

DELEGATION GENERALE  
A LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE  
- D.G.R.S.T. -

---

MINISTERE DU PLAN  
DE LA REPUBLIQUE  
DE HAUTE-VOLTA

A.C.C. LUTTE CONTRE L'ARIDITE  
DANS L'OUDALAN  
(Haute-Volta)

OBSERVATIONS SUR LA PHENOLOGIE  
DE QUELQUES ESPECES HERBACEES  
ET LIGNEUSES SAHELIENNES.

Boureima TRAORE  
(ISP - ORSTOM)

Office de la Recherche  
Scientifique et Technique  
Outre-Mer  
- O.R.S.T.O.M. -

---

Groupement d'Etudes et de Recherches  
pour le Développement de  
l'Agronomie Tropicale  
- G.E.R.D.A.T. -

Institut d'Elevage et de  
Médecine Vétérinaire  
des Pays Tropicaux  
- I.E.M.V.T. -

Centre Technique Forestier Tropical  
- C.T.F.T. -

---

Université Paris VII  
Laboratoire de Géographie physique  
U.E.R. de Géographie et  
Sciences de la Société

---

Centre National  
de la Recherche Scientifique  
- C.N.R.S. -

Centre d'Etudes Phytosociologiques  
et Ecologiques  
Louis EMBERGER de Montpellier  
- C.E.P.E. -

---

JUIN 1978

## E R R A T A

- P. 2 : ligne 20 : lire : Etymologiquement
- P. 4 : ligne 11 : lire : Acacia raddiana
- P. 4 : ligne 23 : lire : Gabbros
- P. 8 : ligne 7 : lire : l'amande
- Fig. 2 : lire :  $\frac{(T_m + T_M)}{2}$
- P. 12 : ligne 10 : lire précipitations
- P. 12 : ligne 11 : lire : Acacia raddiana  
ligne 17 : lire : Gaussen
- P. 14 : ligne 10 : lire : (6 mm.j<sup>-1</sup>)  
ligne 24 : lire : (0,6 mm.j<sup>-1</sup>)
- P. 16 : ligne 12 : lire : et cette circonférence
- P. 17 : ligne 1 : lire : Commiphora  
lire : B. aegyptiaca  
ligne 16 : lire : n'atteignent pas  
ligne 33 : lire : en feuilles
- P. 18 : ligne 14 : lire : courte durée
- P. 19 : ligne 13 : lire : la plupart
- P. 20 : ligne 22 : lire : T. terrestris avait atteint  
lire : Cenchrus biflorus
- P. 21 ; ligne 3 : lire : fruits  
ligne 29 : lire : relativement long
- P. 22 : ligne 28 : lire : Espèces précoces
- P. 24 : ligne 25 : lire : des optima
- P. 25 : ligne 23 : lire : Station de bas-fonds

Fig. 17 : Guiera senegalensis (Ase) : c'est la fructification qui a lieu jusqu'en Mars mais non pas la floraison.

## AVANT - PROPOS

Ce travail a été réalisé au Centre ORSTOM de Ouagadougou, et a fait l'objet d'un mémoire pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Développement Rural de l'Université de Ouagadougou.

## S O M M A I R E

	<u>PAGES</u>
- Remerciements.	
INTRODUCTION GENERALE	
INTRODUCTION.	
I - MATERIEL ET METHODES	4
1. Stations d'études.	4
2. Espèces.	5
2.1. Les herbacées.	5
2.1.1. GRAMINEAE	5
2.1.2. LEGUMINEUSES	6
2.1.3. AUTRES FAMILLES	6
2.2. Les Ligneux.	6
2.2.1. LEGUMINEUSES	6
2.2.2. AUTRES FAMILLES	7
3. Structure des populations	8
4. Nature, critères et fréquence des observations.	9
4.1. Définitions	9
4.2. Nature et critères.	9
4.2.1. Les herbacées	9
4.2.2. Les Ligneux	9
- feuillaison	9
- floraison	10
- fructification	10

