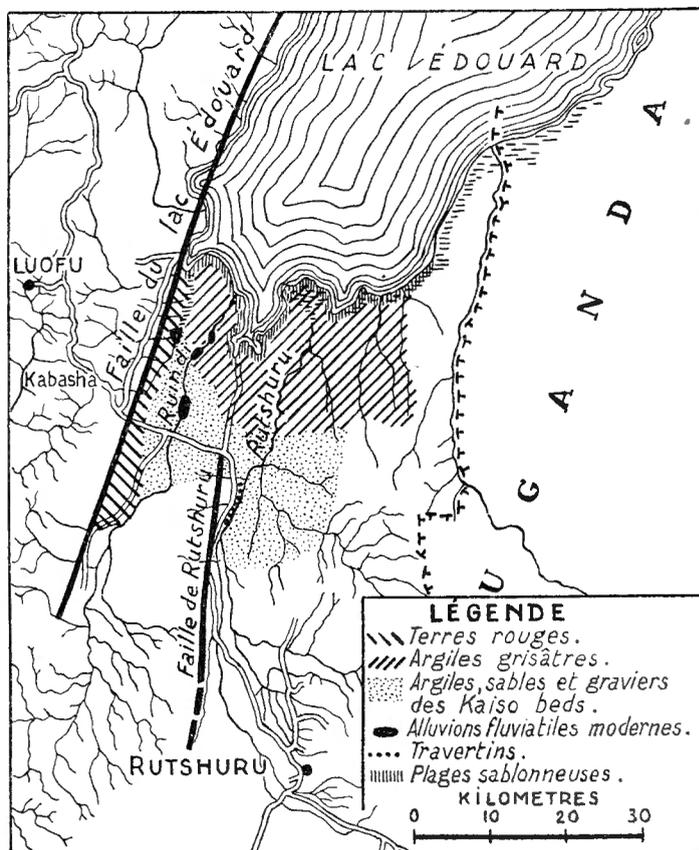


FIG. 4. — Croquis indiquant la répartition très schématique des principaux types de sols superficiels dans la portion occidentale de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

tions de gravier mises à nu par l'érosion et le ruissellement et timidement envahies par une végétation colonisatrice. Ces dépôts ne pourraient-ils constituer des formes d'altération sur place des horizons ferrugineux, grès ou limonites à structure plus ou moins oolithique qu'a signalés WAYLAND (1926) dans les dépôts du Kaiso riverains du lac Albert ?

Des terres légères, de couleur rouge violacé, offrent une assez grande extension au pied de l'escarpement de Kabasha, jusqu'à proximité du lac Édouard et dans la vallée de la Haute Rwindi. Des dépôts analogues, sans

doute d'origine détritique, recouvrent également certaines terrasses, parsemées de blocs rocheux, au pied de l'escarpement.

DE LA VALLÉ POUSSIN (1939) remarque encore que dans toute la partie septentrionale de la plaine, les dépôts des Kairo-Beds sont recouverts par une argile noire, dernière trace d'une élévation du niveau du lac Édouard, antérieurement à la période actuelle d'assèchement. Cette montée des eaux aurait été en rapport avec le barrage glaciaire de la vallée de la Semliki (voir paragraphe précédent). De fait, toute la partie de la plaine confinant immédiatement aux rives du lac, les zones marécageuses des embouchures, les parties déprimées au voisinage des baies et, en général, la plupart des dépressions sont recouvertes d'une terre argileuse compacte, gris noirâtre. Des dépôts analogues se forment encore actuellement et résultent du phénomène d'atterrissement des cuvettes et des marécages. La couleur noirâtre de ces alluvions modernes est due à leur forte teneur en matières organiques décomposées. Des dépôts, en tous points semblables, se retrouvent d'ailleurs en de nombreux endroits de la plaine, où ils ont une large extension, et témoignent, selon toute vraisemblance, de l'assèchement progressif de la région.

Nous mentionnerons encore, dans cette revue des terrains superficiels, les glacis et déjections torrentielles, très abondants sur tout le pourtour de la plaine, et les tufs ou concrétions alcalines dont il a été fait état précédemment.

Il faut sans doute rapporter à ce type de terrains des dépôts parfois très étendus, formés de graviers grisâtres, constitués de fragments de quartz peu roulés, agglomérés par une argile fortement alcaline qui rappelle quelque peu la marne.

Voici une analyse d'un échantillon de ces concrétions :

TABLEAU II.

Composition chimique d'un échantillon de gravier de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Insoluble (%)	27,10
S O ₃ (%)	0,00
P ₂ O ₅ (%)	0,31
C O ₂ (%)	28,70
Mg O (%)	2,50
Ca O (%)	33,90
K ₂ O (%)	tr.
Na ₂ O (%)	0,00

Échantillon n° 100 : concrétions grisâtres formant des plages colonisées par une pelouse xérique très ouverte, dans la vallée de la Rwindi.

Il s'agit donc de concrétions de composition fort semblable aux travertins qui se forment encore, à l'heure actuelle, aux alentours des sources

hydrothermales. On remarquera leur teneur relativement élevée en phosphate et en magnésie.

Ces dépôts représentent vraisemblablement des débris des travertins bordant le tracé de l'ancien lac pléistocène et que l'on retrouve, çà et là, sur les terrasses des escarpements. Il s'agirait, dans ce cas, d'éluvions entraînées dans la plaine par les eaux torrentielles. Ces formations, toujours assez localisées, sont néanmoins fréquentes le long de la Moyenne Rwindi et dans l'entre-Rwindi-Rutshuru.

Les rivages du lac, dans la zone assez étroite balayée par les vagues, forment des plages sableuses plus ou moins localisées.

De véritables alluvions fluviales modernes existent çà et là, surtout dans la vallée de la Rwindi, où elles recouvrent d'anciennes anses méandreuses. Les sols de ce type sont toujours très localisés. Ce sont des terres limoneuses, brun foncé, fraîches et fertiles. D'anciens emplacements de villages signalent constamment leur présence; il en va de même d'une végétation ripicole arborescente, d'un aspect tout particulier, comme nous l'exposerons plus loin.

La répartition de ces différents types de terrains superficiels est fort irrégulière; aussi la carte que nous reproduisons ici (fig. 4) n'a-t-elle été établie que dans le but d'indiquer, d'une manière fort rudimentaire, la localisation générale des principaux terrains. Les limites entre les dépôts, cela va de soi, sont arbitraires, étant donnée leur intrication habituellement étroite. Ce croquis provisoire et nécessairement fort schématique devra être corrigé par des investigations plus serrées.

Nous reprendrons l'étude de certains de ces terrains superficiels, étude envisagée sous l'angle édaphique, dans la partie de cet ouvrage consacrée à la description des groupements végétaux.

§ 2. LES ESCARPEMENTS

La carte géologique de la région du Kivu dressée par SALÉE, BOUTAKOFF et DE LA VALLÉE POUSSIN et publiée par ASSELBERGHS (1939) rapporte l'ensemble des escarpements du lac Édouard et du massif des Kasali au système de l'Urundi inférieur (Karagwe-Ankole des géologues ugandais).

Les roches les plus fréquentes de cet étage géologique sont les schistes et les quartzites.

A la base de l'escarpement des Kasali dominent des phyllades noirs, très durs, très siliceux, à aspect de phtanite, ainsi que l'ont constaté divers géologues (LACROIX et DELHAYE, 1929; DELHAYE, 1941, etc.); les versants, au contraire, sont surtout constitués de quartzites. Ces roches ont une faible teneur en fer et en carbonate de chaux.

C'est encore dans le massif des Kasali que des géologues (LACROIX et DELHAYE, 1927) ont observé des roches éruptives du type des syénites.

Schistes et quartzites sont également les roches dominantes dans

l'escarpement de Kabasha. On y observe notamment, en grande abondance, des roches de nature schisteuse, probablement métamorphisées, de couleur claire, d'aspect soyeux, souvent bourrées de grenat. Ces globules de grenat, libérés par l'altération de la roche, s'amoncellent souvent au pied des pentes, y formant de véritables glacis. La même chose s'observe sur la route carrossable qui, dans la traversée de l'escarpement, est réellement tapissée en certains points par ces granules.

CHAPITRE III

CLIMAT

On sait combien les facteurs du climat sont éminemment variables dans les régions accidentées dont l'étude climatologique nécessite un réseau d'observations fort dense.

Nous ne disposons, en entamant nos recherches, d'aucune donnée précise sur le territoire dont nous nous proposons l'étude phytogéographique. L'observatoire le plus rapproché est le poste thermo-udométrique de Rutshuru, sis sur les pentes inférieures de la dorsale orientale, dans des conditions orographiques si particulières qu'il eût été manifestement dangereux d'en étendre les résultats à la plaine des Rwindi-Rutshuru. Celle-ci jouit d'ailleurs d'un climat très particulier, contrastant vivement avec celui qui prévaut à Rutshuru. Lorsqu'on quitte cette localité — où règne déjà un climat du type montagnard — pour gagner le lac Édouard, on « sent » progressivement la transformation des conditions atmosphériques : la chaleur augmente, l'humidité de l'air diminue. Le milieu végétal lui-même indique à suffisance cette modification graduelle.

Il importait, par conséquent, que nous acquissions une connaissance plus directe et plus précise de ce déterminant essentiel du tapis végétal qu'est le climat écologique.

Nous n'aurions pu atteindre notre but sans la collaboration efficace et dévouée des membres du personnel local de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, et particulièrement du Commandant E. HUBERT, qui, durant notre séjour et après notre départ, effectua le plus souvent les observations nécessaires. Celles-ci furent d'ailleurs assez restreintes et souvent fragmentaires. Le petit poste d'observation établi au camp de la Rwindi comporte un pluviomètre et un couple de thermomètres à minima et maxima. Les observations furent souvent complétées par la constatation de la température au thermomètre-fronde, la prise des températures du sol et quelques observations courantes ⁽¹⁾.

Les appareils ont été installés dans un endroit découvert, dans la savane herbeuse à *Themeda*.

(1) C'est aux résultats fournis par ce poste que nous nous référerons dans les pages qui suivent, sous la mention abrégée « Rwindi ».

Nous disposons encore de quelques séries d'observations sur l'état hygrométrique de l'air et de quelques renseignements d'un thermographe et d'un hygrographe.

L'ensemble des données ainsi recueillies permet à peine de se faire une idée assez précise du climat local. Leur insuffisance ressort principalement de la durée trop courte des observations, celles-ci ne portant que sur un laps de temps inférieur à trois ans. Leur principal mérite, par contre, réside dans le fait qu'elles apportent des précisions fort utiles sur une région considérée jusqu'à présent comme *terra incognita* par les climatologues. Elles permettent, d'autre part, d'interpréter, avec toute la prudence qu'imposent certaines réserves, l'action des facteurs du climat sur la végétation, et il nous est permis, à ce point de vue tout particulier, d'en tirer parfois certaines conclusions qui dépassent peut-être leur portée simplement météorologique.

Enfin, il est juste de mentionner que nous n'aurions pu donner à ce chapitre le développement qu'il mérite si nous n'avions disposé de la collaboration toute dévouée de M. E. BERNARD, bioclimatologue de l'Institut National pour l'Étude agronomique du Congo Belge, à qui nous réitérons nos meilleurs remerciements.

§ 1. LES VENTS

La connaissance des vents, agents de transport des masses d'air humide, est fondamentale pour l'explication de la distribution des pluies. C'est pourquoi l'étude des vents voisins du sol, les seuls qui, en fait, présentent une signification écologique directe, doit être complétée par l'observation des courants atmosphériques supérieurs, afin de mettre en lumière, s'il se peut, l'origine des précipitations locales.

Des observations régulières, mais assez rudimentaires, ont été effectuées touchant les vents et les orages durant le mois de septembre 1937; ces données font l'objet du tableau suivant :

TABLEAU III.

*Vents et orages dans la plaine des Rwindi-Rutshuru
durant le mois de septembre 1937.*

Septembre 1937 :

- 1^{er}. Au matin, brise du Sud-Sud-Ouest.
2. Id.; bourrasques de vent sec du Nord-Est, chargé de poussières et de sable vers 14 h. : durée 20'.
3. Au matin, brise du Sud-Sud-Ouest; bourrasques orageuses sèches du Nord-Est, avec poussières abondantes vers 14 h.; à 21 h., orage à pluie avec vent du Nord-Est : durée 35'.
4. Dans la matinée, jusqu'à 9 h., bourrasques du Sud-Ouest, puis orage avec vent de même direction jusque vers 15 h.
5. Au matin, brise du Sud; entre 15 h. et 16 h. 30, vent assez fort du Nord-Est; averses entre 18 et 19 h.

6. Au matin, brise du Sud; bourrasques du Nord-Est vers 15 h.; quelques ondées vers 17 h. 30; orages au Sud pendant la nuit.
7. Vers 16 h. tourbillons et vent du Nord-Est, puis orage avec averse de courte durée (10'), puis ondée fine jusqu'à 17 h.
8. Vent modéré du Nord-Est dans l'après-midi.
9. Quelques rafales du Nord-Est dans l'après-midi.
10. Quelques tourbillons de vent du Nord-Est, entre 9 et 14 h.
12. L'après-midi, vent du Sud, orage à l'Ouest durant la soirée.
13. Orages locaux dans la soirée.
14. Vent du Sud dans la matinée au sol, vent d'Ouest à haute altitude.
15. Brise du Sud au matin; orage avec pluie vers 17 h., par vent du Nord-Est.
16. Brise du Sud assez violente dans la matinée, tourbillons orageux du Nord-Est, avec faibles chutes de pluie vers 15 h. 30.
17. Brise très faible du Sud-Ouest; vent d'Est à haute altitude; ondées avec vent du Nord-Est dans l'après-midi.
18. Brise du Sud dans la matinée; pluie fine vers 10 h.
19. Vent du Sud au matin; orages vers 14 h. 30 avec vent du Nord-Est.
20. Violent vent du Sud-Ouest au matin.
21. Vent du Sud au matin; pluie violente par vent du Nord-Est entre 12 et 14 h.
22. Brise du Sud-Ouest au matin; orage assez violent vers 17 h. 30.
23. Brise du Sud-Ouest au matin; orage vers 18 h.
24. Brise très légère du Sud-Ouest, pluie et orage la nuit.
25. Vent du Sud; pluies et orage toute la matinée; orage violent vers 18 h. avec bourrasques du Nord-Est; pluie fine pendant la nuit.
26. Vent faible du Sud au matin.
27. Brise du Sud-Ouest au matin; vers 13 h. vent violent et desséchant du Nord-Est soufflant en bourrasques chargées de poussières de sable, durée: 40'; le vent reste ensuite au Nord-Est.

Les observations recueillies au cours de cette période continue et d'autres effectuées occasionnellement durant notre séjour dans la région permettent, par comparaison avec les résultats acquis par SCAËTTA (1933 et 1934) sur la circulation atmosphérique des régions montagneuses de l'Est de la Colonie, d'affirmer les deux points suivants que nous allons développer :

1. La prédominance des vents du Nord-Est en altitude, à partir de 2.000 m.
2. La régularité des brises de lac et de terre, au sol.

1. Courants d'altitude.

SCAËTTA reconnaît dans le courant d'altitude dominant au-dessus de nos régions, l'alizé boréal du Nord-Est. Ce vent sec, soufflant d'Égypte, vient heurter le massif humide du Ruwenzori, dont le sommet (5.112 m.) se trouve à quelque 130 km. au Nord-Est de Rwindi. L'alizé se charge de vapeurs d'eau au contact du massif; la détente des masses d'air ascendantes ou contournantes forme les nuages qui dissimulent le Ruwenzori à l'observateur. Ces formations nuageuses, probablement constituées en majeure partie de cumulo-nimbus orageux, surtout aux heures chaudes de la journée,

sont transportées par l'alizé vers le Sud-Ouest, c'est-à-dire vers la plaine des Rwindi-Rutshuru, après avoir longé ou franchi le massif.

Les conditions particulières de température et d'humidité qui règnent dans les couches d'air dominant le lac Édouard, et auxquelles se heurtent ces nuages migrants, sont probablement à l'origine des pluies orageuses arrosant la plaine durant la seconde moitié de la journée. Ces pluies représentent un fort pourcentage des précipitations totales.

Ce qui précède explique également :

a) la fréquence des orages par vent de Nord-Est (les 3, 5, 7, 15, 16, 19, 21 et 25 septembre);

b) le fait que le Ruwenzori n'apparaît du camp de la Rwindi qu'après une forte ondée, le rideau nuageux enveloppant ses flancs au Sud-Ouest s'étant résous en pluie, au-dessus du lac, après son transport par l'alizé.

L'alizé du Nord-Est souffle en permanence durant toute l'année, ainsi que SCAËTTA l'a mis en évidence. Le régime des précipitations, que nous envisagerons au paragraphe suivant, est donc essentiellement attribuable aux phénomènes d'évaporation et à la formation des condensations nuageuses proportionnellement à la hauteur du soleil.

Outre l'alizé du Nord-Est, d'autres courants d'altitude s'observent occasionnellement dans la plaine. Rappelons à ce propos que notre région est, d'après SCAËTTA, très proche du centre de convergence des divers grands courants atmosphériques et notamment de la surface de discontinuité des alizés boréal du Nord-Est et austral du Sud-Est.

Des orages locaux peuvent également se produire, comme dans toute région tropicale, accompagnés de courants d'inversion.

2. Vents inférieurs.

Le voisinage de l'Édouard donne régulièrement naissance à des brises de lac du Nord-Est au cours de la seconde moitié de la journée, et à des brises de terre du Sud-Ouest aux premières heures du matin.

Les brises de lac sont parfois assez violentes (bourrasques du Nord-Est). Elles augmentent peut-être l'humidité de l'air, mais, à cause de leur violence, l'évaporation n'en est pas ralentie.

Les brises de terre du Sud-Ouest et du Sud sont plus légères et leur observation matinale est un fait à peu près régulier.

§ 2. LA PLUIE

La pluie est, dans les pays chauds, l'élément climatique le plus significatif : elle détermine la physionomie de la végétation et règle, le plus souvent, la répartition des groupements végétaux. La pluviosité représente, en bien des cas, le « facteur-limite » au point de vue écologique.

L'importance biologique de cet élément du climat justifie le fait que

nos observations fragmentaires ont porté avant tout sur l'examen de ce phénomène.

Le tableau IV résume les observations dont nous disposons touchant la pluviosité à Rwindi.

Ces observations montrent qu'il pleut moins de 1.000 mm. annuellement dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, ce qui confirme l'aridité évidente de la région, dont le climat contraste manifestement avec celui des régions montagneuses voisines.

TABLEAU IV.

Chutes de pluies à Rwindi, de septembre 1937 à février 1940.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1937 (mm.)	—	—	—	—	—	—	—	—	82,0	63,0	163,5	52,5	—
1938 (mm.)	19,5	41,0	33,0	68,0	48,0	26,0	22,0	61,5	161,0	153,0	53,5	89,5	776,0
1939 (mm.)	13,0	98,0	92,0	110,5	111,0	132,5	78,0	71,0	115,0	112,0	149,0	7,0	1089,0
1940 (mm.)	69,5	29,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes (mm.)	34,0	56,0	62,5	89,25	79,5	79,25	50,0	66,25	119,33	109,33	122,0	49,67	917,08
Moyennes corrigées (mm.) ⁽¹⁾ .	33,3	60,8	61,3	90,4	78,0	80,3	49,0	65,0	120,9	107,2	123,6	48,7	918,5
Moyennes en ‰ (fraction pluviométrique; ANGOT, 1928).	36,3	66,2	66,7	98,4	84,9	87,4	53,3	70,8	131,6	116,7	134,6	53,0	1000

C'est ainsi que, d'après la carte pluviométrique de GOEDERT (1938) ⁽²⁾, notre région serait incluse dans une zone de pluviosité normale annuelle de 1.250 à 1.500 mm., ou de 1.400 à 1.600 mm. d'après la carte de MICHEL et VANDENPLAS (1942). Ces auteurs ajoutent d'ailleurs que les courbes tracées dans la région accidentée de la Colonie ne sauraient avoir qu'une valeur schématique, étant données la faible densité des points d'observation et la grande variabilité des pluies dans cette partie tourmentée du Congo où sévissent des courants aériens particuliers.

(1) Il s'agit de la correction proposée par RENOÜ réduisant les quantités mensuelles des précipitations à des mois tous égaux de 30,4 jours. Cette méthode de correction qui laisse la quantité annuelle de précipitations inchangée, joue surtout pour le mois de février, qui, avec ses 28 jours, se trouve lésé de 11 % par rapport aux deux mois voisins de 31 jours : janvier et mars (HANN-SÜRING, 1939, p. 439).

(2) Ce paragraphe était entièrement rédigé lorsqu'a paru le mémoire de VANDENPLAS sur la pluie au Congo belge, dans lequel on trouvera de nombreux renseignements sur la pluviosité dans la région montagneuse orientale du Congo [voir VANDENPLAS, A., La pluie au Congo belge (*Bull. agr. Congo belge*, Bruxelles, XXXIV, pp. 275-396, 1943)].

Le contraste pluviométrique entre la plaine de la Rwindi et les régions avoisinantes apparaîtra mieux encore si l'on se réfère aux résultats relatifs au centre de Rutshuru, situé à une cinquantaine de kilomètres seulement au Sud-Sud-Est de notre observatoire, sur les premiers contreforts montagneux déjà, à une altitude de 1.270 m. Le tableau V groupe les renseignements extraits des données publiées régulièrement dans le *Bulletin agricole du Congo belge* entre 1937 et 1941.

TABLEAU V.

Chutes de pluie à Rutshuru de 1932 à 1938.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1932 (mm.). . . .	121,5	26,2	155,0	184,5	105,0	97,0	164,5	97,8	315,5	170,0	186,8	165,7	1789,5
1933 (mm.). . . .	144,0	193,0	76,5	69,0	195,0	69,0	75,0	133,0	196,5	161,0	258,5	159,0	1729,5
1934 (mm.). . . .	22,5	56,0	108,0	203,5	39,0	38,0	53,0	134,0	363,5	505,5	251,0	447,5	2241,5
1935 (mm.). . . .	33,0	105,5	131,6	67,2	82,9	146,3	3,3	58,6	90,5	151,9	174,9	158,0	1203,7
1936 (mm.). . . .	89,4	149,0	160,5	91,8	87,0	57,0	72,5	63,2	133,5	253,0	173,0	130,6	1460,2
1937 (mm.). . . .	27,4	117,5	182,8	156,8	168,0	47,4	65,3	137,3	231,4	194,0	159,0	164,5	1651,0
1938 (mm.). . . .	110,0	107,0	93,7	146,7	103,0	30,0	48,0	197,7	213,5	217,8	101,0	152,0	1520,4
Moyennes (mm.). .	78,17	107,74	129,73	131,36	114,29	69,20	68,80	117,37	236,17	256,17	186,31	196,76	1656,5
Moyennes corrigées .	76,7	117,0	127,2	133,4	112,4	70,4	67,5	115,4	223,6	231,6	188,8	192,9	1657,0
Moyennes (en ‰) .	46,3	70,7	76,8	80,4	67,7	42,3	40,8	69,5	135,0	139,9	114,0	116,5	999,9

Avec une pluviosité annuelle moyenne de 1.656^{mm}5⁽¹⁾, Rutshuru apparaît comme une station pluviométrique nettement pléthorique si l'on s'en tient au gradient altitudinal de l'accroissement des pluies dans la région des Grands Lacs (SCAËTTA, 1933 et 1934; GOEDERT, 1938). La situation particulière de Rutshuru, très favorable aux chutes de pluie, rend probablement compte de cette anomalie.

Nous disposons encore des données relatives à Mutsora, poste situé dans la plaine de la Semliki, sur les premiers contreforts occidentaux du Ruwen-

(¹) La moyenne de 1.556,0 mm., mentionnée par les « Chutes de pluies au Congo belge et au Ruanda-Urundi », publiées dans le *Bulletin agricole du Congo belge*, XXXII, p. 633, 1941, et établie d'après les mêmes données que les nôtres, résulte évidemment d'une erreur d'impression et c'est bien 1.656,5 mm. qu'il faut lire.

zori, vers 1.200 m. d'altitude et à 120 km. au Nord-Nord-Est du camp de la Rwindi. Ces observations sont condensées dans le tableau suivant :

TABLEAU VI.
Chutes de pluie à Mutsora, de novembre 1937 à février 1940.

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1937 (mm.).	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90,5	60,0	—
1938 (mm.).	14,5	81,0	50,0	103,0	75,0	87,0	168,0	162,0	191,0	120,0	44,0	36,0	1131,5
1939 (mm.).	49,0	32,0	109,0	189,0	134,0	79,0	106,0	139,0	176,0	269,0	25,0	84,0	1391,0
1940 (mm.).	196,0	49,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes (mm.).	86,5	54,0	79,5	146,0	104,5	83,0	137,0	150,5	183,5	194,5	53,1	60,0	1332,1
Moyennes corrigées	84,82	58,63	77,96	147,94	102,47	84,10	134,34	147,58	185,94	190,73	53,81	58,84	1327,2
Moyennes (en ‰)	63,9	44,2	58,7	111,5	77,2	63,4	101,2	111,2	140,1	143,7	40,5	44,3	999,9

La pluviosité annuelle paraît, à Mutsora, voisine de 1.350 mm. ⁽¹⁾, donc sensiblement plus élevée qu'à Rwindi, comme il était logique de le prévoir, étant données l'altitude et la situation favorable sur les flancs de la montagne.

Nous disposons encore, pour la région sud-orientale du lac Édouard et notamment pour les pentes menant vers les rebords de la cuvette du lac Victoria, des données publiées annuellement, sous forme d'une carte des isohyètes, par le Service de l'Agriculture de l'Uganda (1932-1938). La région considérée serait comprise entre les isohyètes de 50 et 55 pouces (1.275-1.402,5 mm.).

Les courbes fournies pour les années 1933 à 1938 indiquent les valeurs suivantes :

- 1933 : 50-55 inches (1.275-1.402,5 mm.);
- 1934 : 40-45 inches (1.020-1.147,5 mm.);
- 1935 : env. 60 inches (1.530 mm.);
- 1936 : 40-50 inches (1.020-1.275 mm.);
- 1937 : 50-60 inches (1.275-1.530 mm.);
- 1938 : 40-50 inches (1.020-1.275 mm.).

(1) Les deux années d'observation à Rwindi et Mutsora ne permettent évidemment pas de fixer la pluviosité moyenne avec précision. La vraie valeur peut différer assez bien des chiffres respectifs de 917 et 1.332 mm.

Les chutes de pluie observées à Rwindi sont relativement faibles pour la zone équatoriale. C'est ainsi qu'au Congo belge, où il pleut plus de 1.400 mm. par an sur plus des quatre cinquièmes du territoire, une pluviosité du même ordre ne s'observe que dans la zone littorale du Bas-Congo, en quelques points du Haut-Katanga et dans l'extrémité nord-orientale du Ruanda, région qui présente d'ailleurs, comme nous aurons l'occasion de le montrer, assez bien d'affinités floristiques avec la plaine des Rwindi-Rutshuru. Des pluviosités annuelles voisines de 1.000 mm. se rencontrent également dans la grande dépression tectonique de l'Est du Congo. Il est intéressant, à ce propos, de comparer entre elles les quelques données dont nous disposons et que nous devons à l'obligeance de la Direction générale de l'Agriculture du Ministère des Colonies.

TABLEAU VII.

*Pluviosité moyenne annuelle de quelques Stations
situées dans la dépression des Grands Lacs.*

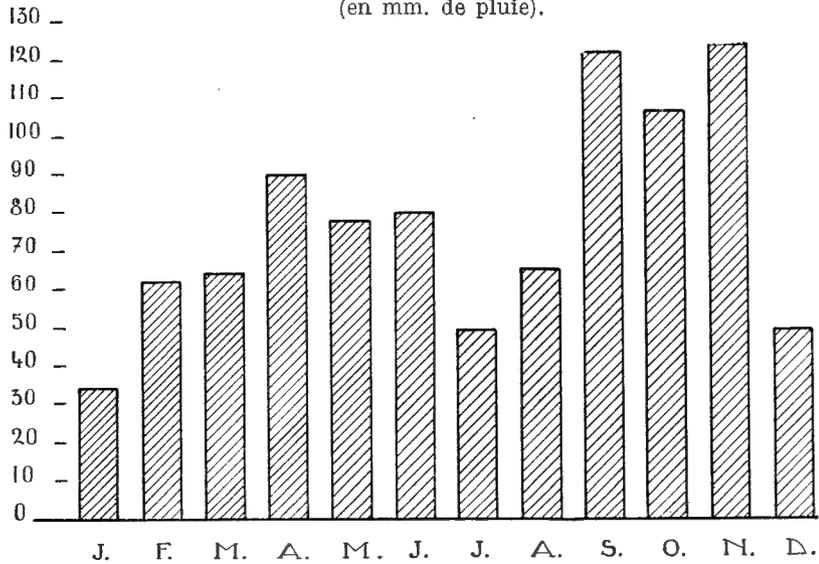
Situation de la Station	Altitude (m.)	Pluviosité (mm.)	Nombre d'années d'observation
MAHAGI-PORT, extrémité septentrionale du lac Albert, au pied de la dorsale occidentale	650	897,4	3
KASENYI, extrémité méridionale du lac Albert, en bordure du lac et séparé de la dorsale par une plaine d'environ 20 km. de largeur	650	950,2	7
RWINDI, plaine au Sud du lac Edouard.	1050	917,8	2
GOMA, extrémité Nord du lac Kivu, aux confins des champs de lave	1464	1175,1	10
LUVUNGI, plaine de la Ruzizi	930	991,1	4
NYAKAGUNDA, plaine de la Ruzizi	966	903,3	9
UVIRA, plaine bordant l'extrémité Nord du lac Tanganika	800	968,9	12

Sauf Goma, qui jouit d'un climat très particulier, à la fois grâce à son altitude et à sa proximité immédiate de la chaîne volcanique des Virunga, toutes ces stations présentent une pluviosité inférieure à 1.000 mm. par an. Il semble donc bien que toute la bande déprimée soit caractérisée par une pluviosité relativement faible par comparaison avec les régions élevées limitrophes. Les zones déprimées, comme on le sait d'ailleurs, se caractérisent généralement par des précipitations amoindries, les hauteurs limitrophes condensant, à leur détriment, les vents pluvieux qui viennent buter sur leurs versants extérieurs (DE MARTONNE, 1934).

mm.

FIG. 5.

