

INSTITUT DES PARCS NATIONAUX  
DU CONGO BELGE

INSTITUUT DER NATIONALE PARKEN  
VAN BELGISCH CONGO

# Exploration du Parc National de la Garamba

MISSION H. DE SAEGER

en collaboration avec

P. BAERT, G. DEMOULIN, I. DENISOFF, J. MARTIN, M. MICHA, A. NOIRFALISE,  
P. SCHOEMAKER, G. TROUPIN et J. VERSCHUREN (1949-1952).

FASCICULE 6

# Exploratie van het Nationaal Garamba Park

ZENDING H. DE SAEGER

met medewerking van

P. BAERT, G. DEMOULIN, I. DENISOFF, J. MARTIN, M. MICHA, A. NOIRFALISE,  
P. SCHOEMAKER, G. TROUPIN en J. VERSCHUREN (1949-1952).

AFLEVERING 6

## LE MILIEU CLIMATIQUE

PAR

ALBERT NOIRFALISE (Bruxelles)



BRUXELLES  
1956

BRUSSEL  
1956

**PARC NATIONAL DE LA GARAMBA**  
**MISSION H. DE SAEGER**

en collaboration avec

P. BAERT, G. DEMOULIN, I. DENISOFF, J. MARTIN,  
M. MICHA, A. NOIRFALISE, P. SCHOEMAKER,  
G. TROUPIN et J. VERSCHUREN (1949-1952).

Fascicule 6

**NATIONAAL GARAMBA PARK**  
**ZENDING H. DE SAEGER**

met medewerking van

P. BAERT, G. DEMOULIN, I. DENISOFF, J. MARTIN,  
M. MICHA, A. NOIRFALISE, P. SCHOEMAKER,  
G. TROUPIN en J. VERSCHUREN (1949-1952)

Aflevering 6

# LE MILIEU CLIMATIQUE

PAR

ALBERT NOIRFALISE (Bruxelles).

## INTRODUCTION

Lorsque fut organisée, en 1949, la Mission d'exploration du Parc National de la Garamba, ses promoteurs insistèrent sur la nécessité de doubler l'inventaire zoologique et botanique d'une prospection écologique du territoire. Il est évident, en effet, que l'étude des populations vivantes et de leurs communautés ne se conçoit pleinement sans celle du milieu géographique, cadre et support de leur existence.

Dans le plan d'une telle recherche, l'analyse du climat est fondamentale. Son rythme et ses vicissitudes se marquent, d'une manière incisive et durable, dans la composition et la structure des phytocénoses. Mais, à travers les végétations, ses pulsations atteignent les innombrables organismes qui leur sont inféodés, tantôt par des liens étroits et directs, tantôt par des rapports plus subtils et plus lâches. Les composantes bioclimatiques du milieu prennent donc, aux yeux du naturaliste, la signification d'une cause première et décisive.

C'est dans cette perspective que voudrait se placer le présent travail, où l'on tentera de dégager d'une documentation forcément limitée, les caractéristiques essentielles du climat régional et d'en préciser les nuances au niveau des biotopes les plus représentatifs du Parc. Nous ne dissimulons ni

les imperfections, ni les lacunes d'un essai qui n'a d'autre portée et d'autre but que d'éclairer le biologiste et de lui fournir, au fil de ses travaux, les renseignements reçus par l'interprétation des récoltes, l'éthologie animale et la géographie botanique.

\*  
\*\*

Les observations rapportées ici ont été effectuées, en ordre principal, par la Mission H. DE SAEGER, pendant les années de son activité au Parc National de la Garamba. Leur premier objectif visait à préciser les conditions climatiques régionales qui n'étaient connues, à l'époque, que d'une manière indirecte et dans leurs éléments le plus aisément mesurables. Les deux stations météorologiques de Gangala-na-Bodio et de Faradje, situées à la lisière méridionale du Parc, fonctionnent sans doute depuis 1930 et 1935, mais leur activité se borne au relevé journalier de la pluie, du maximum et du minimum de la température sous abri; elles ne fournissent aucune donnée sur l'humidité atmosphérique, le déficit de saturation de l'air, le régime des vents et l'évaporation. Une exploration écologique du Parc se devait de combler ces lacunes : tâche d'autant plus impérieuse que les stations précitées appartiennent, en fait, à un paysage déjà différent des grandes plaines herbeuses de la Garamba, dont l'altitude s'élève jusqu'à près de 1.000 m aux confins du Soudan.

La mesure des éléments météorologiques n'était pas, du reste, le seul but poursuivi. L'inventaire des biocénoses et leur étude sur le terrain postule l'analyse des microclimats engendrés par la physiographie et les formations végétales. Au creux des ravins et des dépressions, dans l'épaisseur des frondaisons et des herbages, à la surface du sol et dans ses couches superficielles, tout un monde vivant accomplit, au gré des saisons, son cycle d'existence; les facteurs topographiques et phytosociologiques nuancent à l'infini les conditions d'habitat et, partant, la répartition et la structure du peuplement biologique. L'analyse microclimatique peut contribuer, pour une large part, à sa compréhension.

Les investigations de ce genre ne comportent d'autres limites que celles des possibilités matérielles. Elles ont été réalisées conjointement avec l'inventaire des végétations et dans la mesure du temps laissé libre par les tâches journalières; en fait, elles ont dû se borner à une prospection élémentaire des biotopes majeurs, comme la savane, les galeries forestières et les formations palustres.

Il convient d'ajouter que les mesures en pleine brousse requièrent l'emploi d'un appareillage simple et robuste, qui n'offre pas la précision des instruments perfectionnés dont l'usage se répand depuis quelques années dans les recherches de ce genre. Les résultats obtenus sont forcément approchés et les techniques, trop imparfaites, ne permettent pas toujours de saisir, encore moins de caractériser les multiples nuances qui font, d'un peuplement végétal ou d'un site physiographique, un véritable éventail de niches écologiques.

\*  
\*\*

Les relevés dont il est fait état dans ces pages sont l'oeuvre anonyme du personnel de la Mission. Il nous plaît cependant de souligner la part importante qui revient à son chef, M. H. DE SAEGER, qui s'est chargé d'établir et d'équiper les postes météorologiques, d'en surveiller le fonctionnement et d'assurer la continuité des mesures. Il a participé aux relevés microclimatiques, effectués en équipe avec la collaboration de MM. G. DEMOULIN et J. MARTIN. Qu'il veuille bien trouver ici, tout comme ses adjoints, l'expression de ma sympathie et de mes remerciements; sans leur aide et leurs initiatives, cet essai eût été dépouillé de ses résultats les plus fructueux.

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à M. le Prof<sup>r</sup> V. VAN STRAELLEN, Président de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, qui n'a pas hésité à mettre à la disposition de la Mission tous les moyens requis pour la réalisation de ses objectifs. Nous devons à sa haute bienveillance d'avoir pu séjourner, à plusieurs reprises, au Parc National de la Garamba et d'y entreprendre, en marge de la prospection phytosociologique qui nous fut confiée, l'analyse microclimatique des principales formations végétales.

M. le Prof<sup>r</sup> J. LEBRUN, Secrétaire Général de l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge, a tracé, avec l'expérience qu'on lui connaît, les lignes générales de la prospection écologique du Parc. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre affectueuse reconnaissance.

Nous avons eu le privilège de discuter divers points de notre mémoire avec M. G. BULTOT, Chef du Bureau climatologique de l'I.N.É.A.C. Nous le remercions vivement de ses bienveillantes et judicieuses remarques.

MM. J. CALEMBERT et L. RIXHON, de l'Institut Agronomique de Gembloux, ont bien voulu nous seconder dans l'ingrat travail de dépouillement des relevés climatologiques journaliers. Nous les en remercions très cordialement.

## PREMIÈRE PARTIE.

**Le climat régional du Parc National de la Garamba.**

Le climat du Haut-Uele, où se situe le Parc National de la Garamba, nous est connu, dans ses traits fondamentaux, grâce au réseau du Service météorologique de la Colonie, dont le dispositif régional est figuré dans la carte

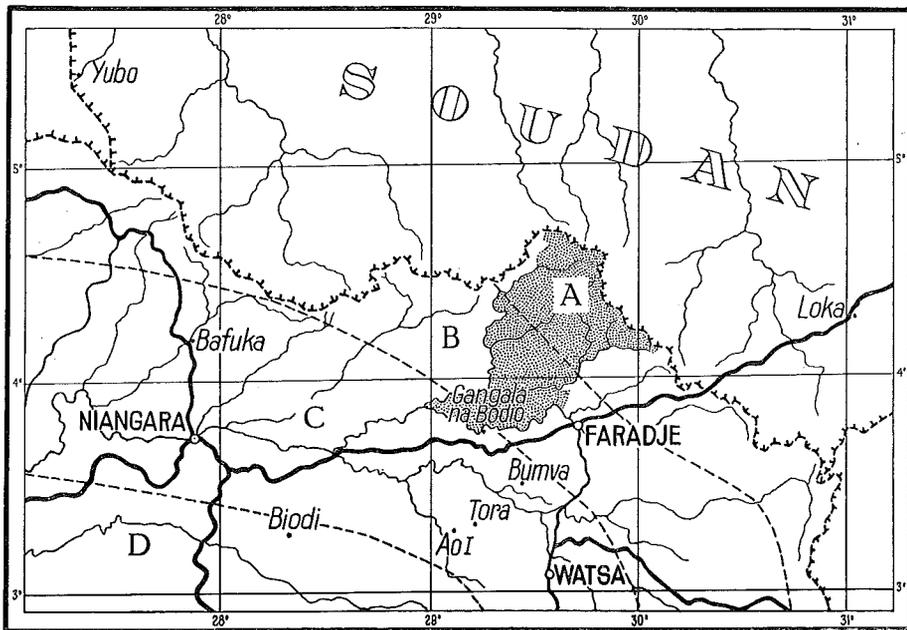


FIG. 1. — Postes météorologiques du réseau congolais et soudanais dans la Région du Parc National de la Garamba. Ce dernier est figuré en pointillé. Les zones forestières du Congo, d'après J. LEBRUN et G. GILBERT (1954), sont reportées sur la carte.

A, forêts tropicales soudanaises; B, forêts subéquatoriales semi-caducifoliées et péruviennes; C, forêts subéquatoriales semi-caducifoliées et guinéennes; D, forêts ombrophiles sempervirentes équatoriales.

ci-dessus (fig. 1); nous y joignons les postes soudanais les plus proches. Les données congolaises ont été dépouillées et publiées par A. VANDENPLAS (1943, 1947, 1949) et F. BULTOT (1950), celles du Soudan par A. W. IRELAND (1948); des cartes du régime thermique et pluviométrique accompagnent

leurs publications. C'est à ces sources que nous puiserons pour définir le climat moyen du Parc, tout au moins pour ce qui concerne la pluie et la température.

Malgré la proximité de certains postes, ceux de Gangala-na-Bodio et de Faradje en particulier, on ne dispose d'aucune observation directe sur le climat qui règne dans les grandes plaines herbeuses de la Garamba. C'est au coeur de ce territoire que s'installa la Mission H. DE SAEGER; un poste climatologique y fonctionna de décembre 1949 à septembre 1952; sa situation répondait aux caractéristiques suivantes :

	Latitude	Longitude	Altitude	Période d'activité
Camp de Bagbele ... ..	4°21 N	29°17 E	800 m	Décembre 1949-Novembre 1950
Camp de la Garamba ...	3°57 N	29°23 E	750 m	Décembre 1950-Septembre 1952

La station était équipée d'un abri STEPHENSON standard, analogue à ceux utilisés par le Service météorologique de la Colonie (1), et des instruments suivants : un thermomètre à maxima du type NEGRETTI, un thermomètre à minima du type RUTHERFORD, un thermohygrographe HAENNI, un évaporimètre de PICHE (2), un psychromètre d'ASSMAN, un anémomètre CASELLA, un pluviomètre standard (ouverture : 1 dm<sup>2</sup>) (3).

Les relevés psychrométriques, anémométriques et évaporométriques ont été effectués trois fois par jour, à 8 h, 12 h et 18 h (heures légales : G.M.T. + 2), par un clerc indigène sous la surveillance du personnel européen. Certaines séries n'ont pu être retenues, parce que trop lacunaires ou d'une exactitude douteuse.

Par souci de comparaison, des postes satellites furent créés dans quelques sites particuliers, au voisinage de la station centrale. Ce furent à Bagbele, en 1950, et dans un rayon de 3 km autour du camp, deux postes de vallée, au bord de l'Aka et de la Mogbwamu, et un poste de crête dominant la Nambili (4); ces trois stations furent prématurément désorganisées par les feux de brousse et les relevés hebdomadaires qui y furent poursuivis s'avèrent d'un intérêt mineur.

Au camp de la Garamba, en 1951-1952, des postes satellites, basés sur des relevés journaliers, fonctionnèrent pendant de courtes périodes (5) dans la plaine alluviale de la Garamba, à environ 1 km du poste central situé

(1) On lui préfère actuellement un abri de dimensions plus grandes et mieux ventilé.

(2) Type construit selon nos indications, en vue des observations microclimatiques.

(3) Aucune donnée n'a été recueillie sur la radiation, dont la mesure nécessite des installations actinométriques perfectionnées.

(4) Pour la topographie des terroirs prospectés, voir H. DE SAEGER (1954).

(5) Du 16 janvier au 23 février 1951, du 31 juillet au 9 septembre 1951 et du 16 au 23 septembre 1952.

en savane; leurs données serviront à définir les particularités mésoclimatiques d'une vallée typique de la région par son profil et sa végétation.

Enfin une dernière station fut établie au camp-relai de Mabanga, à la frontière soudanaise, où elle fonctionna d'une manière intermittente du 5 au 28 mars 1952. Signalons dès maintenant — pour n'y plus revenir — que les relevés thermométriques et hygrométriques effectués en concordance avec ceux du Camp de la Garamba (100 km au Sud) ne montrèrent, par rapport à ces derniers, que des écarts faibles et probablement du même ordre de grandeur que les erreurs instrumentales.

## CHAPITRE PREMIER.

### LES VENTS.

#### § 1. LE RÉGIME DES VENTS AU SOL.

Les masses d'air qui circulent au-dessus d'une région jouent un rôle direct et primordial dans le déterminisme climatique; l'étude de leur origine et de leur mouvement relève de la météorologie dynamique et sort du cadre de cet exposé. Rappelons toutefois que, selon C. E. P. Brooks et ses collaborateurs (1950), l'alizé du Nord-Est persiste durant tous les mois de l'année au-dessus du Bassin congolais, fait confirmé par les sondages récents du Service météorologique du Congo Belge et du Ruanda-Urundi.

Le régime des vents au sol offre, par contre, beaucoup moins de régularité et son mécanisme n'est pas entièrement élucidé; nous nous limiterons ici à commenter brièvement les observations effectuées à la Garamba, dont les résultats sont repris dans le tableau I. Ajoutons que les directions ont été relevées à la girouette, ce qui implique d'inévitables imprécisions.

Si l'on considère, d'après les observations de 12 h, les vents diurnes, dont le régime nous paraît le plus significatif, on constate que les positions N, NE et E dominant très largement en saison sèche, avec des fréquences de 78 % en décembre, 70 % en janvier et 62 % en février. Ces vents secs et persistants sont connus dans le pays sous le nom de « courant égyptien »; ils diminuent progressivement à partir de mars (36 %) pour atteindre moins de 10 % en août et reparaitre dès octobre et novembre. Au cours de la saison des pluies, leur récurrence se traduit par une diminution de la nébulosité et une chute notable de l'humidité atmosphérique.

Les positions S, SW et W culminent, par contre, durant la saison humide, avec des fréquences supérieures à 70 % pour presque tous les mois. C'est par vent d'Ouest ou de Sud-Ouest que surviennent la plupart des pluies; celles-ci se groupent habituellement en séries de plusieurs journées; après le passage des perturbations, le vent tourne au Sud ou au Sud-Est, quelquefois même à l'Est.

TABLEAU I. — **Fréquence des directions du vent au sol.**  
(Période de 1950 à 1952) (1).

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
A 6 heures.								
Décembre .. ... .. .	10,2	39,8	19,3	—	16,7	—	11,5	2,5
Janvier ... .. .	17,9	3,3	10,3	—	53,9	5,6	9	—
Février ... .. .	24,7	1,2	9,9	2,5	45,5	7,4	8,6	1,2
Mars ... .. .	5,4	—	6,6	3,3	60,9	10,8	13	—
Avril .. ... .. .	3,8	—	6,3	2,5	67	9,8	12,6	—
Mai ... .. .	3,8	—	3,8	2,5	73,4	11,4	5,1	—
Juin ... .. .	—	—	4,9	1,2	75,2	6,2	13,5	—
Août .. ... .. .	3,6	1,8	—	7,3	74,6	3,6	9,1	—
Septembre . ... .. .	1,9	1,9	5,7	5,7	69,4	5,7	7,7	1,9
Octobre ... .. .	5,2	—	10,3	3,4	60,4	3,4	15,6	1,7
Novembre .. ... .. .	—	—	2,2	2,2	63,7	20,5	11,4	—
A 12 heures.								
Décembre .. ... .. .	6,5	65,2	6,5	1,3	2,6	2,6	14,2	1,3
Janvier ... .. .	42,3	15,3	12,6	1,8	7,3	6,3	12,6	1,8
Février ... .. .	42,8	9,7	9,7	4,9	12,2	4,9	14,6	1,2
Mars ... .. .	11,9	6,6	17,3	3,2	28,3	10,9	19,6	2,2
Avril .. ... .. .	8,5	1,2	8,5	3,6	48,1	19,3	10,8	—
Mai ... .. .	9,6	—	7,5	11,9	39,8	9,6	21,6	—
Juin ... .. .	4,6	1,2	6,9	5,8	47,7	5,8	28	—
Août .. ... .. .	5,2	—	3,5	5,2	51,7	10,3	24,1	—
Septembre . ... .. .	27,8	—	3,7	1,8	37,1	9,2	16,7	3,7
Octobre ... .. .	25,8	4,8	19,4	1,6	22,7	6,4	16,1	3,2
Novembre .. ... .. .	10	10	25	4	39	2	10	—
A 18 heures.								
Décembre .. ... .. .	16,8	37,7	23,4	2,6	7,8	2,6	6,5	2,6
Janvier ... .. .	37,6	3,9	15,5	1,3	19,6	10,4	9,1	2,6
Février ... .. .	53,2	7,4	6,1	1,2	13,7	1,2	16	1,2
Mars ... .. .	28,8	4,6	4,6	9,3	28,7	12,6	10,3	1,1
Avril .. ... .. .	12,4	1,2	4,9	3,7	43,3	9,8	24,7	—
Mai ... .. .	12	1,2	8,5	1,2	38,6	10,8	25,4	2,4
Juin ... .. .	4	—	4	2,8	63,8	4	21,4	—
Août .. ... .. .	18,5	—	5,5	—	42,6	11,2	22,2	—
Septembre . ... .. .	19,6	—	5,9	1,9	39,2	5,9	25,6	1,9
Octobre ... .. .	36,2	3,2	8,1	1,6	34,5	1,6	13,2	1,6
Novembre .. ... .. .	27,7	—	11,1	—	44,5	—	16,7	—

(1) Moyennes des années 1949-1950-1951 pour décembre, 1950-1951-1952 pour janvier à juin inclus, 1950-1951 pour août à novembre. Les données de juillet sont lacunaires et n'ont pas été reprises au tableau.

En saison sèche, les vents humides atteignent encore le Haut-Uele avec une fréquence d'environ 25 %; ils n'apportent que des ondées sporadiques et insignifiantes, mais ils se manifestent par une recrudescence de la nébulosité, des brouillards matinaux, une chute sensible du déficit de saturation et de l'évaporation; celle-ci est réduite, durant ces journées, d'environ 50 %.

## § 2. LA VITESSE DU VENT AU SOL.

La vitesse du vent au sol a fait l'objet de mesures horaires effectuées en 1950, au moyen de l'anémomètre totalisateur CASELLA, en terrain découvert (plateau), à 2 m de hauteur. Les observations à ce niveau intéressent directement l'écologiste, car elles expriment les conditions de ventilation du tapis végétal et l'on sait l'incidence qu'elles exercent sur les processus d'évaporation et de transpiration.

Le tableau II donne les moyennes mensuelles entre 7 et 8 h, 12 et 13 h, et 17 et 18 h, heures légales. Nous avons consigné, entre parenthèses, la valeur la plus élevée du mois.

En toute saison, les vents atteignent leur vitesse maximum en plein jour et tombent dès le soir; ce régime est fréquent sous les tropiques, dans les régions continentales où les nuits sont particulièrement calmes.

Les variations saisonnières sont assez prononcées : on note, durant les mois secs, des vitesses diurnes moyennes de 2 à 3 m par seconde; cette particularité renforce singulièrement, à cette époque, la xéricité du complexe atmosphérique; en saison humide, les valeurs ne dépassent guère 1 m par seconde. Tous ces chiffres sont proches de ceux qu'on relève au Congo,

TABLEAU II. — Vitesse moyenne des vents en m/sec, à 8h, 12 h et 18 h.

(Décembre 1949-novembre 1950.)

(Entre parenthèses : valeur la plus élevée du mois.)

Mois	7-8 h	12-13 h	17-18 h
Décembre 1949 .. ...	1,21 m (4 m)	3,11 m (3,84 m)	0,69 m (1,72 m)
Janvier 1949 ... ..	0,89 m (2,26 m)	2,01 m (3,37 m)	0,78 m (1,20 m)
Février 1950 ... ..	1,20 m (4,03 m)	2,06 m (3,58 m)	0,85 m (2,62 m)
Mars 1950 ... ..	1,05 m (2,06 m)	1,37 m (3,26 m)	0,65 m (4 m)
Avril 1950 ... ..	0,79 m (1,27 m)	1,30 m (2,81 m)	0,81 m (3,95 m)
Mai 1950 ... ..	0,65 m (1,40 m)	0,74 m (1,16 m)	0,64 m (1,20 m)
Août 1950 ... ..	0,54 m (1,03 m)	1,03 m (1,50 m)	0,62 m (1,80 m)
Septembre 1950 .. ...	0,50 m (1,84 m)	0,88 m (1,40 m)	0,70 m (3,30 m)
Octobre 1950 ... ..	0,76 m (1,66 m)	1,15 m (2,58 m)	0,64 m (1,80 m)
Novembre 1950 .. ...	0,54 m (1,05 m)	1,36 m (2,32 m)	0,65 m (1,23 m)

dans les pays de savane (W. MULLENDERS, 1954, dans le Lomami, H. SCAETTA, 1934, dans le Kivu).

Des vents très violents accompagnent les tornades printanières qui viennent généralement de l'Est. Des mesures occasionnelles ont permis de relever des vitesses de 15 à 18 m par seconde, soit 40 à 65 km à l'heure. Ce sont des grandeurs comparables à celles que mentionne P. GOEDERT (1938).

## CHAPITRE II.

### LES PRÉCIPITATIONS.

L'abondance et la répartition des pluies constituent, en milieu tropical, l'élément majeur du climat écologique. Dans les pages qui suivent, nous analyserons les observations recueillies par la Mission H. DE SAEGER, ainsi que les données du réseau climatologique régional.