	<u>PAGES</u>
4.3. Fréquence des observations.	10
5. Présentation des résultats.	10
5.1. Spectre quantitatif.	10
5.2. Spectre qualitatif	11
II - RESULTATS ET DISCUSSIONS.	
1. Climat Général.	12
1.1. Climogramme.	12
1.2. Diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen	12
1.3. Pluviométrie. (1977)	12
2. Herbacées.	13
2.1. Cep.	14
2.2. Sgl	14
2.3. Sgr	15
2.4. Ase	15
2.5. Spt	15
3. Ligneux.	16
3.1. Structure des populations étudiées	16
3.2. Variation de la phénologie en fonction de l'âge	17
3.3. Phénologie	17
3.3.1. Ams	17
3.3.2. Sgr	18
3.3.3. Cep	18
3.3.4. Ase	18
3.3.5. Spt	19

	PAGES
4. Discussions	
4.1. Herbacées	20
4.1.1. Problèmes - Limites	20
4.1.2. Comportement sur plusieurs stations	21
4.1.3. Discussions - Conclusion	22
4.2. Ligneux.	23
4.2.1. Spectre quantitatif	23
4.2.2. Spectre qualitatif	25
4.2.3. Discussion - Conclusion	26
CONCLUSION GENERALE	28
Références bibliographiques.	

## INTRODUCTION GENERALE

Le milieu sahélien peut être considéré dans un sens général comme un écosystème défini par des conditions spécifiques d'aridité : caractère saisonnier et sporadique des pluies, longueur de la saison sèche, intensité de l'évaporation, forte variabilité des précipitations, précarité de la réserve en eau du sol, couverture végétale d'allure steppique... C'est une zone présentant des caractères fluctuants pour ce qui concerne les variables écologiques, où les équilibres biologiques sont fragiles et peuvent être rompus à tout moment. De telles conditions climatiques imposent des limitations sévères à l'exploitation de cette zone.

Pour parvenir à une utilisation plus rationnelle du milieu sahélien, il est non seulement nécessaire de comprendre le réseau d'interactions complexes et dynamiques qui se manifestent au niveau de cette entité, mais encore de saisir les relations entre l'homme et son milieu. Cela suppose une bonne connaissance de la structure et du fonctionnement de l'écosystème et de la variation de ses ressources en fonction des aléas climatiques.

Cependant et afin de pouvoir dégager les lignes directrices de la planification de ces zones à conditions marginales, il est nécessaire d'aboutir à une approche multidisciplinaire des interactions de l'écosystème.

C'est dans cet esprit qu'a été élaboré, à l'initiative de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique française\*, un programme de recherche intégré dans la région de la Mare d'Oursi (Haute-Volta), considérée comme représentative des contraintes générales du sahel voltaïque. Des chercheurs de différentes disciplines se proposent d'y dresser un inventaire des ressources des milieux physiques et biologiques, de leur exploitation par l'homme, et de définir l'évolution de ces différentes ressources en fonction des facteurs écologiques.

---

\* Comité L.A.T. de la D.G.R.S.T : Action conjointe et concertée : Lutte contre l'aridité en milieu tropical (Mali, Haute-Volta, Niger).

C'est dans le cadre de ces travaux que prennent place les recherches entreprises par les sections AGRONOMIE et BOTANIQUE de l'ORSTOM.

Le thème de recherche de ce groupe de travail est l'étude de la production de formations végétales sahéliennes en fonction des variables écologiques et plus particulièrement du bilan hydrique. Deux programmes parallèles mais complémentaires ont été développés sur différentes unités édaphiques :

- le premier porte sur les caractéristiques de la végétation.
- le second est relatif au cycle de l'eau.

Les études relatives à la végétation accordent une attention particulière à la structure, la composition floristique, la production et à la dynamique des formations végétales retenues. Les observations sont menées à deux échelles :

- la première, l'échelle stationnelle, permet d'analyser plus finement l'évolution qualitative et quantitative de la végétation, et la dynamique de la production,

- la seconde, l'échelle du bassin-versant, permet d'établir un bilan annuel de la production, d'en suivre les variations interannuelles et de tester la validité de l'extrapolation de certains résultats obtenus à grande échelle.