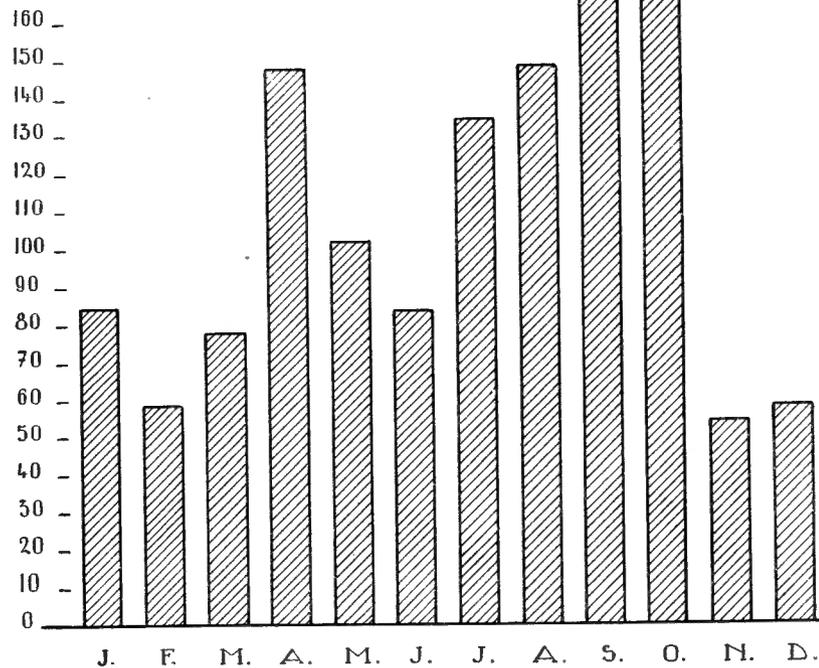
Répartition moyenne mensuelle des pluies à Rwindi (1937-1940)
(en mm. de pluie).



mm.

FIG. 6.

Répartition moyenne mensuelle
des pluies à Mutsora (1937-1940)
(en mm. de pluie).



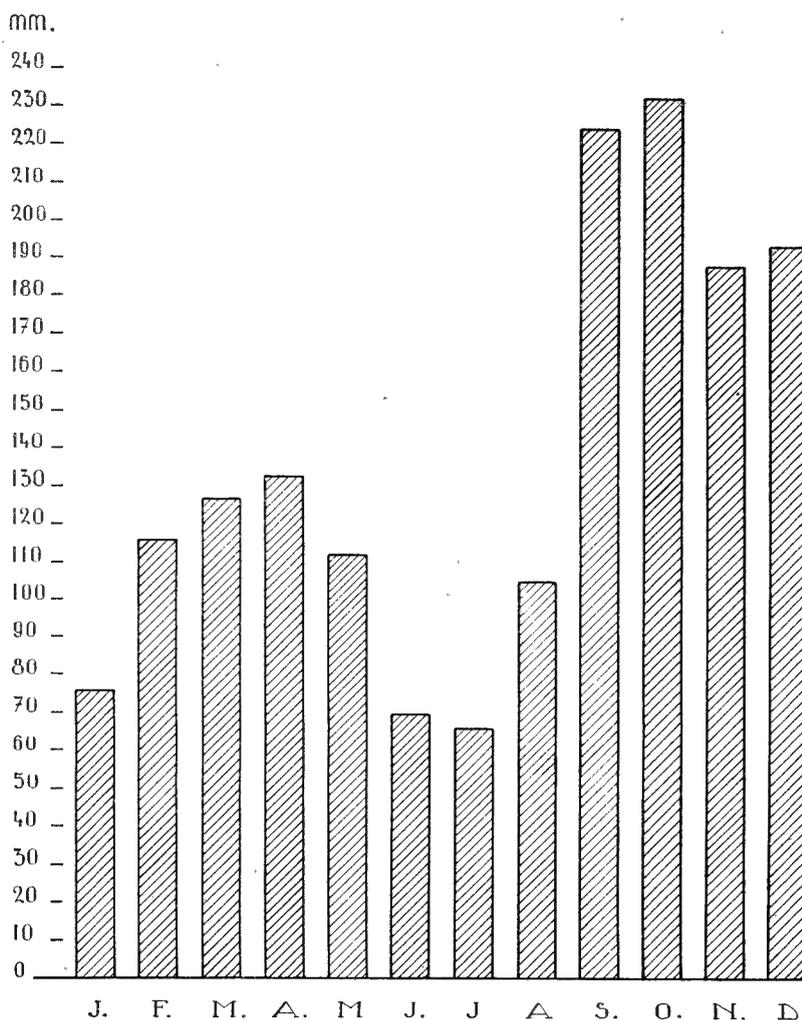


FIG. 7.

Répartition moyenne mensuelle des pluies à Rutshuru (1932-1938)
(en mm. de pluie).

Le régime pluvial trouve son expression figurée dans le graphique 5 représentant la hauteur mensuelle des pluies en millimètres. On remarquera l'allure nettement subéquatoriale des précipitations. Deux périodes de moindre pluviosité correspondent aux solstices et deux périodes de pluviosité accrue se marquent vers l'époque des équinoxes. La saison sèche de décembre-janvier paraît la mieux accusée, tandis que le maximum des pluies s'établit nettement de septembre à novembre.

Ce régime subéquatorial, avec la saison sèche la mieux marquée en

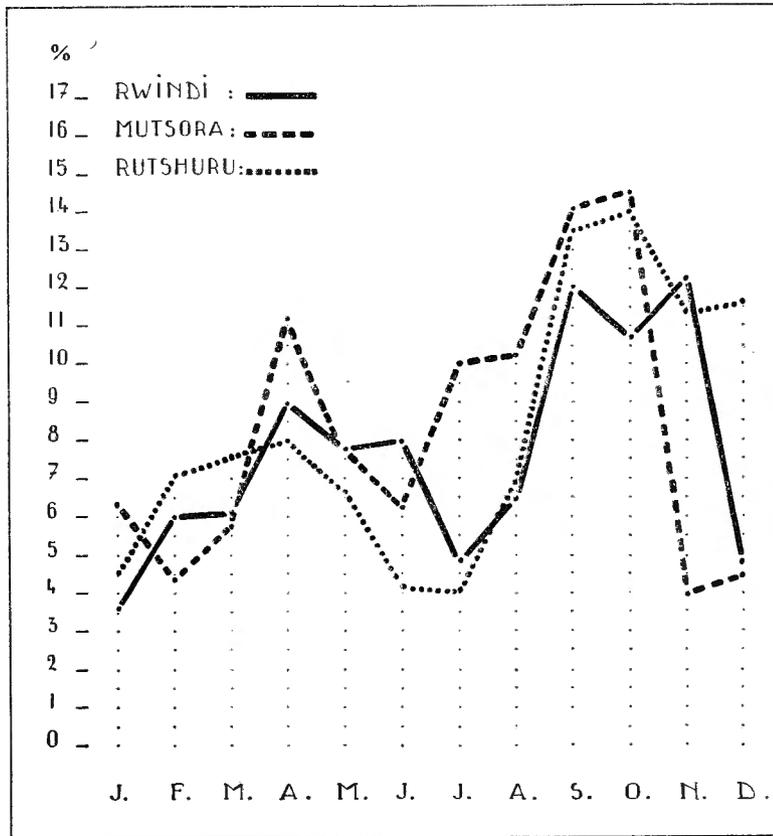


FIG. 8. Répartition moyenne mensuelle des pluies à Rwindi, Mutsora et Rutshuru, exprimée en fractions pluviométriques (% de la moyenne).

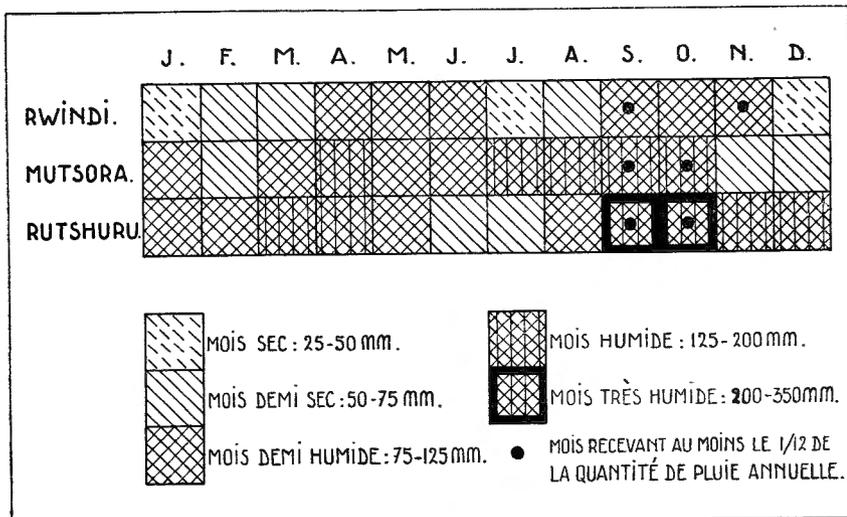


FIG. 9. Répartition mensuelle de la pluie à Rwindi, Mutsora et Rutshuru, selon l'indice de PIGNOL.

décembre-janvier et la saison la plus nettement pluvieuse de septembre à novembre, se rapproche, en fait, du régime caractéristique des régions subéquatoriales de l'hémisphère Nord. Notre courbe de pluviosité exprimée en fractions pluviométriques mensuelles (ANGOT, 1928), reproduite au graphique 8, correspond le mieux aux courbes caractéristiques du district pluviométrique I' établi par GOEDERT pour les régions Nord-orientales de la Colonie.

Les diagrammes relatifs à la pluviosité à Mutsora (fig. 6 et 8) appellent les mêmes commentaires. On remarquera cependant un certain décalage de la grande saison sèche et de la grande saison des pluies; celles-ci paraissent plus précoces que dans la plaine de la Rwindi.

Les courbes relatives à la pluviosité à Rutshuru (fig. 7 et 8) montrent un régime quelque peu différent. Les périodes de moindre pluviosité sont peu accusées, la saison sèche la plus longue et relativement la plus sévère se situe en juin-juillet. Le graphique de Rutshuru, encore qu'il témoigne d'un régime subéquatorial, se rapproche déjà quelque peu du régime franchement équatorial.

La figure 9 fournit une autre représentation de la répartition mensuelle des pluies selon l'échelle proposée par PIGNOL (1931). A Rwindi, trois mois doivent être considérés comme « secs » au sens de cet auteur : décembre et janvier dans la période sèche du solstice d'hiver et juillet dans la saison sèche du solstice d'été. Les mois les plus pluvieux de l'année sont seulement demi-humides au sens de PIGNOL. Aucun mois ne peut être considéré comme extrêmement sec (0-12 mm), ni même comme très sec (12-25 mm). Ceci est une conséquence du régime subéquatorial et non point tropical qui prévaut dans notre région.

Les tableaux VIII à X se réfèrent à la fréquence des pluies, exprimée par le nombre de jours pluvieux.

Nos trois postes d'observation se classent, à ce point de vue, dans l'ordre correspondant à leur pluviosité moyenne, sans manifester, d'ailleurs, une proportionnalité quelconque entre la pluviosité totale et le nombre de jours pluvieux. C'est ce que montre également le tableau XI, relatif à l'intensité moyenne des pluies.

Le nombre de jours pluvieux à Mutsora et à Rwindi est relativement faible pour un régime de pluies subéquatorial et se compare mieux avec la fréquence habituelle des pluies en régime tropical. C'est ainsi que, selon BAEYENS (1938), le nombre de jours de pluie au Bas-Congo varie, d'après les stations, entre 72 et 112 (moyenne : 94). Le chiffre fort bas de Rwindi doit d'ailleurs être interprété avec prudence, étant donnée l'irrégularité des observations.

La fréquence mensuelle la plus élevée tombe, à Rwindi, dans les périodes pluvieuses, ce qui paraît normal; inversement, les chiffres les plus bas sont obtenus au cours des saisons sèches.

TABLEAU VIII.
Nombre de jours de pluie à Rwindi (1937-1940).

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1937.	—	—	—	—	—	—	—	—	13	9	12	6	—
1938.	4	6	4	9	5	5 (?)	2	4	9	15	6	8	77
1939.	3	9	6	7	11	7	7	8	12	10	13	2	95
1940.	13	4 (?)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes. . .	6,7	6,3 (?)	5	8	8	6 (?)	4,5	6	11,3	11,3	10,3	5,3	86

TABLEAU IX.
Nombre de jours de pluie à Mutsora (1937-1940).

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1937.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	9	—
1938.	5	9	7	10	9	9	14	15	18	18	8	5	127
1939.	7	7	8	15	13	5	8	11	13	11	4	7	109
1940.	8	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Moyennes. . .	6,6	7,3	7,5	12,5	11,0	7,0	11,0	13,0	15,5	14,5	8,3	7,0	118

TABLEAU X.
Nombre de jours de pluie à Rutshuru (1932-1938).

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
1932.	10	11	20	13	17	14	18	12	26	24	26	23	214
1933.	18	19	14	14	25	6	6	10	15	16	25	18	186
1934.	3	6	15	20	9	5	4	16	21	26	21	22	163
1935.	3	11	19	11	9	11	1	7	13	14	21	16	136
1936.	7	16	21	15	9	7	7	8	15	23	22	20	170
1937.	4	12	18	17	12	6	7	11	20	26	24	15	172
1938.	8	14	14	18	14	5	6	12	21	22	13	16	163
Moyennes. . .	7,6	12,7	17,3	15,4	13,6	7,7	7,0	10,9	18,7	21,6	21,7	18,6	172,7

L'intensité moyenne de la pluie, définie par le quotient des précipitations mensuelles et annuelles par le nombre de jours de pluie, est plus élevée à Rwindi et à Mutsora qu'à Rutshuru. Ceci traduit un régime de pluies beaucoup plus espacées et plus violentes dans les deux premiers postes que dans le troisième. C'est là un aspect écologique du régime pluvial de notre région, dont l'importance est fort grande au point de vue de la vie végétale.

Il est intéressant de relever quelques données sur l'intensité des fortes averses, dont le rôle est primordial dans l'action érosive des eaux météo-

TABLEAU XI.

Intensité moyenne de la pluie (en mm.).

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
Rwindi	5,0	8,8	12,5	11,1	9,9	13,2 (?)	11,1	11,0	10,5	9,6	11,8	9,3	12,0
Mutsora	13,10	7,4	10,6	11,6	9,5	11,8	12,4	11,5	11,8	13,4	6,4	8,5	10,6
Rutshuru.	10,3	8,5	7,5	8,5	8,4	9,0	9,8	10,8	11,8	10,9	8,6	10,6	9,6

riques et, par voie de conséquence, sur la stabilité de beaucoup de groupements végétaux. Les pluies importantes et de longue durée se produisent généralement au cours des mois pluvieux. Dans le cycle de nos observations, par exemple, nous relevons les chutes suivantes, supérieures à 30 mm. en un jour :

24 novembre 1937	37,5 mm.
8 septembre 1938	33,0 mm.
26 septembre 1938	38,5 mm.
22 mai 1939	38,0 mm.
13 novembre 1939	35,0 mm.
16 novembre 1939	54,5 mm.

Des averses plus violentes encore se produisent également en saison sèche, amenant, en un jour, une grande partie de la pluviosité portée au compte du mois correspondant, qui, pour le reste, est sec à très sec. En voici quelques exemples :

23 décembre 1938	40,0 mm.	pour une pluviosité totale du mois de	89,5 mm.
22 mars 1939	50,5 mm.	»	92,0 mm.
4 juin 1939	58,0 mm.	»	132,5 mm.
25 janvier 1940	42,0 mm.	»	69,5 mm.

Ces données acquerraient une signification plus grande encore s'il nous était possible de les compléter par l'observation de la durée des pluies exceptionnelles. La plupart de ces grandes averses, croyons-nous, sont des pluies orageuses tombant en un laps de temps très court.

Cette étude rapide de la pluviosité dans la région naturelle proposée à

nos investigations demeurerait incomplète si nous n'envisagions la variabilité des précipitations. La connaissance de la variabilité régionale de la pluie est au moins aussi importante, comme le dit ROBERTSON (1927), que celle de sa hauteur moyenne annuelle.

Les valeurs moyennes des divers éléments climatiques, en effet, ne suffisent généralement pas à différencier les climats écologiques. Ce concept a été particulièrement bien mis en évidence, en ce qui touche ses conséquences biologiques, par MOREAU (1939), à l'occasion d'une étude climatique sur l'Est africain britannique.

Cette notion vient récemment encore d'être développée par BERNARD (1944) dans son étude bioclimatologique de la cuvette centrale congolaise.

Divers coefficients ont été proposés pour l'expression numérique de la variabilité de la pluie. Nous mentionnerons celui de « Variabilité moyenne » défini comme l'écart absolu moyen des précipitations mesurées à la quantité moyenne, ou, en d'autres termes, la sommation des écarts constatés au cours de chaque période d'observation, par rapport à la moyenne d'ensemble, quel que soit leur sens, divisée par le nombre des périodes d'observation.

Un coefficient important également et d'ailleurs plus classique est celui de la variabilité extrême qui résulte de la considération des maxima et minima absolus.

Là où d'autres facteurs compromettent déjà l'équilibre de certains groupements végétaux, la variabilité extrême de la pluviosité prend une importance accrue. Un exemple particulièrement frappant est rapporté par SWYNNERTON (1917), en Rhodésie du Sud, où certains types forestiers se maintiennent difficilement et reculent à la faveur des années les plus sèches en abandonnant du terrain au profit de groupements herbeux.

Nous avons essayé d'appliquer cette notion de variabilité aux données pluviométriques relatives aux trois stations de référence dont nous disposons. Ces résultats font l'objet du tableau XII, où ils sont présentés sous forme de « coefficients de variabilité moyenne relative » mensuels et annuels. Ils correspondent ainsi à la variabilité moyenne absolue (ou écart moyen) exprimée en fractions centésimales de la quantité moyenne de précipitations. Cette présentation offre l'avantage de permettre des comparaisons entre coefficients relatifs à des stations dont la pluviosité annuelle est de hauteur fort différente. Nous donnons également, à titre de comparaison, les coefficients de variabilité moyenne, calculée sur une période de 25 ans, pour le poste de Yangambi, caractéristique d'un climat équatorial humide (BERNARD, 1944).

L'incertitude d'un coefficient moyen de variabilité augmente d'autant plus que la période de référence est moins longue. Aussi pourrait-on reprocher, avec beaucoup de raison, à la plupart des valeurs du tableau XII, d'être peu significatives. Nous admettons, une fois de plus, l'insuffisance de notre documentation; aussi n'en prétendons-nous tirer que des indica-

tions préliminaires. Il est cependant remarquable, qu'exception faite pour les chiffres anormalement bas du tableau, mis entre parenthèses et certainement sans signification, les valeurs obtenues confirment, dans l'ensemble, des résultats climatologiques bien établis, à savoir : que la variabilité moyenne relative mensuelle ou annuelle est inversement proportionnelle aux hauteurs des précipitations moyennes correspondantes (CONRAD, 1936, p. 470). Or, comme le montre notre tableau, les variabilités maxima se produisent toutes en janvier, mois le plus sec de l'année, pour Rwindi,

TABLEAU XII.

Variabilité moyenne de la pluie en % de la pluviosité moyenne.

Stations	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année.
Rwindi	69,6	50,0	47,2	23,2	39,6	60,9	56,0	(7,2)	28,4	28,2	37,4	57,3	16,7
Mutsora	84,3	33,3	37,1	29,5	28,3	(4,8)	22,6	(7,6)	(4,1)	38,8	46,9	26,6	10,3
Rutshuru.	55,5	36,2	24,4	36,1	33,7	43,4	41,7	32,3	32,2	34,6	21,1	36,4	13,6
Yangambi	35,3	35,4	33,2	29,4	29,1	31,1	33,5	21,5	29,2	26,0	32,0	34,7	9,8

Rutshuru et Yangambi, et le plus sec après février pour Mutsora. Le coefficient de variabilité moyenne annuelle pour Rwindi (16,7 % d'une hauteur annuelle de 918 mm) est notablement plus fort que celui de Yangambi (9,8 % d'une hauteur annuelle de 1.695 mm). Le coefficient réel de variabilité pour Rwindi est vraisemblablement plus élevé encore.

Des différences de même sens se retrouvent, en général, pour les coefficients mensuels relatifs à ces divers postes. Il serait évidemment fort intéressant de connaître les variabilités extrêmes mensuelles et annuelles de Rwindi. Celles-ci ne pourraient être établies qu'au départ d'une série d'observations longue d'au moins vingt ans. La physiologie de la végétation reflète, comme nous le verrons au cours de ces pages, des conditions de variabilité sans doute beaucoup plus importantes que celles des régions limitrophes et surtout de la cuvette centrale congolaise.

Les résultats de l'examen de la variabilité des précipitations à Rwindi, quelque grande que soit la réserve avec laquelle il convient de les interpréter, tendent à confirmer le caractère xérique d'un climat à précipitations peu abondantes, irrégulières dans le temps et dans l'espace.

§ 3. LA TEMPÉRATURE

Comme le fait a été établi dans la plupart des régions tropicales (voir HANN-SÜRING, 1938-1939), la marche journalière et annuelle de la température ne dépend pas seulement de la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, mais encore du régime des pluies.

La pluviosité exerce une action nettement refroidissante et cela surtout dans les régions d'altitude assez élevée. La variation diurne et annuelle de ces deux éléments nous permet d'interpréter les quelques mesures de température dont nous disposons pour la plaine des Rwindi-Rutshuru. Ces mesures de maximum et de minimum journaliers étant, par la force des choses, assez disparates, nous nous croyons fondé, pour les interpréter, à les comparer aux mesures régulières obtenues à Rutshuru. Le tableau XIII résume les observations thermométriques relatives à Rutshuru obtenues de 1935 à 1939.

TABLEAU XIII.

Variations mensuelles de la température à Rutshuru (1934-1939).

	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Maxima moyens.	29,6	29,5	29,6	28,7	29,4	29,0	29,2	28,9	28,8	28,4	28,4	28,6
Minima moyens.	15,7	16,0	16,0	16,1	16,5	15,9	15,4	15,8	15,6	15,4	15,4	15,8
$\frac{M + m}{2}$	22,7	22,8	22,8	22,4	23,0	22,5	22,3	22,8	22,2	21,9	21,9	22,2
Amplitude.	13,9	13,5	13,6	12,6	12,9	13,1	13,8	13,1	13,2	13,0	13,0	12,8
Maxima absolus moyens . . .	31,9	32,6	32,1	31,3	31,4	31,2	31,5	32,2	31,1	30,4	30,9	30,3
Minima absolus moyens . . .	14,5	13,7	13,7	14,5	14,2	14,3	13,7	14,0	14,0	13,7	13,9	14,3

La figure 10 reproduit, sous forme de diagramme, les données de ce tableau.

Variation annuelle des maxima. — On constate que les maxima moyens sont le plus élevés au cours des mois les plus secs (janvier-février), tandis qu'un faible maximum secondaire se dessine en juillet (sec). Par contre, la courbe de variation annuelle des maxima descend le plus bas en avril (petite saison des pluies) et surtout de septembre à décembre, au cours des quatre mois les plus humides. La courbe des maxima absolus accentue encore davantage cette relation entre la température et le régime pluvial.

Variation annuelle des minima. — La courbe relative à la marche annuelle des températures minima montre un maximum en mai; un minimum se dessine en juillet et durant la grande saison des pluies.

L'allure générale de ces courbes est nettement opposée à la marche classique des courbes obtenues pour des régions à climat franchement équatorial et humide, comme Eala, Batavia, Barumbu, Yangambi, climat qui comporte deux maxima à l'équinoxe, en période des pluies, et deux minima aux solstices, en saison sèche. A ce point de vue encore, le climat de Rutshuru se rapproche du type subéquatorial soudanais, où la saison sèche est la plus chaude (DE MARTONNE, 1934).

Amplitude. — L'amplitude la plus forte se constate au cours des mois les plus secs, janvier et juillet, et l'amplitude la plus faible durant les mois les plus humides, avril et octobre à décembre, ce qui confirme une donnée classique de la climatologie

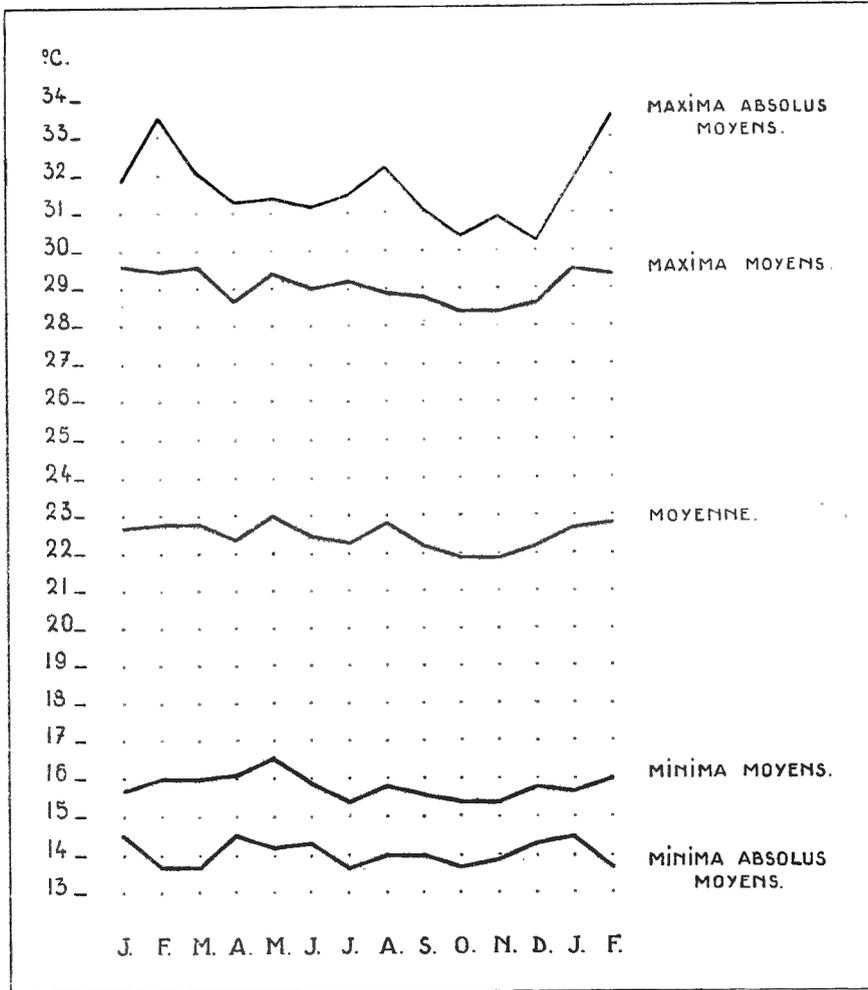


FIG. 10. — Marche annuelle de la température à Rutshuru (1934-1939).

Ces quelques remarques à propos du régime thermique à Rutshuru vont nous permettre d'interpréter, avec une sûreté relative, les quelques observations effectuées à Rwindi. Celles-ci ne comportent que des séries d'observations généralement incomplètes, réparties entre les années 1937 et 1940. Le tableau XIV en fournit les principaux résultats.

Ces données ne permettent évidemment pas d'établir directement la marche annuelle de la température; elles montrent néanmoins une simili-

tude satisfaisante avec les résultats obtenus à Rutshuru. Un résultat paraît certain, c'est l'importance de l'amplitude diurne de la température; celle-ci atteint en moyenne 16°6 pour 153 jours d'observation. Cette amplitude moyenne n'est que de 13°2 à Rutshuru et de 11°0 dans la Cuvette congolaise (BERNARD, 1944).

TABLEAU XIV.

Quelques observations thermométriques à Rwindi de 1937 à 1940.

	Maxima (M)	Minima (m)	Moyennes $\frac{(M + m)}{2}$	Amplitudes (M - m)
Septembre 1937 (13 jours)	28,42	14,25	21,34	14,17
Octobre 1937 (6 jours)	29,65	14,70	22,18	14,95
Décembre 1937 (2 jours)	28,75	11,25	20,00	17,52
Janvier 1938 (3 jours)	31,83	15,20	23,52	16,63
Février 1938 (4 jours)	34,63	17,28	25,74	17,78
(10 jours)	—	16,85	—	—
Avril 1938 (11 jours)	—	15,77	—	—
Octobre 1939 (22 jours)	34,13	16,36	25,25	17,17
Novembre 1939 (20 jours)	31,44	16,10	23,77	15,34
Décembre 1939 (7 jours)	33,81	16,71	25,26	17,10
Janvier 1940 (31 jours)	33,56	16,45	25,00	17,11
Février 1940 (24 jours)	32,79	15,50	24,15	17,29

Cette forte amplitude paraît trouver ses fondements dans quatre causes bien connues (voir, par exemple, HANN-SÜRING, 1938-1939, p. 136), qui se trouvent être réalisées simultanément à Rwindi :

1. La latitude équatoriale.

2. Le degré de couverture assez faible de la végétation et par conséquent la protection assez réduite du sol, ce qui favorise son réchauffement par absorption de la radiation diurne et son refroidissement par rayonnement nocturne.

3. Le degré moyen assez faible de la nébulosité et la sécheresse de l'air (voir plus loin) qui offrent peu d'obstacles à la radiation diurne et nocturne, surtout au cours des mois les plus secs. L'amplitude de la variation thermique atteint probablement de 18 à 20° en moyenne à cette époque; elle ne dépasse sans doute pas 13 à 15° en saison des pluies (voir notamment le thermogramme de la fig. 11).

4. La situation déprimée de la plaine intervient probablement aussi. On sait que toutes les formes affaissées du relief favorisent l'amplitude de l'oscillation thermique journalière.

Cette amplitude est d'autant plus remarquable que la région envisagée s'étale à une altitude moyenne de 1.050 m. Or l'altitude amortit les variations diurnes de la température de l'air, par suite de sa raréfaction. Les brises de terre et de lac soufflant régulièrement la nuit et le jour constitueraient encore un autre facteur d'amortissement de cette oscillation.

Rappelons, pour fixer les idées, que l'amplitude des régions désertiques ne dépasse guère, en moyenne, 14 à 16° (HANN-SÜRING, 1938-1939).

Nous reproduisons à la figure 11 un thermogramme particulièrement suggestif, relatif à la saison des pluies du mois de septembre. Ce graphique

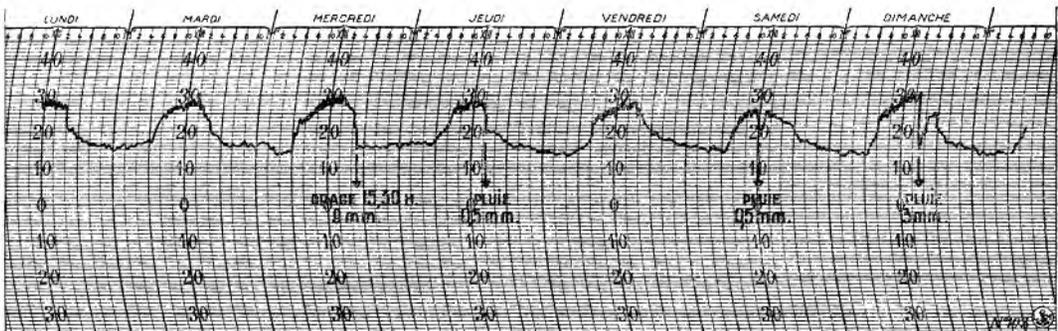


FIG. 11. — Thermogramme enregistré à Rwindi du 14 au 21 septembre 1937.
(Sous abri, à 1^m5, dans la savane herbeuse à *Themeda*.)

donne une image satisfaisante de l'allure de la variation journalière à cette époque. Il confirme d'une manière particulièrement saisissante l'action refroidissante de la pluie, fondement de l'interprétation des courbes de température à Rutshuru. On voit, en effet, que les pluies faibles provoquent une chute rapide et importante de la température. Le 16 septembre, un orage à 15 h. 30 (chute d'eau de 9 mm.) fait tomber la température de 25° à 16 heures, à 15° à 16 h. 45, amenant donc une chute de 10° en trois quarts d'heure. Le 17 septembre, une faible pluie de 0,5 mm. vers 14 heures provoque une baisse de température de plus de 5° en quelques minutes. Les deux cas les plus caractéristiques sont ceux du 19 et du 20 septembre. Le 19, une pluie de 0,5 mm., peu avant midi, fait baisser le thermomètre de 26° à 19°, donc de 7° en quelques minutes. Le 20, une pluie de 3 mm. entraîne un fléchissement de 16°, quasi instantané.