#### § 1. HAUTEUR ANNUELLE DES PLUIES.

Les cartes récemment publiées par F. BULTOT (1950, 1954) attribuent au Parc National de la Garamba des précipitations moyennes annuelles comprises entre 1.500 et 1.300 mm. Nos propres données s'intègrent dans ces limites : le pluviomètre a totalisé 1.470,5 mm au camp de Bagbele (décembre 1949-novembre 1950), 1.316,6 mm au camp de la Garamba (décembre 1950-novembre 1951). Par ailleurs, les pluies recueillies au poste de Nagero atteignent 1.644 mm en 1951, celles recueillies à Faradje 1.284 mm en 1950, 1.397,8 mm en 1951 et 1.519,3 mm en 1952.

Dans la région, les pluies diminuent suivant un axe orienté du Sud-Ouest au Nord-Est et ce gradient coïncide avec une transformation progressive des paysages végétaux. Aux formations ombrophiles de terre ferme, dont on retrouve les dernières irradiations aux abords de la localité de Dungu, succède à l'Est de l'Aka et au Nord de la Dungu un paysage de savanes herbeuses et arbustives et d'étroites galeries forestières en pleine décadence; l'élément soudanais prend une part de plus en plus importante dans la flore du Parc, à mesure qu'on se rapproche de la crête Congo-Nil, mais ce n'est toutefois qu'au voisinage de cette dernière, dans la zone la plus xérique du territoire, qu'apparaissent les véritables forêts sèches à *Isobertinia doka* et les savanes aridiques à *Andropogon schirensis* et *Loudetia simplex*. L'isohyète de 1.400 mm doit correspondre à peu près, dans la région, avec leur limite méridionale. Le poste soudanais de Loka, situé à quelque 125 km à l'Est, dans un contexte phytogéographique analogue, enregistre une lame d'eau annuelle de 1.326 mm (période 1929-1940, d'après A. W. IRELAND, 1948).

La variabilité interannuelle des pluies est considérable dans toutes les

stations du Haut-Uele; elle atteint 20 à 30 % de la moyenne. Il en est de même de la variabilité dans l'espace, qui découle du rôle prépondérant de la convection thermique dans le régime des précipitations; entre les postes de Nagero et de la Garamba, situés à 30 km l'un de l'autre, on note une différence de 295 mm en faveur du premier, en 1951, de 562 mm en faveur du second, en 1952.

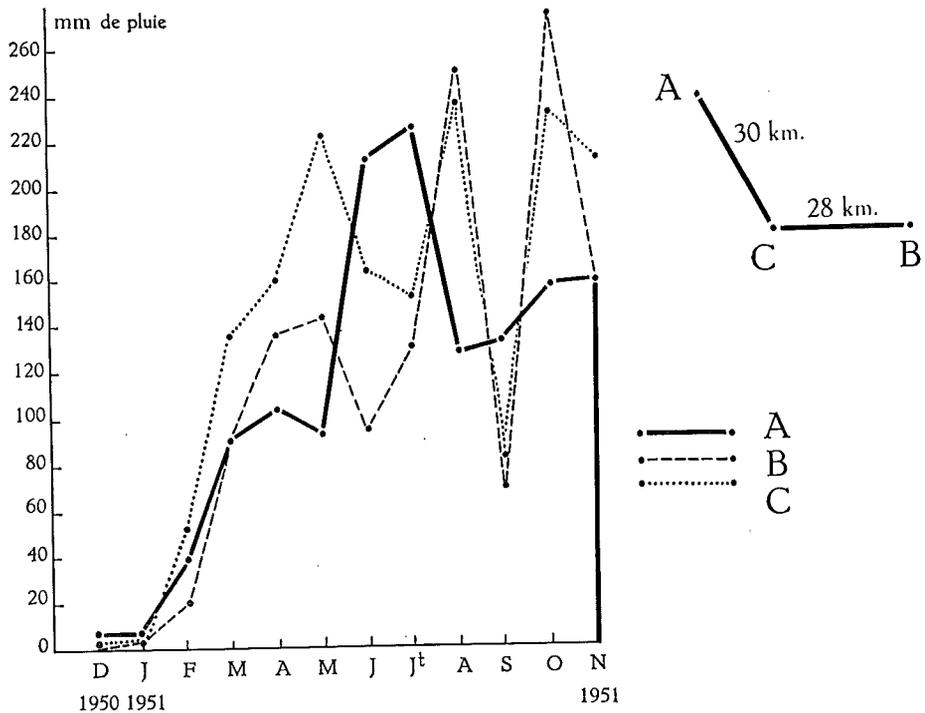


FIG. 2. — Diagramme mensuel des pluies en 1951, pour les stations de la Garamba (A), de Faradje (B) et de Nagero (C).

## § 2. RÉPARTITION MENSUELLE DES PLUIES.

Le tableau III reprend les hauteurs mensuelles des pluies pour les postes du Parc et ceux de Nagero et de Faradje. Ces données soulignent l'énorme variabilité qui peut affecter des postes cependant voisins, comme le confirme aussi la figure 2. L'établissement d'une courbe normale de répartition implique donc des observations de longue durée; afin d'en donner une image quelque peu valable pour l'ensemble du Parc, nous avons reproduit, dans la figure 3, le diagramme normal de répartition des pluies pour Gangala-na-Bodio et Faradje (période 1940-1949).

TABLEAU III. — Hauteurs mensuelles des pluies au Parc National de la Garamba, en 1950-1952.

	D.	J.	F.	M.	A.	M.	A.	M.	J.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	Année
Décembre 1949- novembre 1950																
Bagbele ... ..	3,4	1,4	22,9	140,4	142,8	269	174,4	152,4	239	147	149,4	28,4	1.470,5			
Faradje ... ..	?	0	5	86,5	274	116	155	291,9	131,1	125,2	59,7	23	1.284			
Décembre 1950- novembre 1951																
Garamba ... ..	5,8	6,6	40,4	88,4	103,2	91,2	212,4	226	127,2	132,6	158,6	159,2	1.351,6			
Nagero ... ..	3	3,5	52	134,5	159	224	165	151	236	82	227	210	1.647			
Faradje ... ..	0	4	21	87	134,5	142,9	93,7	128,5	250	68,5	277,8	158,4	1.366,3			
Décembre 1951- septembre 1952																
Garamba ... ..	9,2	0,8	23,8	112	182	252,2	128,8	230,4	318,8	279,6	—	—	(1.527,6) (*)			
Nagero ... ..	—	—	13	65	147	256,8	104,4	70,7	220	188,2	—	—	(1.065,1) (*)			
Faradje ... ..	31,5	14,5	29,6	43,6	180,8	273,3	112,2	71	315,2	122,4	207,9	135	1.148,1			

(\*) Total de février à septembre.

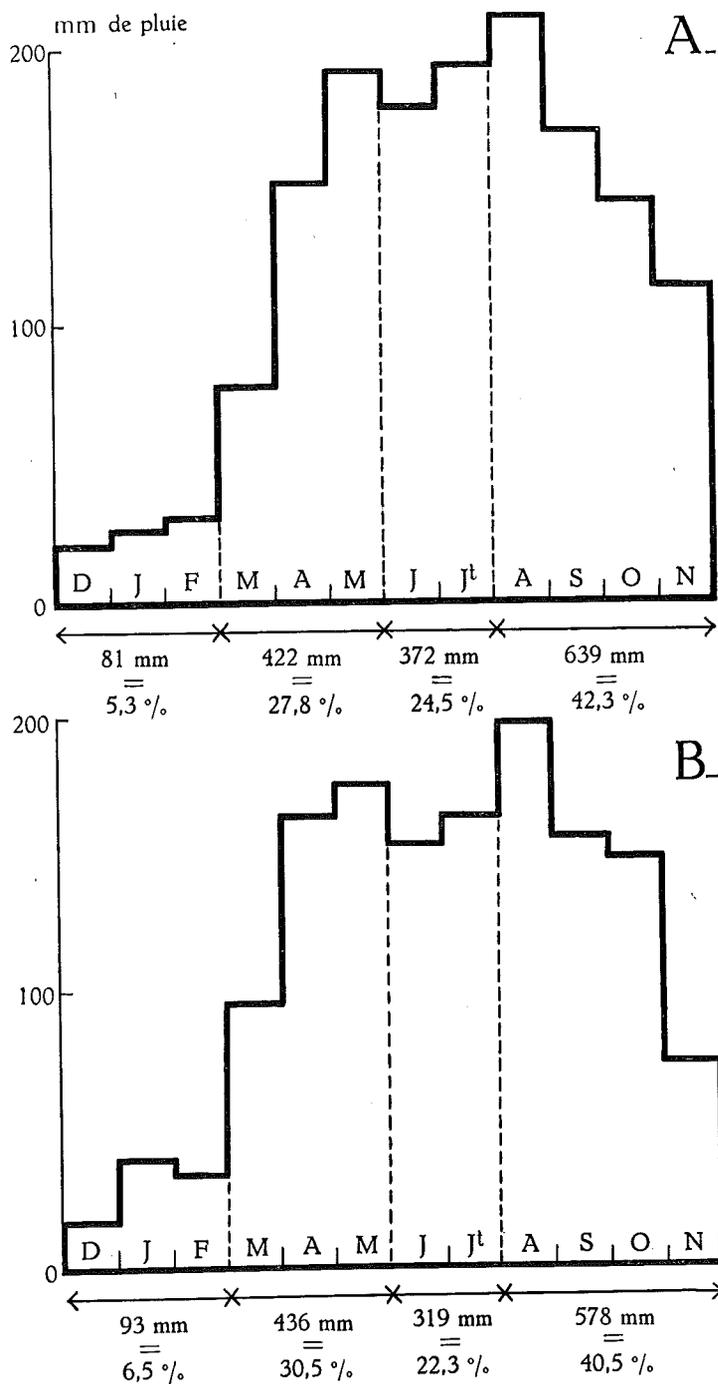


FIG. 3. — Répartition normale des pluies mensuelles à Gangala-na-Bodio (A) et Faradje (B), d'après A VANDENPLAS (1943).

### § 3. LA SAISON SÈCHE.

La saison sèche s'étend normalement sur les mois de décembre, janvier et février, mais on peut déjà, certaines années, y incorporer la seconde moitié de novembre. Ces mois ne totalisent que des précipitations insignifiantes, représentant 5 à 6 % de la hauteur d'eau annuelle. Ces ondées sporadiques, le plus souvent inférieures à 5 mm, sont totalement dépourvues d'incidence écologique; la plupart des journées nébuleuses n'apportent, du reste, que quelques gouttes de pluie.

Les précipitations de février ne sont guère plus fréquentes qu'en décembre ou janvier; toutefois, une ou deux tornades isolées surviennent fréquemment vers le milieu du mois. Ce fut le cas en 1950 (22,4 mm le 20), en 1951 (31,3 mm le 10) et en 1952 (8,8 mm le 10 et 13 mm le 20). Malgré l'intense ruissellement auquel ne fait obstacle aucune végétation herbacée, ces pluies contribuent efficacement à la réhumectation des sols en savane, mais leur effet écologique est pratiquement annulé par les vents secs qui leur succèdent; elles ne provoquent qu'un réveil fort timide de la croissance des graminées (1).

Il faut attendre la première décade de mars, pour voir s'ouvrir la vraie saison des pluies par l'irruption de violentes tornades, qui viennent principalement de l'Est. C'est à cette époque seulement que la végétation savanique marque un départ définitif.

F. BULTOT (1954) a récemment proposé des critères (2) pour délimiter la saison sèche. Il considère comme telle « une succession de jours sans précipitations (ou presque sans précipitations) se présentant chaque année à peu près à la même époque ». Pour le secteur central du Parc, les dates moyennes sont les suivantes pour la période 1930-1952 :

Début de la saison sèche ... ..	25 novembre;
Début de la saison des pluies ... ..	25 février;
Durée moyenne de la saison sèche ... ..	85 jours.

En appliquant les mêmes critères pour les années d'exploration du Parc, on obtient les dates et durées suivantes :

Début de la saison sèche :	
1950 ... ..	17 novembre;
1951 ... ..	25 novembre;
1952 ... ..	30 novembre.

(1) Elles exercent, par contre, une influence très marquée sur la biologie de certains insectes; de nombreux vols de termites ont lieu au lendemain de la première grosse pluie de février.

(2) L'auteur récusé avec raison les définitions empiriques de « mois sec » utilisées à défaut d'autres critères par R. PIGNOL (1931) et A. AUBREVILLE (1949). Pour ces deux auteurs, un mois est qualifié de sec quand il totalise respectivement moins de 50 et de 30 mm de pluie.

Début de la saison des pluies :

1951	...	...	...	...	...	...	...	3 mars;
1951	...	...	...	...	...	...	...	7 mars;
1952	...	...	...	...	...	...	...	8 mars.

Durée de la saison sèche :

1950-1951	...	...	...	...	...	...	110 jours;
1951-1952	...	...	...	...	...	...	103 jours.

La saison sèche a donc été particulièrement longue pour les deux années considérées.

#### § 4. LA SAISON DES PLUIES.

La saison des pluies s'ouvre vers la fin de février ou le début de mars par une série de tornades, dont la violence s'atténue progressivement dans le courant d'avril; les précipitations ne cessent d'augmenter jusqu'en mai, époque normale du premier maximum pluvial.

En juin et juillet, on assiste à une légère diminution des pluies; cette inflexion du diagramme coïncide avec le minimum pluvial du solstice d'été, conventionnellement appelé « petite saison sèche »; celle-ci est, en fait, très atténuée dans le Nord du Congo Belge.

Le second maximum pluvial survient en août, mais avec de notables irrégularités selon les années; les grandes pluies se prolongent jusqu'en octobre et dans la première moitié de novembre. Août, septembre et octobre sont les mois des grandes crues, qui envahissent toute la vallée majeure des cours d'eau et remplissent les mares temporaires; celles-ci ne s'assècheront définitivement qu'à la fin de janvier ou au début de février.

Pour compléter l'image écologique de la saison des pluies, il convient encore de préciser la fréquence et la durée des petites périodes sèches, dont l'incidence peut être considérable sur la végétation des sols superficiels, comme du reste sur la phénologie florale et sur les cycles entomologiques.

F. BULTOT (1954) admet qu'« une période pluvieuse se termine dès qu'il ne tombe plus d'eau mesurable pendant au moins deux jours consécutifs »; de même « une période sèche est interrompue par un jour de pluie au moins égale à 4 mm ou lorsque surviennent trois jours consécutifs au moins avec pluies inférieures à 4 mm ». Le seuil de 4 mm est censé représenter la limite inférieure d'« efficacité » des pluies, autrement dit celle de leur incidence sur les réserves du sol. L'auteur adopte cette valeur, proche de celle préconisée par divers écologistes, et reconnaît, avec raison, qu'elle constitue, en climat tropical, une cote minimum.

Pour nous en tenir aux critères proposés par F. BULTOT (1954), nous ne prendrons en considération que les périodes sans pluies efficaces d'au moins 6 journées consécutives. Pour les années 1950, 1951 et 1952, les récurrences de sécheresse se distribuent comme suit :

1. Du début de la saison des pluies à la fin mai, il survient généralement plusieurs périodes sèches, assez régulièrement distribuées dans le temps

(5 en 1950, 8 en 1951, 3 en 1952) et dont la durée excède rarement 6 ou 7 jours. En mars et en avril, ces périodes sèches se clôturent souvent par l'irruption de grosses tornades. La végétation est ainsi soumise à des alternatives bien marquées de temps sec et humide et la croissance s'en ressent. Le tapis herbeux des savanes ne connaît qu'un développement relativement lent; à la fin de mai, en site favorable, il n'atteint au maximum qu'un mètre environ de hauteur.

2. En juin, à l'époque du solstice, des périodes sèches plus longues et plus intenses peuvent survenir et dépasser 10 jours (14 jours en 1950, 11 jours en 1951, 10 jours en 1952). Cette succession de journées chaudes et très ensoleillées laisse quelquefois l'impression, comme en 1950, d'une véritable « petite saison sèche », tant son effet est visible sur les végétations des sols superficiels.

3. A partir de juillet jusqu'en octobre, les périodes sèches de plus de 5 jours sont exceptionnelles. On n'en relève aucune en 1950, une seule en 1952, 3 en 1951. C'est la période de grand accroissement des graminées qui, dès la fin de juillet ou le début d'août, atteignent à peu près leur hauteur maximum (2 m à 2 m 50, en site favorable). Les périodes sèches réapparaissent généralement dès le début de novembre, plus ou moins tôt selon les années; elles ne sont plus coupées que par des pluies sporadiques qui cessent totalement dans la troisième décennie de ce mois.

Le régime des périodes sèches et pluvieuses paraît donc revêtir, dans la région du Parc de la Garamba, une allure bien typique, qui n'a guère varié d'une année à l'autre. Ajoutons que ce régime est intermédiaire entre ceux qui prévalent, par exemple, à Bambesa (limite de la forêt ombrophile), et à Nioka (plateaux de la dorsale Congo-Nil) (F. BULTOT, 1954, p. 29).

### CHAPITRE III.

## LA TEMPÉRATURE.

#### § 1. MARCHE ANNUELLE DE LA TEMPÉRATURE.

Le tableau IV donne les températures moyennes, les maxima et les minima moyens et absolus pour les divers mois de l'année, durant la période d'exploration (1950-1952). Ces valeurs sont extraites des thermogrammes journaliers. La figure 4 représente la marche des températures mensuelles d'une année à l'autre.

La marche annuelle de la température est en rapport étroit avec celle de la radiation. On sait que cette dernière dépend tout d'abord du cycle solaire; aux latitudes qui nous intéressent ici, les minimums de radiation à la limite de l'atmosphère se situent en juillet et en décembre, les maximums en mars et septembre. Mais ce déterminisme est fortement contrarié par le

cycle pluvial et l'évolution de la nébulosité; les valeurs de l'insolation relative à Paulis (Uele), publiées par F. BULTOT (1954), sans être applicables comme telles à la Garamba, varient dans le même sens et fléchissent à partir de mai (39 %), pour atteindre le minimum en août (28 %). Par contre, en saison sèche, l'insolation relative à la Garamba doit être proche de 90 %. La radia-

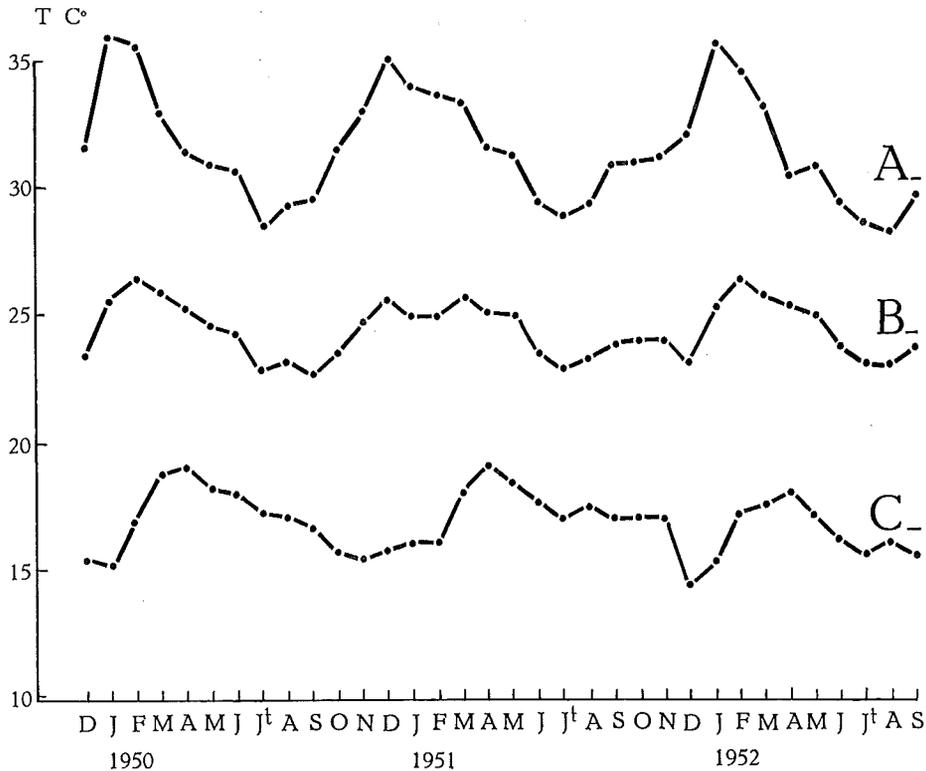


FIG. 4. — Évolution des températures au Parc National de la Garamba, de décembre 1949 à septembre 1952.

A, maximums moyens mensuels; B, moyennes mensuelles;  
C, minimums moyens mensuels.

tion globale au sol, très élevée en saison sèche, diminue donc progressivement jusqu'en août. La courbe se redresse à nouveau à partir de septembre jusqu'en janvier.

L'évolution des températures au cours de l'année répond parfaitement à ce schéma. La température moyenne culmine en saison sèche, diminue jusqu'en juillet-août et remonte à partir de septembre. La courbe des maxima moyens mensuels se comporte d'une manière analogue, tandis que celle des minima offre une allure inverse. La saison sèche est donc l'époque

des minima les plus bas comme celle des écarts journaliers les plus prononcés.

Le régime conjugué de la radiation et de la température paraît exercer une influence considérable sur la phénologie florale. L'augmentation de la radiation au sol et de la température, en décembre-janvier, coïncide, en pleine saison sèche, avec la floraison, puis avec la feuillaison de nombreux arbustes en savane; ce réveil « printanier » est particulièrement

TABLEAU IV. — Températures mensuelles au Parc National de la Garamba.  
(Période de 1950 à 1952.)

	Température moyenne diurne	Maximum moyen diurne	Minimum moyen diurne	Maximum absolu	Minimum absolu
Janvier ... ..	25,5	35,4	15,6	39,6	11
Février ... ..	25,9	34,7	17,1	39	13,5
Mars ... ..	25,9	33,3	18,5	39	14
Avril ... ..	25,3	31,2	19,4	36	14,5
Mai .. ... ..	24,8	31,1	18,5	37	16
Juin . ... ..	23,9	29,8	17,9	39,9	16
Juillet ... ..	23	28,6	17,3	33	14,4
Août ... ..	23,2	28,9	17,4	33	11,5
Septembre ... ..	23,6	30,1	16,9	36,1	15
Octobre .. ...	23,6	20,8	16,3	33	14
Novembre ... ..	23,8	32	16,1	35	13
Décembre ... ..	24,2	35,1	15,2	37,5	11
Année ... ..	24,4	31,7	17,2	39,9	11

marqué chez les espèces d'appartenance soudano-zambézienne, chez lesquelles il est bien connu dans leur climat d'élection, par exemple sur les plateaux katangais (J. LEBRUN et G. GILBERT, 1954). La seconde phase d'accroissement de la radiation et de la température, qui succède au minimum de juillet-août, coïncide à son tour avec la floraison des grandes graminées de savane.

## § 2. MARCHÉ JOURNALIÈRE DE LA TEMPÉRATURE.

Le dépouillement des thermogrammes journaliers a servi de base à l'élaboration du tableau V. L'amplitude diurne des températures atteint sa valeur la plus grande en janvier (15°8), la plus basse en juillet (7°3). Des amplitudes diurnes supérieures à 25° sont exceptionnelles et n'ont été enregistrées qu'à deux reprises, en janvier 1950, au Camp de Bagbele, poste le plus proche de la crête Congo-Nil (écart extrême : 26°5, par maximum de 39° et minimum de 12°5).

TABLEAU V. — Marche journalière de la température au cours des divers mois de l'année au Parc National de la Garamba.

(Moyennes de 1950 à 1952.)