Le programme concernant le cycle de l'eau s'attache à déterminer :

- les caractères hydrodynamiques des sols (densité, capacité de rétention, perméabilité...)

- les flux de transfert de l'eau dans les différents milieux (précipitations, évapotranspiration, dynamique de l'eau dans le sol...).

Les observations sont réalisées dans le détail au niveau stationnel, mais des coefficients de passage permettant l'extrapolation des résultats à plus petite échelle seront déterminés.

Ces deux programmes se proposent d'élaborer ultérieurement une fonction de production de la matière végétale en fonction des variables écologiques notamment climatiques et édaphiques.

Le caractère prévisionnel qui en résultera devrait permettre aux planificateurs d'organiser l'aménagement et l'exploitation des potentialités agropastorales ainsi définies.

## INTRODUCTION

La sous-préfecture de l'Oudalan à l'extrême Nord de la Haute-Volta, et plus précisément le bassin de la mare d'Oursi, a été le cadre de ce travail. Elle a pour chef lieu Gorom-Gorom et se situe entre les parallèles 14°10' et 15°5' de latitude Nord et les méridiens 1°W et 0°12E. Elle a une superficie de 10.000 km<sup>2</sup> et sa population est estimée à 65 000 habitants soit une densité de 6,5 habitants au km<sup>2</sup>.

La population y est nomade à 77 %. Avant la sécheresse de 1972, les services de l'Elevage de Haute-Volta estimaient le cheptel de la région à 200 000 bovins, 440 000 petits ruminants et 5 000 camelins (BARRAL, 1977). Plus récemment LHOSTE (1976) donne les estimations suivantes pour la région d'Oursi = 13 000 à 14 000 bovins et environ 37 000 ovins et caprins.

Cette région se caractérise par des formations végétales à dominance de tapis herbacés émaillés d'arbustes épineux, une précarité des réserves en eau du sol et par une pluviosité irrégulière associée souvent à une mauvaise répartition des pluies.

Le manque d'herbe en quantité et en qualité suffisantes à certaines périodes de l'année et surtout la rareté des sources d'eau entraînent une concentration des hommes et du bétail autour des rares points d'eau existant pendant la plus grande partie de l'année. Cela provoque le déplacement de l'équilibre biologique précaire de ces régions qui peut se manifester, en cas de dégradation climatique, par des catastrophes comme celle que nous avons connue en 1973.

L'extension des champs de culture, aux rendements d'une extrême irrégularité, réduit de plus en plus les pâturages.

Oursi, par la présence d'une mare quasi-permanente, connaît ce phénomène de surpâturage qui sera, à plus ou moins longue échéance, préjudiciable à ses populations dont l'activité principale demeure l'élevage.

Pour résoudre le problème de l'insuffisance alimentaire pour le bétail dans le Sahel, il est question, comme l'atteste le projet FAO, de développer les cultures fourragères autochtones, d'où la nécessité de connaître la biologie des espèces herbacées (physiologie de la germination, durée du cycle, existence d'écotypes, de variétés etc...). Par ailleurs le stock fourrager diminue en saison sèche et sa valeur alimentaire s'abaisse considérablement.

Arrivée en fin de développement l'herbe ne contient pratiquement plus de matière azotée, de sels minéraux (phosphore surtout). Pendant au moins six mois (Février à Juillet) la végétation herbacée est donc insuffisante à l'alimentation animale si elle est utilisée seule, et <sup>1</sup>e complément indispensable est apporté par les feuilles et les fruits des espèces ligneuses.

Selon BILLE (1977), qui a travaillé sur le Sahel au Sénégal, il faudra au cours de la saison sèche que chaque animal de référence dispose chaque jour de 1 kg à 1,5 kg d'aliments provenant de la strate ligneuse. Aussi les arbres et arbustes sont nécessaires à la survie du cheptel dans les systèmes pastoraux traditionnels. Il conviendrait alors de savoir tout au long de l'année de quel fourrage le bétail pourrait profiter.