D'après des observations précises effectuées à Goma et à Munana par SUCKSTORFF (1939), ce refroidissement brusque accompagnant les orages tropicaux serait dû moins à la température propre de la pluie qu'à un courant d'air froid descendant en s'évasant du cumulo-nimbus orageux jusqu'au sol.

Ces quelques cas remarquables suffisent à confirmer une chute de la température moyenne aux époques pluvieuses, les précipitations orageuses et froides tombant d'ailleurs surtout aux heures les plus chaudes de la journée.

Par contre, — et nous le montrerons à propos d'observations micro-climatiques, — les pluies nocturnes ont généralement une action inverse.

La connaissance des valeurs extrêmes atteintes par la température est souvent plus importante, au point de vue écologique, que celle des valeurs moyennes. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point à l'occasion de l'esquisse microclimatique propre à certains groupements végétaux. Il nous suffira de signaler ici, avec toutes les réserves qu'appelle l'insuffisance de notre documentation, quelques températures exceptionnelles souvent vérifiées au thermomètre-fronde. Ces valeurs nous permettront de mettre en relief, ultérieurement, certaines observations d'ordre bioclimatique.

Des minima égaux ou inférieurs à 13° ont été observés aux dates suivantes :

11°5 le 27 décembre 1937,
 11°0 le 31 décembre 1937,
 13°0 le 9 janvier 1938,
 13°0 le 1^{er} janvier 1939,
 11°0 le 14 janvier 1939,
 12°5 le 15 janvier 1939.

Sauf la mesure effectuée le 9 avril 1938, mois qui fut d'ailleurs relativement sec, tous ces minima exceptionnels tombent en saison sèche, particulièrement durant la période aride la plus accusée du solstice d'hiver (tableau VI).

Des maxima exceptionnels, supérieurs à 36°, ont été observés aux dates suivantes :

36°5 le 10 février 1938,
 37°0 le 15 février 1938,
 36°5 le 16 octobre 1939,
 36°5 le 25 janvier 1940.

Ces températures extrêmes sont vraiment remarquables pour la région montagneuse orientale du Congo, à une altitude de 1.000 m. Des minima absolus de l'ordre de 11° ne deviennent normaux qu'à partir de 1.500 m. d'altitude et les maxima absolus sont également, à 1.000 m. d'altitude, inférieurs à 30°0 (SCAËTTA, 1934, pp. 135 à 162).

Marche journalière de la température à Rwindi. — Le dépouillement horaire du thermogramme reproduit à la figure 11, qu'on a opéré en corrigeant les discontinuités provoquées par les pluies des 19 et 20 septembre, fournit une courbe de la variation diurne de la température dont l'allure est suffisamment normale pour être interprétée avec vraisemblance. Cette allure moyenne de la variation thermique ne vaut que pour le mois de septembre, par journées non perturbées par les précipitations. La courbe

ainsi obtenue est reproduite à la figure 12, où nous la comparons, afin de fixer les idées, à la marche diurne de la température à Eala pour les jours à allure normale sans précipitations (d'après BERNARD, 1944).

La rapidité de la hausse et de la chute de la température correspondant au lever et au coucher du soleil est remarquable.

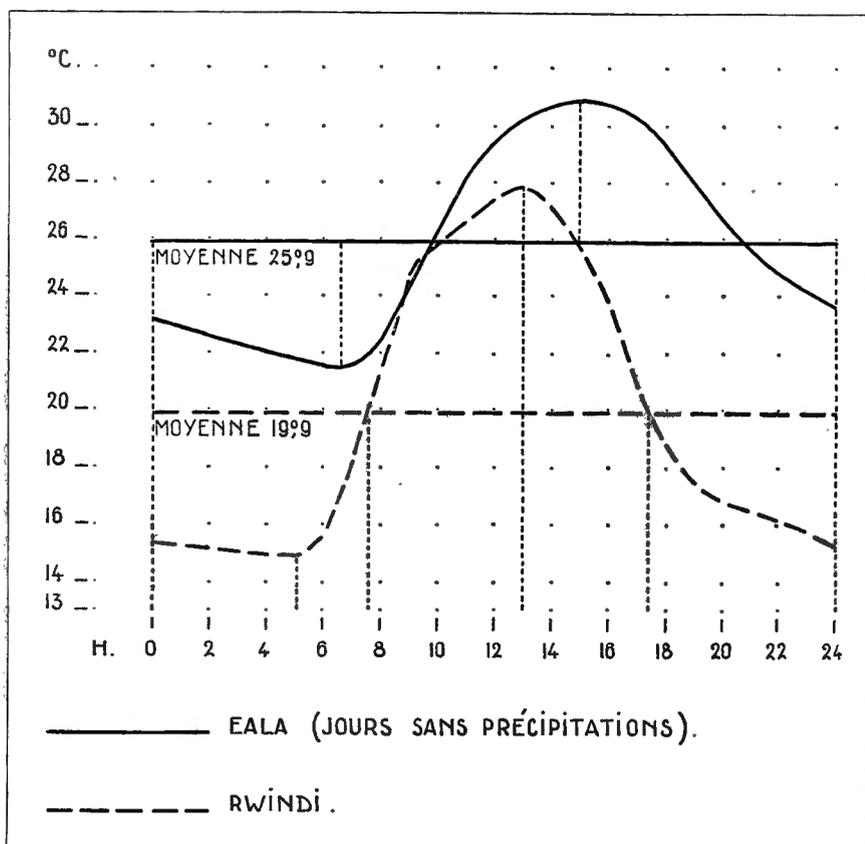


FIG. 12. — Variation journalière de la température à Rwindi et à Eala.

Au point de vue de la vitesse des variations de la température au cours de la journée, on peut diviser la courbe en quatre régions :

1° De 5 heures, heure du minimum, à 9 h. 30, la vitesse de variation de la température est maximum. Ainsi, de 6 heures à 9 heures, la température croît linéairement de 15°6 à 24°6, c'est-à-dire d'un demi-degré par 10 minutes.

2° A partir de 9 h. 30 jusqu'à 12 h. 30, heure du maximum, la vitesse de variation diminue et n'est plus que de 0°13 par 10 minutes.

3° Immédiatement après le maximum, et jusqu'à 18 h. 30, la température baisse rapidement de 10°, c'est-à-dire de 0°3 par 10 minutes environ.

4° Enfin, au cours de la nuit, de 18 h. 30 jusqu'au minimum de 5 heures, la température décroît lentement, quasi linéairement, de 0°04 par 10 minutes.

Au point de vue écologique il faut surtout retenir, de la marche journalière de la température à Rwindi, les variations brusques et de forte amplitude auxquelles sont soumis les végétaux, le matin et l'après-midi.

Ces variations et cette amplitude sont d'ailleurs bien plus accusées encore dans la biosphère microclimatique de certains groupements végétaux; nous aurons l'occasion de le montrer au cours de cette étude.

§ 4. L'HUMIDITÉ DE L'AIR ET L'ÉVAPORATION

L'étude de ces éléments du climat à Rwindi montrera combien la sécheresse exceptionnelle de l'air, au milieu du jour, et l'énorme amplitude diurne de son déficit de saturation jouent un rôle prépondérant dans l'adaptation de la végétation.

1° *Humidité relative-Variation journalière.* — Nous prendrons comme document de base l'hygrogramme reproduit à la figure 13 et qui correspond au thermogramme de la figure 11. Il donne la marche de l'humidité relative à Rwindi du 14 au 21 septembre 1937, à 1^m50 au-dessus d'une savane à *Themeda triandra*. Afin d'obtenir une marche moyenne de l'humidité relative, nous avons dépouillé l'hygrogramme d'heure en heure, en faisant abstraction, dans la marche de l'humidité relative, des deux pointes prononcées dues à l'accroissement momentané de cet élément durant les deux pluies des 19 et 20 septembre. La courbe exprimant la marche normale de l'humidité relative au cours de cette période est reproduite au graphique 14. La figure ainsi obtenue est inversement parallèle à la courbe exprimant la marche journalière de la température, ce qui amène à conclure à une action déterminante de la température sur l'humidité relative. C'est ainsi qu'on discerne, dans la courbe de l'humidité relative comme dans celle de la température, quatre portions différentes au point de vue de la rapidité des variations :

1. Une période de variabilité nulle durant la nuit et d'humidité relative maximum, de 19 à 6 heures.

2. Une période de décroissance rapide (de 80 % jusqu'à 36 %), de 6 heures à 10 heures.

3. Une période de décroissance moins rapide (36 % à 19 %), de 10 heures à 14 heures.

4. Une période de croissance très rapide (19 % à 80 %), de 14 heures à 19 heures.

La marche de l'humidité relative, pourrait-on conclure, est uniquement réglée par celle de la température. La traduction de l'humidité relative en tension de vapeur d'eau va nous montrer que celle-ci varie également au cours de la journée, influençant ainsi la variation de l'humidité relative.

2° *Tension de vapeur d'eau. — Déficit de saturation.* — Nous réunissons dans le tableau XV les résultats numériques de ces réductions ⁽¹⁾ fournissant, par tranches de deux heures, la température (t), la température du thermomètre humide (t'), la tension de vapeur en millimètres (e), le déficit de saturation ($E - e$) et l'humidité absolue en grammes de vapeur d'eau par mètre cube (g).

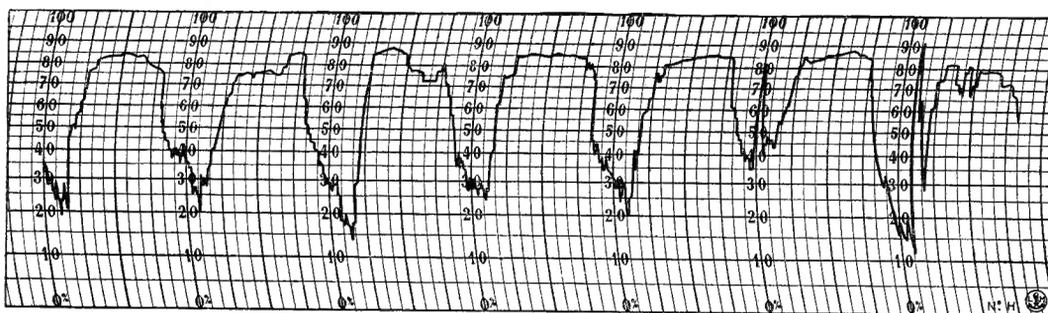


FIG. 13. — Hygrogramme enregistré à Rwindi du 14 au 21 septembre 1937.
(Sous abri, à 1m⁵, dans la savane herbeuse à *Themeda*.)

Le déficit de saturation correspond à la différence entre la tension de vapeur d'eau la plus élevée possible à une température donnée et la tension réelle obtenue à cette température, exprimée en millimètres de mercure. Sa signification écologique est plus importante et plus directe que l'humidité relative de l'air (BRAUN-BLANQUET, 1928). Ce facteur écologique cadre bien avec les modifications physiologiques de la végétation et règle souvent la répartition des associations climatiques. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point capital en écologie.

Les variations du déficit de saturation sont données graphiquement à la figure 14.

On remarquera l'amplitude énorme de cette variation (minimum = 2,1 mm.; maximum = 21,2 mm.; maximum/minimum = 10) pour une latitude équatoriale et la rapidité de son double mouvement journalier. Les valeurs élevées du déficit de saturation entraînent, comme nous le verrons, une évaporation intense aux heures les plus chaudes de la journée.

(1) Les réductions d'humidité relative en tension de vapeur d'eau ont été effectuées à l'aide des tables du *Preuss. Met. Inst.* (1930). On a tenu compte de la correction de pression qui a été évaluée à 660 mm. pour Rwindi.

La marche journalière de la tension de vapeur d'eau se rapproche nettement du type continental steppo-désertique caractérisé par une variation simplement périodique de forte amplitude à minimum très accusé l'après-midi et à maximum nocturne (CONRAD, 1936, p. 377). Ainsi, Heluan, station désertique voisine du Caire (29°9 Nord : 31°3 Est), a une amplitude de 14,6 — 8,8 = 5,8 mm.; Rwindi révèle une amplitude plus élevée encore : 12,3 — 5,9 = 6,4 mm. Remarquons, néanmoins, que le déficit de saturation moyen des régions steppo-désertiques est notablement plus élevé qu'à Rwindi.

L'explication de ce type de variation journalière dans notre région est la suivante : A partir de 9 heures, la plus forte température et la plus grande

TABLEAU XV.

Tension de vapeur d'eau et déficit de saturation à Rwindi.

Heures.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	Moyenne.	Amplitude.
t	15,3	15,0	15,7	21,3	25,9	27,4	27,2	23,8	18,8	16,8	16,1	15,4	19,9	13,0
t'	13,5	13,3	13,9	15,3	16,3	15,8	13,8	15,5	15,9	14,9	14,3	13,7	—	—
H. R. %	82	83	82	53	36	28	19	41	74	82	83	83	61,0	64
e	10,8	10,7	11,1	10,4	9,7	8,4	5,9	9,6	12,3	11,9	11,4	11,0	9,9	6,4
E-e	2,2	2,1	2,3	8,6	15,4	19,0	21,2	12,5	4,0	2,5	2,3	2,1	7,9	19,1
g	10,8	10,7	11,1	10,2	9,4	8,1	5,6	9,3	12,2	11,9	11,4	11,0	—	—

humidité de l'atmosphère au voisinage du sol rendent les couches inférieures de l'air moins denses que les couches supérieures. Cet état atmosphérique instable engendre un courant de convection ascendant de plus en plus intense. L'évaporation du sol est insuffisante à compenser la disparition de la vapeur d'eau ascendante et la tension de vapeur d'eau diminue rapidement jusqu'à l'établissement du maximum de température vers 14 heures. Avec la baisse de la température au cours de l'après-midi, un mouvement descendant inverse se produit et ramène la tension de vapeur d'eau à sa valeur de départ entre 17 et 18 heures. Cet appauvrissement diurne de l'air en vapeur d'eau apparaît plus intuitivement encore par l'expression de l'humidité absolue en poids de vapeur d'eau; ces valeurs exprimées en grammes d'eau par mètre cube d'air sont reproduites au tableau XV. Avec l'élévation de la température, ce dessèchement diurne de l'air se traduit par des valeurs très faibles de l'humidité relative et des valeurs élevées du déficit de saturation entre 10 et 16 heures. Inversement, la tension de vapeur d'eau très élevée durant la nuit correspond à l'humidité relative et au déficit de saturation respectivement la plus élevée et la plus faible. Ainsi s'expliquent les fortes amplitudes de ces éléments.

La valeur moyenne de la tension de vapeur d'eau à Rwindi est de 9,9 mm., c'est-à-dire deux fois plus faible que dans les régions équatoriales forestières. Ceci peut s'attribuer non seulement à la pluviosité médiocre,

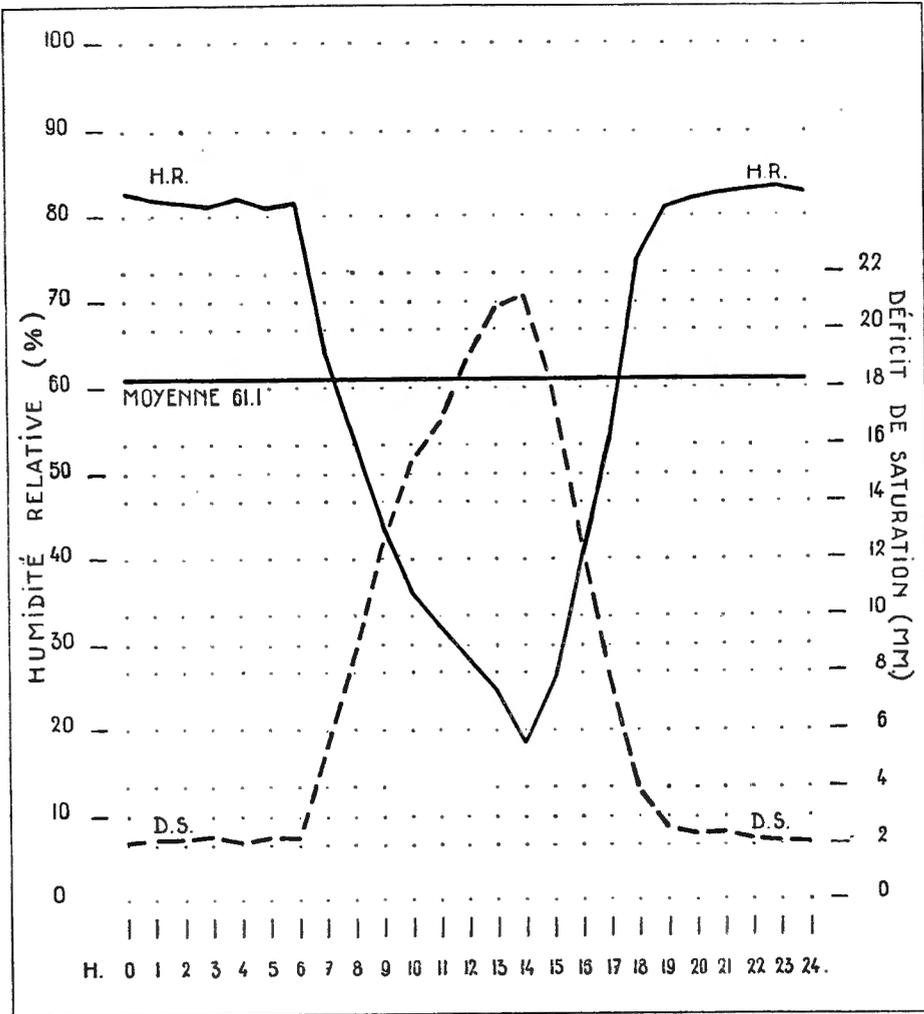


FIG. 14.

Variation journalière moyenne de l'humidité relative et du déficit de saturation à Rwindi.

mais encore à l'altitude de la station (1.050 m.). On sait, en effet, que la tension de vapeur diminue en montagne (HANN-SÜRING, 1938-1939, p. 333). A 1.000 m. d'altitude elle ne vaut que 73 % de la teneur en vapeur d'eau au niveau de la mer, c'est-à-dire que la tension réelle existant à Rwindi serait 1,37 fois plus élevée pour une couche d'air fictive située à 1.000 m. plus bas.

L'altitude a donc une part importante dans les valeurs extrêmes d'humidité relative et de déficit de saturation.

3° *Évaporation.* — Nous ne disposons malheureusement pas d'observations directes relatives à cet important élément climatique. L'évaporation représente, cependant, un facteur écologique de premier ordre, car elle est, dans une certaine mesure, corrélative à la transpiration des végétaux; elle intervient directement aussi dans les adaptations destinées à sauvegarder l'équilibre hydrique des plantes.

Nous ne pouvons donc atteindre cet élément que par le truchement d'une expression théorique fournissant la vitesse d'évaporation en fonction d'autres éléments climatiques connus. Les formules les plus récentes, les plus soigneusement établies et de portée la plus générale touchant l'évaporation, montrent que sa vitesse est, à la fois, proportionnelle au déficit de saturation, à la température absolue, à la racine carrée de la vitesse du vent et à l'inverse de la pression atmosphérique.

Or, à Rwindi, les valeurs réelles atteintes par chacun de ces facteurs, surtout aux heures les plus chaudes de la journée, sont des plus favorables à l'obtention de fortes évaporations (déficit de saturation et température élevés, vents assez forts, pression faible). Il faut donc s'attendre à obtenir des résultats numériques se rapprochant des vitesses d'évaporation connues dans les régions steppiques tropicales.

Cette déduction trouve d'ailleurs une confirmation indirecte dans l'examen du thermogramme de la figure 11 et de l'hygrogramme de la figure 13. On voit, en effet, que la pluie de 3 mm. du 20 septembre, tombée vers 14 heures, a provoqué d'abord une chute instantanée de la température et une hausse corrélative de l'humidité relative (de 15 à 90 %), encore accrue par l'humidité réelle plus forte. La pluie, s'échauffant et s'évaporant au contact du sol, la température remonte, freinée régulièrement toutefois par l'action refroidissante de l'évaporation. Corrélativement, l'humidité relative décroît, freinée par la température et le renouvellement de moins en moins compensateur de la vapeur d'eau ascendante par évaporation.

Enfin, vers 16 heures, la température et l'humidité relative ont repris exactement la valeur qu'elles auraient atteinte en l'absence de toute précipitation. Ainsi, il a suffi de deux heures pour annihiler toute influence d'une lame d'eau de 3 mm. sur la température et l'humidité relative. Il faut donc admettre une évaporation quasi totale de cette couche d'eau durant ce laps de temps, ce qui nous donnerait une évaporation de 1,5 mm. à l'heure. L'intensité maximum de la variation diurne moyenne de l'évaporation à Khartoum est, par exemple, de 1 mm. à l'heure, tandis qu'elle est de 0,2 mm. dans les régions tempérées (CONRAD, 1936, p. 367).

Le même phénomène s'est produit également le 19 septembre à Rwindi, avec une intensité moindre cependant, la température étant, ce jour, inférieure de 4° à celle du 20. Le vent était également plus violent le 20 septembre.

Afin d'évaluer l'amplitude journalière de l'intensité de l'évaporation à Rwindi, on peut calculer le rapport

$$\frac{V_M}{V_m} = \frac{T_M D_M V_M}{T_m D_m V_m},$$

qui exprime la relation entre l'intensité de l'évaporation aux heures les plus chaudes de la journée (de 10 à 15 heures) et les plus fraîches de la nuit. On obtiendrait, à peu près, les valeurs suivantes :

Valeurs maxima	Valeurs minima
$t = 26^{\circ}7$ $T_M = 299,7^{\circ} C$	$t = 15^{\circ}$ $T_m = 288^{\circ} C$
$D_M = 18,5$ mm.	$D_m = 2,2$ mm.
$V_M = 8$ m./sec	$V_m = 3$ m./sec

T = Température absolue ($273+t^{\circ} C$).

D = Déficit de saturation.

V = Vitesse du vent en mètres par seconde.

Ce qui donne $\frac{V_M}{V_m} = 14$.

L'évaporation est donc en moyenne 14 fois plus intense au milieu de la journée que durant la nuit. Cette variation extrême se rapproche de celle du Caire, où le rapport $\frac{V_M}{V_m} = 15$, durant le mois de plus forte évaporation.

Ces spéculations sur l'évaporation à Rwindi n'ont évidemment qu'une simple valeur indicatrice, et nous avons négligé, dans nos considérations, certains facteurs de nature à diminuer le taux apparemment très important de l'évaporation. Les chiffres ainsi obtenus n'ont, sans doute, qu'une signification de valeurs-limites.

Il reste néanmoins que l'évaporation diurne est très forte. Une conséquence écologique directe est que le chiffre de pluviosité annuelle de 0,9 m. est quelque peu trompeur. En effet, une proportion fort notable des précipitations est évaporée rapidement et ne revêt par conséquent aucune utilité pour la végétation, et cela surtout durant les périodes sèches.

§ 5. LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU CLIMAT

La notion synthétique du climat se reflète très fidèlement dans la phytionomie du tapis végétal et résulte de la considération simultanée de toutes les composantes climatiques envisagées séparément dans les paragraphes précédents.

Le tableau suivant résume, d'une manière succincte, les principaux résultats obtenus :

PRÉCIPITATIONS :

- a) *Hauteur annuelle* : 917 mm. répartis sur 86 jours.
- b) *Régime* : deux saisons sèches aux solstices (la plus forte en décembre-janvier : de 30 à 50 mm. mensuels);
Deux saisons pluvieuses aux équinoxes (la plus forte de septembre à novembre : de 100 à 125 mm. par mois).

- c) *Caractère* : averses orageuses intenses mais de courte durée.
 d) *Variabilité* élevée des précipitations.

TEMPÉRATURE :

- a) *Moyenne annuelle* : 23°6.
 b) *Régime* : saison sèche la plus chaude.
 c) *Variation journalière* : amplitude moyenne 16°, plus forte en saison sèche; variation rapide.

HYGROMÉTRIE :

- a) *Tension de vapeur* : faible; amplitude journalière du déficit de saturation élevée : 20 mm.
 b) *Evaporation diurne* : très intense.

Ces caractéristiques nous permettent d'intégrer le climat de Rwindi dans le groupe des climats chauds du type subéquatorial (climat soudanais) de la classification de DE MARTONNE (1932). Le caractère continental de ce climat est accru par le grand éloignement des océans et l'altitude assez élevée de la plaine. Ces caractéristiques se traduisent par une plus grande variation thermique et une tendance à la sécheresse.

Si nous suivons la classification de KÖPPEN (1936), basée sur les régimes de la température et des précipitations dans leur rapport avec le tapis végétal, notre climat appartient au type *Aw* des climats des savanes (Savannenklimate).

Rappelons que l'indice *A* indique qu'aucun mois ne présente une température moyenne inférieure à 18° et l'indice *w* que la saison la plus sèche se situe en hiver de l'hémisphère correspondant.

La classification de KÖPPEN ne tient pas compte de l'évaporation. Or, celle-ci est particulièrement élevée à Rwindi; nous devrions donc prendre comme point de départ une hauteur des précipitations corrigée assez inférieure à 917 mm.

Notre climat tendrait ainsi vers le type *Bsh* de KÖPPEN, correspondant aux climats chauds à caractère steppique.

Des considérations du même genre ont amené THORNTHWAITE (1931 et 1933) à proposer une classification améliorée tenant compte de ce qu'il appelle très justement l'index des précipitations effectives : $\frac{P}{E} \left(\frac{\text{Précipitation}}{\text{Évaporation}} \right)$.

La hauteur annuelle de l'évaporation ne nous est pas connue, mais le calcul de l'index précédent rapprocherait probablement le climat de Rwindi du type des climats semi-arides de l'auteur.

Le caractère sec de notre région apparaît également par l'« indice d'aridité » de DE MARTONNE (1926). Cet indice $\left(\frac{P_{mm}}{T+10} \right)$ vaut environ 27 (plateau du Ruanda oriental : 26) et indique un endoréisme temporaire ou faible; il varie de 15 (mois secs) à 35 (mois humides).

En résumé, les caractéristiques générales de notre climat peuvent s'énoncer comme suit : climat chaud, d'aridité prononcée due à une évaporation intense et caractérisé par l'irrégularité des précipitations et la forte amplitude journalière de ses éléments composants.

CHAPITRE IV

L'HOMME ET LES ANIMAUX

§ 1. L'HOMME

L'homme est, sans doute, l'un des plus puissants agents de transformation du paysage végétal. Notre exposé relatif aux facteurs du milieu serait donc incomplet si nous passions sous silence l'influence que l'homme exerce et a exercé sur la végétation de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Notre région a été habitée autrefois par des populations de race bahunde ⁽¹⁾. Ces Bantous auraient fait partie d'un essaim migrateur originaire de la région du Bunyoro et auraient pénétré au Congo dans l'entre-Edouard-Kivu, vers le milieu du XVII^e siècle, chassés par les peuplades guerrières hamites (MOËLLER, 1936).

Ces anciens habitants de la plaine des Rwindi-Rutshuru étaient des pasteurs; ils auraient beaucoup souffert des incursions des Warega, « terribles anthropophages (qui) mettaient les pays limitrophes à feu et à sang » (PAGÈS, 1933); c'est pourquoi leur nombre aurait continuellement déchu. PILETTE (1914) rapporte que les habitants riverains du lac Édouard s'étaient retirés dans les îles, aux embouchures des rivières, ou avaient bâti des villages lacustres pour échapper à ces razzias. Mais c'est surtout la maladie du sommeil qui, à une époque plus récente, exerça parmi eux de terribles ravages. Alors qu'en 1890, en effet, l'explorateur STUHLMANN (1894, p. 265) dénombrait encore 1.500 à 2.000 habitants au village de Bwera, dans la baie de Vitshumbi, il n'en restait plus que 37 au début de 1934.

La plaine des Rwindi-Rutshuru fut incluse dans une Réserve de chasse créée en 1925, puis définitivement intégrée dans les limites du Parc National Albert en 1929.

En 1934, à la suite de l'intervention des autorités médicales chargées de la prophylaxie de la maladie du sommeil, fut décidé le transfert en région non infestée des quelques villages subsistant encore au Sud du lac Édouard.

La population, fort clairsemée à ce moment, était dispersée dans une quinzaine de petits villages, pour la plupart riverains du lac Édouard et occupés par des pêcheurs.

Deux ou trois agglomérations, toutes situées à l'Ouest de la Rutshuru, subsistent encore à l'heure actuelle; elles sont surtout occupées par les

(1) Nous tenons du commandant E. HUBERT, à qui nous exprimons nos vifs remerciements, de nombreux renseignements relatifs à ce paragraphe et surtout au suivant.

gardes et les travailleurs de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge; au total moins de 150 âmes.

Notre région, comme le montre ce bref exposé, a été autrefois assez densément peuplée, ce qui n'a pas manqué d'exercer une certaine influence sur la végétation.

La pénétration européenne s'est manifestée, d'autre part, par la construction, à travers la plaine, d'une voie carrossable de grande communication réunissant le Kivu à l'Ituri; cette route, construite entre 1929 et 1931, franchit la chaîne des Mitumba par un tracé audacieux, bien connu sous le nom d'« escarpement de Kabasha ». Les pentes inférieures de cet escarpement sont incluses dans les limites du Parc National Albert.

Une autre route publique, d'intérêt local, s'embranché sur cette artère au camp de la Rwindi et, par la vallée moyenne de la rivière Rwindi, gagne le centre indigène de Kilima, situé au pied de la montagne, en dehors du Parc National.

Quelques pistes carrossables privées sillonnent la plaine : notamment le chemin de Ndimu, au pied de l'escarpement de Kabasha, à Kamande, sur la rive méridionale du lac Édouard, au fond de la baie du même nom, où existait autrefois une pêcherie européenne, supprimée en 1934; mentionnons encore une piste joignant Kalonga à Bwera, au Sud du lac, au fond de la baie de Vitshumbi.