	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	22 h	24 h	2 h	4 h
Décembre .. ...	17,1	24,8	27,4	30,4	34,7	30,7	25,9	22,4	20,7	19,5	18,3	17,6
Janvier .. ...	17,5	21,8	27,8	34,3	33	33,3	29	25	22,8	24,1	19,7	18,3
Février .. ...	19,5	23,3	28,1	30,8	32,2	34,9	29,4	26,2	23,5	22,5	24,4	20,4
Mars .. ...	19,8	23,1	26,6	29	30,1	29,1	26,5	23	22,6	21,7	21,1	20,5
Avril .. ...	19,8	23	25,7	27,9	28,4	27,5	25,7	22,3	22	24,2	20,5	20,1
Mai .. ...	19,6	24,9	24,8	26,7	27,6	26,1	23,6	21,6	24,2	20,7	20,1	19,5
Juin .. ...	19,8	22,3	25,1	26,7	27,2	26,9	24,8	22,2	21,7	24,2	20,7	20,1
Juillet .. ...	20	24,8	23,5	25,8	27,1	26,1	24,1	22,5	24,4	20,7	20,5	19,7
Août .. ...	20,3	22,4	24,6	26,9	27,1	26,5	24,3	22,4	24,5	21	20,5	20,4
Septembre .. ...	19,7	22,4	26	27,9	28	27,2	24,2	22,2	24,7	24,3	20,6	20,2
Octobre (1) .. ...	18,4	24,3	24,9	27,5	27,6	26,2	23,3	21	20,4	19,7	19,1	18,7
Novembre (1) .. ...	17,7	24,3	25,8	28,7	29,8	27,9	23,5	24,5	20,3	19,8	18,9	18,3

(1) Années 1950 et 1951 seulement.

Le maximum diurne survient habituellement entre 13,30 h et 15,30 h (90 % des cas) et le minimum à 6 h du matin (80 % des cas).

Des chutes brusquées de température surviennent au moment des orages et surtout des tornades printanières. C'est ainsi que le 29 mai 1950, la température de l'air est passée en quelques minutes de 33° à 21°5, vers 14 h. Ces orages froids sont parfois accompagnés de grêle (une fois en mars 1950).

### § 3. FRÉQUENCE DES TEMPÉRATURES EXTRÊMES.

Des températures très élevées surviennent principalement en saison sèche; elles peuvent atteindre sous abri 39 à 40°; voici, du reste, la fréquence des maxima relevés au Parc durant les mois de décembre à mars pour la période 1950-1952 (1).

	Décembre	Janvier	Février	Mars
Nombre moyen de jours à maximum égal ou supérieur :				
à 35°	10	21	18	9,6
à 36°	4,3	12	9,3	5
à 37°	1	8,6	4	3
à 38°	0,3	5,3	2,3	1,6
à 39°	—	1	0,6	0,6

Les minima les plus bas atteignent 10° et quelquefois 9° et surviennent principalement en décembre et janvier. Leur fréquence pour ce dernier mois s'établit comme suit pour la période 1950-1952.

	Janvier
Nombre moyen de jours à minimum égal ou inférieur :	
à 15°	15,3
à 14°	12
à 13°	7,3
à 12°	6,3

Le maximum absolu relevé par la Mission H. DE SAEGER atteint 40°, le minimum absolu 9° (d'après les thermomètres à maxima et minima, sous abri).

### § 4. INFLUENCE MÉSOCLIMATIQUE DES VALLÉES.

Dans les grandes vallées, comme celles de la Dungu et de la Garamba, le régime thermique s'écarte légèrement de celui qui prévaut en savane. Dans le tableau VI, nous avons mis en parallèle les températures relevées sous abri, dans la plaine herbeuse de la Garamba et dans la savane adjacente, les deux postes étant distants d'environ 1 km. Les observations ont porté sur deux périodes, l'une en saison des pluies (31 juillet au 9 sep-

(1) En dehors de ces mois, on n'a relevé que deux fois une température supérieure à 35°, en juin 1951 et en mai 1952.

tembre 1951), l'autre en saison sèche (16 janvier au 23 février 1951). On constate que les températures diurnes sont relativement plus élevées, en plein jour, dans la vallée qu'en savane, les différences s'atténuant le soir et la nuit.

On retrouve, à travers ces résultats, le mécanisme bien connu du climat local des vallées (J. GEIGER, 1942); toutefois, la morphologie largement évasée et le modeste encaissement qu'elles présentent, dans le relief sénile de la région, expliquent le retard sinon l'absence complète d'une inversion nocturne de la température.

TABLEAU VI. — **Température en savane herbeuse et dans la plaine alluviale de la Garamba.**

	6 h	12 h	14 h	18 h	24 h
I. — Période du 31.VII au 9.IX.1951.					
Température en savane ... ..	19°7	25°9	25°6	21°9	19°7
Température en vallée ... ..	20°1	27°5	27°9	22°4	20°3
Écart en faveur de la vallée ... ..	+0°4	+1°6	+2°3	+0°5	+0°6
II. — Période du 16.I au 23.II.1951.					
Température en savane ... ..	16	30°2	31°05	23°4	17°85
Température en vallée ... ..	15°7	30°7	33°15	25°7	17°95
Écart en faveur de la vallée ... ..	—0°3	+0°5	+2°1	+2°3	+0°1

#### CHAPITRE IV.

### L'HUMIDITÉ ET LA SÉCHERESSE DE L'AIR.

Les données relatives à l'humidité de l'air sont extraites des hygrogammes journaliers et exprimées en humidité relative (H.R.). Nous avons également calculé les déficits de saturation correspondants (D.S.) exprimés en millibars <sup>(1)</sup>.

La tradition prévaut, dans les travaux écologiques, d'exprimer par cette

(1) Le déficit de saturation (E—e) exprime la différence entre la tension maximum de vapeur (E) à la température de l'air et la tension réelle du moment (e). On l'exprime en millibars. La valeur adoptée pour E est celle qui correspond à la température du thermomètre sec (t), relevée au psychromètre.

grandeur le pouvoir desséchant de l'air et certains auteurs admettent qu'il existe une relation satisfaisante entre le déficit de saturation, l'évaporation des surfaces d'eau et la transpiration des feuillages. On sait actuellement que ce point de vue est trop schématisé sinon entièrement erroné. L'évapotranspiration est un phénomène complexe qui dépend tout autant du bilan énergétique au sol, de la température d'irradiation des surfaces évaporantes et de la vitesse du vent que du déficit de saturation de l'air (T. LEIGHLY, 1937; H. L. PENMAN, 1948; F. BULTOT, 1954). Ce dernier intervient toutefois dans l'équation d'évaporation et son calcul n'est donc pas entièrement dépourvu d'intérêt.

Certains auteurs, en particulier J. A. PRESCOTT et G. B. STIRK (1951), ont préconisé d'exprimer le déficit de saturation de l'air en utilisant comme valeur de  $E$  celle qui correspond à la température du thermomètre humide ( $t'$ ) dans les mesures psychrométriques. Ils ont obtenu, en effet, une relation plus satisfaisante entre l'intensité d'évaporation de l'appareil de PICHE et le déficit de saturation calculé de cette manière.

Il est cependant douteux qu'on puisse assimiler la surface évaporante de PICHE à celle d'une pièce d'eau libre et moins encore à celle du feuillage. Le calcul préconisé par les auteurs précités ne nous paraît offrir aucun avantage sur l'expression classique du déficit de saturation, la seule que nous ayons retenue ici.

### § 1. Marche journalière et saisonnière de l'humidité relative et du déficit de saturation.

Les tableaux VII et VIII rassemblent les données fournies par le dépouillement systématique des hygrogrammes journaliers et converties en déficit de saturation, pour la période 1950-1952. Dans la figure 5, on a mis en parallèle les courbes journalières moyennes de l'humidité relative et du déficit de saturation pour 4 mois caractéristiques de l'année : janvier, mars, mai et août, ces deux derniers correspondant aux deux maximums pluviaux. L'amplitude maximum moyenne de l'année est exprimée par l'écart entre les courbes de janvier (mois le plus sec) et août (mois le plus humide).

Sous abri, le moment le plus sec de la journée coïncide, vers 14 h, avec le maximum thermique; durant la nuit, si l'on excepte les mois secs et semi-humides, l'air est fréquemment porté au voisinage du point de saturation et, à découvert, les rosées sont copieuses et fréquentes; elles sont, par contre, très faibles et exceptionnelles en saison sèche.

L'évolution saisonnière souligne la xéricité prononcée de la saison sèche. En plein jour, à 14 h, le minimum moyen de l'humidité relative tombe à 30 % et moins en décembre, janvier et février et les déficits de saturation correspondants dépassent 30 millibars. En saison des pluies, par contre, les valeurs atteignent respectivement plus de 60 % et moins de 15 millibars. Les mois de mars et avril et celui de novembre occupent une position intermédiaire.

TABLEAU VII. — Marche journalière de l'humidité relative au cours des divers mois de l'année au Parc National de la Garamba.

(Moyennes de 1950 à 1952.)

	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	22 h	24 h	2 h	4 h
Janvier ... ..	83,7	69,2	44,8	30	25,5	25,3	34	47,7	58	65,9	72	78,5
Février ... ..	82,6	63,8	42,5	32,2	28,2	29,1	36,6	48,8	57,4	64,2	69,9	75,6
Mars .. ...	92,5	78,3	58,2	48,9	45	48,2	60,9	73,7	81,1	85,7	87,4	90,7
Avril .. ...	94,1	84,4	66,2	55,3	53,4	56,8	71,4	85	88,8	90,7	93,2	94,1
Mai ... ..	95	86	66,1	56,5	55	63,4	79,8	90,4	93,6	94,8	94,8	93,9
Juin ... ..	95,2	89,9	72,1	62,5	59,3	62,7	80,3	88,9	93,5	94,2	95,9	96,2
Juillet ... ..	98	94,9	76,4	65,2	61,2	66,8	82,9	92,5	95,1	96	97,6	96,6
Août .. ...	96,3	95,5	76,8	65,9	62,2	65,5	82,7	92,9	95,7	97	96,5	98
Septembre . ...	97,2	93,3	69,7	60	59	65,5	82,7	91,8	94,6	96	96,7	97,1
Octobre ... ..	98	92,6	71,4	59,4	58,6	66,6	84,6	93,2	95,8	97,3	97,9	97,9
Novembre . ...	98,4	92,4	62,9	48,9	49	58,3	83,4	90,4	93,8	95,2	96	97
Décembre .. ...	89,9	71,2	41,5	31,9	28,9	32,1	51,5	68,2	75,5	79,5	82,5	85,4

TABLEAU VIII. — Marche journalière du déficit de saturation au cours des divers mois de l'année.

(Moyennes de 1950 à 1952) (en millibars).

	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	22 h	24 h	2 h	4 h
Janvier ... ..	2	7,9	24,8	30,3	37,4	38,3	26,5	16,6	11,6	8,5	6,3	4,5
Février ... ..	3,8	10,3	24,9	30,1	34,5	33,5	26	17,4	12,3	9,7	7,5	5,7
Mars .. ...	1,6	6	14,5	20,5	23,4	20,8	13,5	7,7	5	3,7	3,1	2,1
Avril .. ...	1,2	4,2	11,1	16,8	18	15,8	9,4	4	2,9	2,3	1,5	1,3
Mai ... ..	1	3,6	10,5	15,2	16,6	12,3	5,9	2,3	1,5	1,2	1,1	1,3
Juin ... ..	1	2,7	8,8	13,1	14,6	13,2	6,1	2,9	1,5	1,3	0,9	0,7
Juillet ... ..	0,4	1,3	6,7	11,5	13,9	14,1	5,1	2	1,1	0,8	0,5	0,6
Août .. ...	0,7	1,1	7,1	12	13,5	11,9	5,5	2	1	0,7	0,7	0,4
Septembre . ...	0,5	1,8	10,1	15	15,5	12,4	5,2	2,1	1,3	1	0,7	0,5
Octobre ... ..	0,3	1,7	8,9	14,9	15,3	10,9	4,3	1,5	1	0,5	0,3	0,3
Novembre . ...	0,1	1,8	12,3	20,1	21,4	15,7	4,7	2,3	1,3	1	0,7	0,5
Décembre .. ...	1,9	7,4	21,4	29,6	33,2	30	16,1	8,5	5,8	4,5	3,5	2,8

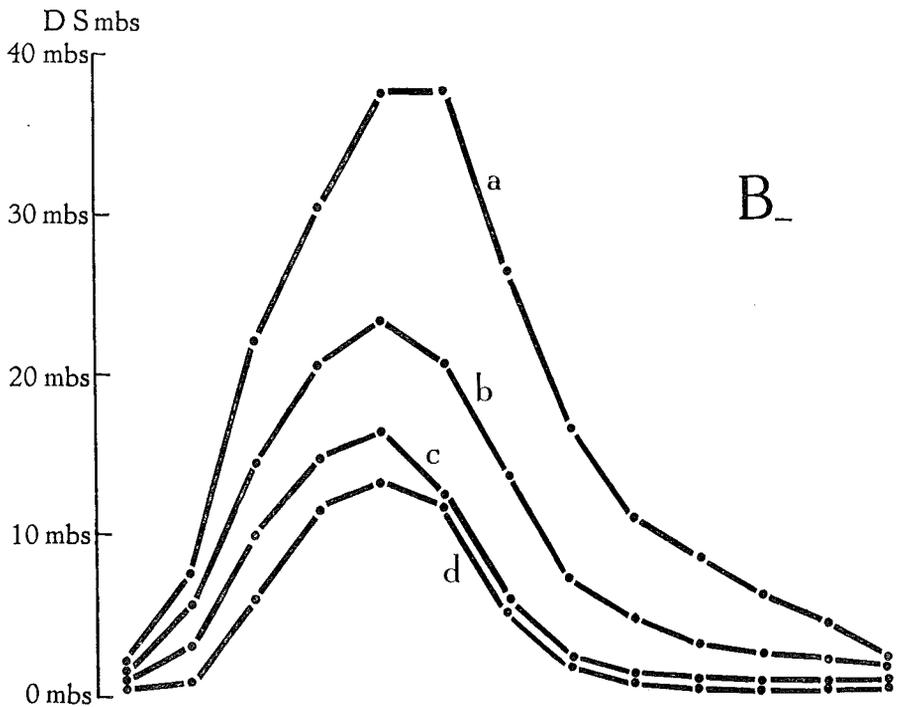
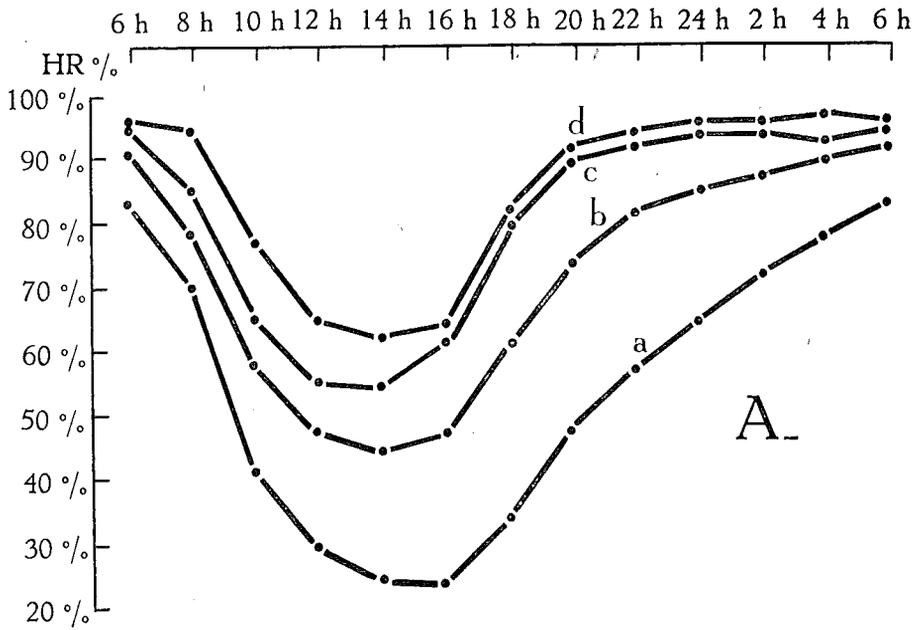


FIG. 5. — Marche journalière de l'humidité relative (A) et du déficit de saturation (B), pour quatre mois de l'année.  
a, janvier; b, mars; c, mai; d, août.

### § 2. Valeurs extrêmes de l'humidité relative et du déficit de saturation.

La saison sèche est caractérisée par des journées d'une xéricité très prononcée, durant lesquelles l'humidité relative peut tomber notablement en dessous de 30 % et le déficit de saturation dépasser 30 millibars. Voici du reste, pour les mois de décembre, janvier et février, la fréquence des minima d'humidité relative pour la période 1950-1952.

	Décembre	Janvier	Février
Nombre moyen de jours à H.R. :			
Égale ou inférieure à 30 % ... ..	20	19	13
Égale ou inférieure à 25 % ... ..	10	19	13
Égale ou inférieure à 20 % ... ..	4	10	7
Égale ou inférieure à 15 % ... ..	0,6	1,6	2,3
Minimum absolu de la période ... ..	15 %	12 %	9 %

Parmi les journées dont le déficit de saturation maximum dépasse 40 millibars, on relève :

En décembre 1951 : 48,7 mbs (24.XII), 49,8 mbs (26.XII), 50,5 mbs (31.XII).

En décembre 1952 : 40,4 mbs (21.XII).

En janvier 1950 : 46,1 mbs (29.I), 51,4 mbs (6.I).

En janvier 1951 : 40,9 mbs (10.I), 43,5 mbs (11.I), 44,1 mbs (8, 9, 25.I), 45,5 mbs (12, 24, 26.I), 51,5 mbs (27.I).

En janvier 1952 : 40,4 mbs (13.I), 41,2 mbs (18, 19.I), 45,5 mbs (21, 23, 24, 25.I), 46,7 mbs (18, 26, 27.I), 47,2 mbs (25.I).

TABLEAU IX. — Fréquence des journées sèches au Parc National de la Garamba, en saison pluvieuse (1950-1952).

	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.
Nombre moyen de journées à humidité relative de l'air :									
comprise entre 49 et 40 % ...	7,3	13,	7	6,3	6,3	3,3	7	8	12
comprise entre 39 et 30 % ...	8,6	2,3	2,6	—	—	0,6	1	—	3
inférieure à 30 % ... ..	4,3	1,6	—	—	—	—	—	—	—
Minimum absolu de l'H.R. pour la période 1950-1952 (%) ..	14	19	33	40	40	38	35	40	24
Maximum absolu du déficit de saturation de l'air :									
en 1950 ... ..	48	31,2	26,1	19,2	17,4	20,4	18,1	25,6	32,4
en 1951 ... ..	46,2	40,7	31,8	24	30,1	29,9	27,1	26,9	30,4
en 1952 ... ..	36,5	20,4	25,1	27	25,2	29,2	33,7	—	—

En février 1951 : 40 mbs (12.II), 43,2 mbs (13, 15.II), 44,1 mbs (25.II), 45,3 mbs (14.II).

En février 1952 : 41,8 mbs (23.II).

Le maximum absolu atteint donc 51,5 millibars.

En saison des pluies, la fréquence des minima d'humidité relative et des maxima du déficit de saturation sont répartis comme suit pour la période 1950-1952 (tableau IX).

### § 3. VARIATION LOCALE DE L'HUMIDITÉ RELATIVE.

Tous les relevés d'humidité relative analysés précédemment concernent, en fait, le climat local des savanes, où les facteurs telluriques n'exercent sur la sécheresse atmosphérique qu'une incidence minime. Tout autre pourrait être la situation dans les plaines alluviales, où l'ambiance mésoclimatique est directement influencée par la proximité des pièces d'eau et l'existence dans le sol d'un niveau aquifère peu profond. Dans les pages qui suivent, nous mettrons en parallèle les données issues d'observations conco-

TABLEAU X. — Humidité relative et déficit de saturation en savane et dans la plaine alluviale de la Garamba (1951).

	6 h	12 h	14 h	18 h	24 h
Période sèche (16.I au 23.II.1952).					
Humidité relative en vallée ... ..	96,5	36,2	29,2	52,4	89,7
Humidité relative en savane ... ..	94,3	35,4	30,9	63	90,5
Différence en faveur de la vallée ... ..	+2,3	+0,8	-1,7	-10,6	-0,8
Déficit de saturation en vallée ... ..	0,4	28,2	35,9	15,6	2
Déficit de saturation en savane ... ..	0,8	27,7	31,2	1,06	1,6
Différence en faveur de la vallée ... ..	-0,4	+0,5	+4,7	+5	+0,4
Période humide (31.VII au 9.IX.1952).					
Humidité relative en vallée ... ..	99	71,2	69,5	91,5	97,6
Humidité relative en savane ... ..	92,5	75,7	74,5	86,4	91,8
Différence en faveur de la vallée ... ..	+6,5	-4,5	-5	+4,9	+5,8
Déficit de saturation en vallée .. ...	0,1	10,6	11,5	2,2	0,5
Déficit de saturation en savane ... ..	1,6	8,1	8,3	3,4	1,7
Différence en faveur de la vallée ... ..	-1,5	+2,5	+3,2	-1,2	-1,2

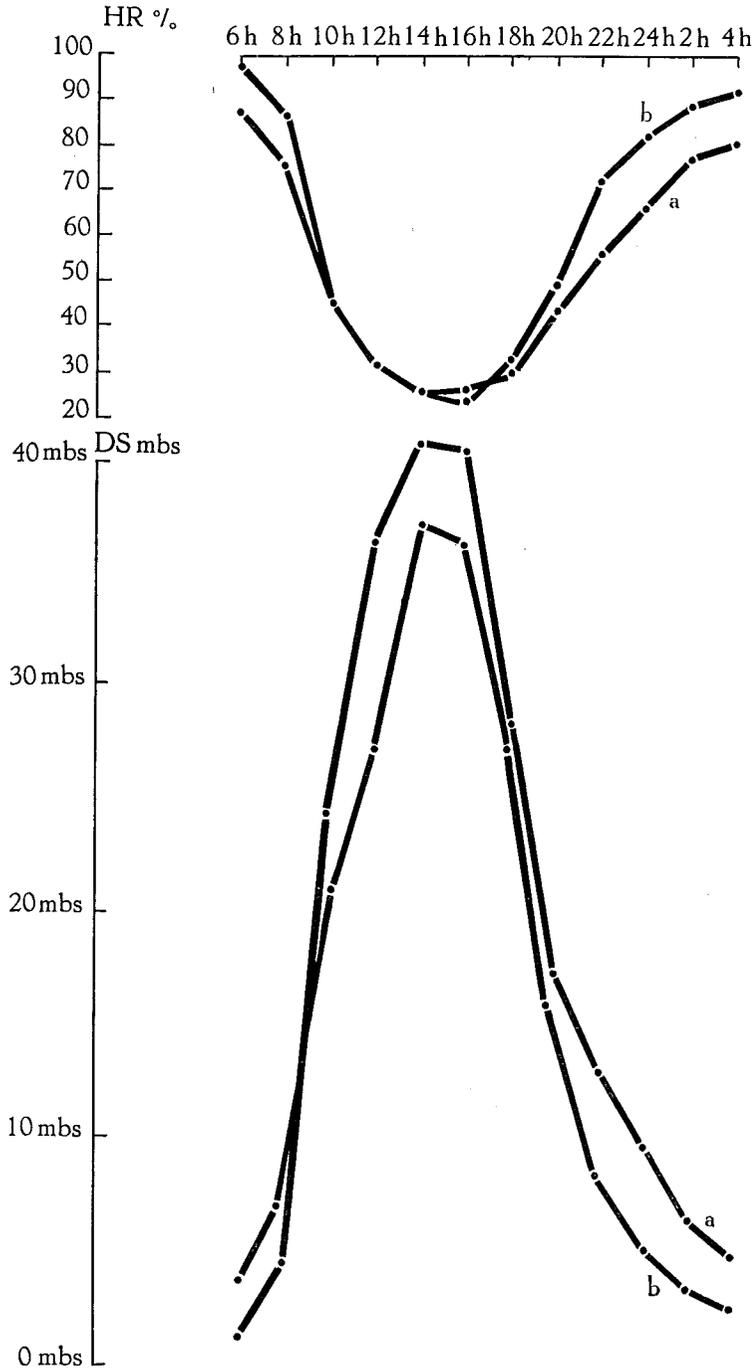


FIG. 6. — Marche journalière de l'humidité relative et du déficit de saturation de l'air, dans la plaine alluviale de la Garamba (a) et dans la savane voisine (b).

mitantes, effectuées d'une part dans la vallée de la Garamba, à quelque 200 m de la rivière, et d'autre part en savane, à environ 1 km de distance. Dans les deux cas, les relevés ont été effectués au thermohygrographe sous abri standard, à 1,50 m du sol.