Les réponses à ces questions peuvent être apportées en partie par l'étude phénologique des espèces. Ce travail constitue par ailleurs un complément indispensable aux études quantitatives sur la végétation menées par GROUZIS, pour une meilleure compréhension de la structure et du fonctionnement des différentes formations sahéliennes.

Avant d'exposer la méthodologie et les principaux résultats acquis au cours de cette année, il nous semble nécessaire de définir les objectifs et les orientations de cette discipline.

Etymologiquement, le nom phénologie provient de phainen = paraître et logos = discours, étude.

On peut la définir (BAILEY, 1896 in Le FLOC'H 1969) comme la science des relations entre les conditions climatiques locales et les phénomènes périodiques des êtres vivants (pour les végétaux = feuillaison, floraison, etc...).

CHEVALLIER, 1957 (in Le FLOC'H 1969) considère la phénologie comme la partie de l'écologie "qui étudie les effets des variations climatiques sur les différents stades de développement des plantes et des activités des insectes ou animaux".

Toutes les définitions font état des rapports entre phénomènes biologiques saisonniers (phénologie végétale) et climatologiques mais nous retiendrons la définition de Le FLOC'H (1969) parce que plus complète de notre point de vue.

"La phénologie végétale est l'étude des relations entre la périodicité des phénomènes morphologiques et physiologiques des plantes et celles des variables écologiques actives, plus particulièrement des variables climatiques".

Dans le développement de la phénologie depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle on distingue les directions de recherches suivantes :

- l'établissement de calendriers phénologiques en relation avec les enregistrements météorologiques.
- la détermination des relations "phénologie et pathologie"
- la recherche des lois reliant la répartition des espèces végétales et les climats.
- la représentation cartographique.

Les travaux portant sur la phénologie en milieu tropical sont relativement peu développés. Citons entre autres les études réalisées par POUPON (1974, 1977) dans le Ferlo (Nord Sénégal). L'auteur étudie la phénologie de 17 espèces sahéliennes et montre en particulier les effets de la sécheresse.

Des études phénologiques sont aussi conduites en milieu sahélien par le C.T.F.T. (DELWAULE, 1976) et portent sur 11 espèces situées le long de quatre itinéraires.

En milieu tropical humide, les travaux de CESAR et MENAUT (1974) précisent la durée des cycles des espèces herbacées.

En ce qui nous concerne, le travail se limitera au suivi phénologique de quelques espèces ligneuses et herbacées avec les objectifs suivants :

- Pour les espèces herbacées, il s'agira de déterminer la durée du cycle, la précocité, le rythme de croissance ...
- Pour les ligneux, les périodes de feuillaison, floraison et fructification seront notées afin de connaître leur comportement dans le temps.

## I - MATERIEL ET METHODES

### 1. Stations d'études

Les observations ont été effectuées sur les stations retenues par GROUZIS et SICOT (1978) pour les études relatives aux relations bilan hydrique - production végétale. Ce sont, pour les milieux sableux :

- Formation des pénéplaines dunaires du N.W. de l'Oudalan à Aristida mutabilis et Schoenefeldia gracilis avec Guiera senegalensis et Acacia senegal (Ams\*).

Un sol peu évolué à faciès brun rouge surmonte un sol brun rouge subaride bien différencié hydromorphe\*\*. Cette parcelle est située sur le cordon dunaire d'Oursi.

- Formations sableuses en piémont d'Inselberg à Cenchrus biflorus et Acacia raddiana (Cep). Cette parcelle se trouve au pied de KOLEL ; elle est située sur un sol ferrugineux, peu lessivé, peu différencié, sur sable éolien de l'erg ancien à drainage limité à 2 m.