L'influence modificatrice de l'homme sur la composition de la flore et la physionomie du tapis végétal est bien connue; elle est souvent décrite en détail dans les traités de phytogéographie. Nous renverrons particulièrement au mémoire de HAUMAN (1928), consacré à l'étude détaillée des modifications subies par la flore argentine sous l'action de la civilisation. Les considérations développées par HAUMAN sont, pour la plupart, d'application intégrale à la région étudiée.

Nous nous bornerons à mentionner les traits principaux de cette action anthropique, en mettant surtout en évidence leur application dans notre territoire.

D'après les travaux de HAUMAN, l'homme exerce sur la flore et la végétation une *action directe*, généralement voulue, et une *action indirecte*, habituellement involontaire.

L'action humaine *directe* se traduit par la destruction ou la modification volontaire des paysages végétaux naturels, par un apport d'espèces cultivées ou introduites, par la propagation d'espèces indigènes utiles, etc. Son action *indirecte* se manifeste par la *destruction* et la *modification* de la végétation consécutive à l'élevage des animaux domestiques, par l'*apport* d'espèces nouvelles sous forme d'une flore adventice plus ou moins importante et, enfin, par une action de *translation* qui trouve son origine dans la création de stations nouvelles ou la modification plus ou moins profonde des stations naturelles.

L'action humaine indirecte offre un caractère de généralité beaucoup plus accusé que son action directe.

L'homme est un grand destructeur des forêts; il en retire le bois d'œuvre et de chauffage nécessaire à ses besoins; il les défriche pour y établir ses cultures ou ses pâturages.

Une partie de notre région a certainement été soumise au déboisement, surtout sur les escarpements où régnait vraisemblablement, au moins aux altitudes les plus élevées, une forêt de montagne riche en essences précieuses. Dans la plaine proprement dite, les groupements forestiers qui jalonnaient le pied de la montagne ont probablement été détruits; il en fut de même, sans doute, pour quelques massifs le long des cours d'eau. Il ne faudrait cependant pas s'exagérer cette intervention de l'homme dans notre territoire, car il est bien certain, au moins dans le cycle géographique actuel, que la plaine des Rwindi-Rutshuru n'a jamais été entièrement boisée, tant s'en faut. Nous en voyons même une preuve formelle dans l'installation, il y a quelques siècles, d'une population pastorale assez dense qui a certainement fait choix de ce site à cause de l'abondance des pâturages naturels.

La forêt n'est évidemment pas le seul type de végétation qui soit l'objet de l'exploitation humaine; les savanes boisées ont subi également l'influence de l'homme, et il en va de même pour les autres paysages végétaux.

Nous manquons évidemment d'informations nous permettant de reconstituer les modalités et les étapes de ces modifications dues à l'influence humaine dans le territoire étudié.

Certaines espèces végétales, par contre, sont protégées et inconsciemment favorisées par l'homme. Il est permis de croire, par exemple, que *Ficus gnaphalocarpa* (MIQ.) A. RICH. devait être préservé lors des défrichements; cette essence, en effet, est très recherchée par les abeilles sauvages, qui y installent leurs ruches dans les anfractuosités du tronc. Ceci expliquerait l'abondance de cette espèce le long de l'escarpement du lac Édouard, là précisément où les villages furent le plus nombreux autrefois.

Mais c'est par la culture que l'homme modifie le plus la physionomie du tapis végétal, en transformant profondément les conditions du milieu.

Peu d'indices permettent actuellement de se rendre compte de l'intensité de cette action dans notre région. Il semble bien, toutefois, que de vastes étendues de la plaine de la Rwindi-Rutshuru aient été autrefois défrichées. Le mode de culture indigène comporte, en effet, l'utilisation de terrains vierges, en forêt ou en savane; ces terres, une fois épuisées, ne rentrent dans le cycle cultural qu'après une très longue jachère.

Nous disposons de fort peu d'informations également au sujet des plantes cultivées traditionnellement par les indigènes. D'après les pratiques actuelles des populations de la plaine et des régions avoisinantes, il semble que l'éleusine, le sorgho et peut-être le maïs constituaient les cultures principales en savane. Le bananier était sans doute cultivé dans les vallées ou dans les défrichements forestiers.

L'apport par plantation est peu sensible dans la plaine des Rwindi-Rutshuru. On retrouve, en quelques endroits, des bosquets de *Cassia* dont la plantation est vraisemblablement assez récente. Il en va de même pour quelques pieds isolés de papayers, à vrai dire plutôt subsponnés, le long des routes.

L'homme a également propagé certaines espèces de la flore spontanée. C'est ainsi qu'*Euphorbia calycina* N. E. BR. a été souvent utilisée pour la plantation de haies vives. On en retrouve des traces, çà et là, à l'emplacement d'anciens villages.

L'apport *indirect* de l'homme comprend, avant tout, des plantes adventices. Il est difficile de dissocier ici ce qui revient à l'homme ou aux animaux.

Pour fixer les idées, mentionnons que la flore actuelle de la plaine des Rwindi-Rutshuru comporte, au minimum, 44 espèces manifestement adventices ou « anthropophiles » (qu'il ne faut nullement confondre avec les espèces nitrophiles étudiées dans la quatrième partie de ce mémoire), ce qui représente environ 8,5 % de l'ensemble de la florule, proportion assez élevée mais vraisemblablement encore inférieure à la réalité.

Ces chiffres ne doivent cependant pas faire illusion, car les plantes adventices ne jouent qu'un rôle très effacé, souvent nul, dans les groupements végétaux naturels.

La pénétration de la flore adventice traduit le rôle disséminateur très efficace de l'homme. Il faut se rappeler, à ce sujet, l'action des migrations humaines — qui se sont effectivement produites autrefois dans la région — et l'influence actuelle de la circulation de plus en plus active, allant de pair avec le développement de la Colonie. La région étudiée a d'ailleurs été soumise depuis longtemps à une circulation intense, provenant du trafic du sel de Katwe, transporté par voie d'eau à Vitshumbi et à Kabare, où les populations du Kivu venaient l'échanger contre du bétail ou des denrées diverses. C'était, vers 1911 encore, aux dires de PILETTE (1914), un défilé continu entre le lac Édouard et la région de Rutshuru.

C'est probablement au cours de l'époque contemporaine que la plupart des espèces anthropophiles à large distribution furent introduites dans notre région. Cette introduction se poursuit activement à l'heure actuelle; elle est favorisée par la présence d'une voie de grande communication traversant tout le territoire étudié.

Nous ne parlerons pas du rôle des animaux domestiques, supplantés depuis longtemps par l'action, éminemment plus importante, des animaux sauvages, particulièrement nombreux dans la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Le rôle le plus actif que l'homme ait joué se manifeste, au point de vue qui nous occupe, par la transformation du milieu naturel et la création d'habitats nouveaux. Cette intervention se constate surtout par des types de végétation correspondant à divers stades de successions secondaires se

produisant sur les terres délaissées; la physionomie du tapis végétal est à ce point modifiée qu'on retrouve des témoins de cette intervention dans les groupements naturels lorsque ceux-ci se reconstituent. Jachères, forêts et savanes secondaires ou obliérées par l'homme sont les traces les plus profondes qui décèlent l'empreinte humaine dans la région consacrée à cette étude. En décrivant les associations végétales, nous aurons maintes occasions de citer des exemples de cet aspect particulier de l'action anthropique sur la végétation.

Il nous reste, enfin, à mentionner un trait particulièrement important de l'action de l'homme, cultivateur ou chasseur, dans les régions herbeuses : c'est l'incendie des savanes. Ce facteur revêt une grande importance au point de vue de la végétation; il ne peut, nous le verrons d'autre part, être considéré comme un facteur purement anthropique. C'est pourquoi nous lui consacrerons un chapitre spécial.

§ 2. LES ANIMAUX

L'abondance des grands animaux sauvages dans la plaine des Rwindi-Rutshuru est le principal attrait de la région. On y rencontre des milliers d'antilopes appartenant à diverses espèces, des hardes énormes de buffles et d'éléphants, des phacochères, etc.; des troupeaux considérables d'hippopotames vivent dans le lac Édouard et ses rivières tributaires, où ils prennent leurs ébats ou se reposent sur les rives durant le jour, tandis qu'ils parcourent la savane, en quête de nourriture, durant la nuit. Les carnassiers sont également très nombreux : lions, hyènes, lycas, etc. Les petits animaux abondent ainsi que les oiseaux, qui s'ébattent en véritables nuées sur les plages du lac Édouard.

Les photographies reproduites dans les Planches VII, figure 2, à X, figure 1, qui illustrent ce mémoire, donnent quelques aspects de cette grande faune de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

On trouvera des renseignements précis sur les mammifères et les autres grands animaux de notre région dans les ouvrages de DE WITTE (1937), de FRECHKOP (1943) et de HUBERT (inéd.) (1). On consultera également l'ouvrage édité par l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, où, sous la plume de FRECHKOP (1941), on trouvera de nombreux renseignements sur l'éthologie des animaux protégés au Congo belge et qui se retrouvent en grand nombre dans la région étudiée.

Nous nous proposons surtout d'exposer brièvement, dans ce paragraphe, les interférences probables entre la faune et la flore.

Un premier point fondamental est de connaître, avec une approximation d'ailleurs toute relative, la densité de la grande faune herbivore dans le domaine principalement herbeux dévolu à notre étude.

Nous disposons heureusement des recensements approximatifs effectués

(1) Paru en 1947.

par le Commandant E. HUBERT, qui estime, comme suit, la population actuelle (1939) des grands herbivores dans notre dition :

Kob de Thomas [<i>Adenota kob thomasi</i> (P. L. SCLATER)]	2.500 têtes
Topi [<i>Damaliscus lunatus tiang</i> (HEUGLIN)]	1.250 têtes
Waterbuck (<i>Kobus defassa ugandae</i> NEUMANN)	500 têtes
Eléphants [<i>Loxodonta africana</i> (BLUMENBACH)] (1)	500 têtes
Buffles [<i>Bubalus caffer</i> (SPARRMAN)]	2.000 têtes
Hippopotames (<i>Hippopotamus amphibius</i> LINNÉ)	4.000 têtes

Nous allons essayer de préciser l'intensité du parcours des herbivores sauvages dans la plaine, en appliquant à ces données fondamentales les appréciations utilisées en zootechnie touchant la « possibilité » des pâturages.

L'étendue totale du Secteur des Rwindi-Rutshuru est d'environ 1.400 km², mais se réduit à moins de 1.200 km² si l'on exclut les escarpements et les éperons montagneux. Il convient encore de défalquer de ce nombre l'étendue des zones impropres à la circulation des grands herbivores : forêts denses (2), broussailles, étangs, rivières, terrains dénudés, etc. Nous croyons nous rapprocher assez de la réalité en estimant à 1.000 km², soit 100.000 ha., la surface des pâturages naturels : savanes herbeuses et boisées, groupements paludicoles, dont dispose la faune des grands herbivores.

D'autre part, nous adopterons comme poids vif moyen les approximations suivantes :

Kob de Thomas	90 kg.
Topi	150 kg.
Waterbuck	175 kg.
Eléphant	4.000 kg.
Buffle	400 kg.
Hippopotame	1.500 kg.

On obtient, en partant de ces données, un poids vif total de 9.292.500 kg., ce qui représente 92 kg. à l'hectare. Les hippopotames, remarquons-le, interviennent dans ce total pour 65 % et les hippopotames et les éléphants ensemble pour près de 90 %.

Voici, à titre de comparaison, quelques données sur les « possibilités » de quelques types de pâturages, d'après le traité de LEPLAE (1933) :

Bonne prairie en Belgique	450 kg. de poids vif à l'ha.
Mauvaise prairie en Belgique	140 kg. » »
La « pampa » de l'Argentine	140 kg. » »
La prairie du Texas	110 kg. » »

(1) L'éléphant est un animal fort nomade; aussi le chiffre indiqué représente-t-il une approximation du nombre d'animaux présents, en moyenne, dans notre région.

(2) L'éléphant et le buffle fréquentent la forêt à *Euphorbia Nyikae* dans notre région, mais n'y trouvent guère à se sustenter.

Le « high veld » sud-africain (1)	85 kg. de poids vif à l'ha.
La savane de Rhodésie	50 kg. » »
La savane du Katanga	40-50 kg. » »

Les herbages naturels de la région de Nioka sont capables de nourrir, d'après l'expérience acquise à la Station expérimentale de l'*Inéac*, environ 100 kg. de poids vif à l'hectare.

La densité des animaux herbivores est voisine, d'après ces données, de ce qu'elle est dans les meilleurs pâturages naturels des régions tropicales ou subtropicales et même supérieure à celle que les zootechniciens préconisent, pour les bovidés domestiques, dans des territoires similaires.

Ces résultats doivent cependant être interprétés avec une certaine circonspection; ils appellent, en effet, les réserves suivantes :

a) L'application à des animaux sauvages, d'espèces d'ailleurs très variées, de normes obtenues pour les animaux domestiques, bovidés principalement, prête le flanc à la critique. Il n'est point douteux que les herbivores sauvages présentent des caractères de rusticité et de frugalité bien supérieurs à ceux des races de bovidés domestiques les mieux adaptées aux milieux pauvres; le métabolisme digestif de ces animaux leur permet, peut-être, de tirer parti d'aliments dédaignés par les animaux domestiques.

b) Beaucoup d'animaux sauvages sont, à la fois, herbivores et phyllophages; c'est le cas pour l'éléphant surtout. L'application intégrale des normes zootechniques est donc en défaut ici encore. Pour interpréter la valeur réelle de cette réserve, il faut néanmoins savoir que là où la strate arbustive est bien développée on constate, comme nous le montrerons, un éclaircissement corrélatif de la strate herbacée.

c) Les pâturages naturels de la plaine des Rwindi-Rutshuru connaissent deux saisons de développement chaque année, ce qui augmente notablement leur « possibilité » zootechnique.

d) La valeur d'un pâturage, dans les régions où la végétation connaît une période de repos, correspond à sa possibilité durant la période la moins favorable. Ces périodes sèches, pourrait-on remarquer, sont de courte durée dans la plaine des Rwindi-Rutshuru; l'abondance des fonds humides et des marais supplée, dans une mesure notable, au déficit en matières vertes durant les sécheresses.

Quelques conclusions se dégagent de cet exposé : La densité des herbivores sauvages dans la plaine des Rwindi-Rutshuru semble réellement forte sans être cependant pléthorique. Il suffit, d'ailleurs, pour s'en convaincre, de constater l'état de santé indéniable des troupeaux, d'une part,

(1) C'est précisément un groupement où domine *Themeda triandra* FORSK., graminée qui constitue le fonds de la végétation dans la principale association herbeuse de notre territoire.

et l'aspect des pâturages naturels, fort loin de revêtir l'apparence de parcours surpeuplés, d'autre part.

Les données précises ainsi obtenues mettent néanmoins en lumière la charge supportée par les groupements végétaux de notre région et montrent que la présence de ces animaux, en grand nombre, constitue, *a priori*, un facteur écologique fort actif. Il reste cependant que pour diverses catégories d'animaux, et à la lumière de l'évolution normale de la végétation, certaines ruptures d'équilibre peuvent être envisagées.

Afin de pénétrer de plus près ce problème, pour autant qu'il soit possible, nous dirons quelques mots des transformations de la grande faune constatées au cours de ces dernières années (HUBERT, inéd.) ⁽¹⁾.

Depuis 1930, les troupeaux d'antilopes grégaires ont considérablement diminué. La chose est d'observation aisée, et nous-même, qui avons parcouru la région en 1931 déjà, n'avons pas manqué d'en faire la constatation. HUBERT admet, en effet, que les kob et les topi ont diminué des 9/10^e depuis cette époque.

Les éléphants, par contre, sont en augmentation constante et seraient actuellement cinq fois plus nombreux qu'il y a dix ans.

Les buffles avaient sérieusement régressé à la suite d'une épizootie survenue en 1932; ils ont repris actuellement les mêmes effectifs qu'en 1930; ces animaux paraissent même en voie d'accroissement.

Enfin, le nombre d'hippopotames augmente d'une manière régulière et considérable.

La chasse a été interdite dans la plaine des Rwindi-Rutshuru depuis 1925; c'est là, évidemment, un facteur décisif pour l'accroissement des troupeaux. Avec l'inclusion de la contrée dans la Réserve intégrale du Parc National Albert, dont le statut fut appliqué strictement depuis 1932, intervient un facteur nouveau : la suppression des feux de brousse. On sait que la pratique des incendies de savane augmente, par une accélération de la venue normale du « printemps » ⁽²⁾, la possibilité des pâturages en saison sèche. La suppression de ces feux de brousse n'a pas manqué d'avoir certaines répercussions sur la faune des herbivores. Cette interdiction n'a pas empêché, pour autant, l'incendie des savanes, mais à un régime de feux artificiels et fréquents s'est substitué un régime de feux généralement naturels et espacés. Ces « feux sauvages », comme nous le verrons, n'ont pas la même action limitante à l'égard de l'évolution naturelle de la végétation que les feux artificiels. C'est pourquoi, depuis 1932, la prolifération de certains herbivores est entravée par l'absence de feux réguliers « régénérateurs » des pâturages naturels et par une transformation lente mais réelle de la végétation dans le sens d'une progression très distincte.

⁽¹⁾ Paru en 1947.

⁽²⁾ Cette notion sera développée et interprétée au chapitre suivant, consacré à la question des feux de brousse.

Ces facteurs sont précisément défavorables aux animaux de plaines « ouvertes » et à herbes courtes, tels que les antilopes grégaires; ils sont favorables, par contre, aux herbivores des savanes boisées ou broussailleuses, tels que le buffle et l'éléphant; ce dernier, en effet, se nourrit autant de feuillages, d'écorces et de fruits que d'herbes proprement dites et fréquente volontiers les endroits plus ou moins boisés. L'hippopotame, enfin, est beaucoup moins éclectique et s'accommode aisément de toutes conditions, pourvu qu'il dispose d'herbages naturels à suffisance, ce qui est bien le cas dans notre région.

Or, les faits observés répondent très exactement à ces considérations théoriques : régression des antilopes, augmentation des éléphants, accroissement modéré des troupeaux de buffles, etc. L'augmentation très forte des hippopotames s'explique évidemment, avant tout, par la suppression de la chasse et les conditions d'habitat éminemment favorables que trouvent ces animaux dans la plaine.

Dans l'ensemble, nous croyons qu'il est inexact de parler de diminution des herbivores sauvages, bien au contraire; en réalité, c'est une modification de la faune qui se produit. Il n'est évidemment pas exclu que cette transformation graduelle présente des à-coups dus à des conditions internes aux troupeaux ou à des conditions externes de climat ou de concurrence biotique. C'est ainsi que la diminution si rapide des antilopes est peut-être imputable, en partie, à des conditions extérieures dont la cause doit néanmoins être recherchée dans l'évolution de la végétation.

Nous passerons rapidement en revue les actions essentielles des animaux sauvages sur le milieu et la flore, nous bornant à envisager, très succinctement d'ailleurs, l'action des animaux en général.

En décrivant les associations végétales, nous dirons quelques mots de la population animale qu'elles hébergent habituellement.

1. Broutement et pâturage.

Au point de vue du broutement, les herbivores peuvent se ranger en diverses catégories. On distingue les animaux tondant les herbes de fort près, tels que l'hippopotame et beaucoup d'antilopes; les animaux broutant assez superficiellement les herbes et les buissons, comme le buffle; les animaux broutant à la fois les herbes et les arbustes, comme l'éléphant, etc. Cette classification est d'ailleurs un peu arbitraire, car les animaux se comportent parfois différemment selon l'abondance de la nourriture dont ils disposent.

La réaction des plantes au broutement est diverse. Les graminées cespitueuses, comme *Themeda triandra* FORSK., *Hyparrhenia filipendula* (HOCHST.) STAPF, *Heteropogon contortus* (L.) ROEM. et SCH., etc., supportent assez bien cette action. Il en va de même des herbes prostrées, à port gazonnant. D'autres espèces encore réagissent en prenant un port fortement broussail-

leux. La figure 2 de notre Planche X montre le nanisme et le port buissonnant que revêt *Asparagus africanus* LAM. sous l'action du broutement répété des herbivores. Certaines espèces, enfin, s'accommodent beaucoup moins bien du broutement; tel est le cas de nombreuses herbes annuelles rejetant difficilement.

Dans l'ensemble, l'action directe du broutement n'est guère nocive, pour autant que les pâturages ne soient point surchargés. Dans le cas contraire, cette action des animaux herbivores aboutit à une altération notable du tapis végétal. Ce n'est pas le cas dans notre dition, mais nous avons eu l'occasion d'observer une action analogue sur les parcelles servant à des essais d'incendies de savanes, parcelles de faible étendue où les herbivores sauvages se rassemblaient en grand nombre après le passage du feu et le reverdissement de la savane.

Le broutement — et plus généralement le parcours — des animaux sauvages a même une action favorable sur la dissémination des espèces.

Broutement et pâturage ne sont pas sans exercer une influence sélective sur la composition floristique du couvert végétal. Les animaux recherchent avant tout, cela va de soi, les espèces végétales les plus favorables. Nous aurons l'occasion de donner quelques indications à ce sujet dans le corps du présent travail. Ce choix peut aller jusqu'à entraîner la disparition complète d'une espèce lorsque les pâturages sont surchargés au point d'empêcher la fructification normale. Nous n'avons cependant observé aucun cas de ce genre dans la région étudiée.

D'autres espèces sont systématiquement dédaignées. Ainsi, par exemple, les jeunes pousses de *Courbonia camporum* GILG et BENEDICT sont scrupuleusement respectées; la chose se vérifie aisément après l'incendie de la savane, lorsque les herbivores recherchent avidement toutes les jeunes pousses. Les rejets de *Courbonia* sont pratiquement les seuls qui soient délaissés et qui croissent normalement dans la savane reverdissante (voir Pl. XXXII, fig. 1).

L'éléphant, par exemple, dédaigne le feuillage de la plupart des espèces sclérophylles, — ce qui se conçoit aisément, — alors qu'il mange volontiers les feuilles de la plupart des espèces tropophiles.

On a remarqué que le broutement — indépendamment des feux courants — exerce une action favorable sur le développement des espèces annuelles, en éclaircissant les touffes de graminées et en permettant ainsi la levée et la croissance de ces plantes. Cette action se vérifie effectivement dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, où, comme nous le verrons, les espèces annuelles sont en proportion notable dans les groupements herbeux.

Nous parlerons ici également du déterrement des souches, des racines et des bulbes auquel se livrent certains animaux. Le rôle principal revient ici au sanglier des savanes (*Phacochoerus aethiopicus centralis* LÖNNBERG, d'après FRECHKOP, 1943), qui est le grand déterreur de bulbes dans notre région (voir Pl. XI, fig. 1). L'action de ce sanglier, jointe à celle de quelques autres animaux déterreurs et à celle du piétinement en général, est proba-

blement responsable de la faible représentation des géophytes à bulbe ou tubercule dans la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Enfin, certains animaux sont de grands mangeurs d'écorces; tel est surtout le cas de l'éléphant, écorceur de nombreux arbres. Les savanes à *Acacia*, par exemple, portent l'empreinte de ce mode d'alimentation de leurs hôtes pachydermes. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette action des animaux.

2. Piétinement.

L'action du piétinement n'est pas toujours aisément séparable de celle du broutement.

On connaît l'influence de ce facteur sur la transformation du paysage végétal. La bibliographie phytogéographique en mentionne de nombreux exemples. Nous rappellerons, notamment, l'action des bisons et des bovidés domestiques dans la prairie des États-Unis (LARSON, 1940), sur laquelle nous reviendrons ultérieurement, et la transformation de la prairie pampéenne consécutive à l'introduction de grands troupeaux d'animaux domestiques, etc.

Là où le piétinement est intense, les espèces les mieux résistantes sont certainement favorisées. Nous en mentionnerons quelques exemples ultérieurement. Les espèces humifuses, stolonifères ou radicales résistent le mieux et sont privilégiées dans une certaine mesure. Nous verrons l'importance acquise par certaines plantes de ce type, comme *Cynodon Dactylon* (L.) PERS., les *Chloris*, *Sporobolus spicatus* (VAHL) KUNTH, dans les pelouses à *Sporobolus spicatus* ou à *Craterostigma*, comme *Brachiaria Emini* (MEZ) ROBYNS, s'étendant en larges plages dans les parties les plus fréquentées de la savane à *Themeda*, etc.

Les végétaux tendres sont, par contre, nettement défavorisés; tel est surtout le cas pour les géophytes vernaux, Liliacées ou Amaryllidacées à bulbe, souvent écrasées avant de pouvoir fleurir ou fructifier. La même observation a été faite dans la prairie pampéenne par HAUMAN (1928). Le piétinement, avec la recherche des bulbes par les phacochères, rend vraisemblablement compte de la rareté de ces espèces dans la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Le piétinement est souvent reconnu utile à la germination de beaucoup d'espèces; il entraîne, en effet, la fixation des graines au sol et les maintient dans des conditions favorables à la germination.

3. Action sur le sol.

L'action de la fumure, souvent invoquée, ne nous paraît guère pouvoir être retenue dans notre région, si ce n'est dans des cas tout à fait particuliers (reposoirs d'animaux). En effet, les déjections déposées à la surface du sol sont rapidement consommées par les bactéries et véritablement « brûlées » à la surface du sol en saison sèche; en saison des pluies, elles sont délavées et entraînées.

Mentionnons l'action, en général fort bénigne et même favorable, de nombreux animaux fouisseurs, déterreurs de bulbes ou de racines, comme le sanglier, l'éléphant, les rongeurs, etc. Cette intervention est très active et il est courant de voir la savane littéralement « labourée » par les phacochères (Pl. XI, fig. 2).

Encore que notre intention ne soit nullement de passer en revue toutes les actions biotiques sur le sol, parmi lesquelles il convient de mentionner celle de nombreux animalcules terricoles, comme les vers de terre, nous ne pouvons omettre l'intervention des termites. Le mode d'action de ces insectes sur le sol est multiple et se traduit d'abord par l'enfouissement et la transformation de matières organiques d'origine végétale surtout, par le travail et la modification du sol ensuite, et par l'érection de monticules plus ou moins développés au-dessus de la surface du terrain. On discute encore l'influence réelle des termites sur les propriétés pédologiques du sol. Pour quelques auteurs, l'installation de certains groupements végétaux serait due à l'action séculaire de ces insectes (FULLER, 1916). On décrit également la formation d'îlots forestiers sur les termitières dans la savane dénudée (« Termitenwaldinseln » de TROLL, 1936).

Les grandes termitières sont peu fréquentes dans la plaine des Rwindi-Rutshuru. L'abondance des terrains inondables paraît d'ailleurs peu favorable aux termites. C'est pourquoi nous n'avons pas eu l'occasion de recueillir le moindre renseignement sur la localisation ou l'évolution particulières de types de végétation qui seraient attribuables à ces insectes.

Mentionnons encore une action érosive due à la circulation du bétail sauvage; elle se manifeste de deux façons différentes. Beaucoup d'animaux, et nous visons particulièrement l'hippopotame, se fraient de véritables sentiers à travers la savane. Lors des pluies violentes, ces pistes se transforment en autant d'ornières qui se creusent toujours davantage et finissent par former de véritables crevasses d'érosion. Cette action destructrice du sol est assez accusée dans notre région; elle revêt un caractère aigu et spectaculaire le long des berges de la Rutshuru et dans la vallée mineure de cette rivière.

Un second mode d'érosion en rapport avec la circulation des animaux se manifeste par le décapage de la couche superficielle du sol, dû au piétinement ou au labourage du terrain. Cette action est surtout sensible dans la savane boisée à *Acacia*, très fréquentée par les éléphants; ce sont surtout ces derniers qui, avec les buffles, sont responsables de cette érosion. Quoique non négligeable, ce mode d'entraînement du sol superficiel demeure encore localisé.

4. Action sur la dissémination des végétaux.

L'action disséminatrice des animaux est très efficace et la faune joue, à ce point de vue, un rôle très important, parfois même indispensable. L'examen de contenus stomacaux, effectué par PHILLIPS (1931) au Tanganyika Territory, a montré l'importance du rôle joué par les éléphants, les buffles, les antilopes, les petits carnivores, les singes, les oiseaux dans la dispersion des fruits de nombreuses espèces indigènes.

Nous ne possédons guère d'observations précises sur cette intervention des animaux dans notre région, mais son importance manifeste nous incite à en rappeler brièvement les traits principaux.

On distingue généralement, à ce point de vue, une dissémination par ingestion et une dissémination par transport extérieur.

Il est admis qu'un grand nombre de semences traversent impunément le tube digestif des animaux sans perdre leur faculté germinative. C'est surtout le cas pour celles qui sont ingérées par les herbivores non ruminants ou par ceux qui mangent avidement, comme le sanglier (LUQUET, 1937). Bon nombre de graines dures ne germent bien qu'après une attaque par des substances corrosives et notamment par les sucs digestifs. On cite fréquemment comme telles certaines espèces d'*Acacia*. PHILLIPS (1926) rapporte des cas analogues pour les graines d'*Olea laurifolia* LAM. mangées par les éléphants (voir également MÜLLER, 1932 et 1934).

Beaucoup d'animaux recherchent avant tout les enveloppes extérieures des graines, les tissus charnus des baies et des drupes, tandis que les graines elles-mêmes sont rejetées sans altération.

La germination des graines après passage par le tube digestif des animaux a fait l'objet d'expériences précises; chez les oiseaux, beaucoup de semences échappent à la digestion, et chez certaines espèces les plants issus de ces graines se sont montrés particulièrement vigoureux (KERNER). Pour nous en tenir à la région étudiée, il suffit, pour se convaincre de l'importance et de l'efficacité réelles de ce mode de dissémination, d'observer les excréments d'éléphant, par exemple, dans lesquels on observe de nombreuses germinations de diverses espèces végétales.

La dissémination passive, comme on peut l'appeler, est assurée par des modalités fort diverses et souvent par des dispositifs variés des fruits et des graines qui ont parfois la valeur de véritables adaptations et sur lesquels nous nous étendrons plus longuement dans la troisième partie de ce mémoire.

Le transport des graines, grâce à la boue adhérente aux sabots des ongués ou aux pattes des oiseaux, surtout des oiseaux aquatiques, est également très efficace.

Mentionnons encore l'intervention des animaux « engrangeurs » tels que les petits rongeurs et les fourmis. Bon nombre de grains échappent fatalement au cours du transport et sont ainsi disséminés.

Selon qu'il s'agit d'animaux sédentaires ou voyageurs, la portée de cette

dissémination est purement locale ou s'étend sur des territoires fort étendus. Le transport à longue distance est surtout le fait de certains oiseaux et des mammifères voyageurs. Un rôle essentiel revient, ici encore, à l'éléphant, dont l'aire de parcours est considérable et que n'arrête aucun obstacle naturel. L'action de ces pachydermes et des oiseaux dans le peuplement des îlots forestiers édaphiques (galeries forestières, forêts à *Pterygota*) de notre région, par des espèces transgressives de la forêt ombrophile de montagne, a dû et doit encore être décisive.