La première série porte sur une tranche de la saison sèche, du 16 au 23 janvier 1952. La marche journalière de l'humidité relative et du déficit de saturation dans les deux sites est reproduite dans la figure 6.

La seconde série concerne les mêmes sites et se rapporte à deux périodes de la saison sèche (16.I au 23.II.1952) et humide (31.VII au 9.IX.1952); ses résultats sont consignés dans le tableau X.

Tous les chiffres dénotent une atmosphère un peu plus humide la nuit en vallée qu'en savane, mais l'inverse prévaut durant le jour; à ce moment l'échauffement plus marqué en vallée se traduit par des déficits de saturation plus prononcés, non seulement en période sèche mais également en saison humide. On ne peut donc considérer l'atmosphère en savane comme plus xérique qu'ailleurs; le nivellement des valeurs s'explique, en saison aride, par l'état desséché des sols, et en saison humide, par la vigueur des phénomènes évapotranspiratoires aussi bien en savane que dans les sites palustres.

Il convient de noter, pour terminer, que les écarts ainsi relevés à l'échelle locale peuvent dépasser les variations géographiques de l'humidité relative. Des observations concomitantes effectuées du 5 au 28 mars 1952, d'une part, au Camp de la Garamba et, d'autre part, à la frontière soudanaise, à quelque 100 km plus au Nord (la différence d'altitude entre les deux points est de 150 m), n'ont pas révélé des différences bien notables quant au régime de l'humidité relative; l'écart en faveur de la Garamba n'a pas dépassé 2 % durant les heures de la journée.

#### § 4. L'ÉVAPORATION.

Jusqu'à ces dernières années, on a généralement exprimé le pouvoir évaporant de l'atmosphère par des mesures évaporométriques effectuées au moyen d'appareils simples, comme celui de PICHE ou de LIVINGSTONE. Les données qu'ils fournissent, on le sait aujourd'hui, n'ont qu'une signification discutable. L. MARTIN (1942), en particulier, a démontré expérimentalement que la sensibilité de ces appareils aux facteurs atmosphériques dépend, pour une part, de caractéristiques de construction.

Pour ce qui concerne l'appareil de Piche lui-même, les récents travaux de D. A. DEVRIES et H. J. VENEMA (1954) et ceux de S. BAUMBACH (1952) ont montré qu'il est trop peu sensible à l'action de la radiation mais réagit, par contre, d'une manière excessive à l'influence du vent; il en résulte par conséquent que les grandeurs qu'il fournit ne correspondent ni à l'évaporation d'une surface d'eau libre, ni à l'évapotranspiration d'une végétation bien pourvue d'eau (« évapotranspiration potentielle » de C. W. THORNTHWAITE, 1939).

TABLEAU XI. — Intensité de l'évaporation en millimètres, au Parc National de la Garamba.  
(Évaporomètre de Piche sous abri) (1).

	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	J.	F.
Évaporation diurne moyenne (8-18 h) . . . . .	3,08	4,90	2	1,63	1,56	4,65	2,06	2,62	3,29	6,27	6,83	8,22
Évaporation nocturne moyenne (18-8 h) . . . . .	0,8	0,29	0,31	0,46	0,05	0,18	0,44	0,47	0,19	0,84	1,65	2,06
Évaporation journalière totale (24 h) . . . . .	3,88	2,19	2,31	2,09	1,61	4,83	2,47	2,79	3,48	7,10	8,48	10,28
Évaporation totale du mois . . .	120,3	65,7	71,6	62,7	49,9	56,7	74,1	86,5	104,4	220,1	262,9	287,8
Maximum absolu du mois . . .	6,10 (*)	4,40	3,30	2,55	2,65	2,65	5,5	5,89	6,70	12,93	16,23	16,90
Minimum absolu du mois . . .	1,5	0,4	4,3	0	0,40	0,50	0,55	0,11	0,11	0,27	0,31	0,29

(1) Moyenne de 1950 pour la saison humide (mars-novembre); moyenne de 1951 pour la saison sèche (décembre, janvier et février).  
(\*) On relève toutefois 12 mm le 1<sup>er</sup> mars 1950, valeur sujette à caution.

Les données rassemblées au tableau XI n'offrent donc qu'un caractère conventionnel et nous les reproduisons ici à titre documentaire.

L'évaporation totale de l'appareil de PICHE, pour l'année entière, atteint 1.462,7 mm dont 770,8 mm pour les trois mois de saison sèche et 691,9 mm pour les 9 mois pluvieux. Les données concordent, pour la saison des pluies, avec celles notées à Bambesa par A. VANDENPLAS (1949), mais elles leur sont notablement supérieures pour la saison sèche qui totalise à Bambesa moins de 50 % de la valeur relevée à la Garamba.

Dans quelles mesures, les valeurs d'évaporation obtenues par l'appareil de PICHE se rapprochent-elles de l'évaporation d'une nappe d'eau libre, expression la plus appropriée du pouvoir desséchant de l'atmosphère ? Nous ne disposons pas des données indispensables pour résoudre ce problème. Indiquons, néanmoins, que les valeurs de l'évaporation d'une nappe d'eau libre, calculées selon la méthode du bilan d'énergie par F. BULTOT (1954), pour la Station de Paulis (forêt équatoriale), sont nettement supérieures aux données fournies à la Garamba par l'appareil de PICHE. Pour les mois pluvieux, cet auteur obtient une grandeur mensuelle moyenne de 118 mm (années 1951 et 1952), contre 76,8 mm pour l'appareil de PICHE à la Garamba. On perçoit, à travers ces chiffres, la discordance des deux procédés d'investigation.

### RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Le climat régional du Parc National de la Garamba peut être caractérisé comme suit :

1° La pluviosité annuelle moyenne est d'environ 1.400 mm; elle diminue du Sud-Ouest vers le Nord-Est, pour tomber, aux confins du Soudan, à des valeurs proches de 1.300 mm. D'année en année, les écarts par rapport à la moyenne peuvent atteindre 20 à 30 %; les variations d'une localité à l'autre, au cours d'une même année, sont également du même ordre de grandeur.

2° Il existe une saison sèche de 3 mois [85 jours en moyenne; type (Aw<sub>3</sub>)N de KÖPPEN-BULTOT (1950)] caractérisée par des pluies erratiques et insignifiantes, une nébulosité faible et irrégulière, une chute prononcée de l'humidité atmosphérique, une exaltation notable du régime thermique, du déficit de saturation et du pouvoir évaporant de l'air.

Les conditions moyennes qui prévalent durant les mois de décembre, janvier et février sont les suivantes :

Température moyenne diurne	... ..	25°2
Maximum moyen diurne	... ..	35°1
Minimum moyen diurne	... ..	15°9
Écart diurne moyen	... ..	19°2
Humidité relative moyenne à 14 h	... ..	27,5 %
Déficit de saturation moyen à 14 h	... ..	35 mbs
Évaporation journalière moyenne (PICHE)	... ..	8,62 mm

La saison sèche correspond à un repos complet de la végétation herbacée, sauf dans les dépressions humides, qui reverdissent après le passage des feux. Au mois de janvier, en pleine saison sèche, on note de nombreuses floraisons parmi les arbustes de la savane; elles précèdent ou accompagnent la poussée des feuilles.

3° La saison des pluies s'étend de mars à fin novembre. Les pluies culminent en août et le minimum pluvial du solstice (juin) est pour ainsi dire complètement oblitéré. Le régime des précipitations offre donc un caractère plus tropical qu'équatorial. La première moitié de la saison humide comporte encore de courtes périodes sèches de 6 à 10 jours, assez régulièrement distribuées jusqu'à fin juin. A partir de juillet, ces dernières cessent quasi complètement jusqu'au début de novembre; la seconde moitié de la saison humide est, au total, beaucoup plus pluvieuse et plus nébuleuse que la première.

4° La saison humide est caractérisée par les conditions moyennes suivantes :

Température moyenne diurne ... ..	24°1
Maximum moyen diurne ... ..	30°6
Minimum moyen diurne ... ..	17°6
Écart diurne moyen ... ..	13°
Humidité relative moyenne à 14 h ... ..	55,8 %
Déficit de saturation moyen à 14 h ... ..	16,9 mbs
Évaporation journalière moyenne (PICHE) ... ..	2,52 mm

Le mois d'août, le plus humide et le moins chaud de l'année, répond aux normes ci-après :

Température moyenne diurne ... ..	23°2
Maximum moyen diurne ... ..	29°9
Minimum moyen diurne ... ..	17°4
Écart diurne moyen ... ..	12°5
Humidité relative moyenne à 14 h ... ..	62,2 %
Déficit de saturation moyen à 14 h ... ..	13,5 mbs
Évaporation journalière moyenne (PICHE) ... ..	1,83 mm

Les courbes climatiques se répartissent symétriquement de part et d'autre de ce mois. Mars et novembre sont des mois de transition, à caractère sub-humide.

## DEUXIÈME PARTIE.

### **Climats locaux et microclimats.**

Dans les pages qui suivent, on s'efforcera de caractériser les conditions climatiques qui règnent au niveau des principales formations végétales. On sait, en effet, que la végétation modifie, dans l'épaisseur de ses strates, tous les éléments du climat et nuance à l'infini les conditions de vie qui prévalent au sein des feuillages, à proximité du sol et dans ses couches superficielles.

On a déjà insisté sur l'importance biologique de ces faits; la localisation et l'organisation des communautés vivantes sont, pour une part, liées aux structures microclimatiques; si le détail de ces dernières échappe souvent aux investigations instrumentales, il n'en demeure pas moins opportun de définir, même d'une manière approchée, les contrastes qui, d'un milieu à l'autre, s'imposent au complexe vivant. Tel sera l'objet de la seconde partie de ce mémoire.

#### CHAPITRE PREMIER.

### **LA STRUCTURE MICROCLIMATIQUE EN SAVANE.**

La savane est la végétation dominante du Parc National de la Garamba. Elle déroule à l'infini la molle ondulation de ses plaines herbeuses, aux lignes fuyantes et confuses. Rien ne rompt l'envoûtante monotonie de ce paysage tantôt calciné, tantôt d'un vert cru, qu'animent seules les hardes erratiques d'une faune majestueuse. Ce n'est qu'aux plis cachés du sol, aux creux des vallons que dessine un réseau hydrographique en plein assèchement, que la nature offre à la vie des refuges d'un autre âge : formations paludicoles et riveraines, îlots et rideaux forestiers, papyrus et marigots. Ici se concentre et sommeille un monde décimé et précaire, immobile et silencieux et comme déjà saisi par l'évolution inexorable du milieu.

La savane est l'oeuvre du feu et partant, celle de l'homme. Chaque année, au coeur de la saison sèche, l'incendie chemine, poussé par les brises persistantes du Nord ou de l'Est; il se déploie à travers le Parc, contournant les vallons, traversant les rivières; les caprices de la flamme marquent toute la physionomie du paysage. Ici ne subsiste qu'un tapis herbeux piqué de buissons décharnés ou d'arbres moribonds; là, au contraire, il s'anime d'un couvert arbustif largement clairié, mais qui, dans la perspective indécise

des verdure, donne de loin l'illusion d'un groupement forestier. La plus grande partie du Parc n'offre, à vrai dire, d'autre aspect que cette mosaïque de savanes « herbeuses » et « arbustives »; mais sur ses confins septentrionaux et occidentaux, la densité du boisement s'accroît; le secteur de Bagbele, en particulier, réunit sur un petit territoire toute la gamme des savanes jusqu'aux brousses forestières à couvert pratiquement fermé.

Sous l'apparente monotonie d'une structure simple et sommaire, il y a place, dans la savane, pour une infinité de nuances, que ce soit dans la cime des buissons ou sous leur ombrage, dans l'épaisseur du tapis graminéen ou dans les couches superficielles du sol. Sans induire une ambiance forestière, le peuplement arbustif, si clair soit-il, suffit à porter une ombre maigre, qui modifie de place en place les éléments du microclimat; les plages herbeuses, par contre, jouissent d'une ventilation et d'une insolation plus prononcées et participent selon leur étendue, tantôt du milieu de la clairière, tantôt du milieu de la prairie.

#### § 1. Le profil de radiation.

La stratification microclimatique dépend directement du profil de la radiation au sein du couvert végétal. De nombreuses mesures d'éclairement relatif, effectuées au moyen du luxmètre de LANGE, par temps ensoleillé et en plein jour (éclairement à découvert : 65.000 à 80.000 lux), permettent de dégager les faits généraux que voici.

Le pouvoir filtrant exercé sur la radiation par le tapis herbeux de la savane est moins prononcé qu'on est porté à le croire à première vue. Au niveau du sol, on relève encore 10 à 15 % d'éclairement relatif, à l'époque du grand développement des graminées, par exemple en juillet et août, mais les valeurs sont notablement plus élevées durant les premiers mois de végétation; le pouvoir interceptant est étroitement lié à la courbe de croissance des espèces dominantes.

En saison sèche, après les feux, le sol est exposé aux morsures du soleil et subit, dans sa couche superficielle, un échauffement considérable; on y relève fréquemment des températures voisines de 70° C, en plein jour. Dans les aires épargnées par l'incendie, le tapis graminéen, desséché et versé, absorbe ou réfléchit une part notable de la radiation et l'éclairement relatif au niveau du sol varie de 3 à 15 %; ce paillis grossier assure une thermo-protection efficace; les températures de la couche superficielle du substrat y dépassent rarement 30°.

Le peuplement ligneux de la savane n'exerce à son tour qu'une incidence modeste sur la radiation; on n'en perçoit l'influence qu'au pied même des arbres isolés, des buissons et des groupes arbustifs, où la radiation est souvent réduite à moins de 20 % de sa valeur à découvert. L'ombre portée varie avec les espèces et leur mode de groupement. Sous les arbres isolés, dont la hauteur dépasse rarement 10 à 12 m, par exemple sous la couronne des *Vitex*, des *Kigelia* ou des *Terminalia*, l'éclairement relatif est voisin de

15 à 20 %. Sous les arbustes à feuillage clair, par exemple sous *Hymenocardia acida*, *Annona senegalensis*, *Piliostigma thonningii*, *Lonchocarpus laxiflorus*, *Stereospermum Kunthianum*, *Nauclea latifolia*, *Acacia seyal*, *Grewia mollis*, etc., l'éclaircissement relatif au pied des tiges varie entre 5 et 10 %; il est donc un peu plus faible que sous la seule strate herbeuse. Ce n'est que dans les bouquets arbustifs les plus serrés, tels qu'en forment certaines essences sociales (*Combretum* div. sp., *Crossopterix febrifuga*), et sous les buissons étalés à feuillage dense (*Ficus vallis choudae*) que l'éclaircissement relatif tombe au-dessous de 5 %. Ce sont les îlots les plus ombragés de la savane et les plus propices à la subsistance de colonies végétales ou animales proprement sciaphiles.

## § 2. La stratification thermique.

### A. — EN SAVANE HERBEUSE.

Dans les faciès herbeux de la savane où l'élément arbustif ne joue qu'un rôle très accessoire, la stratification thermique est uniquement induite par le peuplement graminéen. Les observations dont nous disposons <sup>(1)</sup> concernent principalement la première moitié de la saison des pluies, époque à laquelle le tapis herbeux atteint une taille comprise entre 40 et 90 cm.

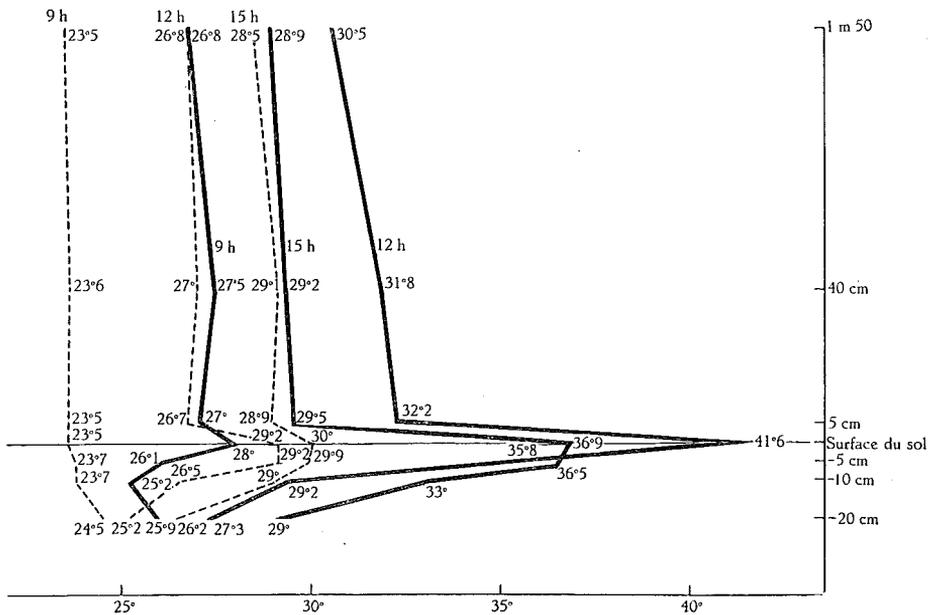


FIG. 7. — Stratification thermique en savane herbeuse, par temps ensoleillé (trait plein) et par temps couvert (trait interrompu). Moyennes.

(1) Toutes les mesures ont été effectuées au moyen du psychromètre à aspiration.

### 1. Température de l'air.

Les températures de l'air à 1,50 m du sol, à quelque distance par conséquent du niveau de la strate graminéenne, est en général un peu plus élevée, durant la journée, que dans l'abri météorologique standard. L'écart varie entre 1° et 3° selon le type de temps.

A l'intérieur du peuplement herbeux, les températures croissent légèrement à mesure qu'on se rapproche du sol, tout au moins en phase d'insolation (figure 7). L'écart moyen ne dépasse cependant pas 2° entre les niveaux de 1,50 m et 5 cm au-dessus du sol et ne se marque qu'aux heures méridiennes, les plus chaudes et les plus ensoleillées. Par temps couvert, on enregistre une nette tendance à l'isothermie.

Durant la nuit, le milieu interne des strates herbeuses est un peu plus frais que celui de l'abri météorologique et des mesures occasionnelles ont montré que les températures à proximité du sol sont légèrement inférieures, par temps clair, à celles qui prévalent à 1,50 m.

Au total, le climat interne de la savane herbeuse paraît peu différencié. Cette conclusion confirme ce que l'on sait du comportement microclimatique des végétations graminéennes érigées (R. GEIGER, 1942). Elles témoignent du faible pouvoir filtrant qu'elles exercent sur la radiation solaire et sur le rayonnement nocturne à la surface du sol.

### 2. Température du sol.

Pour ces mêmes raisons, le sol réagit beaucoup plus vivement à la courbe journalière d'insolation qu'en tout autre milieu et l'échauffement méridien en surface peut être considérable. Durant les mois printaniers, on relève par beau temps, dans la couche superficielle du sol, des températures qui atteignent ou dépassent 40° à midi (figure 7). En profondeur, l'onde thermique s'atténue rapidement; elle est réduite à 50 % vers 10 cm, à 25 % vers 20 cm. Des sondages plus profonds ont montré qu'à partir de 40 cm elle est entièrement amortie. Par temps couvert, l'amplitude des variations thermiques dans les couches superficielles du sol est notablement atténuée; les observations reproduites dans la figure 7 prouvent toutefois qu'elles obéissent aux mêmes lois de propagation.

### 3. Action thermoprotectrice du peuplement herbeux.

Les considérations qui précèdent démontrent le faible pouvoir thermoprotecteur qu'exerce, à l'égard du sol, le peuplement graminéen de la savane, tout au moins durant les premiers mois de végétation. A mesure que le tapis herbeux se développe et s'étoffe, il contribue pourtant à modérer le pédoclimat dans une proportion plus sensible. Les mesures suivantes effectuées en un même point, par temps radieux, à différentes époques de l'année, esquissent l'évolution saisonnière du régime thermique dans le sol (tableau XII).

TABLEAU XII. — Température du sol à 12 heures.

	En surface	A 5 cm	A 10 cm	A 20 cm	A 30 cm
27.II.1950 . ... ..	66°5	43°	34°	32°3	—
6.III.1950 . ... ..	48°	39°	32°1	30°7	—
20.III.1950 ... ..	40°	36°2	29°2	25°7	26°1
1.V.1950 ... ..	38°	34°2	29°5	23°5	—
3.VII.1950 ... ..	27°	26°5	25°	23°7	—
14.VIII.1950 ... ..	26°2	25°5	24°6	23°2	22°8

Pour mieux tester l'action thermoprotectrice du couvert graminéen au moment de son plein développement, nous comparons, dans la figure 8, les températures de l'air et du sol dans une plage de savane herbeuse et dans une plage adjacente désherbée par fauchage. A la lumière de ces données, on constate une fois de plus que les températures internes des masses herbeuses diffèrent peu de celles qui règnent au-dessus d'un sol nu, tandis que les couches superficielles du sol réagissent d'une manière très discordante.

L'intérêt écologique de ce test réside dans le fait qu'il subsiste en savane, durant toute la période de végétation, des plages de sol nu qui occupent dans certains sites, notamment dans le secteur de la Garamba, une étendue totale considérable, quelquefois près de 25 %. Ces plages correspondent aux surfaces d'arasement d'anciennes termitières géantes actuellement fossiles; l'échauffement considérable qu'y subissent les couches superficielles du sol en plein jour explique pour une part qu'elles échappent presque totalement à la recolonisation végétale.

#### B. — EN SAVANE ARBUSTIVE.

La savane arbustive constitue, au point de vue microclimatique, un milieu plus hétérogène et plus nuancé que la savane herbeuse; en effet, sans créer une ambiance proprement forestière, les noyaux arbustifs engendrent à leur pied des îlots d'ombre où les températures de l'air et surtout celles du sol subissent l'effet modérateur du couvert. Celui-ci n'agit avec efficacité que sur l'échauffement diurne. Les maxima hebdomadaires moyens relevés sous trois bouquets de *Combretum*, à 1,50 m du sol, pendant 8 semaines, donnent les valeurs suivantes <sup>(1)</sup> :

- Éclairement relatif sous le couvert : 15 %; maximum moyen : 33°8;
- Éclairement relatif sous le couvert : 8 %; maximum moyen : 33°1;
- Éclairement relatif sous le couvert : 5 %; maximum moyen : 28°3.

(1) Ces températures n'ont pas été mesurées sous abri, mais les thermomètres étaient protégés contre la radiation solaire directe.