Les glacis dont la diversité botanique et édaphique est plus grande sont représentés par trois stations :

- Formation des glacis à Schoenefeldia gracilis et Acacia laeta (Sgl) portée par un sol brun subaride modal sur matériau d'altération de roche basique. Cette station est localisée à KOUNI-KOUNI.
- Formation des glacis à Schoenefeldia gracilis et Acacia raddiana (Sgr) à Bas-Kolel, sur sol brun subaride modal entièrement développé sur gabros.
- Formation de bush plus ou moins dégradé à Schoenefeldia gracilis et Aristida adscensionis avec Combretum glutinosum, Ziziphus mauritiana (Ase\*) sur sol ferrugineux tropical lessivé sur un granite à migmatite à gros grains.

---

\* Définition et terminologie de TOUTAIN (1976)

\*\* La description des sols est due à Le PRUN (1977).

- La sixième station se trouve dans le bas-fond de WINDE TIULUKI. Elle correspond à une formation des dépressions et thalweg à Schoenefeldia gracilis et Panicum laetum, avec Acacia seyal, et Combretum aculeatum, sur un sol brun subaride vertique peu épais sur migmatite.

## 2. Espèces

Deux critères essentiels ont dicté le choix des espèces :

- 1) Son intérêt socio-économique (appétabilité, et utilisations diverses par les hommes).
- 2) Son importance numérique dans la station afin de pouvoir quantifier les phénomènes observés.

Les espèces retenues, dont les caractéristiques sont tirées de TOUTAIN (1977), BARTHA (1970) et PEYRE de FABREGUE et al. (1976) sont :

### 2.1 - Les herbacées

#### 2.1.1 - GRAMINEAE

- Panicum laetum Kunth, espèce de bas-fonds et de dépressions gorgées d'eau. Elle est très appetée par tous les animaux. Les grains sont consommés par l'homme. Elle est suivie dans les stations Spt, Sgr, Sgl, Ase.
- Schoenefeldia gracilis Kunth, espèce ubiquiste. C'est une excellente graminée fourragère, très appetée de tous les animaux. Sa phénologie sera notée à Sgr, Sgl, Ase.
- Aristida adscensionis L., très commun dans le sahel où elle occupe les mauvais sols. Elle est consommée avant la fructification. (Sgr, Ase.)
- Cenchrus biflorus Roxb, est abondante sur sols sableux sahéliens. Elle se rencontre surtout dans les jachères. Bien que très appetée à l'état de jeunes pousses, elle est délaissée à l'état adulte en raison des soies épineuses. Notons aussi que les graines sont utilisées en cas de disette. (Cep).

### 2.1.2 - LEGUMINEUSES

#### PAPILIONACEAE

- Aeschynomene indica: L., très recherché par les petits ruminants et apprécié préférentiellement par ceux-ci, ce taxon occupe généralement les stations argileuses submergées.

Il est suivi à Spt.

- Zornia glochidiata D.C., cette espèce est très fréquente sur de nombreux sols sahéliens. Le pâturage de saison de pluies favorise sa prolifération. Elle est très appréciée à l'état vert par tous les animaux.

- Alysicarpus ovalifolius : (Schum. et Thonn) J. Léonard.

Cette plante occupe généralement les sables dunaires en zone nomade. Elle est très appréciée de tous les animaux, en vert et à l'état presque sec ; le foin est vendu en bottes pour les animaux de case. Elle est suivie à Cep.

### 2.1.3 - AUTRES FAMILLES

#### ZYGOPHYLLACEAE

- Tribulus terrestris L., cette espèce est très commune sur les sols sableux déstructurés par le piétinement et surchargés en humus (abords des points d'eau), à tous les points de rassemblement des animaux et dans les dépressions à sol sableux battant. Elle est appréciée en vert avant fructification par tous les animaux puis plus tard par les caprins et ovins. Elle est suivie à Sgl et Cep.

## 2.2 - Les Ligneux :

### 2.2.1 - LEGUMINEUSES

#### MIROSACEAE

- Acacia seyal Del., cette espèce occupe les bas-fonds limono-argileux sahéliens et soudaniens et certains glacis limono-argileux. Les fruits verts et au sol sont très appréciés, ainsi que les feuilles par les camelins, caprins et ovins. Elle est souvent émondée pour la distribution du feuillage. Elle est suivie à Spt, Sgr, et Cep.