Nous mentionnerons, pour terminer, quelques exemples particulièrement patents de dissémination par les animaux, choisis dans la florule de la plaine des Rwindi-Rutshuru :

ESPÈCES SURTOUT DISSÉMINÉES PAR LES HERBIVORES, EN GÉNÉRAL :

- Cenchrus ciliaris* L.
- Beaucoup de Graminées des savanes herbeuses.
- Chenopodium opulifolium* SCHRAD.
- Celosia trigyna* L.
- Boerhaavia* spp.
- Beaucoup de Légumineuses des savanes herbeuses.
- Monsonia biflora* DC.
- Triumfetta* spp.
- Bidens pilosa* L., etc.

ESPÈCES SURTOUT DISSÉMINÉES PAR LES HIPPOPOTAMES :

- Leersia hexandra* SW. (également disséminé par les éléphants qui recherchent les marais où domine cette graminée).
- Echinochloa pyramidalis* (LAM.) HITCH. et CHASE.
- Panicum Meyerianum* NEES.
- Paspalidium geminatum* (FORSK.) STAPF.
- Beaucoup d'espèces des pelouses à *Craterostigma*.
- Pistia Stratiotes* L. (disséminé également par les éléphants et les buffles).
- Lemna paucicostata* HEGELM., etc.

ESPÈCES SURTOUT DISSÉMINÉES PAR LES ÉLÉPHANTS :

- Pennisetum purpureum* SCHM. (également disséminé par les buffles).
- Beaucoup de Cypéracées héliophytes.
- Acacia* spp.
- Dicrostachys glomerata* (FORSK.) HUTCH. et DALZ.
- Cordia ovalis* R. BR.

ESPÈCES SURTOUT DISSÉMINÉES PAR LES SANGLIERS :

- Beaucoup de Liliacées et d'Amaryllidacées de savanes (bulbes).

ESPÈCES SURTOUT DISSÉMINÉES PAR LES OISEAUX :

- Phoenix reclinata* JACQ. (probablement disséminé aussi par les sangliers).
- Trema guineensis* (SCH. et THONN.) FICALHO.
- Ficus gnaphalocarpa* (MIQ.) A. RICH. (également disséminé par les mammifères)
- Ficus Vallis-Choudae* DEL.
- Les Loranthacées (*Viscum* et *Loranthus*).
- Rhus natalensis* BERNH.
- Euphorbia arborescens*.
- Cissus* spp. et autres Vitacées.
- Hostundia opposita* VAHL.
- Carissa edulis* VAHL, etc.

CHAPITRE V

LES FEUX DE BROUSSE

L'étude des feux de brousse dans la plaine de la Rutshuru constituait un des objectifs de notre mission. Nous étions chargé, notamment, de réunir des observations touchant ce problème biogéographique et d'entamer une expérience de longue haleine destinée à mettre en évidence l'action des feux sur l'évolution des groupements végétaux reconnus dans la région.

Grâce à la collaboration dévouée du personnel local de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo belge, et notamment du Colonel R. HOIER, Conservateur, et du Commandant E. HUBERT, Attaché au Parc National Albert, ces expériences ont été continuées après notre séjour et sont actuellement encore en voie de développement.

Les résultats acquis ne pourront évidemment être exposés que dans un avenir encore assez éloigné. Nous nous proposons donc de remettre à plus tard un exposé complet de notre activité touchant ce point particulier de notre programme.

Il n'est cependant pas possible, dans un exposé phytogéographique, de négliger un facteur du milieu d'une telle importance. Dans la partie de ce mémoire consacrée à la description des groupements végétaux, nous étudierons brièvement l'action des feux sur les associations végétales qui en subissent les effets et nous nous référerons à quelques-unes des observations réunies au cours de notre séjour au Parc National Albert.

La « question des feux de brousse » est un des problèmes les plus controversés de la Biogéographie. C'est peut-être aussi un des sujets qui ont été le plus traités et sur lequel, cependant, on possède le moins d'informations précises.

Des travaux de mise au point ont paru ces dernières années, lesquels sont une source d'information précieuse et parfois très étendue; nous mentionnerons, parmi d'autres, un mémoire de ROBYNS (1938) pour le Congo belge et l'ouvrage consacré à la « terre incendiée », publié par KUHNHOLTZ-LORDAT (1938).

C'est pourquoi nous nous bornerons, dans le présent chapitre, à un exposé succinct de la question et à la confrontation des opinions émises avec les conclusions que nous dicte notre propre expérience. On trouvera, dans la quatrième partie de ce travail, quelques indications touchant l'influence synécologique des feux de brousse sur les principales associations végétales de la plaine des Rwindi-Rutshuru.

§ 1. NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES FEUX DE BROUSSE

1. Ce qu'il faut entendre par « feu de brousse ».

La plupart des auteurs incluent dans cette expression tout incendie de la végétation, que celle-ci soit forestière ou herbeuse, chacun élargissant ou restreignant sa définition au gré des circonstances. Mais beaucoup limitent l'usage de ce terme aux seules régions intertropicales et peu insistent sur le fait, pourtant primordial, que l'intervention des feux de brousse se produit surtout là où le climat comporte une alternance de saisons sèches et de saisons pluvieuses (HUMBERT, 1937).

Quant à nous, nous entendons spécifiquement par feux de brousse, au cours de notre exposé, *les feux courants propres aux groupements végétaux ouverts des régions intertropicales où le climat comporte au moins une période annuelle d'aridité relative*. Le concept ainsi circonscrit correspond d'ailleurs bien à la réalité, car la *propagation des feux courants* exige une certaine *sécheresse* de la matière combustible. Suivant des recherches effectuées à la Station expérimentale de Wind River, aux États-Unis, par exemple, l'incendie ne peut s'étendre *en forêt* que si l'humidité relative des matières inflammables est inférieure à 60 %, et il n'est intense que si celle-ci est inférieure à 20 % (d'après l'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE, 1933). Des normes analogues pourraient vraisemblablement être établies pour les groupements végétaux herbeux.

De nombreux auteurs ont décrit les circonstances qui accompagnent les feux courants et l'allure que prennent ceux-ci dans les savanes du Congo. Nous nous bornerons à renvoyer à ces descriptions; elles révèlent d'ailleurs une grande variété d'aspects dans les feux de brousse (voir Pl. XII, fig. 1 et 2).

2. Origine de la pratique des « feux de brousse ».

La pratique des feux de brousse est connue en Afrique depuis fort longtemps et elle existait bien avant l'arrivée des Européens. Les premiers navigateurs portugais observèrent des feux courants le long du littoral du Cap (MARLOTH, 1908; MICHELL, 1922; etc...). VASCO DE GAMA, dès 1497, appelait déjà le Cap : « terra de fume » (SIM, 1907).

Les auteurs sont unanimes à admettre que les feux courants de savane et de forêts claires ont sévi sur le continent africain depuis les temps préhistoriques.

Comme le souligne fort bien BRASART dans la préface de l'ouvrage déjà mentionné de KUHNHOLTZ-LORDAT, l'origine de l'usage des feux de brousse par l'homme n'est qu'un aspect de l'histoire de l'agriculture; l'incendie de la végétation naturelle fut pratiqué dès que les cultures et les pâturages se substituèrent progressivement et timidement au manteau végétal primitif.

3. Causes des « feux de brousse ».

Les feux de brousse sont provoqués soit par des agents naturels, soit par l'homme. Des classifications détaillées des facteurs qui les occasionnent, spécialement au Congo, ont été établies par VANDERYST (1931) et par ROBYNS (1938).

Les auteurs sont d'ailleurs unanimement d'accord pour reconnaître que la grande majorité des feux sont allumés par l'homme intentionnellement ou non. Cependant, la proportion des feux courants dus à des facteurs naturels n'est pas négligeable; la foudre est, parmi ceux-ci, le plus fréquent.

CLEMENTS (1916), PHILLIPS (1930b) et d'autres signalent avoir souvent constaté en Afrique orientale des incendies allumés par l'orage. Au Katanga, cependant, DELEVOY (1929) estime que les feux courants causés par la foudre sont rares, parce qu'il y a peu d'orages à l'époque où les herbes sont sèches. Au Bas-Congo également, VANDERYST (1932) déclare que ces incendies naturels sont très rares, mais ajoute que les savanes brûlent occasionnellement dans les régions inhabitées, ce qui implique la probabilité des « feux sauvages ».

Au cours de notre séjour dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, nous avons assisté, à deux reprises, à des incendies de savanes occasionnés par la foudre.

Une première fois, au début de septembre, c'est-à-dire à la fin de la saison sèche du solstice d'été, la foudre communiqua le feu à la savane desséchée à l'Est de la Rutshuru. Cet incendie fut d'ailleurs de courte durée et s'éteignit pendant la nuit.

Le 15 février 1938, enfin, la foudre tomba dans la région de Vitshumbi et probablement à d'autres endroits de la plaine, au cours d'un orage accompagné d'une chute de pluie insignifiante, et mit le feu à la savane. Nous ne relevâmes ce jour, en effet, qu'une chute de pluie de 1 mm. L'incendie débuta dans l'entre-Rwindi-Rutshuru, puis se communiqua à la rive gauche de la Rwindi, d'où il gagna même les escarpements. Durant plusieurs jours la savane brûla sans discontinuer sur plusieurs points à la fois.

D'autres feux courants allumés par la foudre ont été signalés à plusieurs reprises dans notre région; il semble que les orages y causent surtout des incendies étendus durant la grande saison sèche de décembre à février.

Ces observations précises, portant sur un laps de temps assez long déjà, montrent à l'évidence que l'*incendie naturel* des savanes herbeuses est inévitable et doit être considéré, dans l'*état de choses actuel*, comme un facteur inéluctable de la synécologie végétale dans notre territoire.

4. Époque et périodicité des « feux de brousse ».

La bibliographie ne fournit que fort peu de renseignements précis touchant les détails relatifs aux feux de brousse.

Les feux courants se produisent avant tout en saison sèche. Dans certaines régions à climat relativement aride, cependant, les incendies sont parfois allumés en toutes saisons. Leur propagation est d'ailleurs difficile hors du moment le plus propice.

Là où la savane est incendiée pour la chasse, le fait se produit une ou deux fois chaque année. Mais là où cette pratique ressortit avant tout à des fins zootechniques, ces feux sont parfois multipliés.

Dans certaines régions du Ruanda, comme le signale SCAËTTA (1932), les savanes sont incendiées deux à cinq fois par an.

Les feux sont également répartis régulièrement, au cours de la saison sèche, dans les régions d'élevage, où l'on ne brûle qu'une fois par an, de manière à disposer d'herbages jeunes à chaque époque de l'année.

Enfin l'usage d'incendier les savanes boisées très tôt au début de la saison sèche est fortement préconisé par les forestiers et appliqué en diverses régions africaines. Les incendies précoces seraient beaucoup moins violents, ce qui se comprend, et occasionneraient ainsi moins de dégâts aux arbres. Toutefois, la pratique de l'« early burning » comporte des conséquences dont l'étude devrait être entreprise à la lumière d'une expérience prolongée.

Tout ceci ne concerne évidemment que les incendies allumés intentionnellement par l'homme.

Comment se comportent, à ce point de vue, les feux naturels?

La saison sèche augmente évidemment les chances d'ignition, soit à l'occasion d'orages survenant isolément au cours de cette période d'aridité, soit, plus souvent, lors des premiers orages, souvent « secs », annonciateurs du retour de la saison des pluies.

Contrairement à ce qu'on pourrait croire, il n'est pas toujours aisé d'allumer un incendie de savane dans les régions à herbages courts. Les indigènes, nous l'avons souvent observé, sont parfois obligés de s'y prendre à plusieurs reprises; des foyers d'incendie s'éteignent sans se propager ou sans atteindre les limites prévues. Ceci est d'autant plus significatif que l'indigène choisit pour allumer les feux l'époque de l'année et le moment de la journée les plus favorables.

Ces observations fournissent quelques indications utiles touchant la périodicité des feux naturels. En effet, comme la chose se confirme dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, il nous paraît évident que la savane herbeuse n'est pas en mesure de nourrir un feu courant quelque peu étendu à chacune des saisons sèches de l'année, ou même d'une année à l'autre.

En voici une preuve : les rapports du Conservateur du Parc National Albert signalent que la foudre est tombée à nouveau dans la plaine des

Rwinda-Rutshuru, six mois après le grand feu courant du début de 1938, au cours de la saison sèche du mois de juillet; la savane, encore insuffisamment chargée, n'a pas permis l'extension de l'incendie.

Nous sommes persuadé qu'en fait les feux naturels ne parcourent la végétation herbeuse du type prévalant dans notre région que tous les deux à trois ans, en moyenne.

Cette opinion ne concerne évidemment que ce genre de savanes herbeuses et ne s'applique aucunement aux savanes secondaires à hautes herbes.

5. Rapidité de propagation et intensité des « feux de brousse » en fonction des facteurs climatiques.

La bibliographie n'apporte, à ce sujet encore, que fort peu de renseignements précis.

Certains auteurs parlent de feux se propageant, dans les savanes à hautes herbes, à la vitesse « d'un cheval au galop », mais cette affirmation ne se justifie guère en Afrique tropicale.

Il y a lieu de tenir compte, à ce point de vue, de la nature de la végétation, de l'orientation des feux par rapport au vent, de l'intensité de ce dernier et de la configuration orographique de la contrée.

Nous avons observé, dans la savane herbeuse à *Themeda*, des vitesses de propagation de l'incendie variant de 100 à 300 m. à l'heure. Poussé par un vent variant entre les degrés 4 à 5 de l'échelle de BEAUFORT, le feu atteint une vitesse de 300 m. à l'heure; contre le vent, celle-ci n'est que de 100 à 200 m. à l'heure.

L'action des feux est différente selon que l'incendie se propage au vent ou contre le vent. SCAËTTA (1937) a fort bien observé la chose : dans les savanes herbeuses, l'incendie allumé dans la direction du vent avance rapidement, les flammes brûlent les parties inférieures des touffes, tandis que les chaumes grillés et repliés s'accumulent sur le sol après le passage du feu; allumé contre le vent, l'incendie marche plus lentement et les flammes grillent l'ensemble des herbes jusque près de la surface du sol. Cette distinction est surtout valable dans les savanes à hautes herbes. Cependant, même dans les herbages courts, dans le genre de la savane à *Themeda* ou à *Bothriochloa*, on constate une différence assez nette : l'incendie progressant contre le vent est toujours plus intense. Par contre, les flammes montent moins haut et certains arbustes échappent plus facilement à leur action.

On comprend ainsi l'importance des vents dans les effets médiat et immédiat des feux de brousse. Dans une région comme la nôtre, où le changement de direction des vents au sol est un phénomène régulier, le sens de la marche du feu se répercute sur l'intensité de l'incendie.

VANDERYST (1931) fournit également quelques précisions : il remarque que la vitesse du feu est accrue si ce dernier est poussé par une brise forte,

ou bien — ce que nous avons également observé dans la plaine — si le feu remonte les pentes où se produit un appel d'air. Enfin, les feux courants s'éteindraient sous l'action de la rosée nocturne et leur violence serait maximum durant les heures les plus chaudes de la journée.

Une ondée survenant au moment où la savane desséchée est la proie de l'incendie ralentira la marche du feu, sans l'arrêter. Il faut déjà une pluie assez copieuse pour l'éteindre.

§ 2. FEUX DE BROUSSE ET TYPES DE VÉGÉTATION

Nous nous limiterons, dans ce paragraphe, aux types de végétation représentés en Afrique tropicale et particulièrement au Congo belge.

Certains auteurs — et nous visons spécialement ROBYNS (1938) pour le Congo belge — ont pris soin d'établir une distinction fort nette entre les divers types de végétation en ce qui concerne l'action réelle des feux courants. Cette distinction est d'autant plus nécessaire que sa méconnaissance constitue une source d'équivoques auxquelles se heurte toute discussion basée sur l'étude de textes souvent imprécis.

On ne saurait être, en effet, dans cette question de feux courants, ni trop précis, ni trop soucieux de détails relatifs aux conditions réelles du milieu.

Nous nous proposons surtout de déterminer, dans ce paragraphe, les types de végétation exposés, dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, aux atteintes des feux courants. Mais nous croyons bien faire en commençant par passer brièvement en revue les principales « formations végétales » représentées au Congo, en envisageant leur degré de vulnérabilité aux feux de brousse.

On s'étonnera de voir mentionnés ici certains groupements qui, par définition même, ne sont pas susceptibles d'entretenir des feux courants. Mais comme on invoque souvent l'action des feux sur les lisières de ces types de végétation, nous ne pouvons, semble-t-il, nous dispenser d'en dire quelques mots.

1. Forêts ombrophiles.

Nous visons ici les forêts toujours vertes, à couvert arborescent complet, vivant dans des conditions climatiques très favorables à la végétation durant la majeure partie de l'année. Telles sont, par exemple, la forêt équatoriale ou la forêt de montagne. Le degré d'humidité constamment élevé et l'absence d'une période d'aridité régulière excluent pratiquement l'intervention éventuelle des feux courants.

Tous les *observateurs* sont effectivement d'accord pour reconnaître que ces *massifs* forestiers sont parfaitement à l'abri des feux et qu'il n'est guère d'exemple d'incendie direct.

La forêt de ce type confine parfois, sur ses lisières, à des formations

herbeuses où sévissent les feux courants. Beaucoup d'auteurs admettent que, dans ce cas, les feux échouent en bordure; la frange arbustive éventuellement touchée par les flammes reverdit rapidement. Certains auteurs, ROUSSEAU (1932), par exemple, — encore s'agit-il vraisemblablement de forêts tropophiles, — admettent, au plus, que la forêt serait ainsi rongée en périphérie; le recul forestier imputable à cette action ne serait, au maximum, que de quelques mètres par an.

2. Forêts tropophiles denses.

Nous comprenons, sous cette rubrique, les forêts à recouvrement arborescent complet, dépourvues de tapis herbacé où dominant des herbes xérophiles, et formées, en majorité, d'essences caducifoliées. Les groupements forestiers du pourtour de la forêt équatoriale à *Triplochiton*, à *Celtis*, à *Terminalia*, etc. donnent une idée de ce type sylvatique.

Diverses formes de climax forestiers, en pays de savanes, appartiennent également à ce genre de forêts.

Le caractère de la tropophilie traduit clairement l'influence d'une période d'aridité.

La distinction entre forêt dense ombrophile et forêt dense tropophile n'est pas toujours faite par les auteurs, si bien qu'il est parfois difficile de déterminer le type forestier auquel il faut rapporter certaines observations. C'est ce qui explique le peu d'informations dont on dispose au sujet de ces forêts. A Madagascar, d'après PERRIER DE LA BÂTHIE (1921), la forêt à feuilles caduques, attaquée par les feux sur ses lisières, brûle lentement.

Au Congo même, certains auteurs (voir notamment VERSCHUEREN, 1914) décrivent des ravages importants causés dans la forêt par les feux de brousse. C'est probablement à ce type de forêt tropophile qu'il faut ramener ces observations, vivement combattues d'ailleurs et pertinemment critiquées par VERMOESEN (1921), RENIER (1921) et VANDERYST (1921).

L'absence de tapis inflammable dans ce type de forêt, remarquons-le, n'y permet pas, dans les conditions habituelles, la propagation des feux courants proprement dits. D'autre part, les lisières sont généralement protégées par un épais rideau arbustif qui résiste énergiquement aux atteintes des flammes et reverdit très rapidement, sans doute, là où il a été entamé.

3. Forêts sclérophylles.

Ce type forestier est assez répandu dans les régions centro-orientales de l'Afrique tropicale; il est caractérisé par la prédominance d'essences sempervirentes, à feuilles épaisses, coriaces et luisantes, généralement pourvues de diverses adaptations xérophytiques. Ce type de végétation caractérise les régions arides. On distingue divers types de forêts sclérophylles, selon la densité du couvert arborescent et le développement de la strate herbacée.

Lorsqu'il s'agit de forêts sclérophylles denses, complètement fermées, le tapis herbacé est nul ou mal développé et ne comporte pas d'herbes xérophiles facilement inflammables. Le massif boisé, dans ce cas, s'oppose totalement à la propagation de l'incendie. Tel est le cas, par exemple, des bosquets xérophiles à *Maerua* et *Carissa* que nous décrirons dans la plaine des Rwindi-Rutshuru.

Ce type de végétation est généralement en contact, à ses lisières, avec des savanes herbeuses où règnent les feux courants. Nous montrerons que, même en bordure et dans des conditions normales, ces groupements xérophiles souffrent fort peu de l'incendie.

Lorsque la forêt sclérophylle comporte un bon nombre de types succulents, comme c'est le cas dans la forêt à *Euphorbia Nyikae* de notre région, son incombustibilité s'accroît encore, et l'on peut affirmer que ce groupement est, au même titre que la forêt dense ombrophile ou tropophile, pratiquement incombustible et n'offre aucune prise au parcours des feux courants.

Il existe, par contre, des groupements sclérophylles ouverts, où règne une strate herbacée formée d'espèces xérophiles se desséchant en saison aride. Ces forêts peuvent alors être parcourues par les feux de brousse, au même titre que les savanes boisées. Le feu y prend d'ailleurs un caractère d'autant plus violent que la sécheresse est plus intense et le substrat plus aride. Tel est souvent le cas dans les formations sclérophylles ouvertes couvrant les champs de lave du Kivu; l'incendie, comme nous l'avons nous-même observé, s'y transforme en véritables « feux de cimes » et devient particulièrement destructeur (LEBRUN, 1942).

Les massifs de bruyères des montagnes du Congo appartiennent également au groupe des « formations sclérophylles ». On sait que les bruyères et autres groupements éricoïdes sont facilement la proie des flammes. Au Congo, cependant, nous manquons d'informations à ce sujet. Les bruyères sont rares et localisées souvent dans des endroits peu accessibles; elles ne confinent pas habituellement à des groupements végétaux où circulent normalement les feux courants et comportent souvent un épais tapis de muscinées gorgées d'eau. Ce sont là des conditions qui rendent peu probable le parcours des feux courants à travers ce type de végétation.

Les « forêts de bambous », autre formation montagnarde du Congo, pourraient également être rattachées à ce même type. Ces massifs de bambous se rencontrent sur les versants montagneux, à la limite supérieure de l'étage altitudinal où règne la plus forte pluviosité. Des sécheresses temporaires peuvent cependant se produire, à cette altitude, ce qui n'exclut donc pas totalement la possibilité des incendies. Mais nous croyons néanmoins la chose peu probable. Il existe, par contre, des « formations de bambous » à des altitudes plus basses que normales, où elles succèdent à des défrichements. Le bambou des montagnes africaines (*Arundinaria alpina* K. SCH.) se comporte, dans ces conditions, comme une plante très envahissante dans les jachères. Comme ces bambusaies confinent souvent à des

savanes secondaires parcourues par des feux courants assez violents, elles peuvent être incendiées, mais ce cas paraît rare. C'est vraisemblablement dans des conditions semblables que SCAËTTA (1932) a observé des forêts de bambous détruites par l'incendie.

4. « Forêts claires » et savanes boisées.

Nous groupons sous une rubrique commune ces deux types de « formations » souvent confondues et réunies par des types intermédiaires divers, bien que, au point de vue sociologique, il s'agisse de groupements bien différents.

L'expression de « savane boisée » désigne, en effet, une grande variété de types de végétation, allant d'une véritable forêt tropophile à une savane herbeuse parsemée d'essences ligneuses.

Nous préciserons ces termes en disant que la véritable savane boisée comporte une strate plus ou moins dense ou continue d'herbes héliophiles et xérophiles, formée surtout de graminées et qui fait défaut dans la véritable forêt tropophile. Avec la savane herbeuse, la savane boisée proprement dite est le domaine propre des feux courants.

Une première remarque s'impose : seul le tapis herbeux constitue la matière combustible; les arbres eux-mêmes échappent à l'incendie proprement dit, et, au pis aller, la charpente ligneuse subsistant intégralement, les feuilles et les pousses non aotées sont seules détruites. Les feux courants, dans la savane boisée, ne sont donc point des feux de forêt (DELEVOY, 1929; ROUSSEAU, 1932; AUBREVILLE, 1938).

L'intensité des feux est, pour une part notable, fonction du degré de recouvrement des arbres; lorsque le couvert est fermé, le feu, s'il circule encore, n'a qu'une violence réduite; dans la « savane riche », le feu est arrêté par le moindre obstacle (DELEVOY, 1929).

Dans la forêt ou le « bush » tropophile bien constitués, le feu ne circule pas, par manque d'aliment. Comme le dit HUMBERT (1938), « l'action de la foudre... est pratiquement nulle sur ces peuplements ligneux à l'état de climax, car les accidents qu'elle est susceptible de provoquer sont toujours extrêmement limités par suite de l'absence de nappe graminéenne continue capable de propager le feu ».

5. Savanes herbeuses.

Il y a lieu de distinguer, ici encore, de nombreux types de savanes herbeuses. L'intensité des incendies dans ces formations végétales est essentiellement fonction du degré de sécheresse de la matière végétale — dépendant elle-même des conditions climatiques — ainsi que de la hauteur et de la densité du tapis herbeux.

Les savanes les plus denses et les plus hautes, fournissant au total la masse la plus considérable de matières combustibles, sont celles qui appartiennent à des séries secondaires et sont souvent installées sur d'anciens sols

forestiers (savane à *Pennisetum purpureum*, savanes à *Imperata cylindrica*, etc.).

Les feux courants y sont intenses; aussi n'y rencontre-t-on que peu d'espèces arbustives.

Les savanes guinéennes à grandes Andropogonées (du type des savanes à *Hyparrhenia diplandra*) ou certains groupements herbeux montagnards (savanes à *Cymbopogon Afronardus*; savanes à *Hyparrhenia Cymbaria*, etc.) sont beaucoup moins denses déjà, mais comportent encore des herbes de taille assez élevée (1,2-2,5 m.). Le feu y est relativement violent encore, mais n'y est pas incompatible avec la présence d'espèces ligneuses.

Enfin, les savanes des régions les plus arides de l'Afrique sont constituées par des herbes de faible taille (0,30-1,20 m.) formant un tapis souvent discontinu. La savane à *Themeda* et *Heteropogon* qui domine dans la plaine des Rwindi-Rutshuru fournit un bon exemple de ce type de végétation. Les feux courants y sont peu violents et, comme le dit très justement VANDERYST (1931), on peut souvent les traverser sans difficulté.

6. Groupements ouverts de xérophytes.

Des types de végétation très xérique occupent les substrats les plus arides dans les régions herbeuses de l'Afrique tropicale : groupements d'herbes crassuléscentes, « bush » de buissons xérophytiques où dominent souvent les espèces charnues, pseudo-steppes à touffes de graminées très distantes, etc.

Les groupements désertiques ou subdésertiques, on le sait, sont à l'abri des feux. Il en va de même pour les types de végétation que nous avons en vue. Leur nature très ouverte et l'incombustibilité de beaucoup de leurs constituants s'opposent efficacement à la propagation de l'incendie.

Cette manière de voir est partagée par PERRIER DE LA BÂTHIE (1921) : à Madagascar le « bush » xérophytique et la végétation crassuléscente échappent aux atteintes du feu.

On pourrait rattacher à ce type de végétation les pelouses installées sur un substrat temporairement très aride, si fréquentes dans notre région, et dont le type principal sera décrit comme « pelouse à *Craterostigma* ». Le degré de recouvrement généralement faible de la végétation et le peu d'importance de la matière végétale combustible soustraient ces groupements aux incendies de savanes.

7. Groupements aquatiques et palustres.

Ce type de végétation est totalement à l'abri des feux courants, — cela va de soi, — pour autant que les marais ne se dessèchent pas d'une manière excessive et qui serait d'ailleurs préjudiciable au maintien de cette forme de végétation. Même dans les marais où le sol s'assèche complètement, le substrat conserve une certaine humidité et la végétation demeure suffisam-

ment verdoyante pour s'opposer à la propagation des incendies. Il en va de même pour certains types de savanes herbeuses installées dans les bas-fonds ou les cuvettes et où la terre retient, en toute saison, une humidité suffisante pour permettre aux herbes de végéter durant toute l'année.

8. Groupements rudéraux.

Dans les conditions normales, ce genre de végétation échappe totalement à l'incendie. PERRIER DE LA BÂTHIE (1921) a constaté la même chose à Madagascar.

*
**

Cette mise au point nous permet, à présent, de déterminer les types de végétation susceptibles, dans notre région, d'alimenter les feux courants ou de subir leurs atteintes.

Échappent totalement à l'incendie la végétation forestière ripicole qui se rapproche du type de la forêt ombrophile dense, la végétation aquatique et palustre y compris les savanes herbeuses marécageuses, les groupements pionniers sur substrat alternativement mouilleux et aride, les groupements colonisateurs des substrats arides où dominent les espèces charnues, la végétation rudérale.

Sont incombustibles, comme telles, mais peuvent être atteintes, en lisière, par les feux courants : la forêt à *Euphorbia Nyikae* et les bosquets xérophiles.

Enfin, les savanes herbeuses et les savanes boisées constituent la proie d'élection des feux de brousse.

Dans la partie de cet ouvrage consacrée plus spécialement à l'étude des groupements végétaux, nous décrirons les effets des feux de brousse et les réactions des végétaux propres à chacun des groupements envisagés dans ces deux dernières catégories.

§ 3. ACTION DES FEUX DE BROUSSE SUR LES VÉGÉTAUX

1. Action directe sur les végétaux.

A. PLANTES HERBACÉES. — Pour beaucoup d'auteurs (PERRIER DE LA BÂTHIE, 1921; DELEVOY, 1929, etc.) toutes les parties aériennes des herbes, des graminées notamment, sont entièrement consumées; pour d'autres, au contraire (VERMOESEN, 1931, etc.), les plantes herbacées ne sont que partiellement détruites; seules les feuilles et organes minces sont brûlés; les chaumes des graminées, éclatés aux nœuds, ne sont consumés qu'en partie.

Ces divergences de vue proviennent avant tout de l'imprécision des circonstances réelles de l'incendie. En fait, la destruction plus ou moins complète des herbes dépend de la nature de la formation végétale, du degré de dessiccation de la matière végétale, des conditions climatiques et physio-

graphiques, et notamment, comme nous l'avons déjà vu, de l'orientation et de la vitesse du vent.

Les observations effectuées dans la plaine des Rwindi-Rutshuru nous permettent, à ce point de vue, de faire les quelques remarques suivantes : Les parties aériennes de certaines espèces échappent totalement ou en grande partie à l'incendie, il s'agit notamment de certaines plantes gazonnantes ou humifuses qui, dans leurs portions inférieures, demeurent vertes en saison sèche. Certaines graminées du genre *Brachiaria*, des Vitacées du genre *Cissus*, des Commelinacées, par exemple, sont dans ce cas. Les végétaux de ce type forment souvent des gazonnements étroitement appliqués sur le sol; après le passage du feu ils apparaissent comme autant d'îlots verdoyants qui tranchent vivement sur le fond uniformément noir de la savane calcinée. Seules les portions périphériques sont atteintes et détruites par les flammes, qui, faute d'aliment, sont obligées de contourner ces larges touffes herbeuses. Comme les troncs d'arbres ou d'arbustes ou d'autres obstacles épars dans la savane (les termitières notamment), ces plages verdoyantes constituent une certaine protection pour les autres végétaux. En effet, les flammes ne se rejoignent qu'à une certaine distance, derrière ces obstacles, et, souvent, une petite étendue de la végétation échappe de cette façon à l'incendie.