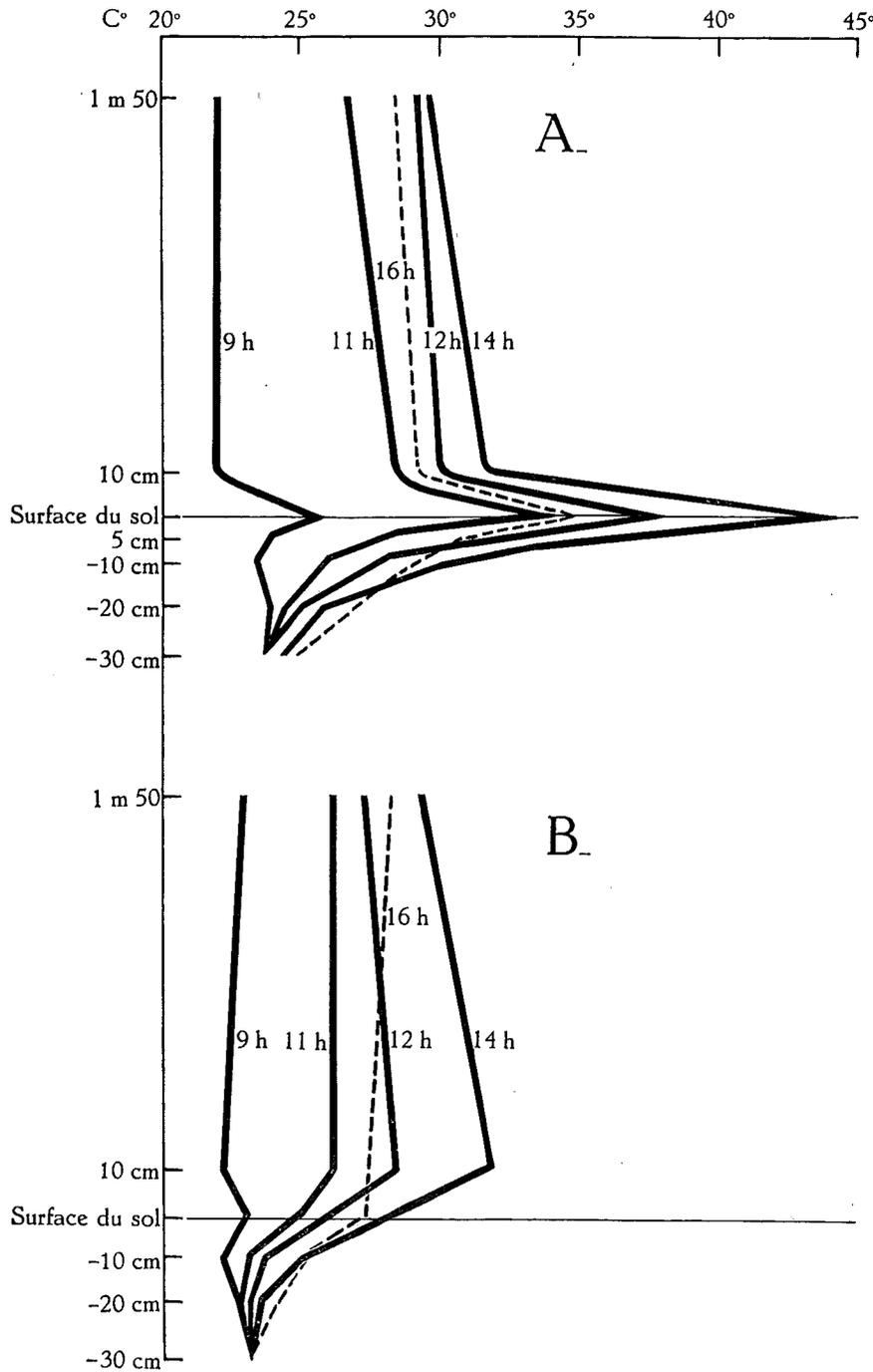


FIG. 8. — Températures de l'air et du sol dans une plage désherbée (A) et dans une plage enherbée (B) de la savane, par journée de beau temps (14 août 1952). Observations de H. DE SAEGER.

La stratification thermique, bien qu'analogue, est également moins accusée et l'isothermie plus prononcée sous les noyaux arbustifs qu'en savane herbeuse; voici, à ce sujet, les températures moyennes à 12 h pour 5 journées ensoleillées (27.II, 6, 13 et 20.III, 1.V) et deux journées nébuleuses (7.IV et 5.VI) dans une plage herbeuse et sous deux groupes arbustifs de 3 à 4 m de hauteur (*Hymenocardia acida*, *Lonchocarpus laxiflorus* et *Combretum*) (tableau XIII).

TABLEAU XIII. — Stratification thermique à 12 heures.

	Plage herbeuse	Noyau arbustif	
		Éclairement relatif 14 %	Éclairement relatif 8 %
A. — Journées ensoleillées.			
Température de l'air à 1,50 m du sol . . . . .	31°8	31°3	31°2
Température de l'air à 40 cm du sol .. . . .	33°2	32°5	31°9
Température de l'air à 5 cm du sol .. . . .	33°7	32°8	31°7
B. — Journées nébuleuses.			
Température de l'air à 1,50 m du sol . . . . .	26°8	26°8	27°
Température de l'air à 40 cm du sol .. . . .	26°9	26°6	27°3
Température de l'air à 5 cm du sol .. . . .	26°3	27°	27°7

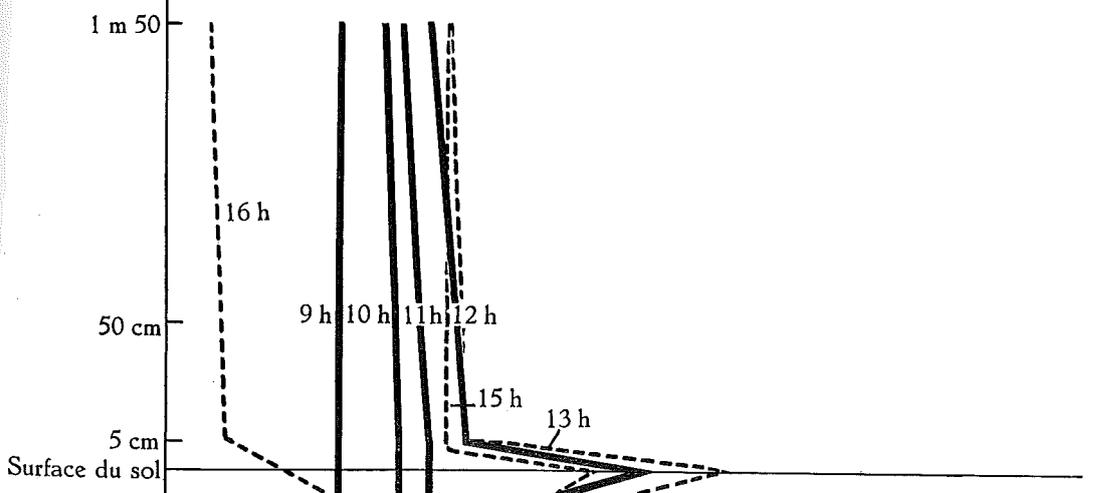
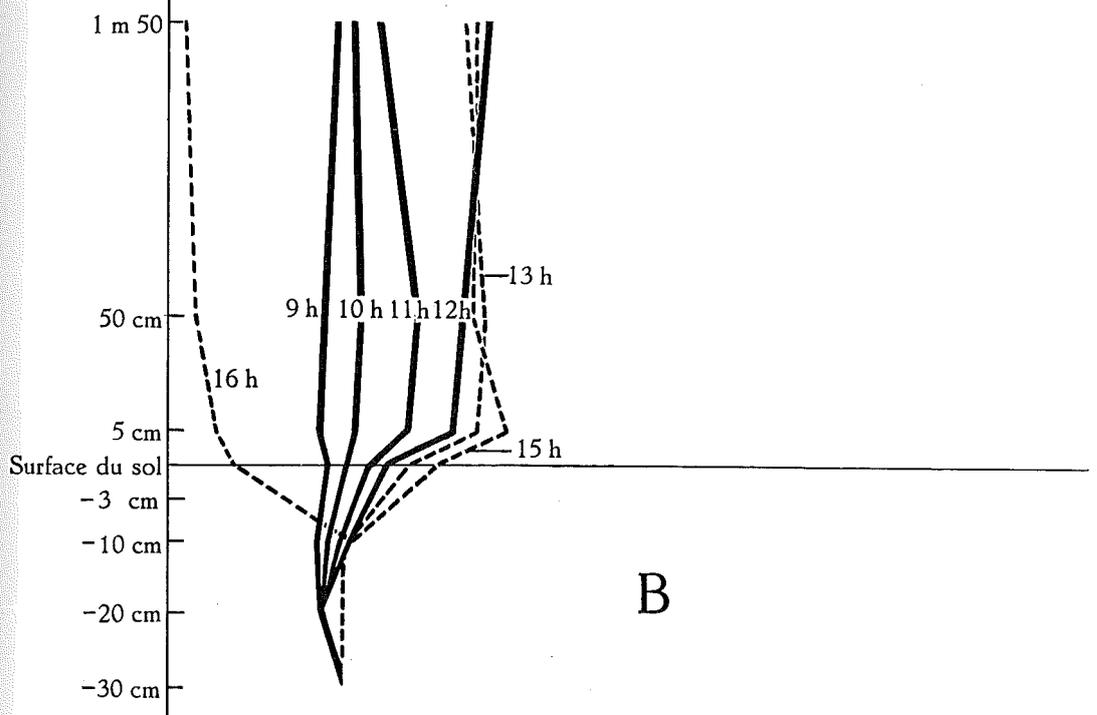
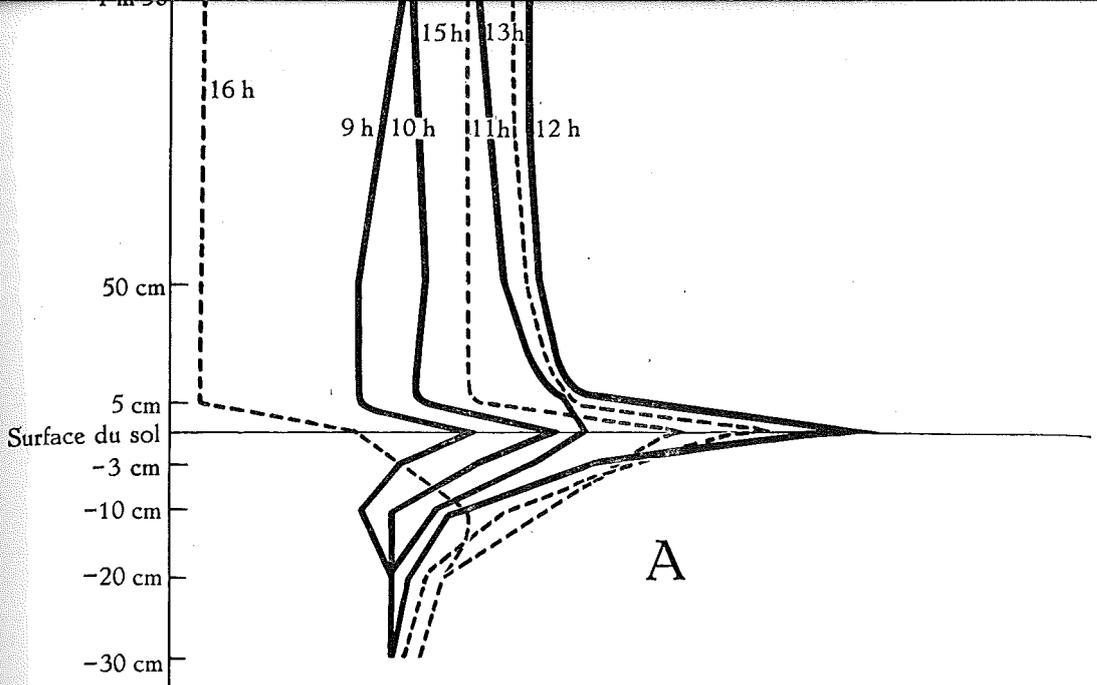
Mais c'est surtout dans les couches superficielles du sol que se perçoit l'action microclimatique du peuplement arbustif. La figure 9 reproduit les profils thermiques horaires observés le 8.V.1950 dans une plage herbeuse, sous un groupe de *Combretum* et sous un groupe de *Terminalia*. On soulignera, en particulier :

1° Une faible atténuation, sous le couvert, des températures de l'air; l'écart atteint 1 à 2°, soit une valeur similaire à celle qui ressort également du tableau précédent.

2° Le comportement des températures du sol superficiel, particulièrement bien protégé sous les arbustes à couvert bas (*Combretum*).

3° L'atténuation plus rapide des oscillations thermiques en profondeur sous le couvert des *Terminalia* et surtout des *Combretum*.

On peut donc admettre que les noyaux arbustifs les plus denses induisent sous eux un pédoclimat qui se rapproche des conditions qui prévalent en



milieu forestier. On conçoit l'incidence qu'un tel fait peut exercer sur la conservation des colonies endogées végétales ou animales sciaphiles et sténothermes. A la mosaïque microclimatique de la savane arbustive doit se superposer, selon toute vraisemblance, une mosaïque biologique tout aussi nuancée et tout aussi capricieuse dans sa répartition.

### § 3. L'humidité de l'air en savane.

Comme la température, l'humidité et la sécheresse de l'air au sein des strates herbeuses de la savane diffèrent peu des conditions qui prévalent à 1,50 m ou dans l'abri météorologique, à découvert.

L'évolution diurne de l'humidité relative et du déficit de saturation moyens en savane herbeuse à 1,50 m et 5 cm du sol, pour 5 journées de la saison des pluies (1), montre une coïncidence presque complète; l'écart d'un niveau à l'autre ne dépasse pas 3 % pour ce qui concerne l'humidité relative et 2 mbs pour ce qui concerne le déficit de saturation.

Sans aucun doute, le contraste est plus prononcé si l'on tient uniquement compte des journées de beau temps. C'est ainsi que le 1<sup>er</sup> mai 1950, journée radieuse, on relève à midi les humidités relatives suivantes : 68,5 % à 1,50 m du sol, 68 % à 40 cm du sol, 76 % à 5 cm du sol, soit un écart total de 12,5 % entre les niveaux extrêmes. Les déficits de saturation correspondants se chiffraient comme suit : 13,4 mbs à 1,50 m, 14,3 mbs à 40 cm et 10,6 mbs à 5 cm.

Signalons enfin qu'à l'ombre des noyaux arbustifs, les conditions d'humidité diffèrent peu de celles qui prévalent en plage herbeuse, comme le montre le tableau XIV ci-après des valeurs moyennes obtenues en trois stations, à 12 h, pour 5 journées ensoleillées (27.II, 6, 13 et 20.III, 1.V) et deux journées nébuleuses (17.IV et 5.VI). On remarquera que l'air est légèrement plus sec sous le couvert arbustif (où le tapis graminéen est plus bas et plus clair) que dans l'épaisseur du peuplement herbeux de la savane.

L'évaporation par contre, révèle des différences plus sensibles en rapport avec la stratification végétale. C'est là une conséquence toute naturelle du freinage qu'exerce le tapis herbacé sur la vitesse du vent, facteur qui affecte, on le sait, le comportement des évaporimètres. Voici pour trois journées à nébulosité moyenne (8 et 24.V, 23.VI) l'évaporation totale relevée au Piche, entre 9 et 16 h :

à 2 m du sol ... .. .	2,03 mm
à 1,30 m du sol ... .. .	1,94 mm
à 40 cm du sol ... .. .	1,29 mm
à 5 cm du sol ... .. .	1,03 mm

(1) 29 mars et 14 août 1950 : temps clair; 8 mai et 19 mai 1950 : temps nébuleux; 26 octobre 1950; temps pluvieux. Observations entre 9 et 16 h, non reproduites ici.

TABLEAU XIV. — Humidité relative et déficit de saturation dans trois stations de la savane arbustive.

	Plage herbeuse		Groupe d'arbustes (E.R. 14 %)		Groupe d'arbustes (E.R. 8 %)	
	H.R.	D.S.	H.R.	D.S.	H.R.	D.S.
1. Journées ensoleillées.						
A 1,50 m du sol ... ..	55,1 %	22,7 mb	54 %	22,5 mb	51,6 %	23,7 mb
A 40 cm du sol ... ..	51,7 %	26,2 mb	53,4 %	23,5 mb	50,5 %	24,2 mb
A 5 cm du sol ... ..	64,2 %	23 mb	54,9 %	22,9 mb	53,9 %	22,6 mb
2. Journées nébuleuses.						
A 1,50 m du sol ... ..	77,5 %	7,8 mb	76,8 %	8,2 mb	75,5 %	9 mb
A 40 cm du sol ... ..	77,7 %	7,9 mb	76,3 %	8,5 mb	76 %	9 mb
A 5 cm du sol ... ..	83,7 %	5,6 mb	79,2 %	8 mb	78,8 %	8,1 mb

Les noyaux arbustifs exercent sur l'évaporation une action modératrice assez nette, qui ressort des mesures suivantes effectuées par beau temps, le 8.V.1950.

Évaporation totale entre 9 et 16 heures.

	1m50 du sol	50 cm du sol	5 cm du sol
En plage herbeuse ... ..	1,61 mm	1,35 mm	1 mm
Sous un bouquet de <i>Terminalia</i> ...	1,44 mm	1,20 mm	0,85 mm
Sous un bouquet de <i>Combretum</i> à couvert bas ... ..	1,20 mm	0,95 mm	0,43 mm

## CHAPITRE II.

## LA PLUIE EN SAVANE.

L'étude du bilan d'eau des végétations constitue un objectif majeur des recherches écoclimatiques. Sa détermination implique cependant une entreprise considérable que nous n'avons pas eu l'ambition d'envisager. Nous nous sommes limités à deux aspects du problème qui nous étaient accessibles : le pouvoir d'interception de la végétation sur les pluies et la répercussion de ces dernières sur la courbe d'hydratation des sols en savane.

On ne peut cependant obtenir, dans ce domaine, des moyennes quantitativement significatives qu'au prix d'innombrables mesures; les nôtres ne satisfont pas, loin de là, aux exigences du calcul statistique. Nous n'y voyons donc que des essais d'orientation, qui tirent leur seule justification d'une carence quasi totale de données de ce genre en écoclimatologie africaine.

## § 1. Pouvoir d'interception de la savane sur les pluies.

Dix pluviomètres ont été répartis au hasard, le long d'un axe de 100 mètres, dans une savane arbustive de densité moyenne, dominant la vallée de l'Aka. L'ouverture des appareils était située à 20 cm du sol. Les relevés ont été effectués de 7 en 7 jours, du 17 février 1950 au 16 octobre 1950, avec de courtes interruptions. Leur dépouillement fait l'objet du tableau XV. Les stations pluviométriques correspondent aux particularités suivantes :

1. Sous un bouquet arbustif de *Combretum*.
2. Dans un bouquet d'*Hymenocardia* et de *Lonchocarpus*.
3. Dans une plage herbeuse.
4. Au pied d'un *Nauclea latifolia*.
5. Dans une plage herbeuse.
6. Sous un bouquet arbustif de *Combretum*.
7. Dans une plage herbeuse.
8. Dans un bouquet de *Lonchocarpus*, *Grewia* et *Bridelia*.
9. Au voisinage d'un *Annona*.
10. Sous un bouquet arbustif de *Combretum*.

En moyenne, le pouvoir d'interception de la savane sur la pluie est sensiblement voisin de 25 %, mais, en fait, sa variation est notable d'une station à l'autre. Les massifs arbustifs concentrent les filets d'eau à leur voisinage immédiat et donnent des valeurs nettement plus élevées que les stations 3,5 et 7, situées en plage herbeuse. La pluie subit donc, dans la savane, une redistribution très capricieuse en s'accumulant au contact des noyaux arbustifs, nouvel exemple de l'hétérogénéité fondamentale de ce milieu.

TABLEAU XV. — Pluie recueillie en savane, en % de la pluie recueillie à découvert.

	17.II au 27.III. 1950	17.IV au 15.V. 1950	22.V au 24.VII. 1950	14.VIII au 16.X. 1950	Moyenne de la saison
Station pluviométrique 1 ...	101	84	68	73	77
Station pluviométrique 2 ...	74	65	67	59	65
Station pluviométrique 3 ...	73	63	53,5	47	54
Station pluviométrique 4 ...	125	114	104	58	90
Station pluviométrique 6 ...	113	64	38	54	58
Station pluviométrique 6 ...	106	80	69,5	91	84
Station pluviométrique 7 ...	97	65	42,5	48	55
Station pluviométrique 8 ...	108	72	68	73	76
Station pluviométrique 9 ...	98	113	64	81	82
Station pluviométrique 10 ...	106	112	102,5	80	95
Moyenne des 10 stations ...	100	83	67,5	66,5	74
Pluviosité totale à découvert	116,2 mm	119,2 mm	287,6 mm	340,4 mm	863,4 mm

On remarquera, en outre, que le pouvoir d'interception progresse en général parallèlement avec le développement de la végétation. Les valeurs relatives aux diverses périodes d'observation diminuent à mesure que la saison avance.

## § 2. Action des pluies sur l'hydratation du sol.

Les observations ont eu lieu dans la même savane, à proximité immédiate de la station 2, dans un bouquet de *Lonchocarpus* et d'*Hymenocardia acida*. Les prélèvements de sol ont été effectués aux dates reprises dans la figure 10 et leur teneur en eau déterminée par le procédé BOYUCOS (1937) (dessèchement à l'alcool).

Nos mesures sont évidemment trop espacées que pour permettre le tracé d'une courbe réelle. Mais au moins la figure 10 laisse-t-elle apparaître certaines particularités intéressantes à relever.

Dans les horizons profonds du sol, au-delà de 40 cm, les teneurs en eau sont relativement constantes et ne s'abaissent d'une manière systématique que durant la saison sèche; bien que nous ne disposions d'aucune mesure relative à cette période, les courbes montrent bien que la réhydratation n'est que progressive depuis la première grosse pluie de février (le 20) jusqu'au début d'avril (le 11). C'est au cours de ce mois que les sols sont définitivement portés à leur saturation en profondeur.