Les plantes herbacées formant des rosettes radicales étroitement appliquées contre le sol n'offrent non plus aucune prise à l'atteinte des flammes.

Lorsque le feu a été violent, tout semble calciné; mais même alors, l'analyse minutieuse de la végétation, au moins dans les types de savanes prévalant dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, montre que des portions notables des plantes herbacées échappent, en fait, à la destruction directe.

Les graminées cespiteuses, par exemple, paraissent brûlées jusqu'à quelques centimètres au-dessus de la surface du sol. Cependant, en écartant les touffes, on constate que les bases des gaines foliaires et des chaumes, protégeant étroitement les innovations, ont échappé à la combustion. A l'intérieur de ces gerbes très serrées, *les jeunes pousses demeurent parfaitement intactes* (voir Pl. XXXI, fig. 2). Pour juger de plus près de l'efficacité de cette protection à l'égard des jeunes rejets chez les espèces cespiteuses, nous avons introduit un thermomètre à maximum, au cœur d'une touffe de *Themeda triandra* de 6 cm. de diamètre, de manière que la cuvette de mercure fût à peu près à 2 cm. au-dessus du niveau du sol, à la hauteur des jeunes pousses en voie de croissance. La lecture du thermomètre effectuée quelques instants après le passage du feu indiquait une température maximum de 29°5; la température-fronde de l'air, au même moment, était de 31°9. Cette mesure, tout imparfaite qu'elle est, porte à croire que la protection des gaines est particulièrement efficace: la température, à l'intérieur des touffes, ne s'élève guère à des niveaux critiques. On s'expliquera aisément la chose si l'on songe que, à la vitesse moyenne de la propagation du feu courant, de 120 m. à l'heure dans les cas considérés, la flamme décape

une touffe de graminées de 6 cm. de diamètre en moins de deux secondes. Toujours examinée de plus près, cette action des flammes sur les touffes cespiteuses apparaît comme plus superficielle encore. En effet, les feux les plus violents attaquent les graminées par la base et cisailent en quelque sorte les chaumes qui, chargés des limbes et des inflorescences desséchées et poussés par le souffle de l'incendie, retombent en s'écartant de la souche; c'est ainsi sectionnée que se consume la masse des matières végétales. On voit par là que la chaleur la plus vive ne se produit pas à proximité immédiate des gaines où s'abritent les jeunes innovations.

Beaucoup de graminées et de cypéracées des savanes herbeuses appartiennent à ce type cespiteux [*Themeda*, *Brachiaria platynota* (K. SCH.) ROBYNS, *Eragrostis*, *Cymbopogon*, *Hyparrhenia filipendula* (HOCHST.) STAPP, *Sporobolus*, *Panicum*, *Mariscus coloratus* (L.) NEES, etc.].

D'autres espèces herbacées ne sont point cespiteuses ou le sont faiblement, et ce mode de protection est alors inadéquat. Beaucoup d'entre elles paraissent complètement calcinées et ce sont des organes de persistance souterrains ou développés au ras du sol qui assurent, chez les plantes vivaces, la survie de l'individu.

Presque toutes les espèces annuelles sont entièrement brûlées et même, quand elles échappent en partie à l'incendie, elles se flétrissent rapidement et disparaissent. La pérennité de l'espèce repose ici sur la formation des graines et il est donc essentiel, à ce point de vue, que le feu passe après la période de fructification normale.

B. PLANTES SUFFRUTESCENTES. — Beaucoup de plantes vivaces des savanes développent des organes de persistance ou de réserve soit dans le sol, soit à fleur de terre et revêtent un port fruticuleux.

On constate, chez beaucoup de ces espèces, que la base lignifiée des tiges aériennes subsiste après le passage de l'incendie, sur une hauteur d'ailleurs très variable. On sait combien la marche est pénible dans une savane récemment incendiée; les indigènes circulant à pieds nus se blessent fréquemment à ces fragments de tiges durcies qui, fichées dans le sol et apparemment calcinées, échappent à la vue.

En réalité la vie est loin d'être éteinte dans ces moignons de tiges aériennes, car c'est sur eux que naissent les bourgeons destinés à reformer l'appareil aérien.

Ce type biologique est abondamment représenté dans les savanes herbeuses et nous en parlerons plus longuement dans un chapitre consacré spécialement aux formes biologiques.

C. PLANTES LIGNEUSES. — Pour certains auteurs (PHILLIPS, 1930; ROUSSEAU, 1932), les arbres et arbustes de savanes sont peu affectés par l'incendie. Les rameaux les plus délicats, comme le remarque ROUSSEAU, sont logés dans la cime et sont donc normalement à l'abri des flammes; le tronc lui-même est protégé et l'on n'observe qu'exceptionnellement des blessures

difficiles à guérir. Ces arbres, s'ils ont été atteints, reverdissent d'ailleurs très vite, tout au plus un mois ou deux après le passage de l'incendie, (HENKEL, 1928).

Pour ROBYNS (1938) les espèces tropophiles ne sont pas ou guère endommagées.

Pour d'autres auteurs, les dommages causés aux arbres de savane sont plus sérieux : les repousses sont brûlées, l'écorce est parfois éclatée, le tronc porte des tares au pied et devient souvent creux; là où les herbes sont hautes, les cimes elles-mêmes sont parfois détruites (DELEVOY, 1929).

Pour DE WILDEMAN (1930), certaines essences ont les feuilles entièrement brûlées chaque année; les *Acacia*, par exemple, seraient totalement défeuillées et il n'en resterait que la charpente et les épines.

Ces opinions diverses reposent, ici encore, sur des observations unilatérales.

Un premier fait nous semble bien établi : sauf dans les savanes secondaires à hautes herbes où les arbres sont rares, les cimes des espèces arborescentes qui dépassent — mettons, pour fixer les idées — 3 à 4 m. de hauteur échappent aux flammes. Cependant le feu atteint parfois les cimes là où les troncs sont entourés par une ceinture de hautes herbes (c'est plutôt l'inverse qui se produit dans les savanes boisées où l'ombrage des arbres fait disparaître les grandes herbes héliophiles) ou par une carapace lianeuse (ce qui est assez fréquent dans certains types de savanes entrecoupées de bosquets). Mais ce sont là, en réalité, des cas assez exceptionnels.

La chute du feuillage, chez les essences tropophiles au moins, ne revêt pas une grande signification, car ces espèces perdent normalement leurs feuilles, ou, si elles les conservent en partie, le feuillage ancien est destiné à être supplanté par une feuillaison nouvelle survenant aux premières pluies.

La question se pose autrement s'il s'agit d'un incendie survenant hors de saison; mais, dans ce cas, le feu est peu violent et il n'y a guère de chances que les cimes soient atteintes.

Le dommage est plus grand pour les espèces sclérophylles de la savane; qu'elles aient été léchées par les flammes ou simplement soumises, à proximité du feu, à une dessiccation plus ou moins intense, les feuilles tombent après le passage de l'incendie et le feuillage doit être intégralement remplacé. Nous décrirons d'ailleurs, dans la quatrième partie de cet ouvrage, quelques réactions spécifiques de certaines espèces sclérophylles à l'action des flammes.

Néanmoins, dans l'ensemble, la destruction totale du feuillage, si l'on comprend sous ce terme la plupart des rameaux non aotés, est plutôt exceptionnelle chez les *arbres adultes*.

La question se pose différemment s'il s'agit de *jeunes brins* directement exposés aux attaques de l'incendie. Nous examinerons ce cas plus loin.

Touchant les atteintes au tronc et à la charpente, les points de vue du sylviculteur et du botaniste sont assez différents. Ce dernier, s'il voit les arbres réagir victorieusement aux flammes, estimera, à juste titre, que la pérennité de l'espèce est assurée; il sera tenté de minimiser les dégâts de nature à déprécier la valeur sylvicole des essences; ceux-ci n'échappent point à l'observation du forestier.

En fait, après le passage de l'incendie, dans les conditions normales des savanes boisées des Rwindi-Rutshuru, peu d'arbres portent des blessures réellement sérieuses, mais nous rendons parfaitement compte que les feux courants répétés sont de nature à altérer sensiblement le développement harmonieux des troncs qu'apprécie, au premier chef, le sylviculteur. Nous préciserons ultérieurement la nature exacte de ces blessures.

Nous concluons de ce bref exposé relatif à l'action directe des feux courants sur les végétaux que, si pessimistes soient-ils, les auteurs reconnaissent quasi unanimement que le feu ne *tue point* les arbres *adultes* de la savane boisée : les dommages aux cimes sont habituellement faibles et les blessures au tronc et à la charpente sont assez superficielles au seul point de vue physiologique. On admettra volontiers que les arbres de la savane fréquemment incendiée n'acquièrent jamais les formes régulières souhaitées par l'économie forestière. Ces tares dendrologiques sont néanmoins dues, avant tout, à la répétition des feux, et il est possible de concevoir des savanes boisées, soumises au seul parcours des incendies naturels, dont les éléments ligneux présenteraient, dans l'ensemble, une croissance satisfaisante au point de vue sylvicole.

2. Action sur la croissance et le port des végétaux.

Nous distinguerons, ici également, trois principaux types de végétaux :

A. PLANTES HERBACÉES. — Tandis que le sol est noir, que tout semble brûlé et que le paysage prend un aspect de désolation aussitôt après le passage de l'incendie, quelques semaines plus tard, au contraire, les herbes rejettent vigoureusement et la savane revêt une parure verdoyante et printanière. C'est là un fait d'observation courante et qui n'est contesté par personne. Il est à la base de la pratique des incendies en zootechnie.

La promptitude de repousse des graminées est une chose réellement étonnante. Nous avons constaté, au cours de nos expériences, que trois ou quatre jours après le passage du feu, les jeunes innovations, souvent teintées de pourpre, se dégageaient déjà des touffes apparemment calcinées. Cette croissance extrêmement rapide prouve à elle seule et à suffisance que les jeunes pousses, chez les espèces cespiteuses, ne sont pas détruites par les flammes. On ne concevrait évidemment pas une repousse quasi subite, qui revêt tous les caractères propres à un étirement rapide d'organes préalablement formés, si la plante devait reformer de toutes pièces des organes aériens aux dépens des portions vivaces abritées dans le sol.

Ce reverdissement immédiat, presque instantané, de la savane herbeuse a été interprété de diverses manières; certains auteurs invoquent l'influence des rosées nocturnes, équivalant à l'apparition des premières pluies; d'autres font intervenir l'aération du sol ou l'accroissement de la luminosité (BUSSE, 1908); d'autres encore font appel à une augmentation de la température dans les couches superficielles du sol, agissant comme un véritable forçage (FRIES, 1921; MICHEL, 1922; HENSEL, 1923). Pour fixer les idées touchant cet échauffement du sol, encore accru par la présence d'une couche de cendres, nous dirons que la température monte à 35-50° durant les heures chaudes du jour sur la terre dénudée, tandis qu'elle ne dépasse point 24° à la surface du sol ombragé par les touffes de graminées en plein épanouissement. D'autre part, la lumière au niveau du sol dans la savane enherbée varie entre le 1/3 et le 1/5 de la luminosité totale.

Il nous est difficile de fixer la part de chacun de ces facteurs écologiques dans cette activation de la repousse des herbages et il ne paraît guère possible de déterminer actuellement l'élément écologique le plus actif à ce point de vue. Il est cependant un facteur physiologique à ne point perdre de vue et qui rend compte de ce « départ » rapide de la végétation. La période sèche, dans nos contrées, est une période de repos apparent pour la végétation, au même titre que l'hiver dans les régions tempérées, et, exactement comme les choses se passent dans cette dernière zone, les organes jeunes, destinés à croître durant la saison de végétation prochaine, sont entièrement préformés. Chez les plantes des régions tempérées l'étirement débute à la fin de l'hiver, de sorte que, aux premiers beaux jours, les plantes vernaies sont en plein développement en un très court laps de temps. Les phénomènes sont identiques dans la savane, où l'action brutale des feux place les végétaux dans des conditions de croissance favorables et permet un départ rapide d'organes entièrement préformés déjà. Les feux de saison sèche ne font donc que déclancher un « printemps » auquel les végétaux étaient déjà tout préparés.

Cette observation s'applique d'ailleurs tout aussi rigoureusement aux espèces fruticuleuses et ligneuses.

Des expériences poursuivies aux îles Philippines sont intéressantes à mentionner à ce propos; elles ont montré que les groupements herbeux reverdisaient plus vite après l'incendie qu'après le fauchage, ce qui se comprend aisément (MANRESA, PEPITE et SILVA, 1938).

Les plantes vivaces paraissent donc, à ce point de vue, quelque peu favorisées, mais, en fait, les plantes annuelles trouvent également des conditions de croissance aisées. Contrairement à l'opinion exprimée à diverses reprises et qui voit dans les feux un facteur défavorable aux plantes annuelles, nous avons constamment observé, dans notre région, que le passage de l'incendie était immédiatement suivi d'une levée active des plantes de ce type. Voici d'ailleurs les résultats d'une expérience entreprise à ce

sujet sur une parcelle de 100 m² de savane à *Themeda triandra* incendiée à titre expérimental, le 23 septembre 1937 :

Avant l'incendie, nous avons dénombré sur cette parcelle 17 pieds vivants ou desséchés appartenant à des espèces annuelles (*Tephrosia linearis* PERS., *Cassia mimosoides* L., *Conyza aegyptiaca* (L.) AIT., *Indigofera kengeleensis* DE WILD., *Coleus flavovirens* GÜRKE, etc.). Le 8 novembre 1937, 45 jours après le passage du feu, nous dénombrions 48 pieds ou plantules d'espèces annuelles et 52 le 6 février 1938.

Pour 6 pieds plus ou moins desséchés de *Tephrosia linearis* PERS. observés avant l'incendie, nous en relevions un accompagné de nombreuses plantules le 8 novembre et 41 pieds florifères le 6 février.

Cette expérience ne prouve rien de moins que le passage du feu n'est nullement un obstacle au développement des plantes annuelles.

Sans rechercher, pour l'instant, l'origine réelle des graines, nous remarquerons même que l'incendie est favorable aux thérophytes. En effet, le feu dégage les touffes de graminées d'une manière plus brutale et plus complète que ne le ferait la dessiccation normale du feuillage et offre ainsi à ce genre de plantes des possibilités de croissance sur un sol dégagé. Les plantes annuelles, d'autre part, ont généralement un enracinement superficiel et profitent au maximum des sels biogènes sous forme directement assimilable abandonnés à la surface du sol par les végétaux consumés. Parmi d'autres encore, ces raisons rendent compte de l'abondance des espèces annuelles en savane. Dans le groupement herbeux à *Themeda*, par exemple, les thérophytes représentent, en nombre, près d'un tiers de l'ensemble du cortège floristique. On dépasserait cependant notre pensée si l'on concluait de ce paragraphe que la présence des espèces annuelles dans les savanes herbeuses est due à l'action des feux courants. Cette présence, au contraire, y est normale, et nous prétendons simplement montrer que les feux ne sont pas de nature à les en exclure, bien au contraire.

B. PLANTES SUFFRUTESCENTES OU À ORGANES DE PERSISTANCE SOUTERRAINS TRÈS DÉVELOPPÉS. — Nous remarquerons d'abord que toutes les plantes bulbeuses ou tuberculifères (Orchidées, Liliacées, Amaryllidacées), à périodicité bien marquée et qui normalement dessèchent leurs organes aériens en saison aride, ne souffrent guère des atteintes du feu. On trouve parfois des plantes de ce type encore verdoyantes durant la saison sèche; dans ce cas leur pousse aérienne est détruite par le feu. Chez certains végétaux de ce type, les feuilles se dessèchent, mais leurs faisceaux fibro-vasculaires persistent à la base et forment de véritables touffes cespiteuses à la surface du sol (*Albuca fibrillosa* DE WILD., par exemple), protégeant étroitement et efficacement les jeunes hampes florifères. De nombreuses cypéracées xérophytiques possèdent une souche renflée en pseudo-bulbe et se comportent d'une façon analogue. Le passage du feu, chez ces espèces comme chez les graminées, déclanche la croissance et la floraison. Il en va de même,

encore, pour les plantes suffrutescentes. Nous décrivons ultérieurement quelques expériences relatives à la périodicité de la savane herbeuse à *Themeda* et *Heteropogon*. Nous en concluons que l'incendie des herbes, accentuant l'éclaircie de la savane qui se produit normalement en saison sèche, paraît favorable à ce genre de végétaux. C'est à cet effet de « printanisation » des feux courants qu'il faut attribuer une floraison extraordinaire du tapis végétal, souvent observée peu de temps après l'incendie.

Quelques auteurs attribuent le port suffrutescent de certains végétaux et, corrélativement, le développement parfois considérable des souches à la seule action des feux (par exemple, DE WILDEMAN, 1933). L'incendie détruit le bourgeon terminal et empêche la plante de croître normalement en l'obligeant à produire constamment des rejets de souche et à prendre un port multicaule ou buissonnant. Ces auteurs prennent argument sur le fait qu'il existerait des espèces normalement arborescentes qui deviendraient suffrutescentes là où les feux sont fréquents. Des cas précis de ce genre ont été cités et certains d'entre eux ont été réfutés sur le plan simplement systématique : les plantes fruticuleuses, d'une part, et arborescentes, d'autre part, n'appartiendraient pas à la même espèce (voir, à propos des espèces du genre *Annona*, ROBYNS et GHESQUIÈRE, 1934).

D'autres phytogéographes rapportent des cas précis de lianes ou d'arbustes forestiers qui, dans les groupements soumis aux feux courants, prennent un port buissonnant et deviennent même de véritables géophytes (CHEVALIER, 1903; HUMBERT, 1927).

Avant d'examiner plus à fond ces manières de voir, efforçons-nous de préciser, par l'observation directe, le mécanisme réel de l'action des feux sur ce type biologique.

Une espèce suffrutescente, comme *Courbonia camporum* GILG. et BENEDICT, par exemple, comporte une *souche* souterraine très épaisse, parfois ramifiée, ligneuse, bourrée de réserves (voir fig. 90 b). Au sommet de cet organe, un ou plusieurs axes émergent au-dessus de la surface du sol et atteignent une hauteur variable allant, assez exceptionnellement, jusqu'à 20 ou 30 cm. Ces axes aériens, fortement lignifiés et souvent terminés en bourrelet ou en tablette, émettent des tiges saisonnières portant les feuilles et les fleurs souvent rapprochées en faisceau ou en candélabre. Ces tiges saisonnières demeurent vertes et vimineuses et se dessèchent en grande partie après la fructification. Lorsque le feu passe, elles sont à peu près complètement détruites, mais les axes aériens ligneux demeurent parfaitement intacts; ce sont eux qui reforment les bourgeons destinés à fournir de nouvelles pousses saisonnières. La répétition de ce mode de croissance explique la formation de bourrelets, dus exactement au même phénomène qui provoque la formation des « têtards » chez les saules et autres arbustes régulièrement taillés à une certaine hauteur. Des bourgeons peuvent également se former sur les moignons de tiges saisonnières, qui s'épaississent, se lignifient et deviennent à leur tour des « têtards ». L'axe initial, vieilli

et usé, s'enfonce en même temps que s'accroît la portion souterraine; il est ainsi remplacé par des axes latéraux; ceux-ci fonctionnent, à leur tour, de la même façon. C'est ainsi que se produit la ramification apicale apparente de l'organe hypogé.

Avec des variantes diverses, l'architecture de la plupart des végétaux suffrutescents des savanes peut se ramener à ce type morphologique fondamental et le mode de fonctionnement est très analogue.

Qu'advient-il des plantes de ce genre en l'absence de feux courants? Nous avons eu l'occasion de l'observer à diverses reprises, dans des savanes qui n'avaient plus été brûlées depuis trois ans. Les tiges saisonnières, non aoûtées, se sont fanées en saison sèche, mais en général *moins près de la surface du sol*. Les « têtards » et la base des tiges saisonnières, à leur tour, ont rejeté de nouveaux axes aériens qui se sont comportés de la même façon. On voit donc par là que le fonctionnement avec ou sans feu est resté identique, mais le niveau général de ces sortes d'arbuscules s'est élevé, du fait de l'allongement de la base persistante des tiges saisonnières. Ce dispositif est d'ailleurs très avantageux pour des plantes éminemment héliophiles, comme le sont tous les végétaux de ce type; le rehaussement du niveau évite l'étouffement par l'amas de matières végétales desséchées que produisent les graminées de la savane.

Il semble bien acquis, en tous cas, qu'un végétal de ce type est incapable, en l'absence de l'incendie, de former un véritable arbuste et que la destruction des bourgeons terminaux ne résulte point des feux courants. En fait, il est très facile de constater qu'il n'y a pas de bourgeon terminal, au moins sur les rejets saisonniers, car ces derniers résultent du développement complet et de l'épuisement de bourgeons nés latéralement sur l'axe primaire ou sur les axes secondaires, ainsi que nous l'avons vu précédemment. *Mutatis mutandis*, il est invraisemblable de croire qu'au stade actuel de l'évolution des végétaux un arbuste érigé puisse se transformer en un végétal d'un type relativement aussi modifié et à fonctionnement aussi complexe. Ce qui, évidemment, ne signifie pas qu'il faille nier toute pertinence aux observations précises rapportées à ce sujet. Nous convenons parfaitement que l'incendie puisse maintenir à l'état de *buisson* un végétal destiné normalement à devenir un arbre ou un arbuste, au même titre qu'il est possible, à force de mutilations, d'obtenir un vieux chêne de quelques décimètres de hauteur. Mais le saule traité en « têtard » ne forme pas de souche hypogée, et il suffit d'abandonner la taille pour le voir reprendre son mode de croissance spécifique !

Il faut tenir compte, enfin, d'une grande plasticité écologique que manifestent de nombreux végétaux. Des lianes, privées de support, prennent un port érigé; le fait est bien connu, pour de nombreuses Connaracées, par exemple, même en forêt équatoriale. Beaucoup de Convolvulacées de savanes, normalement grimpantes, rampent sur le sol en l'absence de tuteur et, par le fait même, raccourcissent manifestement leurs axes aériens. Que sous

l'action d'un milieu très différent, auquel se surajoute l'influence des feux, cette « pseudo-liane » érigée demeure basse et buissonnante, la chose est fort vraisemblable et se conçoit aisément.

Nous connaissons également des cas où des espèces plastiques, vivant dans des milieux différents, modifient leur comportement saisonnier. Un exemple en est fourni par certaines lianes sylvestres vivant en savanes, où elles prennent un port érigé. CHEVALIER (1903) lui-même, en rapportant ce cas, signale que la plante se dessèche après avoir fleuri et fructifié; elle est ensuite consumée par l'incendie. On voit donc, d'après l'excellent observateur qu'est le Professeur CHEVALIER, que l'action du feu *suit* celle du milieu; ce dernier impose, au premier chef, la modification du comportement biologique et entraîne la trophophilie.

C. PLANTES LIGNEUSES. — De nombreux auteurs estiment que les feux de brousse modifient le port des arbustes et des arbres de savane (GIBBS, 1906; BUSSE, 1908; BEWS, 1925 et 1927; HENKEL, 1928; HUMBERT, 1927, etc.). Cette modification provient essentiellement de la destruction périodique des rameaux non aoûtés atteints par les flammes et du développement de bourgeons adventifs sur les portions du tronc ou des branches blessées par l'incendie. Il en résulterait ainsi une série de formes caractéristiques, considérées comme de véritables adaptations. Nous examinerons plus loin ce qu'il faut penser de ces adaptations aux feux de brousse.

Diverses observations effectuées sur des arbustes de savanes, appartenant soit à des espèces trophophiles, soit à des espèces sclérophylles, et dont certaines sont rapportées en détail dans la 4^e partie de ce mémoire, ont montré que le passage des feux favorise un port buissonnant, ceci au moins dans le jeune âge et pour les espèces qui, normalement, développent un tronc proprement dit. De jeunes *Acacia*, par exemple, âgés d'un an à un an et demi, échappent à l'incendie, mais leurs tiges sont en partie détruites. Sur les portions demeurées vivantes se développent ultérieurement un grand nombre de bourgeons basilaires dont l'étirement tend à conférer à l'arbuste un port multicaule ou buissonnant. A la longue, le tronc se reforme évidemment, mais conserve les traces de ces vicissitudes.

Des observations effectuées dans la savane boisée du Katanga ont montré que les jeunes plants échappant à l'incendie donnent de 4 à 10, parfois même 15 tiges issues de la souche persistante; ce buissonnement se constate chez diverses espèces des genres *Brachystegia*, *Afrormosia*, *Parinari*, *Berlinia* (PAQUAY in DELEVOY, 1938). Aussi peut-on souscrire au point de vue des forestiers lorsqu'ils déclarent que l'accroissement de ces arbres régulièrement atteints par le feu est irrégulier et donne des formes peu favorables au point de vue dendrologique. Si la plupart des arbres du même type subissent des malformations de ce genre, il n'en est pas moins vrai que beaucoup d'entre eux demeurent parfaitement indemnes, par suite d'une moindre violence de l'incendie ou grâce à une situation plus ou moins privilégiée.

DELEVOY (1938) estime que dans la savane boisée du Katanga, 30 % des semis et 60 % des rejets et drageons portent des tares attribuables au feu. Les sujets apparemment sains sont néanmoins tordus ou fourchus dans la proportion de 90 %.

Par contre, ces mêmes *Acacia*, dès qu'ils sont plus âgés et qu'ils atteignent 2 ans et plus, maintiennent sans grand dommage leur tige principale après le passage du feu. Seule la cime souffre quelque peu chez les individus de faible taille. Des rejets du tronc sont parfois détruits, mais sont rapidement remplacés.

On voit donc, d'après cet ensemble de faits, que les feux espacés, tels que le sont les feux naturels, n'apportent qu'un minimum de perturbation à la croissance des arbustes; leur éloignement dans le temps permet en effet à ces végétaux d'acquiescer la robustesse nécessaire à une résistance très efficace.

Quelle est la nature exacte des « blessures » parfois produites par le feu aux troncs et aux branches ? Il arrive que l'écorce épaisse recouvrant le tronc de certaines espèces fournisse au feu un aliment dont la combustion se poursuit lentement — sur des surfaces, à vrai dire, assez réduites — après le passage des flammes. Le feu ronge ainsi l'écorce, quelquefois jusqu'au cambium, et il se forme des plaies recouvertes à la longue par un cal de cicatrisation. Des dommages analogues ne s'observent jamais sur des arbres dépourvus d'un épais rhytidome, ni sur les jeunes plants. On aboutit ainsi à cette constatation paradoxale qu'une disposition souvent invoquée comme particulièrement favorable à la protection contre le feu est à l'origine de profondes blessures dues à l'incendie. Ce fait, facile à observer, montre bien que la protection des troncs par un rhytidome liégeux répond à d'autres sollicitations.

Plus fréquentes sont les blessures produites aux chicots qu'abandonnent, sur le tronc, des branches fracturées ou arrachées par des animaux, des éléphants surtout. Ces plaies se referment à la longue et donnent souvent origine à des chancres plus ou moins volumineux. Sur les troncs ou les branches écorcées par les éléphants — accident qui n'est pas rare chez certaines espèces — le bourrelet cicatriciel se couvre souvent de bourgeons adventifs dont la croissance entraîne la formation de faisceaux de rameaux adventifs, un peu à la façon des tilleuls taillés.

Enfin, immédiatement à la base des rameaux non acôtés détruits par le feu, il se forme souvent un cal cicatriciel sur lequel se développent de nombreuses branches latérales.

Les formes noueuses et tortues redevables au feu — il est curieux de le remarquer — se produisent surtout chez les espèces qui, normalement, prennent un développement de ce genre. Chez des essences développant un tronc droit et une cime généralement régulière (*Cordia*, par exemple, pour prendre le cas d'un arbre tropophile), les atteintes du feu n'entraînent pas une croissance irrégulière. Si la tige principale vient à être détruite, un jet

latéral se redresse et reprend sa place; peu de repousses naissent sur les blessures éventuelles. L'arbuste reforme rapidement son architecture régulière sans manifester de tendance à un port buissonnant.

On pourrait résumer ces faits par l'affirmation suivante : le feu favorise le port buissonnant et touffu chez les espèces qui, normalement, revêtent une physionomie semblable. Un exemple manifeste nous est fourni, entre autres, par *Carissa edulis* VAHL.

3. Action sur la reproduction des végétaux.

Le feu, avons-nous vu, déclanche, chez beaucoup d'espèces, une sorte de « printanisation »; celle-ci se traduit, notamment, par l'accélération de la floraison, d'ailleurs latente et qui se serait normalement produite à la fin de la saison sèche. Ce phénomène est bien connu et a été décrit par de nombreux observateurs. Cette stimulation de la floraison est d'ailleurs une conséquence *indirecte* du passage des feux : la combustion des matières desséchées, comme telle, n'y intervient en aucune façon.

Les feux tardifs, survenant au moment où la savane est « en fleurs », détruisent au contraire les pousses florifères. Des feux *naturels* tardifs, s'il se produisent, doivent être cependant exceptionnels, car la savane brûle mal et le feu ne se propage guère à ce stade printanier; le tapis herbeux, en effet, renferme à cette époque un grand nombre de jeunes pousses gorgées de sève.

Dans les régions à climat irrégulier, comme c'est le cas dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, de nombreux végétaux n'offrent qu'une périodicité peu individualisée et fleurissent même en saison sèche; le passage du feu à cette saison détruit évidemment les pousses florifères. Les herbes vivaces ne paraissent guère en souffrir, car elles rejettent rapidement et vigoureusement; nous avons vu, d'autre part, que les herbes annuelles tirent parti de la dénudation du sol. Aux seuls points de vue de la floraison et de la fructification, les pertes ainsi occasionnées n'ont guère d'importance, car les plantes ne sont point surprises au moment optimum de la floraison. On pourrait suggestivement évoquer une comparaison avec les plantes qui, dans les régions tempérées, à la faveur d'un hiver particulièrement doux, persistent et continuent à fleurir et se voient brusquement détruites par une vague de froid intense.

Lors du passage des feux, une certaine proportion de boutons floraux est détruite dans les couronnes des arbres, mais, dans l'ensemble, ces dégâts apparaissent comme insignifiants, d'autant plus que le feu atteint exceptionnellement la cime des arbres reproducteurs.

On attribue parfois aux feux de brousse une action réellement nocive sur la floraison de certaines essences de savanes. HENRY (1918), par exemple, estime que l'incendie de la brousse brûle les fleurs et les jeunes fruits du « karité » dans les régions soudanaises, au point de compromettre la récolte.

Certains auteurs estiment que la fructification des végétaux soumis aux feux courants est entravée, déficitaire, voire nulle. Pour apprécier exactement cette opinion, il ne faut point perdre de vue que les feux normaux surviennent au moment où la fructification est généralement terminée; il ne pourrait donc s'agir que d'une action indirecte sur leur aptitude à fructifier.