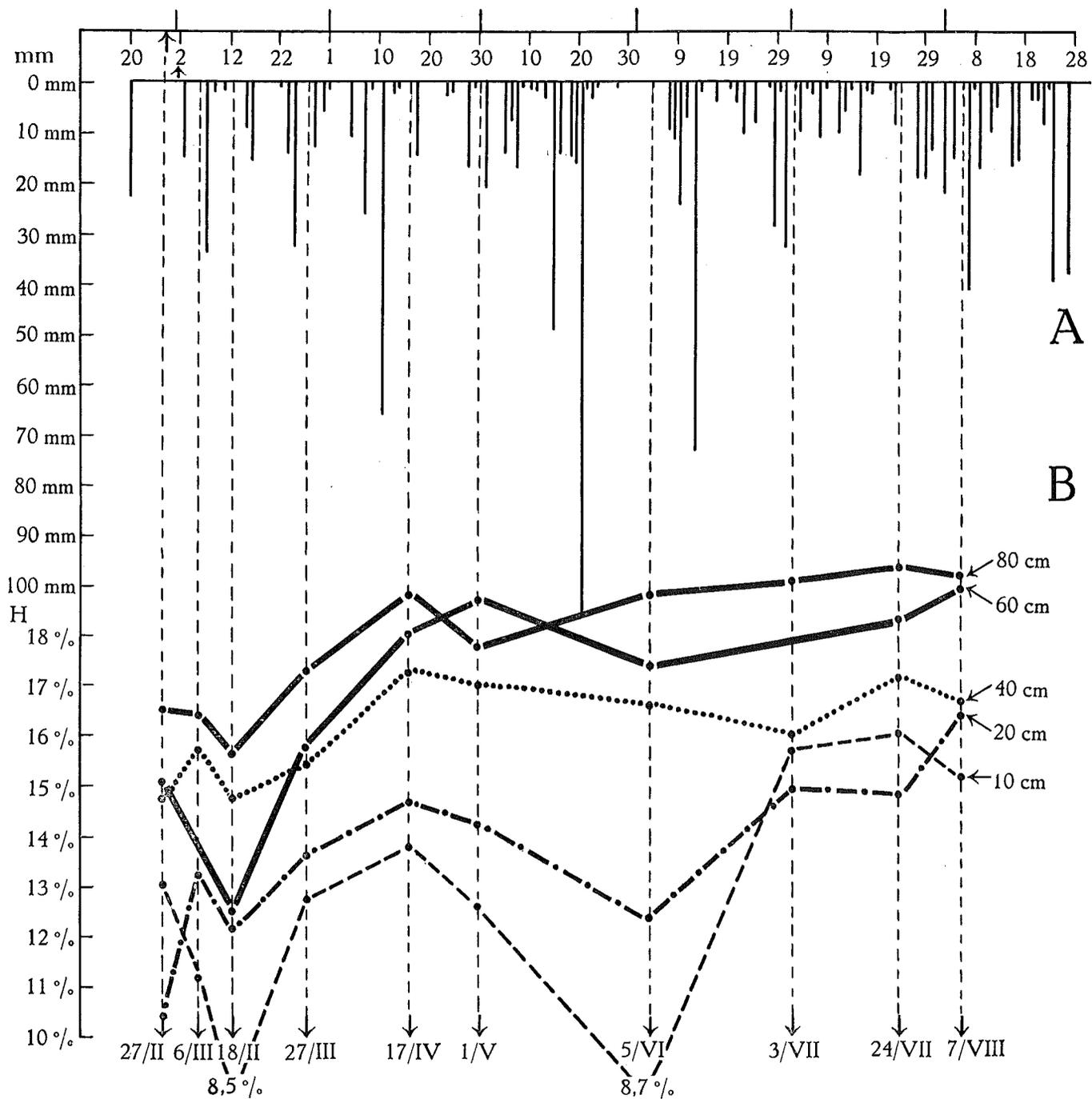


FIG. 10. — Courbe d'hydratation d'un sol de savane, au cours de la saison des pluies (1950).

A, précipitations en mm; B, humidité du sol en % du poids frais.

Dans les horizons superficiels, vers 10 à 20 cm, la courbe d'hydratation enregistre toutes les pulsations du régime pluvial. De courtes périodes sèches comme celles qui succèdent au 7 mars et au 20 mai se traduisent par un fléchissement très net de la teneur en eau; cette situation doit se répéter fréquemment durant la saison printanière si l'on tient compte du régime des précipitations à cette époque (voir 1<sup>re</sup> Partie, chapitre II); par contre, l'étalement des périodes pluvieuses à partir de l'été et la meilleure protection du sol contre l'évaporation superficielle stabilisent davantage l'hydratation en surface : c'est du reste à partir de cette époque que se développe en savane la strate terricole d'hépatiques, de fougères et de parasites radiculaires (*Riccia*, *Nephrolepis*, *Thonningia sanguinea*).

### CHAPITRE III.

#### CLIMAT INTERNE DES GROUPEMENTS FORESTIERS.

Si l'on excepte quelques lambeaux de forêt sèche à *Isobertinia doka* et *Uapaca somon* qui jalonnent la frontière soudanaise et dont le climat interne est proche de celui des noyaux arbustifs les plus denses de la savane, il ne subsiste dans le Parc que des îlots réduits et disséminés de la forêt ombrophile, derniers témoins d'une sylvie en pleine décadence.

L'aire occupée par ces groupements se réduit d'année en année; rongée par les feux courants, saccagée par les pachydermes, la forêt perd pied à mesure que l'eau lui échappe; ce recul est particulièrement visible aux têtes de source et dans les vallons marécageux, où l'on voit s'isoler des arbres à demi calcinés qui, naguère encore, s'incorporaient au massif adjacent. Ces lambeaux de forêt-galerie sont les seuls à fournir un refuge ombragé à la grande faune, qui s'y fraie des accès et des reposoirs par où s'insinuent les grandes herbes savanicoles et avec elles, bientôt, la flamme destructrice.

Du point de vue écologique, les îlots forestiers ombrophiles appartiennent à trois formations bien distinctes :

1° Les forêts de ravin sont confinées en tête des vallons, à profil abrupt, taillé à vif dans la savane par l'érosion remontante; elles constituent encore de-ci de-là de beaux peuplements d'une composition assez variée où dominent souvent *Khaya anthotheca* et *Erythrophleum guineense*.

2° Les forêts marécageuses à *Mytragyna stipulosa* occupent les fonds de vallons et ne sont plus souvent que des peuplements clairs, discontinus et largement disloqués, véritables ruines d'une opulente galerie dont on retrouve de beaux exemplaires à l'Ouest du Parc, dans les vallons tributaires de l'Aka.

3° Les forêts riveraines jalonnent les grandes rivières, Dungu, Garamba, Aka et Mogbwamu; souvent réduites à un mince rideau ripicole, elles forment par endroits des bouquets de quelque étendue, protégés par les méandres du cours d'eau.

Malgré leur exigüité, les lambeaux forestiers les mieux conservés déterminent un climat interne qui tranche violemment sur celui des savanes adjacentes; si la flore et la faune qu'ils hébergent n'offre le plus souvent qu'un caractère rélictuel, ils n'en demeurent pas moins le refuge et le centre d'une vie extrêmement riche de formes et d'espèces.

Les observations dont nous disposons concernent exclusivement la forêt riveraine et la forêt de ravin.

#### § 1. CLIMAT INTERNE DES RIDEAUX RIPICOLES.

Les mesures relatives à la forêt riveraine ont été effectuées dans le rideau boisé de l'Aka, de la Mogbwamu et de la Garamba. Ces franges ripicoles très étroites peuplent les talus de rivières et sont dominées par un grand arbre à cime étalée, *Irvingia smithii*; le sous-bois est envahi par des fourrés de buissons érigés ou sarmenteux; l'éclaircissement relatif y est en général voisin de 5 %.

L'exigüité de ces peuplements et leur perméabilité aux vents les prédisposent aux échanges latéraux; ils sont, de ce fait, fortement influencés par le mésoclimat des savanes adjacentes. Le tableau XVI condense les relevés climatologiques effectués sous abri, à 1,50 m du sol, d'une part en savane (Camp de la Garamba), d'autre part dans un petit massif riverain de la Garamba et relativement clair, pour 6 journées consécutives de la saison sèche (28.I au 2.II.1952) et de la saison des pluies (5 au 10.V.1952).

Les écarts sont peu prononcés en saison sèche, à l'époque d'étiage des eaux, tant pour la température que pour l'humidité de l'air; ils s'accroissent davantage en saison de pluies.

Les conditions sont différentes si l'on envisage des rideaux plus étoffés et moins perméables aux échanges latéraux; ici, les variations de température sont notablement atténuées et le sol échappe presque entièrement aux pointes thermiques journalières.

Les données suivantes (tableau XVII) en témoignent; elles concernent les températures moyennes horaires relevées au thermomètre à aspiration, par beau temps, pendant trois journées de la saison des pluies (24.III, 21.IV et 23.IV.1950) dans un rideau ripicole fermé de la Mogbwamu, à proximité de son confluent avec l'Aka.

La figure 11 résume l'évolution diurne des éléments du microclimat dans le même rideau boisé de la Mogbwamu et dans les savanes arbustive et herbeuse adjacentes, par journée chaude et ensoleillée (21.IV.1950). On saisira mieux, à travers cette série, le contraste des trois milieux pour ce qui concerne la température du sol, l'humidité relative, le déficit de satu-

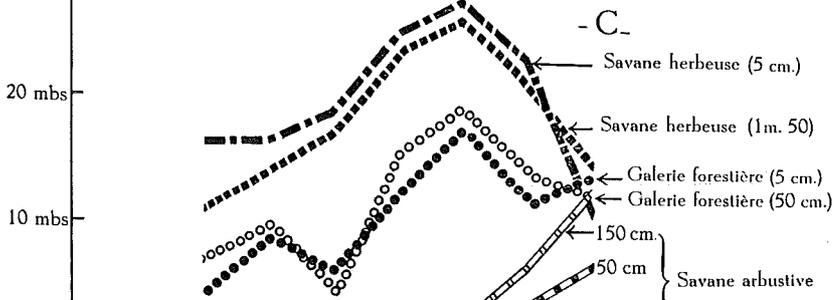
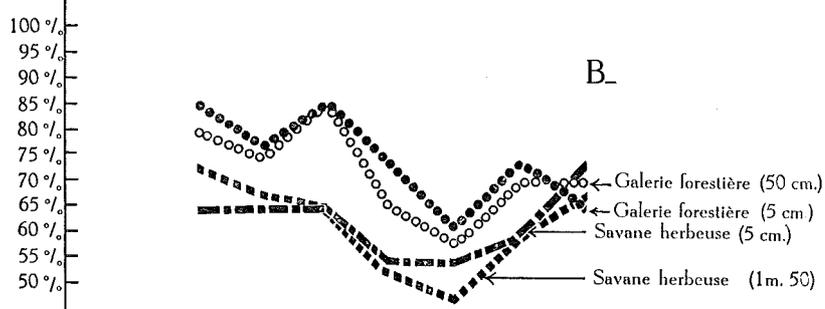
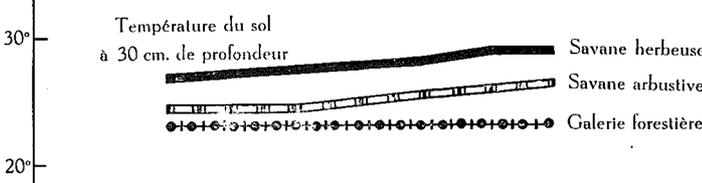
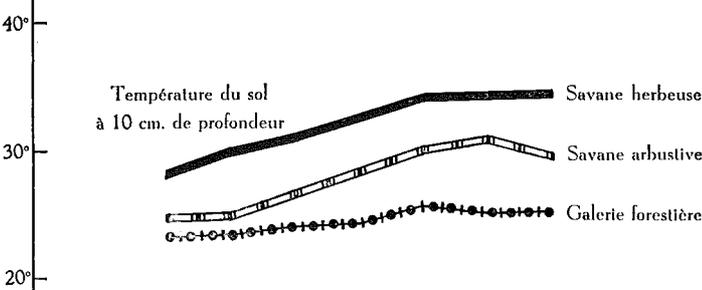
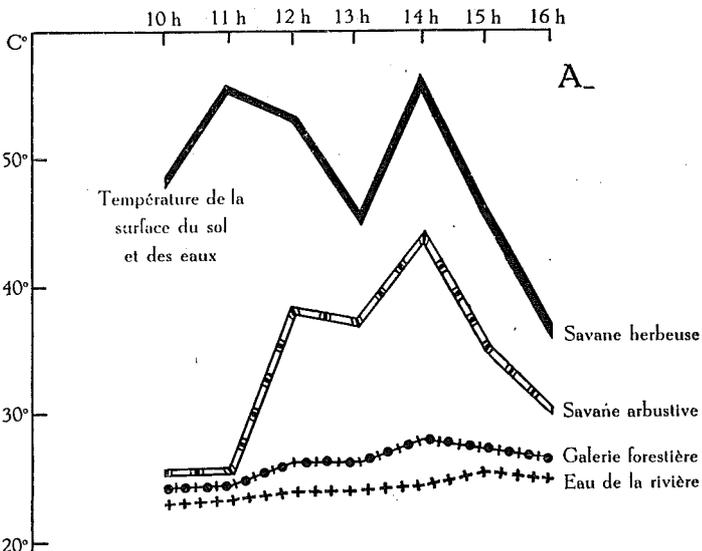


TABLEAU XVI. — Température, humidité relative (%) et déficit de saturation (mbs) en savane et dans un rideau d'*Irvingia smithii*.

	6 h	8 h	10 h	12 h	14 h	16 h	18 h	20 h	22 h	24 h	2 h	4 h
En saison sèche (28.I au 2.II.1952).												
Température en galerie . . . . .	19°5	22°	28°5	32°5	33°	31°5	27°5	24°7	23°	21°4	20°6	20°
Température en savane . . . . .	19°8	23°	28°4	31°7	32°5	31°4	27°6	25°3	23°5	22°2	21°2	20°3
Humidité relative en galerie . . . . .	100	90	54	39	31	34	45	67	79	87	94	97
Humidité relative en savane . . . . .	89	73	47	32	26	30	38	52	61	72	79	87
Déficit de saturation en galerie . . . . .	0	2,6	17,9	29,8	34,7	30,2	20,2	10,2	5,8	3,2	1,3	0,5
Déficit de saturation en savane . . . . .	2,2	7,2	22,5	31,8	36,1	32,2	22,9	15,4	11,2	7,4	5,1	2,9
En saison humide (5.VI au 10.VI.1951).												
Température en galerie . . . . .	18°5	20°4	23°5	25°4	24°5	24°	22°9	21°4	—	19°7	—	—
Température en savane . . . . .	19°5	21°9	24°9	26°5	25°1	25°2	23°8	22°	—	20°3	—	—
Humidité relative en galerie . . . . .	93	88	71	64,5	71	70	82	88	—	90	—	—
Humidité relative en savane . . . . .	94	83	63	58	66	63	77	87	—	90	—	—
Déficit de saturation en galerie . . . . .	1,2	2,8	8,4	11,4	8,8	8,9	4,9	3	—	2,2	—	—
Déficit de saturation en savane . . . . .	1,3	4,4	11,6	14,5	10,8	11,8	6,7	3,4	—	2,1	—	—

TABLEAU XVII. — **Températures dans le rideau forestier de la Mogbwamu.**  
(Moyennes de trois journées.)

	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h
Température de l'air à 1,50 m du sol ... ..	24°4	26°	28°	28°2	28°3	28°8	29°5	28°
Température de l'air à 10 cm du sol ... ..	24°5	26°1	27°5	27°8	28°1	26°7	28°	27°2
Température dans la couche superficielle du sol ... ..	23°6	24°2	24°5	25°3	26°	27°5	26°4	25°9
Température à 20 cm de profondeur dans le sol ... ..	22°7	22°7	23°2	23°5	23°6	23°7	23°7	23°8
Température à 50 cm de profondeur .. ... ..	23°5	23°5	23°5	23°5	23°5	23°5	23°5	23°5

ration et l'évaporation en sous-bois. On peut considérer ces données comme représentatives des conditions qui prévalent dans les galeries ripicoles à *Irvingia* les mieux conservées.

## § 2. Microclimat de la forêt de ravin.

Les forêts de ravin constituent les groupements forestiers les plus denses et les plus fermés du Parc; elles occupent le fond et les versants des ravins encaissés, souvent profonds de plusieurs mètres; elles se localisent uniquement aux têtes de sources des vallons et dans le cours supérieur des ruisseaux. Les filets d'eau qui baignent le sol, y entretiennent une fraîcheur qui contraste violemment avec l'aridité des savanes adjacentes.

Le couvert est constitué de grands arbres, de 30 à 35 m de hauteur, fortement ramifiés et à feuillage dense, parmi lesquels dominent *Khaya antiotheca* et *Erythrophleum guineense*. Le sous-bois est fourni et varié. L'éclairement relatif y est inférieur à 1 % de la radiation à découvert.

On conçoit que le climat interne d'un tel milieu soit fortement tamponné; on y retrouve l'ambiance de la forêt ombrophile à peine modifiée par l'influence mésoclimatique des savanes qui l'entourent et le dominent. Aussi, la forêt de ravin constitue-t-elle le lieu de refuge d'une flore et d'une faune bien spéciales, d'appartenance typiquement guinéenne.

Nous disposons, pour caractériser ces formations, d'une série d'observations effectuées par H. DE SAEGER, aux sources de l'Aka, à la frontière soudanaise. Deux thermohygrographes enregistreurs ont été placés à 1 m du sol, l'un au fond d'un ravin boisé, le second à une centaine de mètres de ce dernier, dans une clairière herbeuse de la savane arbustive. Les

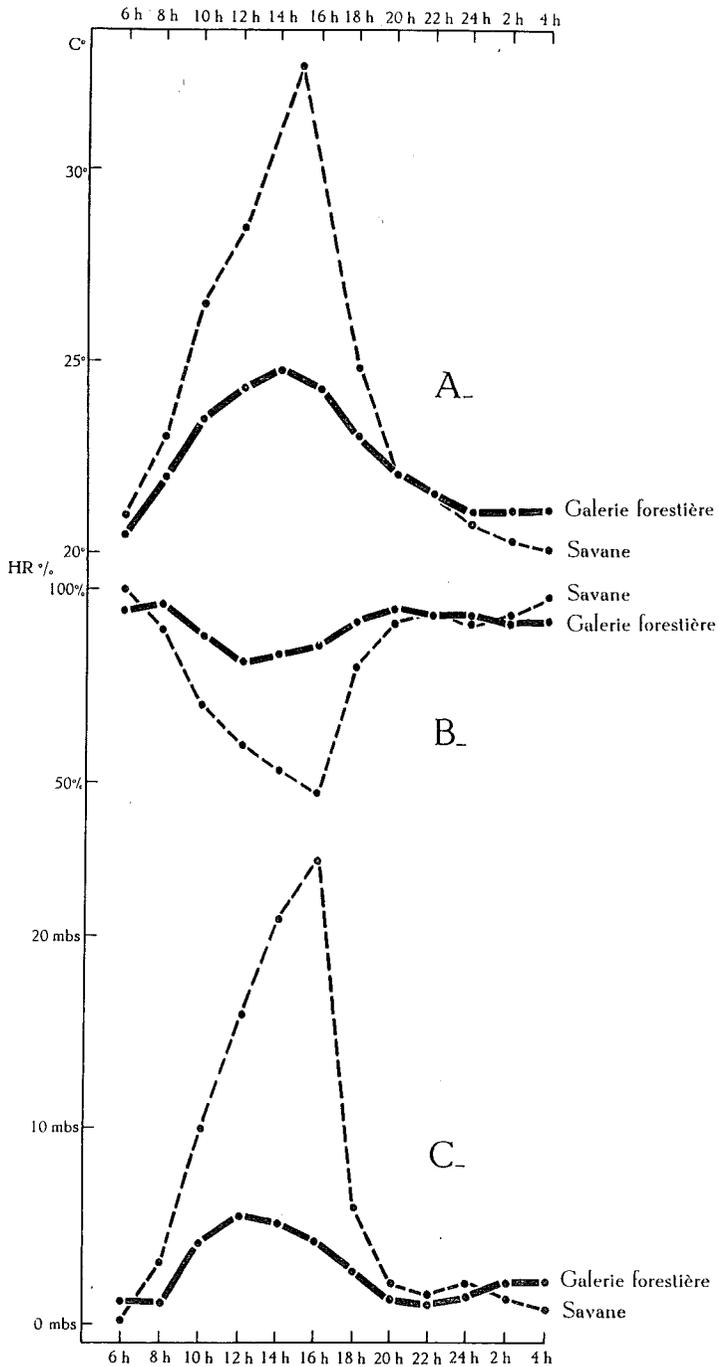


FIG. 12. — Évolution du microclimat dans une forêt de ravin à *Khaya* et dans la savane voisine.  
 A, température de l'air à 1,50 m; B, humidité de l'air à 1,50 m;  
 C, déficit de saturation de l'air à 1,50 m.

relevés portent sur 3 journées (20, 21 et 22 mai 1952), dont l'une fut entièrement nébuleuse. Les résultats sont consignés dans la figure 12.

La courbe thermique journalière est beaucoup plus régulière qu'en savane et fortement tamponnée aux heures méridiennes, la différence atteignant à ce moment 6 à 7°. Mais c'est encore sous le rapport de l'humidité de l'air et du déficit de saturation que s'affirme le contraste entre les deux milieux. Ce dernier est 4 à 5 fois plus élevé en plein jour dans la savane qu'à l'intérieur du ravin forestier.

La sécheresse relative des deux stations est du reste soulignée par les mesures effectuées au moyen de l'évaporomètre de PICHE, qui totalise les valeurs suivantes pour le temps de 6 à 18 h.

	Forêt de ravin	Savane
Journée du 20 mai 1952 (nébuleuse) ... ..	2 mm 6	9 mm
Journée du 22 mai 1952 (ensoleillée) . ... ..	9 mm	16 mm

#### CHAPITRE IV.

### PARTICULARITÉS DES MILIEUX AQUATIQUES ET PALUSTRES.

L'écologie des milieux aquatiques et palustres est dominée par les propriétés de l'eau libre ou souterraine. Refuges d'une flore et d'une faune hautement spécialisées, ces biotopes présentent des traits bien particuliers, dont l'analyse relève des études limnologiques. Aussi nous limiterons-nous ici à les envisager d'une manière générale et sommaire, en insistant toutefois sur leurs caractères microclimatiques.

#### § 1. Les sites aquatiques des vallées.

Les grandes vallées offrent à la vie aquatique des milieux fort différents; aux eaux vives des rivières, lieu d'élection d'une faune et d'une végétation rhéophiles, s'opposent les eaux dormantes qu'accumulent la pluie et surtout les grandes crues dans toutes les dépressions de la plaine alluviale. Ces mares d'étendue variable n'ont souvent qu'un caractère temporaire; beaucoup s'assèchent complètement au cours de la saison aride, les unes dès janvier, d'autres en février; envahies à nouveau par les eaux dès les grosses crues de mars, elles subissent des apports périodiques tout au long de la saison humide, pour atteindre leur plus grande étendue à l'époque du maximum pluvial, de juillet à septembre.

### 1. Les rivières et les ruisseaux.

Les rivières elles-mêmes sont soumises à des crues et des décrues successives, brutales et quelquefois spectaculaires. Les figures 13 et 14 reproduisent les variations du niveau de l'Aka, à proximité du Camp de Bagbele (1950), et de la Garamba, à proximité du Camp II de la Mission H. DE SAEGER (1951). Jusqu'à fin juin, les crues sont relativement modérées, mais à partir de la grande saison des pluies (juillet, août, septembre) le niveau des eaux peut dépasser, par moments, de 3 à 4 m celui des basses eaux, et les inondations s'étendent dans toute la largeur des plaines alluviales; les coups d'eau sont particulièrement accusés dans la Garamba, dont le bassin hydrographique est à la fois le plus étendu et le plus dénudé.

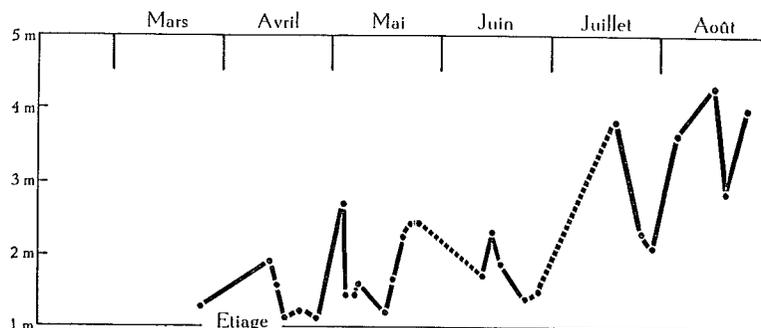


FIG. 13. — Variations du niveau de l'Aka, près de Bagbele, de mars à août 1950. Observations de G. DEMOULIN.

Les eaux des rivières offrent des caractéristiques assez variables selon les époques. Aux basses eaux, et plus particulièrement en saison sèche, les pH s'échelonnent entre 7 et 7,5, pour s'abaisser lors des crues majeures jusqu'à 6,4-6,3, exceptionnellement jusqu'à 6 (Aka). Par contre, les premières averses de la saison des pluies entraînent par ruissellement vers les rivières les cendres de combustion de la savane et font grimper le pH jusqu'au voisinage de 8 (8,2 le 5 mars 1951, dans la Garamba).

La saturation en oxygène des eaux varie également avec les crues. D'après les mesures effectuées par G. DEMOULIN dans l'Aka et la Mogbwamu, en 1950, elle reste comprise entre 80 et 90 % aux basses eaux, pour fléchir jusqu'à 70 % et parfois moins, à l'occasion des fortes crues. Ajoutons qu'aux basses eaux, le taux d'oxygène est moins prononcé dans les anses calmes des rivières, où l'on relève à ce moment des valeurs comprises entre 70 et 80 %.

Le régime thermique de ces eaux diffère selon que les rives sont boisées ou non. Dans l'Aka et la Mogbwamu, jalonnées de rideaux boisés, les températures oscillent entre 21 et 25° en plein courant, entre 19 et 26° dans les anses calmes; mais à la Garamba, où les galeries ripicoles manquent sur de grands tronçons, les maxima journaliers atteignent aux basses eaux et en plein soleil jusqu'à 29° et 30°.

Les eaux de ruisseau sont un peu plus acides que celles des rivières; le pH s'échelonne, de l'embouchure à la source, entre 7 et 6. Leur température est relativement basse; la plupart des mesures diurnes se situent entre 22 et 24°. L'eau des sources elles-mêmes est acide; son pH s'échelonne entre 6 et 5,2.

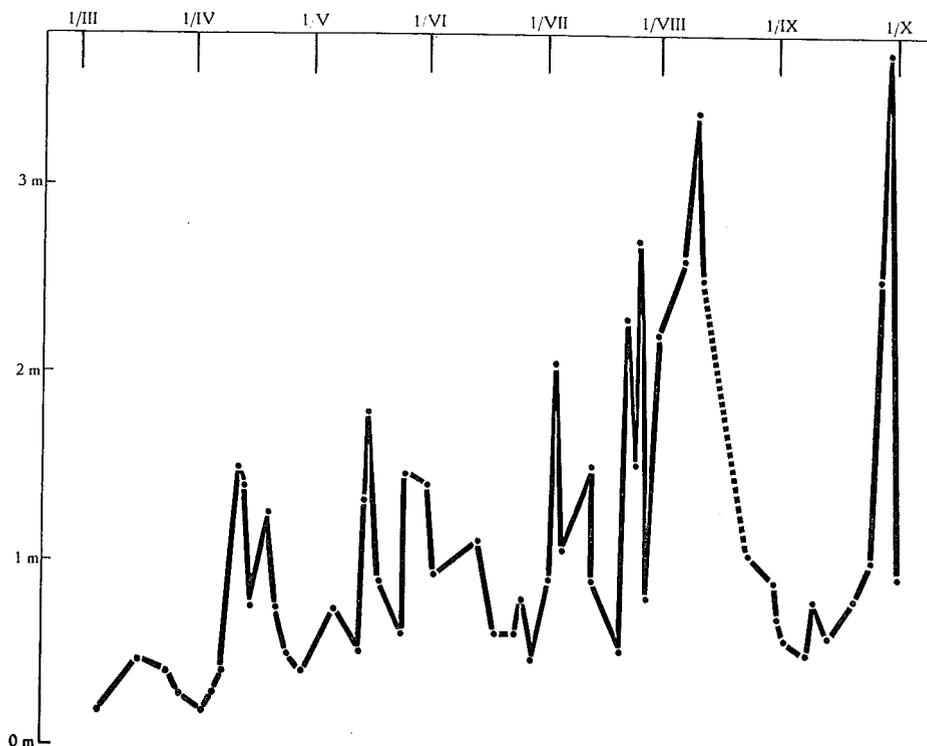


FIG. 14. — Variations du niveau de la Garamba, près du Camp II, de mars à octobre 1951. Observations de P. SCHOEMAKER.

Les tableaux XVIII et XIX reproduisent deux séries d'observations horaires dans les eaux de la Mogbwamu et de l'Aka, dans la galerie et dans la savane adjacentes.

## 2. Les mares temporaires.

Les mares temporaires qui s'établissent, dès les crues de mars, dans les plaines alluviales, offrent à leur tour des traits bien particuliers qui dépendent de multiples circonstances : fréquence de remplissage, profondeur du plan d'eau, nature de la végétation aquatique ou semi-aquatique. Une de ces mares, dépendante de l'Aka, a été suivie assez régulièrement par G. DEMOULIN en 1950 (hauteur moyenne d'eau : 70 cm). Le pH y reste compris entre 6,1 et 6,4 avec des chutes momentanées aux fortes crues, jusqu'à

TABLEAU XVIII. — **Température des eaux de la Mogbwamu le 24 mars 1950**  
(orage à 14 h 15).

	7 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h
Température des eaux en plein courant, à l'ombre ... ..	21°3	21°8	21°6	21°5	22°	23°4	22°8
Température des eaux dans une anse calme, à l'ombre .. ..	21°1	21°8	22°2	23°	24°5	24°	23°3
Température de la couche superficielle du sol, en galerie ripicole .. ..	20°8	25°2	24°7	24°1	25°	25°1	25°
Température de l'air en savane, sous abri météorologique ... ..	20°	25°	26°	28°5	29°5	30°	23°5

TABLEAU XIX. — **Température des eaux de l'Aka, le 8 mai 1950**  
(orage à 15 h).

	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h
Température des eaux de la rivière ... ..	24°	23°7	23°3	23°3	22°8	25°3	20°5	19°4
Température des eaux de mare, au soleil .. ..	22°7	23°3	23°8	24°2	24°8	24°7	24°9	21°8
Température de la couche superficielle du sol, en galerie ripicole ... ..	22°5	24°	25°5	27°	27°5	28°	28°5	19°4
Température de l'air en savane, sous abri météorologique	25°9	26°4	27°5	29°5	30°7	28°2	28°	22°8

5,9 et même 5,7. La saturation en oxygène peut subir de notables variations; on relève des valeurs comprises entre 20 et 100 %, selon l'époque et le moment de la journée.

Généralement exposées en plein soleil, les mares temporaires subissent des variations thermiques beaucoup plus prononcées que les eaux des rivières; dans le cas visé ci-dessus, on relève communément dans l'eau des maximums de 28 à 31°. En phase d'assèchement, l'échauffement diurne est plus considérable encore (38°4 le 20 février 1950); par contre, à l'époque des fortes crues qui font communiquer la mare à la rivière, les eaux ont la même température que cette dernière et les maximums ne dépassent guère 26°.

Dans la figure 15, on a retracé l'évolution saisonnière de la température et du pH des eaux, mesurés entre 8 et 9 h du matin, dans une mare ensoleillée et dans une mare ombragée de la plaine alluviale de la Garamba; ces mares, qui s'assèchent quasi complètement en saison sèche, occupent d'anciens méandres de la rivière. L'écart thermique moyen, à ce moment

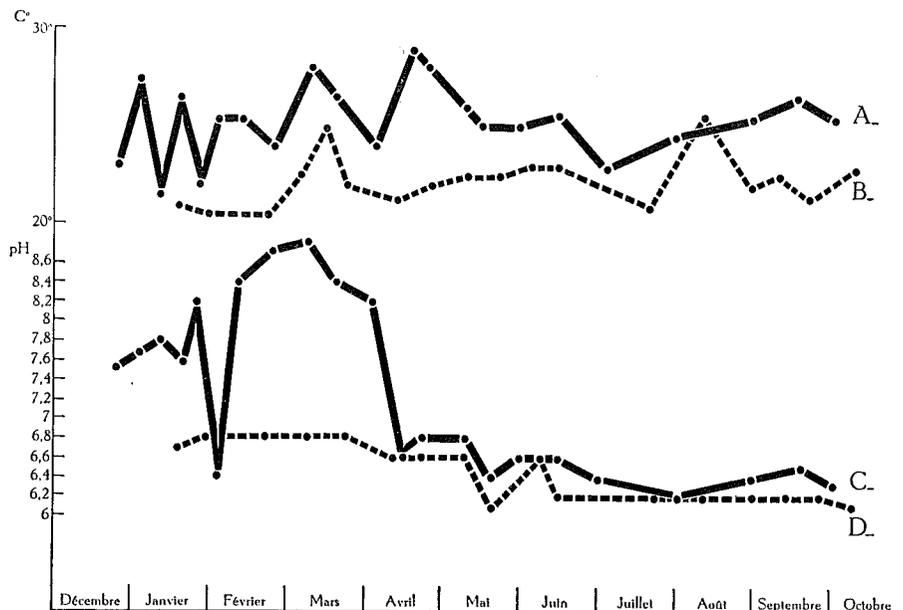


FIG. 15. — Evolution saisonnière de la température et du pH des eaux, dans deux mares de la plaine alluviale de la Garamba, en 1951.

Observations de P. SCHOEMAKER.

- A, température des eaux d'une mare ensoleillée; B, température des eaux d'une mare ombragée; C, pH des eaux dans la mare ensoleillée; D, pH des eaux dans la mare ombragée.

de la journée, est de 2 à 3° entre les deux milieux. Dans les mares ensoleillées, où l'évaporation est vigoureuse en saison sèche, le pH s'élève jusqu'au-dessus de 8,5 pour s'abaisser vers 6,5 en saison des pluies; les variations sont beaucoup plus atténuées, en milieu ombragé, où l'on passe de 6,8 en février-mars à 6,2 à partir de juillet; à cette époque, le pH est donc voisin de celui des eaux de rivières.

## § 2. LES FORMATIONS MARÉCAGEUSES.

Il existe dans les savanes du Parc de la Garamba de grandes dépressions humides, largement évasées et faiblement déclives, baignées par des suintements souterrains qui prennent naissance alentour. Ces vastes criques se rétrécissent et s'approfondissent vers l'aval en un vallon marécageux où

leurs eaux confluent en un ruisseau indécis. Ce sont les têtes de source du réseau hydrographique, connues dans le pays sous le nom de « diwilis ».

Dans ces dépressions, les sols sont gorgés d'eau en permanence et portent des végétations herbeuses, ordonnées en ceintures de la périphérie jusqu'au thalweg. Les ruisselets qui les drainent ne sont le plus souvent que des chenaux vaseux, démarqués par des peuplements de *Thalia welwitschii*, de papyrus ou de *Cyperus auricomus*, le « palabasu » des indigènes.

Les eaux sont acides, froides et peu oxygénées : de nombreuses mesures, effectuées dans la région de Eagebele par G. DEMOULIN en 1950, indiquent des pH compris entre 5,5 et 6,2 et une saturation en oxygène souvent inférieure à 50 %.

Les particularités biologiques de ces milieux sont commandées par la proximité du niveau phréatique; aux divers degrés d'humidité correspondent des associations végétales bien définies, allant de la « prairie » humide aux groupements semi-aquatiques (magnocypéaie, thalaie et papyraie) et même aquatiques (nymphaie) dans les chapelets de résurgence qui jalonnent les filets d'eau.

Le tableau XX groupe un ensemble d'observations relatives à quelques stations échelonnées en transect à travers les ceintures herbeuses du diwili de la Magienga, tributaire de la Mogbwamu; ces stations sont numérotées dans l'ordre suivant :

1. Chenal à *Thalia welwitschii*.
2. Crique d'eau ombragée.
3. Crique d'eau ensoleillée.
4. Chenal à *Cyperus auricomus* (fond vaseux).
5. Prairie humide à cypéracées et *Sopubia* (niveau aquifère superficiel).
6. Prairie sèche à cypéracées et *Sopubia* (niveau aquifère profond).
7. Savane herbeuse sur sables.
8. Plage herbeuse en savane (sol latéritique).
9. Bouquet de *Combretum* en savane (sol latéritique).

Les observations qui précèdent se rapportent au début de la saison des pluies, à une époque où les formations herbeuses paludicoles n'atteignent encore qu'un développement modeste. Mais à partir de juillet, les sols marécageux sont occupés par des peuplements denses de graminées et cypéracées à l'intérieur desquels règne en permanence une atmosphère ombreuse et très humide. L'un d'eux, situé dans un petit vallon dépendant de la Garamba, a fait l'objet d'observations permanentes au moyen du thermohygrographe, du 2 au 7 juillet 1951. Les moyennes sont reprises au tableau XXI. La hauteur totale de la strate herbeuse atteignait 1 m à 1,50 m.

TABLEAU XX. — **Transect microclimatique dans une série paludicole.**  
(Relevé à 12 h, par beau temps, le 29 mars 1950.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Thalaise	Crique d'eau ombragée	Crique d'eau ensoleillée	Cypéraise	Prairie humide	Prairie sèche	Savane arénicole	Plage herbeuse en savane	Bouquet de <i>Combretum</i>
Température de l'air :									
à 50 cm de hauteur ...	32°1	31°9	32°2	33°	33°	33°	33°	33°	33°
à 4 cm de hauteur ...	31°6	32°	32°2	33°3	34°	34°	34°	34°	34°
Température de l'eau ...	20°5	18°3	22°1	19°8	—	—	—	—	—
Température du sol :									
en surface ...	—	—	—	—	38°1	36°5	42°5	59°	24°5
à 5 cm de profondeur ...	—	—	—	—	28°1	29°5	31°	40°	24°
à 10 cm de profondeur ...	—	—	—	—	26°	27°	28°	35°	23°
à 30 cm de profondeur ...	—	—	—	—	24°8	26°2	26°	28°	23°5
à 50 cm de profondeur ...	—	—	—	—	24°8	25°7	—	28°	24°
Humidité de l'air :									
à 100 cm de hauteur ...	53 %	57 %	50,5 %	59 %	—	—	—	48,5 %	51 %
à 5 cm de hauteur ...	61 %	58 %	58 %	51 %	—	—	—	49,5 %	51 %
Déficit de saturation de l'air :									
à 100 cm de hauteur ...	22,6 mbs	20,6 mbs	22,6 mbs	20,8 mbs	—	—	—	26,9 mbs	23,5 mbs
à 5 cm de hauteur ...	18,3 mbs	19,8 mbs	20,1 mbs	25,3 mbs	—	—	—	26,9 mbs	23,5 mbs

TABLEAU XXI. — **Température et humidité dans un peuplement herbeux paludicole.**  
(Moyennes de sept journées.)

	Températures		Humidité de l'air		Déficit de saturation de l'air	
	maxima	minima	maxima	minima	maxima	minima
Dans le peuplement herbeux, à 10 cm du sol ... ..	25°3	15°4	94 %	85 %	4,8 mbs	0,8 mbs
Dans l'abri météorologique, en savane ... ..	27°8	20°	97 %	55,5 %	16,6 mbs	0,6 mbs

Les chiffres qui précèdent montrent que les « savanes » paludicoles ont un microclimat interne très spécialisé et très constant. Les maxima et minima thermiques sont notablement plus faibles qu'en savane, l'humidité beaucoup plus considérable durant la journée. Le déficit de saturation maximum qui ait été relevé, par journée chaude et ensoleillée, atteignait 6,3 mbs contre 22,1 mbs en savane.

### RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les données microclimatiques qui précèdent donnent lieu aux conclusions générales que voici :

1° Les savanes offrent une stratification microclimatique en rapport étroit avec le développement de la strate herbeuse. Elles correspondent à une mosaïque irrégulière et capricieuse de deux ambiances fonctionnellement différentes : les plages herbeuses et les noyaux arbustifs. Sans doute, les différences sont peu sensibles, si l'on ne compare que le milieu aérien et, sur ce plan, le nivellement biologique paraît aussi prononcé que le nivellement microclimatique; mais il en est autrement pour le sol et, par conséquent, pour la vie endogée. A ce point de vue, les noyaux arbustifs jouent un rôle conservateur que des recherches approfondies ne manqueraient point de révéler. Si la savane peut paraître, aux yeux du géographe, une formation simple et unitaire, le biologiste, par contre, en perçoit la dualité synécologique.

Cette conclusion rejoint, par une autre voie, celle de J. LEBRUN (1955), qui considère les synusies herbeuse et arbustive des savanes comme relevant de deux biocénoses distinctes et superposées.

2° Les groupements forestiers ombrophiles déterminent un microclimat interne hautement spécialisé et particulièrement favorable à la survivance

de colonies végétales et animales d'affinités équatoriales congo-guinéennes. C'est notamment le cas pour les forêts de ravins et les forêts marécageuses, qui constituent encore, à la limite occidentale du Parc (Bassin de l'Aka), des peuplements relictés bien conservés. Les galeries ripicoles des rivières sont, par contre, beaucoup plus dégradées et n'offrent plus aux éléments ombrophiles que des refuges précaires, isolés et disloqués; leur climat interne est fortement influencé par le mésoclimat des savanes adjacentes.

3° Les milieux aquatiques et subaquatiques des plaines alluviales et des « diwilis » présentent une foule de biotopes nettement spécialisés, sous le rapport des qualités et du régime thermique des eaux. Les formations herbeuses paludicoles sont, comme les savanes, des végétations stabilisées par le feu; leur ambiance mésoclimatique diffère peu de celle qui règne en savane mésophile, sauf au coeur de la saison humide où règne, dans ces masses graminéennes luxuriantes, un microclimat ombreux et humide en même temps que s'y multiplie un monde animal et végétal à vocation hygrosociophile.

---

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- BAUMBACH, S., Vergleichsmessungen mit verschiedenen Verdunstungsmessen unter definierten Versuchsbedingungen (*Ber. d. Wetterd. U. S. Zone*, 35, 1952).
- BERNARD, E., Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise (*Publ. Inst. Nat. Ét. Agron. Congo Belge*, Bruxelles, 1945).
- BOUYOUCOS, G., Evaporating the water with burning alcohol as a rapid mean of determining moisture contents of soils (*Soil Science*, vol. 44, 1937).
- BROOKS, C. P. E. and al., Upper winds over the world (*Meteorol. Office, Geographical Memoirs*, 85, London, 1950).
- BULTOT, F., Régimes normaux et cartes de précipitations dans l'Est du Congo Belge pour la période 1930-1946 (*Publ. Inst. Nat. Ét. Agr. Congo Belge*, Bruxelles, 1950).
- Sur le caractère organisé de la pluie au Congo Belge (*Ibid.*, Bruxelles, 1952).
- Saisons et périodes sèches et pluvieuses au Congo Belge et au Ruanda-Urundi (*Ibid.*, Bruxelles, 1954).
- Carte des zones climatiques du Congo Belge et du Ruanda-Urundi (*Atlas général du Congo Belge*, Bruxelles, 1954).
- DE SAEGER, H., Exploration du Parc National de la Garamba. Mission H. DE SAEGER. Fasc. 1. Introduction (*Inst. Parcs Nat. Congo Belge*, Bruxelles, 1954).
- DE VRIES, D. A. and VENEMA, H. J., Some considerations on the behaviour of the Piche evaporimeter (*Vegetatio*, vol. V-VI, 1954).
- GEIGER, R., Das Klima der bodennahe Luftschicht (*Die Wissenschaft*, Bd 78, Braunschweig, 1942).
- GOEDERT, P., Le régime pluvial au Congo Belge (*Publ. Inst. Nat. Ét. Agr. Congo Belge*, Bruxelles, 1938).
- INSTITUT NATIONAL POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE (I.N.É.A.C.), Chute de pluies au Congo Belge et au Ruanda-Urundi pendant la décade 1940-1949 (*Comm. n° 3 du Bureau Climatologique*, Bruxelles, 1951).
- Bulletin climatologique annuel du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. Années 1950, 1951 et 1952 (*Comm. nos 4, 5 et 7 du Bureau Climatologique*).
- IRELAND, A. W., The climate of Sudan (*In* TOTHILL, J. D., *Agriculture in the Sudan*, London, 1948).
- KUCERA, C. L., Some relationships of evaporation rate to vapor pressure deficit and low wind velocity (*Ecology*, 35, n° 1, 1954).
- LEBRUN, J., Esquisse de la végétation du Parc National de la Kagera. Exploration du Parc National de la Kagera. Mission J. LEBRUN. Fasc. 2 (*Inst. Parcs Nat. Congo Belge*, Bruxelles, 1955).
- LEBRUN, J. et GILBERT, G., Une classification écologique des forêts du Congo (*Publ. Inst. Nat. Ét. Agr. Congo Belge*, Série scientifique, n° 63, Bruxelles, 1955).
- LEIGHLY, T., A note on evaporation (*Ecology*, vol. 18, n° 2, 1937).

- MARTIN, E., Studies of evaporation and transpiration under controlled conditions (*Carn. Inst. Washingt.*, Publ. 550, 1943).
- MULLENDERS, W., La végétation de Kaniama (*Publ. Inst. Nat. Ét. Agr. Congo Belge*, Série scientifique n° 61, Bruxelles, 1954).
- PENMAN, H. L., Natural evaporation from open water, bare soil and grass (*Proc. of the Roy. Soc. Sc.*, Série A, vol. 193, n° 1032, 1948).
- PRESCOTT, J. A. and STIRK, G. B., Studies on the Piche evaporimeter (*Austr. J. applied Science*, 2-2, 1951).
- SCAETTA, H., Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil (*Inst. Roy. Col. Belge*, Bruxelles, 1934).
- VANDENPLAS, A., La pluie au Congo Belge (*Mém. Inst. Roy. Météor. Belg.*, vol. XVI, Bruxelles, 1943).
- La température au Congo Belge (*Publ. Minist. Col.*, Bruxelles, 1947).
  - Données complémentaires sur le climat du Congo Belge (*Mém. Inst. Roy. Météor. Belg.*, vol. XXXIII, Bruxelles, 1949).
-

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
INTRODUCTION ... ..	3
<b>PREMIÈRE PARTIE.</b>	
<i>Le climat régional du Parc de la Garamba.</i>	
CHAPITRE PREMIER. — Les vents ... ..	8
1. Le régime des vents au sol ... ..	8
2. La vitesse du vent au sol. ... ..	10
CHAPITRE II. — Les précipitations .. ..	11
1. Hauteur annuelle des pluies ... ..	11
2. Répartition mensuelle des pluies ... ..	12
3. La saison sèche ... ..	15
4. La saison des pluies .. ..	16
CHAPITRE III. — La température ... ..	17
1. Marche annuelle de la température ... ..	17
2. Marche journalière de la température ... ..	19
3. Fréquence des températures extrêmes ... ..	21
4. Influence mésoclimatique des vallées ... ..	21
CHAPITRE IV. — L'humidité et la sécheresse de l'air. ... ..	22
1. Marche journalière de l'humidité relative et du déficit de saturation .. ..	23
2. Valeurs extrêmes de l'humidité relative et du déficit de saturation ... ..	27
3. Variation locale de l'humidité relative .. ..	28
4. L'évaporation ... ..	30
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS ... ..	32
<b>DEUXIÈME PARTIE.</b>	
<i>Climats locaux et microclimats.</i>	
CHAPITRE PREMIER. — La structure microclimatique en savane ... ..	34
1. Le profil de radiation. ... ..	35
2. La stratification thermique ... ..	36
3. L'humidité de l'air en savane .. ..	41
CHAPITRE II. — La pluie en savane ... ..	43
1. Pouvoir d'interception de la savane sur la pluie ... ..	43
2. Action des pluies sur l'hydratation du sol ... ..	44
CHAPITRE III. — Climat interne des groupements forestiers ... ..	45
1. Climat interne des rideaux ripicoles ... ..	46
2. Microclimat de la forêt de ravin ... ..	48
CHAPITRE IV. — Particularités des milieux aquatiques et palustres ... ..	50
1. Les sites aquatiques des vallées ... ..	50
2. Les formations marécageuses ... ..	54
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS ... ..	57
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES . ... ..	59

## ANNEXE I

---

**Tableau des principaux éléments climatiques  
relevés de décembre 1949 à novembre 1950**

au

**Camp de Bagbele (P.N.G.)**

---

$t_M$  = température maximum du jour, en °C.