On ne dispose pas, semble-t-il, d'expériences précises à ce point de vue; la grande majorité des végétaux « savaniques », cependant, — l'observation permet de s'en rendre compte immédiatement, — ont une fructification normale.

Beaucoup de fruits charnus résistent parfaitement au feu. On retrouve, par exemple, sur le parcours de l'incendie, des fruits de *Solanum* absolument intacts.

L'action des feux sur les graines a fait l'objet de controverses suivies. Pour certains auteurs, les graines sont détruites sans exception; pour d'autres, elles échappent en grande majorité; on connaît enfin des cas où leur faculté germinative est activée par l'incendie (voir à propos de l'action des feux sur les graines: PERRIER DE LA BÂTHIE, 1921; MICHELL, 1922; PHILLIPS, 1930, etc.).

Des observations précises effectuées par MICHELL (1922) ont montré, après le passage du feu, une germination normale de nombreux végétaux à graines lourdes, donc vraisemblablement non apportées.

Nous parlerons, à propos de la savane boisée, des espèces dont les graines lèvent activement après l'incendie, ce qui est vraisemblablement le cas pour *Dicrostachys glomerata* (FORSK.) CHIOV. et pour diverses espèces d'*Acacia*. Ce fait, d'ailleurs bien connu, est à la base de certaines pratiques de régénération forestière.

Les graines enterrées et celles qui sont disséminées à la surface du sol sont vraisemblablement soustraites, pour une bonne part, à l'incendie, au moins dans nos conditions d'observation. Il suffit d'ailleurs de songer à la rapidité du passage des flammes. Le cas est vraisemblablement différent pour les graines sèches encore portées par les végétaux sur pied; mais, ici également, il faut se rappeler qu'à l'époque des feux courants habituels la dissémination est, en majeure partie, déjà assurée.

Nos observations confirment le fait que le plus grand nombre des plantules sont détruites; cette destruction résulte moins de l'action directe de la flamme que de la dessiccation assez intense résultant du passage des feux courants. Dans un carré de savane à *Themeda*, où nous avons dénombré cinq plantules assez fortes d'*Acacia*, quatre d'entre elles n'ont pu être retrouvées après l'incendie. Il s'agissait ici de jeunes pieds âgés de quelques mois.

Nous pouvons tirer des chiffres précis des observations faites au Katanga par URBACH et publiées par DELEVOY (1938). Les recrues de 2-3 ans seraient détruits dans la proportion de 95 % par les feux de brousse. A s'en

tenir à ces observations, il semblerait que les jeunes brins dussent attendre au moins 3 ans pour résister d'une manière satisfaisante aux feux dans les savanes boisées katangiennes. A cet âge, dans nos savanes de l'Est du Congo, où ces feux paraissent d'ailleurs moins vifs, ces jeunes plants sont déjà très résistants.

La résistance des plantules dépend, sans doute, pour une bonne part, de la puissance de l'enracinement développé au cours de la saison favorable; seuls persistent ou rejettent les jeunes pieds déjà profondément ancrés dans le sol (AUBREVILLE, 1938).

C'est dans cette destruction des jeunes plantules que réside probablement l'effet nocif le plus accusé des feux de brousse; cette nocivité, nous le remarquons immédiatement, est d'autant plus grande que les feux sont plus rapprochés. D'après ce que nous avons vu précédemment, il suffit d'une année entière sans feux de brousse pour assurer, quasi à coup sûr, la survivance d'une bonne partie des semis de certaines espèces arborescentes, telles que les *Acacia* au moins. SWYNNERTON (1917) a déjà fait la même remarque dans la savane boisée de Rhodésie et il constate qu'il suffit d'une année sans feu pour que les « seedlings » résistent. Nous remarquerons, ici encore, que les feux sauvages, normalement espacés, ne sont pas un obstacle à la végétation ligneuse des savanes.

On connaît néanmoins de nombreuses plantules capables de résister aux feux courants.

§ 4. ADAPTATIONS AUX FEUX DE BROUSSE. LES PYROPHYTES

Nous avons envisagé, dans les notes précédentes, la réaction des végétaux au sein de groupements soumis aux feux depuis des temps immémoriaux. On pourrait donc nous objecter, à très juste titre, que, si le résultat de nos observations indique, d'une manière générale, un comportement assez satisfaisant des végétaux, cela tient au fait que notre étude porte sur les seules plantes ou groupements maintenus ou installés à la faveur du feu. Il serait étonnant dès lors que nos observations aboutissent à un résultat différent, puisque nous étudions une végétation *adaptée*. Il est même piquant de constater que, au contraire, les observations effectuées révèlent parfois une résistance incomplète; cette accommodation, en quelque sorte, n'est pas parfaite.

Beaucoup d'auteurs, en effet, admettent que diverses dispositions végétales ont une véritable signification adaptatrice à l'égard du feu. Certaines espèces paraissent favorisées ou stimulées par le passage du feu. La dénomination de *pyrophyte* a été créée pour ces végétaux. Faut-il entendre par là qu'il existe des plantes dont le développement et la vitalité requièrent l'incendie et dont l'existence actuelle ne se concevrait qu'en fonction du feu, au même titre, par exemple, qu'un halophyte postule un substrat salin ou une espèce nitrophile un sol riche en sels azotés? En d'autres termes, une

garigue à kermès, une lande à fougère-aigle ou une prairie à *Molinia* exigent-elles un milieu dont un des facteurs indispensables serait l'incendie ? La chose est évidemment peu probable.

Les pyrophytes sont, avant tout, des végétaux résistant aux incendies là où d'autres succombent. Ils sont indirectement favorisés par le feu, qui supprime ou diminue la concurrence. On peut en déduire, *a priori*, que l'adaptation au feu, chez ces espèces, est réalisée par des caractères répondant, à l'origine, à des appropriations à d'autres éléments du milieu.

De nombreuses dispositions ont été considérées, chez les plantes des savanes, comme favorables à la résistance aux feux courants.

D'après HUMBERT (1937), ces adaptations peuvent être classées en particularités anatomiques et particularités biologiques.

KUHNHOLTZ-LORDAT (1938) classe les pyrophytes de la manière suivante :

a) Pyrophytes à résistance passive : espèces incombustibles ou peu combustibles.

b) Pyrophytes à réactions végétatives : résistant aux feux grâce à leur aptitude à bourgeonner après destruction partielle ou totale de leurs organes aériens :

1° par bourgeonnement aérien;

2° par bourgeonnement souterrain.

c) Pyrophytes à résistance indirecte, créant, autour d'eux, des conditions défavorables à la propagation de l'incendie.

d) Pyrophytes sociaux, dont les peuplements prennent une grande extension après l'incendie, par voie de semis.

Nous rappellerons brièvement quelques-unes des dispositions souvent invoquées, en nous attachant à rechercher si elles peuvent être interprétées comme répondant à des conditions du milieu plus fondamentales.

1. Protection des troncs et des branches par un rhytidome épais.

Beaucoup d'arbres des savanes ont le tronc entouré par une véritable carapace subéreuse protégeant le cambium. Cette protection est, à première vue, très efficace pour défendre les portions tendres et vitales contre les atteintes des flammes. En réalité, il s'agit souvent d'un rhytidome craquelé et fort sec, qui donne parfois prise à une combustion lente. Nous avons observé des cas de blessures au tronc provenant de la combustion de cette écorce. Enfin, certains arbres de ce type fournissent des exsudats favorisant ou alimentant la combustion. Dans certains cas, cette adaptation présumée se retourne contre le végétal qui est prémuni. Il est juste de dire, à la vérité, que ce cas est assez rare, mais il suffit pour mettre en doute la signification réelle de cette disposition.

Des arbres pourvus d'une écorce liégeuse se rencontrent dans de nom-

breux groupements végétaux propres aux régions où règne une période d'aridité caractérisée par un déficit de saturation de l'atmosphère très accusé, même là où l'incendie ne circule pas ou est exceptionnel. Cette disposition est d'ailleurs considérée par tous les phytogéographes comme une modalité du phénomène plus général de xérophytisme. On peut donc croire que, si adaptation il y a vis-à-vis des feux, elle est secondaire eu égard à l'appropriation à la sécheresse climatique régnant dans toutes les régions où se rencontre ce type végétal.

2. Plantes succulentes.

Divers auteurs (entre autres BUSSE, 1908) considèrent la succulence, surtout chez les types ligneux, comme une réelle adaptation aux feux courants. Le cas semble ici particulièrement clair. Ce type végétal, en effet, est considéré, au premier chef, comme une adaptation fondamentale à la sécheresse. Et, de fait, les plantes cactiformes, à des degrés divers, sont surtout répandues dans les pays désertiques ou subdésertiques, où ne sévit point le régime du feu. Si ce type biologique est favorable à la résistance aux incendies, ce ne l'est, évidemment, qu'à titre secondaire.

3. Architecture des types ligneux.

Le port buissonnant de certains arbustes ou la forme des cimes ont été mis en relation avec les feux courants. Ainsi l'étagement en « parasol » serait une adaptation permettant à l'arbre de développer une cime étendue hors d'atteinte des flammes.

Nous avons vu précédemment ce qu'il fallait penser du port buissonnant manifesté surtout par les végétaux présentant normalement cette tendance.

La formation de couronnes aplaties a été parfois mise en relation avec l'influence du vent. Actuellement, cette disposition est plutôt considérée comme une adaptation aux facteurs du milieu, principalement à la lumière. D'après NOLDE (1941), cette forme de cime permet une plus grande utilisation de la lumière, une diminution de l'absorption de chaleur, ainsi qu'un abaissement de l'évaporation du sol.

D'après HAGERUP (1930b), la forme en parasol de la cime d'*Acacia Seyal* DEL. faciliterait l'insolation directe des rameaux disposés horizontalement. Les feuilles, en effet, ne joueraient qu'un rôle fort accessoire dans l'élaboration chlorophyllienne, cette fonction étant principalement assurée par l'écorce des rameaux, très riche en chlorophylle et entourée par un épiderme à contenu transparent.

Il semble, ici encore, que la diversité des types morphologiques corresponde plutôt à des facteurs internes ou externes, parmi lesquels les éléments climatiques et pédologiques jouent un rôle prépondérant.

4. Présence d'organes de persistance hypogés.

La persistance souterraine se rencontre, avant tout, chez des plantes soumises à une période défavorable et dont le cycle végétatif est assez court, comme celles qui habitent des régions à hiver froid ou à sécheresse estivale prononcée, les plantes vernaies sylvatiques, etc. Comme le dit RAUNKIAER (1905), « ces plantes sont particulièrement adaptées aux conditions d'existence des régions à saison sèche prolongée et plus ou moins rigoureuse ».

En fait, comme nous le montrerons, les véritables géophytes, portant des bourgeons saisonniers dans le sol même, sont peu fréquents dans nos savanes. Par contre, les végétaux à souche souterraine épaisse, développant des rameaux saisonniers, sont très abondants. Mais ici les bourgeons sont portés, comme nous l'avons vu, sur des axes aériens fort peu élevés au-dessus du niveau du sol. Ce sont des chaméphytes sous-ligneux ou suffrutescents au sens de RAUNKIAER. Ce genre de plantes est surtout répandu dans les régions tempérées chaudes ou tropicales à saison sèche prolongée et cette disposition est considérée, à juste titre, comme une adaptation manifeste au climat. On rencontre des plantes du même type dans des groupements végétaux où le feu ne pénètre pas ou est rare. Il semble donc bien que le fait fondamental et réellement significatif à l'égard de ce type morphologique est, avant tout, une propriété commune aux diverses stations où l'on rencontre ces plantes, c'est-à-dire une période d'aridité. Pour cette catégorie de végétaux encore, nous arrivons à la conclusion que l'adaptation aux feux de brousse, si elle existe, est secondaire par rapport à l'adaptation essentielle aux conditions climatiques. Il est de fait, avons-nous vu, que l'influence des feux se marque, chez ces plantes, par un raccourcissement des tiges aériennes pérennantes, mais il n'y a là qu'une modalité très semblable à celle que produirait, par exemple, une sécheresse excessive. Partant de cette observation, nous pourrions même préciser nos conclusions, en disant que l'influence des feux agit dans le même sens que la sécheresse et se surajoute à son action propre. Dès lors apparaîtront comme spécialement adaptées au régime des feux courants toutes les espèces particulièrement résistantes à l'aridité du milieu ambiant.

5. Formation de touffes cespiteuses.

Cette disposition si caractéristique chez beaucoup de graminées de savanes se retrouve d'ailleurs chez bon nombre de plantes appartenant à d'autres familles végétales; elle a été mise en relation également avec la protection à l'égard des feux courants (CHEVALIER, 1929; BOUILLENNE, 1930, etc.). Cette adaptation résulterait de la formation d'une touffe compacte formant saillie au-dessus de la surface du sol. Ce manchon protecteur très serré ne permet pas aux flammes d'atteindre les organes jeunes étroitement protégés par les gaines foliaires persistantes, se réduisant parfois en fibrilles,

ou devenant coriaces, ou émettant même des exsudats protecteurs chez certaines espèces. Nous avons d'ailleurs souligné précédemment l'efficacité très réelle de ce mode de protection.

Cette disposition cespiteuse n'est aucunement propre aux groupements végétaux incendiés, mais le passage des feux courants accentue évidemment cette différenciation et la rend très apparente, tandis qu'elle échappe facilement à la vue dans les types de végétation où ne sévit point l'incendie. Les flammes, en effet, suppriment complètement toutes les parties desséchées et combustibles qui surmontent le manchon basilaire, alors que la sécheresse, moins brutale dans son action, laisse persister une partie des chaumes et des limbes foliaires qui masquent partiellement cet arrangement.

On retrouve d'ailleurs des graminées qui présentent à un haut degré cette différenciation caractéristique dans des groupements ouverts, à aspect de pelouse, où le feu est incapable de se propager. Ici encore, il convient de faire appel à des causes plus fondamentales pour interpréter cette organisation morphologique, et la sécheresse périodique du climat rend compte, une fois de plus, de son utilité et de sa généralité chez de nombreux types végétaux.

L'organisation des touffes cespiteuses est un mode de protection des jeunes pousses très efficace à l'égard de la saison sèche, au même titre que la protection des bourgeons par des écailles ou des dispositions diverses, ce qu'aucun auteur, cependant, ne prétend attribuer à l'action des feux. Il n'y a cependant, entre ces deux dispositions protectrices, qu'une différence dans la modalité de réalisation, différence facilement explicable par une diversité des types biologiques, tandis que le principe de la protection demeure identique. Ce qui est fondamental dans cette adaptation c'est la protection contre les intempéries du climat, tandis que la protection contre le feu, si efficace cependant, n'est que le résultat d'une disposition primitive dont la portée est tout autre.

Diverses autres adaptations encore ont été invoquées. Mentionnons, notamment, la résistance aux feux grâce à la structure anatomique ou à la composition chimique de l'écorce et du bois, la faculté de rejeter de souche ou de drageonner, la faculté de se ressemer sur un sol dénudé, l'enterrement des plantules par l'allongement des cotylédons, etc.

Il serait aisé de montrer que la plupart de ces adaptations répondent à des facteurs mésologiques plus fondamentaux que l'action du feu et se ramènent pour la plupart et en fin de compte à une protection contre les rigueurs du climat, la sécheresse tout particulièrement. Et de fait ces dispositions sont, en majorité, à classer parmi les adaptations dites xérophytiques. Les pyrophytes de nos régions sont avant tout des xérophytes, et la grande efficacité de leurs dispositions morphologiques protectrices à ce point de vue assure également, cela va de soi, une protection très réelle contre les dommages éventuellement causés par le feu.

C'est pourquoi nous nous rallions, à ce point de vue, à l'opinion de ROBYNS (1936), pour qui les adaptations aux feux de brousse sont, en fait, celles-là mêmes qui leur permettent de résister efficacement au climat.

§ 5. ACTION DES FEUX DE BROUSSE SUR LA VÉGÉTATION

Nous étudierons principalement, dans ce paragraphe, l'action des feux de brousse sur le dynamisme de la végétation ainsi que sur la modification de la flore au cours des temps.

Ce faisant, nous aborderons un des points les plus critiques et les plus controversés du problème des feux de brousse.

Nous exposerons d'abord les principales thèses émises à ce sujet; nous examinerons ensuite les quelques faits d'observation dont on dispose et nous nous efforcerons, enfin, d'interpréter, à la lumière de ces précisions, nos connaissances actuelles sur cet aspect du problème.

1. Les principales thèses en présence.

L'opinion des auteurs sur le dynamisme de la végétation sous l'influence des feux courants est diverse et parfois fort nuancée. Pour la majorité d'entre eux, les feux détruisent les forêts et favorisent l'installation de groupements herbacés. La succession répétée des feux entraîne la dégradation des groupements forestiers et leur envahissement par des plantes herbacées précédant la « prairie ». Celle-ci est formée surtout de types ubiquistes dont le maintien n'est d'ailleurs pas assuré.

Aux termes de cette thèse, toutes les savanes d'Afrique seraient des groupements substitués et leur pérennité, dans les conditions les plus favorables, ne peut faire illusion; il s'agit, selon l'expression heureuse de TANSLEY et CHIPP (1926), de « fire-climax ». Dans certaines régions même, la persistance des feux au sein de cette végétation herbacée est un facteur précurseur du désert.

Certains auteurs tempèrent quelque peu cette manière de voir en admettant que la savane ou la « prairie » n'est pas seulement formée de pyrophytes banaux auxquels se mêlent quelques types autochtones profondément modifiés, mais comprend également des types végétaux qui, soumis depuis des millénaires au régime des feux, se sont modifiés au point de donner naissance à des néo-endémiques dont les relations avec la flore autochtone voisine — et de nature forestière — demeurent évidentes.

D'autres travaux encore restreignent cette manière de voir aux seules savanes dites « secondaires », c'est-à-dire dérivant d'un défrichement forestier initial et succédant à l'abandon des cultures. La violence des feux, dans ces conditions, empêche la régénération forestière et dégrade de plus en plus la végétation.

Pour d'autres, les feux de brousse sont uniquement responsables d'un recul forestier, ou empêchent l'évolution normale de la végétation.

Certains groupements végétaux encore, considérés comme éminemment xérophiles, se modifieraient assez peu.

Enfin, pour certains auteurs, le feu ne modifie guère la flore des savanes naturelles et permet même, dans certains cas, une certaine progression du couvert ligneux en fournissant aux jeunes brins des essences héliophiles, des conditions favorables à leur développement.

Divers observateurs admettent l'action modificatrice des feux courants, mais estiment que leur effet sélectif sur les végétaux a cessé présentement de jouer; pratiquement, les groupements herbeux ont actuellement acquis une certaine stabilité.

Touchant plus spécialement la plaine des Rwindi-Rutshuru, nous disposons de l'opinion expressément émise par HUMBERT (1937 et 1938). Cet auteur estime que, dans notre région, le climax forestier a été détruit par les feux courants; il existe encore actuellement des témoins de cet ancien manteau boisé. Le développement de ces « prairies » artificielles aurait permis et favorisé l'extension des herbivores sauvages.

2. Les faits d'expérimentation et d'observation.

Des expériences précises ont été entamées un peu partout sur le continent africain; cependant on ne dispose encore actuellement que de renseignements fort restreints et généralement fragmentaires.

Nous ferons état des recherches poursuivies en Afrique du Sud, où la question a été le plus étudiée, sous l'angle de l'aménagement des pâturages, aux Stations de Potschefstroom, de Cedara et de Pretoria, notamment, et nous ferons surtout appel aux travaux de BEWS (1916), PHILLIPS, E. P. (1920), MICHELL (1922), STAPLES (1926), ADAMSON (1935), BALL (1939) et d'autres. En Rhodésie, des expériences sont relatées par TRAPNELL (1933) et LEWIN (1936); en Afrique orientale des essais sont en cours en divers endroits, particulièrement au Tanganyika Territory (voir PHILLIPS, 1930), au lac Rukwa (voir MICHELMORE, 1939) etc. En Nigérie, nous disposons des expériences rapportées par AINSLIE (1934) et MAC GREGOR (1934). Des essais sont également en cours au Congo, mais on n'a publié jusqu'à présent que très peu de chose à leur sujet; mentionnons cependant les expériences organisées par le Comité Spécial du Katanga, surtout au point de vue forestier (voir DELEVOY, 1938), et par l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge, à Nioka, surtout en vue de l'étude de l'aménagement des pâturages naturels.

Un premier fait paraît sérieusement acquis que confirment *presque* toutes les expériences effectuées : la suppression des feux dans les savanes herbeuses, et au moins en Afrique tropicale proprement dite, a comme corollaire l'emboisement de la savane. Cet emboisement peut d'ailleurs être considéré, dans la majorité des cas, comme le prélude d'un boisement naturel.

La suspension des feux dans les savanes boisées entraîne l'accroissement de la densité des tiges et une diminution corrélative de la strate

herbacée. C'est ainsi que, pour prendre un exemple au Congo belge même, d'après DELEVOY (1938), une parcelle de savane boisée au Haut-Katanga, protégée des feux depuis douze ans, montrait une population ligneuse voisine de « 10.000 sujets et tiges à l'hectare », tandis que la strate herbacée discontinuée rendait pratiquement nul le danger d'incendie.

Les résultats obtenus dans la savane boisée de Nigérie et relatés par MAC GREGOR (1934) aboutissent au même résultat. Il convient cependant de faire remarquer qu'après 6 années d'expériences, les parcelles-témoins, brûlées annuellement, montraient également une augmentation de la densité des arbres, mais moindre que dans les placeaux tenus à l'abri des feux.

Dans la savane boisée à épineux de Rhodésie encore, la suspension des feux fait apparaître un certain nombre d'espèces sciaphiles préparant le retour au « bush » par l'élimination progressive des grandes herbes héliophiles (TRAPNELL, 1933). Nous verrons ultérieurement que les choses se passent de la même manière dans la savane à *Acacia* de la plaine des Rwindi-Rutshuru, où les feux occasionnels, allumés naturellement à longs intervalles, n'empêchent cependant point cette évolution.

Dans la savane herbeuse, quelques expérimentateurs ont pourtant obtenu des résultats différents. STAPLES (1926), notamment, a constaté que l'absence des feux est nuisible à la savane à *Themeda* et que sa composition floristique se modifie dans le sens d'une régression. Il est juste d'ajouter que cette régression est surtout envisagée au point de vue zootechnique; rien ne permet d'affirmer que les stades observés et caractérisés par l'envahissement de graminées du type *Trachypogon* ne correspondent pas, effectivement, à une véritable progression sociologique.

Ces quelques faits permettent une première conclusion, à savoir que le régime des feux courants est un facteur très actif au point de vue du dynamisme de la végétation, dont il empêche, contrarie ou au moins retarde l'évolution normale.

Des expériences inverses, dans lesquelles divers types de végétaux ont été soumis à des feux courants répétés, ont fourni les résultats suivants.

Touchant les savanes herbeuses, on a constaté que les feux répétés favorisent l'apparition de types hautement xérophytiques. C'est ainsi, par exemple, que la savane à *Themeda* et *Andropogon*, dans l'Est africain, tend à se dégrader si elle est surmenée par les feux, et ces espèces dominantes sont remplacées par des graminées plus xériques des genres *Aristida* et *Eragrostis* (PHILLIPS, 1930).

On trouve relativement peu de renseignements précis sur l'évolution des savanes boisées et leur transformation sous l'action répétée des feux.

Nous avons nous-même observé dans la région des volcans Virunga la régression graduelle de la forêt sclérophylle sous les attaques du feu et son remplacement par une savane à *Imperata*, riche en types herbacés à périodicité bien marquée (LEBRUN, 1942).

Beaucoup de ces expériences, enfin, portent sur l'époque de l'incendie

des herbes : feux précoces ou tardifs, modalités zootechniques du régime des feux dans les pâturages naturels, etc., autant de questions extra-botaniques que nous n'envisagerons pas dans cet aperçu forcément sommaire.

3. Interprétation.

La question essentielle qui constitue la pierre angulaire de toute discussion touchant l'influence des feux courants sur la succession végétale est, comme HUMBERT (1938) l'a fort bien mis en lumière, la connaissance des climax végétaux.

Il est évident que si la savane herbeuse, quelle que soit d'ailleurs la densité d'une strate arbustive éventuelle, représentait le climax des régions où sévissent les feux courants, la question serait résolue; la savane herbeuse, en effet, telle que nous la connaissons actuellement, souffre à peine du régime des feux, au moins quand ceux-ci ne se succèdent pas à des intervalles trop rapprochés et lorsque le sol ne subit point, pour des causes diverses, une dégradation trop accusée. L'influence réelle du régime des feux sur le dynamisme de la végétation pourrait être, dans cette hypothèse, sérieusement mise en doute. Et cette hypothèse, si elle était fondée, donnerait entièrement raison aux auteurs qui considèrent le feu comme un élément à peine perturbateur de la végétation, voire utile ou nécessaire à une vitalité satisfaisante des biocoenoses des savanes (voir, à ce sujet, un récent article de BRIEN, 1939).

La portée du problème dépasse la mise en évidence d'un éventuel équilibre biologique dans les savanes herbeuses qui constituent, à l'heure actuelle, le paysage végétal de loin dominant dans les contrées de l'Afrique intertropicale où sévit une période d'aridité climatique prolongée. La question, en effet, réside entièrement dans le point de savoir si ce type de végétation représente réellement l'expression végétale la plus élevée que permet le climat. Nous l'étudierons en nous restreignant aux seules contrées de l'Afrique centro-orientale dont nous avons une connaissance personnelle.

Sauf *peut-être* sur quelques hauts sommets de l'Afrique tropicale, nulle part dans la région que nous avons en vue, le climax n'est représenté par des groupements herbeux.

Démontrer cette affirmation est chose fort aisée. Elle ressort, en premier lieu, de la coexistence, en bien des endroits et dans les mêmes conditions, de formes de végétation de complexité sociologique différente, dont certaines sont manifestement supérieures à la savane herbeuse. Dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, par exemple, de nombreux bosquets xérophiiles, d'étendue très variable, parsèment la savane herbeuse. Ces bosquets représentent une forme de végétation évidemment supérieure à la savane et montrent à suffisance que le climat permet l'existence d'une végétation plus évoluée. Dans ce cas précis, la savane herbeuse n'a pas même la valeur d'un climax *édaphique*, selon l'expression parfois utilisée pour désigner un type de végétation durable dont l'organisation sociologique est généralement inférieure au climax *climatique* ou climax proprement dit, par suite de

l'incapacité où se trouve le substrat de porter la forme de végétation qu'appellent les conditions du climat. Le fait est bien évident, puisque les bosquets xérophiies, peu éclectiques d'ailleurs en ce qui concerne l'édaphologie, prennent pied sur des sols identiques à ceux des savanes herbeuses.

Le climax, d'autre part, constitue, par définition même, l'aboutissement unique de toutes les successions végétales progressives manifestées dans une même aire climatique. C'est là un des critères les plus précis et probablement le plus décisif qui puisse être invoqué pour la détermination des climax. Or, la savane herbeuse ne possède pas ces caractéristiques. Un marécage à Cypéracées héliophiles, par exemple, lorsque se produit le phénomène d'atterrissement, évolue, dans notre région, vers des marais boisés qui, à leur tour, l'assèchement se poursuivant, sont remplacés par un type forestier sociologiquement plus évolué. On voit donc, par l'exemple de cette série, que la savane herbeuse est bien dépassée et qu'il ne peut être question de l'envisager comme un climax.

Les éboulis rocheux, pour prendre un autre exemple, sont colonisés par un groupement pionnier, auquel succède une association xérophytique formée surtout de plantes charnues, remplacée à son tour par des bosquets d'arbustes xérophytiques. Ici encore l'évolution normale de la végétation ne passe pas par un stade de savane herbeuse et aboutit visiblement à un type de végétation plus évolué.

Cette démonstration pourrait être faite encore par des voies différentes, ce qui paraît cependant bien superflu. Il suffit d'ailleurs, pour dénier à la savane herbeuse la valeur d'un climax, de considérer qu'en de nombreux endroits ce type de végétation est spontanément remplacé par d'autres, de complexité sociologique plus avancée. La savane herbeuse est souvent envahie par la savane boisée et celle-ci, à son tour, est supplantée par divers types forestiers. Enfin, un argument intuitif, très pertinent cependant, réside dans l'étude comparative du climat et dans sa confrontation avec les éléments d'autres types climatiques dont on connaît les formes de climax correspondantes. On arrive ainsi à la conclusion que les climats prévalant généralement dans les régions envisagées de l'Afrique intertropicale ne justifient nulle part le maintien de la végétation à un stade purement herbeux.

Une argumentation identique nous montrerait, à son tour, que les savanes boisées ne correspondent pas davantage au climax. Celui-ci, en fait, est représenté, dans les territoires considérés, par des types de végétation *franchement forestière*, de physionomie et de structure d'ailleurs variables selon les climats locaux. Nous nous rallions du reste, à ce point de vue, aux considérations pertinentes émises par HUMBERT (1938). La différenciation des climax en types forestiers divers : forêts sempervirentes mésophiles ou ombrophiles, forêts caducifoliées, forêts sclérophylles, etc., est en relation étroite avec les climats locaux, et le facteur le plus significatif à ce point de vue est le déficit de saturation de l'atmosphère, envisagé surtout en ce qui concerne la hauteur et la durée de ses valeurs diurnes moyennes et maxima.

Notre point de vue rejoint ici la manière de voir des phytogéographes britanniques : ceux-ci ont étudié les successions végétales dans l'Est africain tropical et y ont reconnu divers complexes correspondant à des zones climatiques différentes et couronnés par des forêts-climax de physionomie et de structure variées (voir notamment le mémoire de PHILIPPS, 1930 : « The deciduous Scrub formation », « The subtropical evergreen forest formation », etc.).

La savane herbeuse, dans la majorité des cas, n'a donc que la valeur d'un *groupement permanent*, c'est-à-dire, selon la définition de PAVILLARD (1935, p. 86), « un groupement naturel qui, sans avoir atteint le stade final, manifeste une stabilité et une longévité particulières, conservant ainsi son individualité sociologique en rapport avec un certain facteur mésologique prépondérant; il diffère cependant du climax par la possibilité de poursuivre ultérieurement son développement, tandis que le climax est pratiquement immuable, à moins de changements notables dans le climat général ».