$t_m$  = température minimum du jour, en °C.

$HR_m$  = minimum horaire de l'humidité relative durant la journée, en %.

P = précipitations du jour, en mm.

Données extraites des thermohygrogrammes journaliers pour ce qui concerne la température et l'humidité relative.

---

Jours	Décembre 1949				Janvier 1950				Février 1950			
	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
1	33	16,5	40	—	33	12,5	23	—	35	18	31	—
2	32	17,5	42	—	33,5	14	22	—	36	20	30	—
3	31,5	18	37	—	34,5	16,5	26	—	37	20	28	—
4	30	16,5	42	—	—	17	—	—	31,5	20	34	—
5	31	15,5	31	—	34	—	32	—	33	19,5	38	—
6	32	16	30	—	37	14	18	—	35	19,5	31	—
7	33	17	36	1	37	13	19	—	34,5	19	24	—
8	30	14	37	—	35,5	13	21	—	35	17	20	—
9	32	16	37,5	—	35,5	19,5	22	—	34	23	38	—
10	31	13,5	28	—	33	19	25	—	33	17	42	—
11	31	13	27	—	33,5	15,5	21	—	35,5	15,5	24	—
12	31	15,5	23	—	33	12	22	—	32,5	16	27	—
13	32	15	29	—	33,5	14	27	—	32	14	22	—
14	32	16	28	—	35,5	13,5	24	—	33,5	16	26	—
15	32	16	30	—	36,5	13	22	—	34	18,5	28	—
16	33	17	28	2,4	35	18	20	—	34	19	27	—
17	33	16	29	—	32	18	22	—	37	16	25	—
18	32	16	25	—	33	15,5	22	—	35,5	19,5	28	0,1
19	33	16	27	—	34,5	12,5	25	—	36	21	30	—
20	32	18	38	—	35,5	18	31	—	35	21	38	22,8
21	34	18	28	—	35,5	16,5	28	—	33	21	44	—
22	31	15	30	—	33,5	16	28	—	31	17,5	39	—
23	31	17	29	—	32	19	21	—	33	16	20	—
24	27	14	36	—	36	17	34	—	34,5	15,5	22	—
25	31	17	37	—	36	19	22	—	35,5	19	27	—
26	33	15	27	—	36,5	17	20	—	38	19,5	24	—
27	33	15	29	—	30	22,5	52	—	38	20	26	—
28	33	13	30	—	32	20,5	36	—	39,5	21	30	—
29	33	13	23	—	34	14	18	—	—	—	—	—
30	32	17	27	—	35	19,5	36	1,4	—	—	—	—
31	32	14	29	—	33	20	28	—	—	—	—	—



Jours	Juin 1950				Juillet 1950				Août 1950			
	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
1	30	17	52	—	26	17	64	32,4	29	17	60	—
2	28	16	59	—	27	18	60	0,8	27	17	62	22
3	29	18	54	—	28	17	60	—	26	18	64	—
4	25	16	73	—	30	19	51	9,2	26	18	70	14,8
5	29	18	52	0,8	27	16	57	0,8	28	18	57	—
6	26	16	58	—	27	16	62	2	24	18	71	—
7	29	17	54	—	27	16	62	—	27	17	61	40,6
8	28	17	56	10	30	16	56	10,4	25	18	67	0,2
9	29	15	65	11,2	27	18	68	0,4	25	18	71	16,4
10	29	16	56	24,8	27	17	64	—	24	17	70	—
11	28	17	58	7,4	27	18	58	—	27	16	68	—
12	26	17	60	—	24	17	78	9,6	24	18	58	9,6
13	26	17	58	73	24	17	68	5,6	25	18	65	4,8
14	27	18	65	1,6	25	17	68	1,4	26	16	63	—
15	26	17	65	—	26	18	62	—	28	17	58	—
16	27	18	62	—	23	16	72	18,4	30	17	52	16,2
17	28	18	58	3,6	26	18	58	0,4	26	17	70	15,2
18	26	18	69	—	26	17	64	1,6	28	17	53	—
19	29	19	57	—	27	17	59	—	27	18	59	—
20	27	17	68	0,8	24	16	72	—	27	17	61	2,4
21	25	18	69	4	26	17	70	—	28	17	62	2
22	29	17	53	—	28	16	51	—	27	18	72	7,2
23	28	18	61	9,6	26	17	62	0,6	28	16	62	0,2
24	25	18	67	—	26	17	62	8	30	18	50	38,4
25	25	18	69	7,8	26	14	61	—	25	17	66	—
26	24	18	72	—	23	17	72	—	27	17	65	—
27	25	16	60	—	27	17	58	—	23	18	87	37,2
28	29	17	53	0,2	28	18	52	18,8	27	18	65	0,2
29	30	19	49	18	24	17	71	—	22	19	88	11,6
30	25	16	72	1,6	22	16	74	18,4	27	17	63	—
31	—	—	—	—	26	18	62	13,6	24	19	76	—

Septembre 1950				Octobre 1950				Novembre 1950			
tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
24	16	70	3,6	30	16	53	—	32	18	49	0,8
29	16	54	4,4	29	17	62	25,6	31	18	52	—
30	17	64	—	26	17	64	—	29	17	62	—
29	18	56	15,6	29	18	54	0,4	31	17	50	—
26	16	68	0,2	28	17	55	3,6	32	17	45	—
28	18	54	—	21	18	—	0,4	32	18	40	—
30	17	54	18	30	19	48	—	32	17	41	—
30	16	54	2	29	18	50	—	34	17	40	—
29	17	60	5,6	—	16	99	39,6	33	17	46	0,8
27	17	66	—	29	16	51	—	33	17	42	—
28	17	60	7,2	30	16	56	—	32	18	40	—
29	18	58	5,2	30	18	54	—	34	20	45	0,8
29	17	63	16	30	18	56	2	31	17	52	—
30	19	50	—	29	17	59	0,6	32	19	50	—
28	17	56	—	29	17	60	1,6	30	18	68	16
29	19	65	10,4	30	18	47	0,8	29	16	50	—
28	19	60	6	27	17	57	4,8	30	17	46	10
23	17	76	10,4	30	18	56	21,2	31	17	46	—
29	18	58	7,6	28	17	53	—	32	16	40	—
25	19	64	—	29	16	56	—	32	18	37	—
27	19	58	0,4	29	18	58	18,4	30	18	42	—
30	18	53	—	25	17	64	—	30	16	40	—
27	18	70	16,4	30	17	52	—	32	15	38	—
26	17	67	4	30	18	50	22,4	32	16	32	—
29	18	54	—	24	16	78	—	32	14	26	—
27	17	67	6,8	30	17	57	8	31	17	30	—
—	—	63	1,2	30	15	50	—	—	—	—	—
27	17	66	—	32	15	46	—	—	—	—	—
28	17	62	—	31	15	49	—	—	—	—	—
28	15	58	—	31	16	52	—	—	—	—	—
—	—	—	—	31	17	50	—	—	—	—	—

## ANNEXE II

---

**Tableau des principaux éléments climatiques  
relevés de décembre 1950 à septembre 1952  
au  
Camp de la Garamba (P.N.G.)**

---

$t_M$  = température maximum du jour, en °C.

$t_m$  = température minimum du jour, en °C.

$HR_m$  = minimum horaire de l'humidité relative durant la journée, en %.

P = précipitations du jour, en mm.

Données extraites des thermohygrogrammes journaliers pour ce qui concerne la température et l'humidité relative.

---

Jours	Décembre 1950				Janvier 1951				Février 1951				Mars	
	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>
1	33	16,5	30	—	37	19	20	—	32	20	35	3,2	36	21
2	33,5	17,2	38	—	37	21	20	—	29	19	33	1,2	36	24
3	34	16	28	4	36	20	21	—	33	19	22	—	34	21
4	34,5	13	22	—	31	19	26	—	33	20	23	—	35	22
5	35	14	24	—	33	21	38	—	33	21	23	—	35	25
6	33,5	13,5	26	—	32	20	40	—	33	19	13	—	34	23
7	34	13	29	—	33	18	36	—	32	20	27	—	33	20
8	35,5	13	30	—	34	18	17	—	33	21	19	—	35	21
9	35	16,5	33	—	34	17	17	—	33	20	24	—	33	20
10	35	15	26	—	33	16	14	—	31	18	30	31,2	30	19
11	36	15,5	29	—	34	17	16	—	28	20	44	0,8	33	22
12	36	16	—	—	35	18	18	—	31	18	11	—	31	21
13	36	16	—	—	35	19	22	—	33	17	9	—	35	23
14	37,5	16	—	—	33	20	34	—	33	19	10	—	30	21
15	36	15	—	—	34	20	30	—	33	19	14	—	33	20
16	35	15	—	—	33	19	36	0,4	33	19	16	—	30	21
17	36	14	—	—	31	19	47	3,2	32	21	14	—	31	20
18	36	15	21	—	33	20	26	—	29	19	35	4	25	19
19	34	14	22	—	30	19	38	—	29	19	40	—	29	21
20	34	16	20	—	33	21	32	3	31	19	25	—	31	21
21	33	16	40	1	33	18	33	—	32	19	20	—	28	20
22	33	15,5	36	—	34	18	22	—	33	19	20	—	30	20
23	34	15	26	—	33	16	15	—	33	20	20	—	30	21
24	36	16	18	—	35	17	15	—	32	18	32	—	33	21
25	36,3	14,9	21	—	35	20	17	—	34	19	17	—	26	21
26	36	17	16	—	36	19	18	—	33	20	22	—	30	20
27	34,5	17	25	—	36	16	12	—	32	19	31	—	29	20
28	34	16	25	—	35	18	20	—	34	20	25	—	31	21
29	35,5	16	16	—	27	19	27	—	—	—	—	—	29	20
30	34,5	15	29	0,8	33	21	22	—	—	—	—	—	29	20
31	37	15,3	15	—	33	22	22	—	—	—	—	—	32	19

1951		Avril 1951				Mai 1951				Juin 1951			
HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
16	—	33	18	20	19,6	33	21	38	—	30	22	48	21,6
21	—	33	20	29	—	31	20	41	—	29	21	50	—
36	—	33	20	33	—	31	20	38	4,4	29	20	47	—
26	0,4	33	22	42	—	31	21	38	—	30	20	51	—
22	—	30	22	52	—	32	20	36	—	28	19	60	40,4
36	—	32	22	38	18,4	33	21	31	—	25	19	60	—
42	8	29	23	56	—	28	20	55	18	27	19	46	—
45	14	31	21	53	37,2	30	20	40	—	29	20	50	—
38	—	27	21	69	—	29	20	49	—	30	20	49	—
42	—	30	22	43	—	31	20	36	26,8	29	20	50	56
33	—	29	21	56	—	27	20	51	—	27	20	65	—
47	—	28	20	49	2,8	30	21	42	—	27	20	55	—
33	—	31	22	34	2,8	31	20	46	24	29	20	48	40,4
48	—	31	21	42	—	29	20	38	—	29	20	49	2
36	6	32	23	39	—	31	21	50	—	29	20	50	—
51	—	31	22	46	1,2	30	20	39	—	28	20	49	—
44	41,4	31	22	38	0,4	30	21	44	—	30	19	45	1,6
70	—	27	22	61	—	27	20	48	4,4	30	20	40	—
45	8,4	30	22	42	—	26	20	74	4,4	30	20	46	—
42	0,8	28	20	60	4,4	28	20	44	—	25	20	60	—
39	—	32	20	26	—	28	19	53	—	29	21	41	—
42	—	33	19	19	—	29	21	46	1,6	31	22	42	—
33	—	33	20	28	—	28	19	50	—	28	19	54	—
33	5,8	33	21	30	—	30	21	49	—	28	19	54	—
62	3,2	29	22	29	—	31	21	—	—	29	19	48	—
43	—	32	21	37	16,4	31	22	47	4	27	20	56	24,8
55	0,4	27	20	63	—	28	22	54	3,6	29	20	49	—
35	—	31	22	44	—	—	—	—	—	27	19	64	—
50	—	—	—	43	—	30	20	43	—	30	20	42	25,6
42	—	33	22	37	—	30	20	53	—	30	20	40	—
25	—	—	—	—	—	31	21	40	—	—	—	—	—

Jours	Juillet 1951				Août 1951				Septembre 1951				Octobre	
	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>
1	31	20	40	0,4	26	20	60	—	30	19	35	—	31	21
2	24	18	64	7,8	26	19	57	—	30	19	38	—	30	20
3	29	20	58	—	27	19	59	16,4	30	20	41	3,2	30	21
4	28	20	70	6,8	26	20	57	0,4	27	19	65	6,6	26	20
5	27	20	64	4	22	18	88	15,6	29	19	40	—	29	21
6	30	21	47	20	27	20	56	11,2	29	21	58	1,2	30	21
7	28	20	60	8,8	25	20	59	1,2	26	19	74	54,4	30	22
8	30	20	45	4,8	27	20	56	0,8	29	19	53	12,4	30	19
9	30	20	45	—	25	18	57	9,2	27	19	50	—	31	20
10	29	20	48	2,3	28	20	52	8,4	28	19	40	—	30	20
11	30	20	52	16	23	19	78	—	29	19	46	—	30	19
12	29	21	50	—	26	20	50	—	29	19	60	9,2	30	21
13	28	22	58	—	27	20	54	—	30	20	44	—	28	20
14	29	22	52	—	28	20	57	—	29	19	44	—	29	20
15	30	21	46	—	26	20	65	12,8	31	20	40	1,2	29	20
16	30	22	46	—	25	19	66	4	27	20	56	—	30	20
17	30	22	43	—	27	20	61	17,6	29	20	49	—	29	21
18	28	21	52	6,8	25	19	60	1,6	30	19	40	24	24	20
19	23	21	86	3,6	28	19	50	10,4	29	19	51	1,6	30	20
20	26	19	44	—	25	18	67	—	29	19	61	1,6	29	19
21	25	19	64	12,4	27	18	53	—	28	20	62	—	28	18
22	26	19	59	46,4	29	19	41	—	30	19	50	—	30	20
23	25	19	56	8,8	29	19	46	2	29	21	49	—	27	20
24	25	18	54	—	27	19	55	—	29	19	44	6,4	28	19
25	28	18	49	0,8	28	20	46	—	27	19	51	10,8	30	19
26	28	20	45	—	29	20	55	15,6	30	20	40	—	28	18
27	29	19	44	6	27	19	49	—	27	18	52	—	29	18
28	28	20	50	—	28	19	48	—	30	21	39	—	30	19
29	25	19	62	—	29	18	38	—	28	19	54	—	30	18
30	27	19	55	—	29	18	41	—	30	19	46	—	31	19
31	28	21	52	—	30	18	39	—	—	—	—	—	29	20

1951		Novembre 1951				Décembre 1951				Janvier 1952			
HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	t <sub>M</sub>	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
40	—	26	18	57	—	31	14	33	—	32	15	18	—
54	29,2	29	20	45	11,2	31,5	16,2	42	7,6	32	15	16	—
48	24,8	27	19	57	16,8	30	17	54	—	32	18	22	—
76	2	29	18	60	28,4	31	14,5	24	—	30	16	22	—
51	—	28	20	50	2,8	32	15	26	—	31	15	22	—
46	2,8	29	20	49	6	32	18,5	36	—	32	15	20	—
55	—	28	19	55	—	32	19	36	1,6	31	16	20	—
50	—	28	20	49	2,8	30	18	24	—	31	16	26	—
50	3,2	29	20	51	3,6	31	13	30	—	32	18	21	—
51	—	28	18	56	10	33	14	22	—	30	16	40	—
48	—	28	18	51	—	34	14	22	—	29	17	48	—
55	16,4	29	19	48	5,2	29,5	17,5	52	—	30	15	27	—
54	—	29	20	45	26,8	30	18	29	—	32	17	14	—
48	—	27	19	56	3,6	32	16	37	—	31	17	21	—
50	—	30	19	44	1,2	32	12	17	—	32	17	19	—
46	3,6	30	20	46	0,8	31	12	20	—	30	17	43	—
44	—	28	20	61	—	30	10,5	20	—	31	17	24	—
75	24,4	29	20	49	—	33	11	24	—	33	19	17	—
48	12,8	28	21	48	18	33	12,3	22	—	33	21	18	—
58	—	26	20	58	8	32,5	11	19	—	32	19	26	0,8
51	—	28	21	37	—	34	11	13	—	34	18	14	—
43	14	30	20	49	2,4	34	11,5	18	—	35	18	12	—
55	2,4	30	19	39	3,2	33	15,5	20	—	35	21	19	—
49	10,4	30	19	48	6	32,5	11	18	—	35	18	19	—
40	5,6	31	19	38	2,4	32	13	18	—	35	17	16	—
58	—	31	18	37	—	29	15	28	—	35	19	16	—
52	1,6	29	16	24	—	32,5	12,8	32	—	35	19	16	—
50	2	30	18	24	—	35	13	23	—	34	18	21	—
42	3,2	31	19	31	—	34	15	22	—	34	21	22	—
42	—	32	20	—	—	33	15,2	31	—	34	20	20	—
41	—	—	—	—	—	33,5	13,5	28	—	34	20	29	—

Jours	Février 1952				Mars 1952				Avril 1952				Mai 1952			
	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
1	32	20	36	—	31	21	33	—	28	19	44	1,2	21	18	71	20,4
2	28	20	47	—	24	20	70	8,4	30	21	37	6,4	28	20	58	—
3	31	20	36	2	31	18	19	—	29	21	55	—	29	21	52	0,4
4	33	20	26	—	31	17	14	—	29	20	51	—	30	21	48	—
5	34	21	20	—	32	17	15	—	29	21	40	0,4	30	22	47	28
6	27	20	51	—	33	19	17	—	29	20	45	2,8	30	21	57	23,6
7	30	19	34	—	33	22	15	—	26	21	61	—	28	21	56	22
8	33	20	25	—	29	19	62	0,8	30	19	43	24	30	21	54	—
9	31	21	33	—	29	19	45	4,4	28	19	79	28,8	32	23	23	6
10	31	20	40	8,8	20	20	30	—	28	20	52	—	31	21	51	6
11	30	20	39	—	31	19	34	—	28	19	57	—	29	21	56	—
12	29	18	36	—	27	18	40	—	26	20	61	—	26	21	71	—
13	30	18	20	—	32	20	18	—	29	20	46	6	30	21	54	2,4
14	31	18	10	—	31	18	37	22	27	20	57	2	29	21	50	—
15	31	22	16	—	28	19	39	—	29	22	37	—	31	21	45	—
16	33	23	16	—	33	21	25	—	27	20	44	2	30	21	54	2
17	30	20	32	—	30	20	40	—	28	19	56	3,6	31	22	46	—
18	32	21	24	—	28	20	47	—	30	21	45	—	29	20	59	54,8
19	32	20	26	—	29	19	50	2,8	20	59	59	14,8	23	20	80	8
20	33	20	33	13	29	18	44	26,4	29	20	51	—	30	21	45	—
21	33	20	23	—	27	18	62	—	27	19	56	33,2	31	22	42	—
22	32	22	34	—	31	21	33	—	26	21	66	—	31	21	45	—
23	32	19	12	—	32	20	35	17,6	27	19	63	35,6	31	22	51	—
24	31	17	14	—	26	18	58	0,8	29	21	49	—	30	22	56	37,2
25	31	19	18	—	30	20	27	—	29	20	52	8	30	22	53	2
26	32	20	20	—	30	21	36	—	27	20	60	—	30	23	54	—
27	33	20	21	—	31	21	30	—	28	17	54	11,2	30	22	56	16,8
28	34	21	25	—	31	20	30	—	28	20	45	—	31	22	51	1,6
29	35	21	24	—	31	22	34	1,2	30	20	50	2	30	22	57	6,4
30	—	—	—	—	31	20	33	—	29	21	50	—	30	22	52	1,2
31	—	—	—	—	27	19	54	27,6	—	—	—	—	27	22	64	11,2

Juin 1952				Juillet 1952				Août 1952				Septembre 1952			
tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P	tM	t <sub>m</sub>	HR <sub>m</sub>	P
29	22	59	6	30	23	54	—	27	22	76	10	32	24	54	0,4
30	22	52	20,4	32	22	48	0,4	27	24	70	—	33	23	41	—
30	22	57	0,8	31	23	60	—	30	23	60	—	32	23	47	—
28	22	63	22	30	22	64	—	32	24	45	—	33	22	50	13,2
30	22	58	18,8	30	22	60	—	33	24	42	98,4	30	23	55	3,6
28	23	62	1,2	32	23	49	—	32	24	50	0,8	32	23	50	0,8
30	23	57	2	32	25	50	5,6	31	24	53	—	32	23	53	8
29	21	—	0,8	26	23	83	0,8	32	24	52	24	32	23	47	6
30	21	53	—	32	22	44	156	31	25	47	—	32	25	48	—
31	22	50	—	28	22	62	0,8	32	24	54	—	33	24	46	—
31	23	48	—	29	22	54	—	32	23	46	2,8	33	24	51	5,6
32	23	49	—	31	23	48	4	32	24	54	—	33	25	56	5,6
27	21	69	—	28	23	65	1,6	30	24	68	2,8	32	24	50	11,6
31	22	50	—	30	22	53	—	32	24	52	18,4	33	23	56	3,6
31	24	40	19,2	30	23	56	4	26	23	83	20,4	32	24	51	56
30	22	50	—	32	23	44	12	30	25	52	—	29	24	66	—
31	22	44	—	32	23	48	—	27	23	74	24,4	30	24	74	28,4
29	21	57	—	30	23	62	3,2	32	25	53	4,4	34	24	42	2
31	23	45	—	30	23	—	—	32	25	55	0,4	31	23	66	29,2
30	22	47	5,2	32	25	50	—	30	25	62	76	33	24	50	2
31	22	44	—	28	24	70	—	29	24	68	—	33	23	54	4
30	22	44	0,4	31	23	46	3,2	33	25	48	—	34	23	43	—
28	21	65	—	33	24	46	—	31	25	55	0,4	35	25	40	11,2
30	22	54	—	30	24	59	—	31	24	57	18,4	35	24	42	20,4
30	22	54	0,4	27	24	75	38,8	29	25	65	0,8	32	24	50	2
26	23	74	—	29	23	64	—	32	25	53	—	33	24	51	35,2
30	23	58	21,6	32	24	46	—	32	25	50	11,6	31	23	48	8,8
30	23	52	—	32	23	53	—	29	24	70	1,2	34	24	46	—
31	24	51	—	31	24	60	—	28	25	45	—	33	25	55	—
27	21	78	—	28	22	63	—	33	23	46	3,6	26	23	80	6
—	—	—	—	30	22	60	—	35	25	35	—	—	—	—	16