Il nous reste à définir le facteur du milieu en cause et qui limite l'évolution normale de ce type de végétation. Les expériences entreprises sur l'action des feux courants montrent à suffisance qu'il s'agit là d'un des facteurs au moins auxquels il est permis de faire appel, puisque leur suppression ou leur limitation entraîne, dans la majorité des cas, le déclenchement ou l'accélération d'un processus évolutif. Ce que nous avons vu de l'action des feux sur la végétation ligneuse, particulièrement sur les jeunes plants et les brins de semis, explique parfaitement les modalités de cette inhibition. Cependant nous sommes très éloigné d'affirmer que les feux de brousse représentent toujours et partout le facteur mésologique prépondérant à ce point de vue. Cette manière de voir ferait bon marché des processus réels du dynamisme de la végétation. En attribuant aux savanes la valeur de groupements permanents — et nous excluons, par définition, les savanes secondaires qui font partie de séries culturales ou postculturales de faible stabilité — nous entendons également leur attribuer la valeur de groupements naturels, c'est-à-dire inclus dans des séries évolutives normales. C'est ainsi, par exemple, que, dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, l'évolution normale des sols sableux périodiquement humectés — et c'est le type de substrat de loin le plus répandu — comporte une ou deux associations pionnières à physionomie de pelouse, auxquelles succède la savane herbeuse à *Themeda* et *Heteropogon*. Cette savane, qui occupe de très grandes étendues de terrain dans notre région, a donc bien la valeur d'un *groupement naturel*, même si le régime des feux a quelque peu modifié sa structure floristique et physionomique. Elle conserve ce caractère, même si elle trouve son origine dans des successions régressives, au même titre, par exemple, que la forêt de chêne-bouleau en Moyenne-Belgique, groupement naturel, succédant normalement aux séries initiales sur sols sableux, mais qui peut également provenir de la dégradation artificielle de la forêt-climax de chêne-charme. On pourrait parler, dans ce cas, d'un groupement naturel installé ou maintenu artificiellement.

En l'absence des feux, ces savanes naturelles peuvent conserver leur caractère de groupement durable, mais le facteur prépondérant est ici l'état de maturation du sol, qui doit sans doute subir des transformations diverses avant de pouvoir supporter un groupement sociologiquement plus évolué.

Enfin, il n'est nullement invraisemblable que certaines savanes herbues aient la valeur d'un climax édaphique; ce n'est pas le cas dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, dont nous avons étudié la végétation, mais le fait peut être défendu dans des conditions déterminées.

Nous croyons donc, en résumé, qu'une bonne part des savanes de l'Afrique centro-orientale trouvent leur origine dans l'évolution normale de la végétation, évolution arrêtée ou contrariée par le régime des feux; cette conception rend compte des types variés comportant une densité de recouvrement arbustif très diverse et constituant autant de stades intermédiaires entre la savane herbue proprement dite et la forêt fermée.

Mais l'étendue énorme des savanes dans les contrées envisagées, la chose est bien certaine, ne peut être attribuée à cette seule origine; beaucoup de savanes, si pas la majorité, occupent actuellement des emplacements qui hébergeaient autrefois des groupements végétaux plus évolués.

Or, comme nous l'avons vu précédemment, le feu, en règle générale, ne parcourt point les forêts fermées; le recul de cette végétation en périphérie, s'il se produit réellement, est d'importance assez faible. Dans le *remplacement* de la forêt par la savane, le feu, croyons-nous, ne joue qu'un rôle indirect; le facteur décisif à ce point de vue est uniquement l'intervention humaine. Nous nous en voudrions d'alourdir ce texte en exposant, même sommairement, les pratiques culturelles indigènes. Mais un fait peu contestable est que l'agriculteur indigène, dans nos régions, transforme les défrichements forestiers en savanes. Savane secondaire, aboutissement d'une série postculturale d'abord, supplantée ensuite par un groupement naturel mieux adapté. Le régime des feux instauré aussitôt qu'à la forêt s'est substitué un manteau herbeux contrecarre ou empêche le retour de la forêt primitive et maintient la végétation à un stade inférieur à ce qu'il pourrait être. Ce que nous savons des sols tropicaux, indépendamment même de toute action propre aux feux en ce domaine, implique une dégradation de la terre ou, au moins, sa régression à un stade pédogénique antérieur. Un processus analogue a d'ailleurs été observé et décrit par de nombreux auteurs (voir, notamment, à ce sujet, CHEVALIER, 1928b).

Envisagée sous cet angle et avec les restrictions et les nuances que nous sommes amené à y introduire, on peut souscrire à la notion de « fire-climax » introduite dans la bibliographie phytogéographique par TANSLEY et CHIPP (1926), semble-t-il, et reprise par de nombreux auteurs.

La savane à nappe graminéenne continue et piquetée de quelques arbustes, si fréquente dans les régions envisagées, constitue bien, dans ce sens et dans la majorité des cas, un « climax du feu ». Il serait cependant erroné de croire que ce « fire-climax » représente un groupement secondaire, dégradé et dénué de toute individualité sociologique. Si, à Madagascar,

la banalité de la composition floristique de la « prairie », où dominent quelques espèces ubiquistes auxquelles se joignent fort peu d'éléments floristiques empruntés à la végétation naturelle avoisinante (PERRIER DE LA BATHIE, 1921; HUMBERT, 1927), emporte notre conviction quant à l'origine réelle de cette formation, nous ferons remarquer que, exception faite pour les savanes manifestement secondaires, ce qui veut dire intégrées dans des séries postculturales ou issues de conditions analogues et dépourvues de stabilité, tel n'est généralement pas le cas en Afrique intertropicale ⁽¹⁾. Ces groupements herbeux, en effet, possèdent une flore formée de xérophytes hautement spécialisés, où abondent des espèces à répartition géographique étroite et de nombreux endémiques. Il ne s'agit d'ailleurs nullement, en règle générale, de néo-endémiques dont l'ascendance devrait être recherchée dans les types de végétation forestière avoisinante. En réalité, la flore des savanes et la flore des forêts-climax sont nettement tranchées. La présence de sippes communes s'explique aisément par l'histoire de la flore (voir 2^e partie) et ne dépasse pas un taux tel qu'il serait nécessaire d'envisager une dérivation complète de l'une par rapport à l'autre. Nous fournirons quelques précisions à ce sujet en décrivant les savanes herbeuses de la plaine des Rwindi-Rutshuru. Ce fait n'exclut pas la possibilité, pour l'une ou l'autre espèce particulièrement plastique et à grand pouvoir de dissémination, d'avoir été favorisée par le régime des feux et d'avoir trouvé, dans ces circonstances, l'occasion d'une vaste extension territoriale.

L'évolution normale de ces savanes est souvent empêchée, parfois contrariée ou seulement freinée par les feux courants, selon leur fréquence et leur intensité, cet obstacle portant essentiellement sur la limitation de la régénération et de la dissémination des espèces arbustives ou arborescentes. Les conditions édaphiques jouent probablement aussi, à ce point de vue, un rôle essentiel.

Il faut tenir compte, enfin, comme le fait ressortir HUMBERT (1938), de la présence de porte-graines des espèces dynamogénétiques et des constituants des stades ultérieurs de la série évolutive normale. Encore que la puissance de dissémination de ces végétaux soit généralement fort élevée, la reconstitution des climax ou des stades qui y conduisent doit être freinée, dans certains cas, par suite de la disparition ou de l'absence de ces porte-graines dans un territoire parfois très vaste.

A la lumière de cet exposé, on comprendra la discrimination complète qu'il convient de faire entre les feux artificiels, survenant régulièrement avec une implacable périodicité, et les feux naturels ou « sauvages », qui s'allument occasionnellement et à intervalles éloignés. Ces derniers n'ont qu'une action assez faible sur l'évolution de la végétation et n'empêchent

⁽¹⁾ Ce que nous savons de l'histoire de la flore (voir deuxième partie de ce mémoire) rendrait d'ailleurs compte de cette différence. La flore des savanes revêt, en Afrique continentale, une ancienneté manifeste.

vraisemblablement point le développement des forêts-climax, dont ils retardent, au plus, l'avènement.

Il nous reste à appliquer l'ensemble de ces considérations au cas précis de la plaine des Rwindi-Rutshuru. Il nous paraît fort douteux d'admettre que notre région ait été boisée antérieurement, au moins au cours du cycle géographique actuel. En effet, le territoire tout entier offre un caractère juvénile indéniable; le modelé géographique y est en pleine formation; l'assèchement de l'ancienne nappe lacustre se poursuit encore actuellement et se traduit par l'abondance des marais permanents ou temporaires revêtant le caractère de « flaques résiduelles ». La nature du sol elle-même révèle une pédogénèse débutante, comme nous aurons l'occasion de le montrer. Aussi les groupements végétaux pionniers y ont-ils un développement relativement extraordinaire et notre région constitue-t-elle, au point de vue de l'étude des successions végétales, un terrain d'investigation remarquablement propice.

Un argument d'ordre historique : l'immigration de populations pastorales dans la région, il y a plus de quatre siècles, permet de croire qu'à cette époque les pâturages naturels y abondaient.

Ces considérations ne s'appliquent d'ailleurs qu'à la plaine lacustre proprement dite; sur les escarpements, par contre, devait prospérer, en bien des places, une forêt à tendance mésophile; elle a dû être exploitée et détruite en majeure partie.

Ce sont là de sérieuses raisons qui, avec d'autres arguments d'ordres phytogéographique et floristique, nous portent à croire que les quelques lambeaux forestiers installés actuellement dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, loin de constituer des témoins d'un manteau forestier continu dont l'ablation se serait poursuivie au cours des âges, représentent, au contraire, des indices certains d'une évolution végétale encore à ses premiers débuts.

Si ces vues devaient prévaloir, notre savane représenterait, pour une bonne part, un stade de la succession naturelle des groupements végétaux, stade dépassé déjà, en bien des endroits, mais encore en plein développement sur la majeure partie de notre territoire. Il est d'ailleurs bien certain que le régime des feux réguliers, sans l'entraver complètement, et cela grâce surtout au caractère juvénile et relativement fertile du substrat, a dû freiner notablement cette évolution. La preuve en ressort par l'accélération manifeste de cet épanouissement végétal, depuis la suspension des feux et l'instauration d'un régime d'incendies naturels espacés, incontrôlables par l'homme.

La plaine des Rwindi-Rutshuru est devenu, à l'heure actuelle, le théâtre d'une grandiose et passionnante expérience : nous y assistons à la naissance et à l'évolution naturelle d'un manteau végétal avec toutes les conséquences biologiques que revêt une semblable transformation. Les

phases successives de cette transformation jetteront une vive clarté sur cet aspect fondamental de la question des feux de brousse et fourniront peut-être des éléments capitaux pour la solution de cet exaltant problème biologique.

§ 6. ACTION DES FEUX DE BROUSSE SUR LE SOL

L'action des feux de brousse sur le dynamisme de la végétation constitue l'essentiel de ce qu'il faut connaître de cet important facteur du milieu pour l'étude des groupements végétaux. Notre exposé serait néanmoins incomplet si nous passions sous silence l'influence de l'incendie, si souvent invoquée, sur le milieu édaphique. Nous nous contenterons cependant de donner un bref aperçu des modalités diverses de cette action, sur laquelle d'ailleurs notre information personnelle est fort réduite.

Comme le fait remarquer PHILIPPS (1930), qui a procédé à une mise au point très claire de la question et dont les conclusions nous serviront fréquemment, l'action des feux de brousse dépend dans une mesure considérable, ici encore, des zones climatiques, des types de sol et de végétation, de la saison où se produit l'incendie, etc. Aussi n'envisagerons-nous que les traits essentiels et généraux de l'influence des feux sur le sol.

1. Action sur les propriétés chimiques du sol.

A. — TENEUR EN MATIÈRES ORGANIQUES. — L'opinion généralement répandue à ce sujet est que les feux détruisent l'humus superficiel ou diminuent notablement la teneur du sol en cet élément fondamental.

Cette affirmation mérite cependant d'être examinée de plus près. On sait que les sols tropicaux sont fort pauvres en matières organiques. Leur teneur en humus, dans les savanes de la plaine des Rwindi-Rutshuru, varie généralement entre 0,5 et 2,5 % et s'établit donc à une moyenne voisine de 1,5 %. Il y a peu de différence d'ailleurs, à ce point de vue, entre les sols de savane et les sols de forêt, qui ne sont guère plus riches en humus. Seules les terres des marais tourbeux présentent une richesse notable en éléments organiques.

L'altération des matières végétales dans les savanes est trop rapide pour donner naissance à une quantité notable d'humus. Comme le dit très bien GIBBS (1906), les herbes se dessèchent, sont brûlées par les microorganismes et détruites par les termites, sans processus réel d'humification.

Nous avons vu, d'autre part, combien l'élévation de la température du sol au cours de l'incendie des savanes est relativement modérée et en tout cas insuffisante pour expliquer une destruction de la matière organique en profondeur. Aussi, comme le dit PHILIPPS (1930), cette action des feux courants a beaucoup moins d'importance qu'on ne le signale habituellement.

Pour fixer les idées, donnons ici quelques chiffres relatifs à la teneur

du sol superficiel en matières organiques, dans la savane à *Themeda* non brûlée depuis trois ans, avant et après l'incendie :

Teneur en matières organiques avant l'incendie : 1,24 à 1,63 %.

Teneur en matières organiques après l'incendie : 1,22 %.

Ces résultats obtenus avec trop peu d'essais devraient être confirmés : ils indiquent, semble-t-il, une diminution très légère, voire insignifiante, du taux des matières organiques après le passage du feu. Il ne faut point perdre de vue, en tout état de cause, que la source principale d'humus, dans la savane, réside dans la masse considérable des racines et des organes de persistance hypogés, bien plus importante, à ce point de vue, que les limbes et les chaumes desséchés.

B. — ACTION FERTILISANTE DES CENDRES. — La plupart des auteurs admettent que les cendres exercent une action fertilisante sur le sol par incorporation d'une quantité importante de potasse sous forme immédiatement assimilable.

D'après PHILLIPS (1930), l'effet favorable de cette fumure dépend grandement d'ailleurs du climat. Dans les régions à saison sèche très accusée, les cendres ne pénètrent guère dans le sol et risquent d'être entraînées par les premières pluies violentes. D'autre part, dans les terres lourdes, les sels de potasse inhibent le développement racinaire des plantules (PHILLIPS, 1930).

Notre expérience personnelle nous a montré qu'une part notable de ces cendres est emportée par les eaux pluviales, s'accumule ainsi dans les bas-fonds ou est déversée dans les rivières. La même remarque a été faite par divers auteurs, notamment par CONSIGNY (1936) et HUMBERT (1937).

C. — TENEUR EN AZOTE. — Le feu, en détruisant la plus grande part des matières végétales desséchées, priverait ainsi le sol d'une source importante d'azote. Présenté sous cet aspect, le fait paraît indéniable, mais on sait actuellement que le problème de l'azote dans les sols tropicaux est bien plus une question de conservation que d'apport. Les sources d'azote ne manquent point dans les pays chauds, mais la mise en réserve de cet élément et son utilisation par les végétaux y sont pénibles. Il s'établit sans doute, en fonction des facteurs pédologiques et bioclimatiques, un équilibre caractérisé par une teneur propre au substrat de chaque type de végétation. Tout apport supplémentaire se traduirait par une libération et un entraînement actif d'azote soluble ramenant le taux à son niveau d'équilibre.

La privation de cette source de matières azotées ne revêt vraisemblablement qu'une signification assez restreinte.

D. — ACTION SUR LE pH. — Des expériences de PHILLIPS (1930) dans le « veld » sud-africain ont montré une très légère diminution du pH à la suite de l'incendie, la réaction reprenant d'ailleurs rapidement sa valeur

initiale. Cette action est beaucoup moins bien marquée dans les savanes de l'Est africain.

Nos essais, à ce point de vue, ont fourni, d'une expérience à l'autre, des résultats contradictoires et il faudra les reprendre en utilisant une technique plus rigoureuse. Les prélèvements-témoins ont montré, en effet, une variation supérieure aux oscillations constatées à la suite de l'incendie.

2. Action sur les propriétés physiques du sol.

A. — ACTION SUR LA STRUCTURE DU SOL. — En règle générale, les auteurs attribuent aux feux de brousse une action fort défavorable à cet égard. Le passage régulier de l'incendie serait à l'origine de la formation d'une croûte dure à la surface du sol.

SCAËTTA (1937) justifie ce point de vue en le précisant de la manière suivante : « Le feu entraîne la destruction des colloïdes argileux et humiques par déshydratation et détruit la structure grumeleuse du sol. Les colloïdes déshydratés forment un ciment qui englobe les particules superficielles et durcit la terre ».

Ce processus est d'ailleurs décrit dans des savanes secondaires et SCAËTTA reconnaît lui-même que le climat exerce, à ce point de vue, une action prépondérante. Il en va de même également pour l'action de vieillissement des sols par allitisation, parfois mise à charge des feux courants, qui accéléreraient ce phénomène (SCAËTTA, 1937).

B. — ÉCONOMIE EN EAU ET EN AIR DU SOL. — Là où le feu passe en saison sèche, il ne semble point que la dessiccation du sol soit notablement marquée, au moins en profondeur; par contre, la capacité d'absorption de l'eau serait augmentée, grâce à la présence des débris de l'incendie (PHILLIPS, 1930).

D'autre part, le feu assurerait une certaine aération des couches superficielles du sol (MICHELL, 1922).

A l'heure actuelle, semble-t-il, on manque complètement d'informations précises à ce point de vue.

3. Action sur les microorganismes.

Pour la majorité des auteurs, les feux courants exerceraient une influence très nuisible sur les microorganismes du sol. Les protozoaires seraient détruits (MICHELL, 1922); les bactéries nitrificatrices seraient décimées périodiquement (ROUSSEAU, 1932); à la longue, la terre se ruinerait par la destruction totale des microorganismes et par l'instauration de conditions impropres à la vie bactérienne (CONSIGNY, 1936).

L'opinion d'autres biologistes est plus nuancée : l'activité des microorganismes serait seulement déprimée (SCAËTTA, 1937). ROBYNS (1938) fait une

remarque très pertinente, en rappelant que les feux survenant en saison sèche surprennent un microcosme au repos, à cause de la sécheresse climatique; les microorganismes, on le sait, sont capables, dans ces conditions, de revêtir des formes de protection qui les rendent extraordinairement résistants aux facteurs défavorables.

HENRARD (1939) a fait quelques expériences sur la microflore des sols de savane du Bas-Congo. Il remarque d'abord que l'échauffement du sol, étant très minime, exclut, *a priori*, une stérilisation même partielle de la terre. Les conclusions de l'auteur sont les suivantes :

1. La microflore du sol est sujette à des fluctuations importantes et rapides au cours d'une même saison.
2. L'influence immédiate du passage du feu est pratiquement négligeable.
3. En saison des pluies au moins, la microflore du sol subit, *après* le passage de l'incendie, un accroissement numérique considérable.

Les expériences de HENRARD appellent cependant de sérieuses réserves, étant donné qu'elles ont été effectuées en saison pluvieuse. Il est néanmoins probable que les choses se passent de la même manière lorsque le feu se produit à la fin de la saison sèche et précède de peu les premières pluies annonçant le retour de la saison favorable.

Cette recrudescence de l'activité des microorganismes est peut-être un phénomène général après le passage de l'incendie. Des expériences ont d'ailleurs établi, en forêt, que l'ignition du couvert accroît le processus de nitrification, ou le déclenche là où il n'existait pas auparavant (SOCHKINA, 1933).

Il serait cependant profondément erroné de considérer ce phénomène — si sa généralité devait être établie — comme un avantage des feux courants, bien au contraire. Tout accroissement de l'activité des microorganismes dans les sols tropicaux, pauvres de nature comme ils le sont en général en Afrique, se traduit, en fin de compte, par un appauvrissement, au moins momentané, de la terre. Une recrudescence de l'activité microbienne aboutit à une libération considérable de sels biogènes solubles au détriment de la réserve stable du sol. Les sels libérés ne profitent que partiellement à la végétation et sont sans doute entraînés pour une bonne part dès les premières pluies printanières.

Si ce phénomène devait être reconnu comme ayant un caractère général, on pourrait peut-être l'invoquer, avec d'autres raisons encore, pour expliquer le « déclenchement artificiel du printemps » sous l'action des feux de brousse. La libération en grandes quantités de sels assimilables, facilement dissous sans doute par la rosée, agirait comme un « coup de fouet », forçant le « départ » de la végétation.

4. Action sur le pédoclimat.

On considère souvent, à ce point de vue, que l'incendie détruit d'une « manière brutale » le bioclimat (SCAËTTA, 1937). En décrivant la périodicité des savanes dans la plaine des Rwindi-Rutshuru, nous montrerons que l'expression est en réalité trop vive; le feu ne fait qu'accentuer un phénomène dû initialement à la sécheresse climatique. On devrait dire, plus adéquatement, que le feu parachève d'une manière brutale une action commencée par le climat.

L'effet des feux de brousse, à ce point de vue, se traduit avant tout par une insolation directe du sol, ce qui augmente sa température ⁽¹⁾, relève son évaporation et par conséquent diminue sa teneur en eau.

D'après PHILLIPS (1930), la température du sol brûlé est, en surface, deux fois plus élevée que dans le sol intact.

C'est à cette élévation de la température que l'on attribue surtout le développement précoce des jeunes pousses à la suite des feux courants.

Des expériences précises de PHILLIPS, E. P. (1920) ont montré que les extrêmes de température sont également plus accusés. SCAËTTA (1937) fait cependant remarquer que le rayonnement nocturne est entravé par la couche d'air surchauffée au-dessus des cendres tapissant le sol, ce qui diminue l'abaissement de la température en surface. Enfin, d'après PHILLIPS (1930), le sol noir absorbe la chaleur.

L'évaporation est évidemment exaltée par l'augmentation de la température, mais d'après PHILLIPS, E. P. (1926), le sol brûlé s'humidifie davantage.

SCAËTTA (1937) remarque encore que le sol subit, après l'incendie, des alternances de sécheresses et d'humectations superficielles à la suite de petites averses survenant en saison sèche.

5. Action sur l'érosion du sol.

On a fait mention, à de nombreuses reprises, d'une action directe ou indirecte des feux de brousse sur l'érosion du sol. HUMBERT (1937), parmi beaucoup d'autres, remarque que le brûlage et le décapage de la couche humifère mettent à jour l'argile latéritique là où le sol est soumis à une latéritisation intense.

Il ne faut pas perdre de vue que normalement, dans les savanes, les herbes reverdissent très vite après le passage du feu; en somme, le terrain reste découvert fort peu de temps; la dénudation ne va d'ailleurs pas jusqu'à la destruction des touffes cespiteuses et des souches qui contribuent le plus à la fixation du sol.

(1) Nous citons quelques données sur la température du sol et la luminosité en savane au § 3 du présent chapitre, ainsi que dans la partie du mémoire consacrée à la description des associations végétales.

Nous dirons, avec PHILLIPS (1930), que l'érosion du sol dépend surtout des conditions climatiques et physiographiques. L'action éventuelle des feux de brousse en ce domaine ne serait au plus que secondaire et demande d'ailleurs à être vérifiée (1).

§ 7. CONCLUSIONS

Nous allons essayer de mettre en évidence les conclusions générales découlant de cet exposé, plus étendu que nous ne l'eussions souhaité et qui pourtant laisse dans l'ombre plusieurs aspects biologiques de la question; nous soulignerons particulièrement les conséquences qu'entraînent les feux de brousse dans le domaine étudié.

Les savanes herbeuses et les savanes boisées apparaissent comme le cadre propre, quasi exclusif, du régime des feux courants. Ceux-ci n'atteignent guère les groupements forestiers fermés, pas plus que les groupements herbeux *ouverts*. On connaît certes des cas d'incendie de forêts *fermées*, mais qui revêtent généralement un caractère exceptionnel, d'autant plus catastrophique. Mais il ne s'agit point là des feux courants, à caractère périodique, dont nous nous proposons l'étude.

La végétation de *ces savanes* parcourues par les incendies ne souffre guère, dans l'ensemble, du régime des feux. Ceux-ci apparaissent, à l'analyse détaillée, et au moins dans les régions étudiées, comme beaucoup moins sévères qu'on ne s'est souvent plu à l'affirmer. Les dommages subis par les plantes herbacées et suffrutescentes sont insignifiants, voire nuls, lorsque le feu passe en saison sèche. Il n'est même pas certain que beaucoup de ces végétaux n'en tirent pas un bénéfice, au moins apparent. Le feu, en règle générale, ne tue pas les arbres et les arbustes des savanes, mais il leur occasionne des dommages divers, surtout sensibles au point de vue dendrologique. Il favorise le port buissonnant et touffu, principalement chez les essences qui, spontanément, manifestent une croissance de ce genre.

Par contre, l'influence nocive des feux courants est indéniable en ce qui concerne les jeunes brins de semis et les plantules de nombreuses essences arbustives et arborescentes de la savane. Le feu cause, à ce point de vue, des dégâts sérieux et contrarie très nettement la régénération des espèces ligneuses; cette action comporte d'ailleurs des exceptions selon les espèces envisagées et les conditions du milieu.

Les végétaux de la savane soumise aux feux résistent victorieusement à ce régime, grâce à des dispositions qui sont, pour la plupart, à mettre en relation directe avec le climat. Les pyrophytes, si l'emploi de ce terme

(1) L'influence indéniable de l'incendie de la végétation sur l'érosion du sol dans les pays tempérés, telle qu'elle a été remarquablement mise en évidence par de nombreux auteurs américains, n'est nullement en question ici. Cette action revêt, dans ces circonstances, un aspect tout différent.

mérait d'être retenu, ne sont autres que des xérophytes, ce qui montre bien qu'à divers égards le feu, agissant dans le même sens, ajoute ses effets à la sécheresse climatique qui sévit normalement dans les territoires où règnent les feux courants.

L'accommodation *généralement* très satisfaisante des savanes aux feux courants ne signifie aucunement que ce type de végétation représente le climax, c'est-à-dire la forme phytosociologiquement la plus élevée de la végétation que permet le climat des régions envisagées. En réalité, les savanes herbeuses et les savanes boisées correspondent soit à des *stades* dans l'évolution naturelle normale de la végétation, — ce qui est le cas pour une bonne part des savanes de la plaine des Rwindi-Rutshuru, — soit à des groupements *naturels* ou *semi-naturels* remplaçant des types de végétation plus évolués et détruits antérieurement par l'homme. Nous excluons ici les savanes secondaires proprement dites, groupements artificiels et dépourvus de toute stabilité réelle, généralement remplacées, à la longue, par des types de savanes naturelles.

L'évolution normale de ces groupements vers le climax est empêchée, contrariée ou limitée par le régime des feux courants, agissant comme destructeur des espèces dynamogénétiques et particulièrement des plantules d'essences ligneuses. Selon l'intensité réelle de cette inhibition, intensité en rapport étroit avec les facteurs mésologiques et édaphiques surtout, on observe des types de végétation stabilisés à des niveaux divers, inférieurs au stade de climax. Il est donc exact de parler, dans ces conditions précises, de « climax du feu ».

Cette action inhibitrice sur le dynamisme de la végétation, avec toutes les conséquences qui en résultent, constitue le passif le plus lourd et le plus tangible du régime des feux courants.

Cet effet inhibiteur des feux explique l'extraordinaire développement des paysages herbeux étendus sur la plus grande partie de l'Afrique inter-tropicale, là où sévit une saison sèche prolongée.

Les feux de brousse ne paraissent exercer sur le sol qu'une influence indirecte, encore à préciser.

Enfin, comme nous l'avons mis en évidence à plusieurs reprises, il convient d'établir une distinction radicale entre les feux artificiels, allumés par l'homme dans des buts divers avec une implacable périodicité et à intervalles souvent rapprochés, et les feux naturels provoqués par la foudre surtout, et probablement inéluctables, comme en fait foi l'expérience acquise au Parc National Albert. Ces feux naturels éclatent à des intervalles éloignés et ne se propagent avec vigueur qu'à la saison la plus favorable.

Les feux naturels agissent comme une réplique très atténuée des feux artificiels, au point que, là où le sol n'est pas irrémédiablement dégradé, ils n'empêchent pas, tout en la freinant, l'ascension graduelle de la végétation vers son climax.

La végétation et les sols de la plaine des Rwindi-Rutshuru offrent un caractère juvénile manifeste; la dégradation due à l'influence humaine n'y revêt point un caractère irréparable; aussi, malgré le régime des feux, d'ailleurs assez atténué, qui régnait antérieurement à l'instauration de la Réserve intégrale, la végétation a-t-elle évolué librement jusqu'au stade final dans certaines portions, à vrai dire assez restreintes, de notre domaine. Depuis l'intégration de cette plaine dans les limites du Parc National Albert, coïncidant avec le début d'une ère de feux naturels indépendants de toute intervention humaine au moins volontaire, on assiste à une recrudescence de cette progression sociologique. Il ne faut d'ailleurs point perdre de vue la lenteur relative de ces phénomènes de succession végétale; la disparition de la savane herbeuse n'est nullement à prévoir dans un avenir proche : sa persistance semble d'autant plus probable que le modelé géographique encore en pleine activité crée sans cesse des conditions nouvelles, servant de point de départ à de nouvelles séries évolutives.

On connaît le point de vue zootechnique, très favorable à la pratique régulière de l'incendie des pâturages naturels, assurant en saison sèche une nourriture suffisante au bétail et permettant souvent de maintenir des troupeaux plus nombreux sur des surfaces plus restreintes. Ce point de vue est défendu, pour s'en tenir au Congo belge, par de nombreux agronomes ou vétérinaires (voir notamment VANDERYST, 1931; QUARRÉ, 1933; LEPLAE, 1938 et 1939; LEYNEN, 1938, etc.).

Ces conclusions sont évidemment valables pour une partie de la faune des grands herbivores. Certains auteurs ont été jusqu'à défendre l'axiome : « pas de feux, pas de gibier », qui fait d'ailleurs bon marché de la discrimination à établir entre animaux des savanes et animaux des forêts.

L'extension des groupements herbeux, la chose est bien certaine, a favorisé, en Afrique, le développement de la faune dite « des plaines », où dominant les ongulés. Lorsque la savane s'embuissonne ou évolue vers un groupement sylvatique, cette faune tend à diminuer, d'abord parce que la surface nécessaire à un troupeau d'antilopes, par exemple, devient plus importante (VAN STRAELEN, 1937), et ensuite parce que ces conditions nouvelles sont plus favorables à d'autres animaux tendant à supplanter les premiers. Sans vouloir pousser les choses trop loin, on peut croire qu'à chaque grand type de végétation correspond une faune spéciale ou, du moins, une association faunistique caractérisée par une certaine proportion numérique particulière. Nous fournissons quelques timides données à ce sujet, en nous limitant aux grands animaux, dans la quatrième partie de ce mémoire.

En somme, à la succession de la végétation correspond une succession des groupements faunistiques, et toute transformation de la flore s'accompagne, d'une manière plus ou moins directe, d'une transformation de la faune. Un phénomène de ce genre se produit actuellement, sous nos yeux, dans

la plaine des Rwindi-Rutshuru; il répond donc, d'une manière indirecte, à la modification du régime des feux de brousse.

Nous terminerons en reprenant et en élargissant la conclusion déjà émise : la plaine des Rwindi-Rutshuru est le théâtre actuel d'une gigantesque et passionnante évolution biologique qui se déroule dans un cadre éminemment favorable et probablement unique au monde. Nous y assistons en effet, dans un milieu soustrait, autant que faire se peut, à l'influence humaine et qui, par un hasard heureux, ne porte pas l'empreinte indélébile de son action passée, à l'évolution naturelle d'un monde vivant, susceptible de nous donner une image de ce que serait le milieu biologique centro-africain en l'absence de toute intervention artificielle.