- Acacia nilotica var. adansonii (Guill. et Perr.) O. Ktze., ce taxon, des zones soudanienne et sahélienne, a ses feuilles appetées des camelins, ovins, caprins et asins (quelquefois par les bovins). Les gousses servent à tanner les peaux. Il est suivi à Spt.

- Acacia raddiana (Savi) Brenan. Cette espèce est très abondante en zone sahélienne sur les glacis sableux ou légèrement gravillonnaires. Ses fruits sont très appetés par tous les animaux tandis que son feuillage est appeté des chameaux, caprins et ovins. Elle est suivie à Cep, Sgr et Ase.

- Dichrostachys cinerea (L.) Wight. et Arn., cette espèce occupe les stations argilo-pierreuses, les colluvions limoneuses et les sols érodés. Ses gousses sont consommées par les chèvres. Elle est suivie à Cep.

#### CESALPINIACEAE

- Piliostigma reticulatum (DC.) Hochst., est une espèce très fréquente sur les sols sableux humides ou temporairement inondés ainsi que sur les glacis gravillonnaires en zone soudanienne. Ses gousses sont appetées par tous les animaux. L'écorce est utilisée pour faire des lions grossiers. Elle est suivie sur la station Cep.

#### 2.2.2 - AUTRES FAMILLES

#### COMBRETACEAE

- Combretum aculeatum Vent., c'est une espèce abondante au Sahel dans les bas-fonds, les broussailles sur cuirasse ou affleurements latéritiques. Ses feuilles sont très appetées et la graine est comestible. Elle est suivie à Spt et Ase.

- Guiera senegalensis J.F. Gmel, c'est une espèce très commune, surtout dans les zones sèches, sur les sols plutôt sableux et sur d'anciennes jachères. Ses jeunes feuilles sont très appetées par les petits ruminants. Elle procure un excellent bois de chauffage.

### ZYGOPHYLLACEAE

- Balanites aegyptiaca (L.) Del ; est une espèce des sols érodés ou piétinés par le bétail, et des sols sableux, profonds. Ses feuilles sont appetées par tous les animaux mais surtout par les chameaux et les chèvres ; les fruits sont consommés par les camelins, ovins et caprins. Par ailleurs elle a de nombreuses utilisations : les fruits sont consommés par les hommes; le noyau est utilisé pour soigner les maux d'intestin. L'amende sert à confectionner un goudron contre la gale cameline. C'est un bois d'oeuvre extrêmement dur. Elle est suivie à Ams et Ase.

### RHAMNACEAE

- Ziziphus mauritiana Lam., est une plante très commune sur les sols plutôt sableux de la zone sahélienne et soudano-sahélienne. Ses feuilles et fruits sont très appetés des chameaux, ovins et caprins. Ses fruits sont, en outre, consommés par l'homme. Elle est suivie à Ase.

### BURSERACEAE

- Commiphora africana (A. Rich.) Engl. Cette plante est très fréquente en zone sahélienne et soudano-sahélienne sur les glacis sableux. Ses jeunes pousses sont très appetées par les chameaux, ovins et caprins en fin de saison sèche. L'incinération de la gomme produit un parfum très odorant.

Dix espèces ligneuses et huit espèces herbacées réparties sur six stations seront donc suivies au cours de ce travail.

### 3. Structure des Populations

La répartition des fréquences par classe de circonférence à la base a été considérée soit pour caractériser la population de l'espèce lorsque celle-ci est considérée, soit pour comparer l'échantillon retenu à l'ensemble de la population de l'espèce.

#### 4. Nature, critères et fréquence des observations

##### 4.1 - Définitions : ( Le FLOC'H 1969).

###### - Croissance et développement

+ la croissance est définie comme une augmentation de taille sans modification qualitative des organes.

+ le développement désigne une série de changements qualitatifs aboutissant normalement à la production du fruit. C'est donc l'ensemble des processus qui, partant de la graine, aboutit à la graine.

###### - Stade et Phase.

Nous appellerons phase une durée de croissance ou de développement comprise entre deux étapes particulières que nous nommerons stades.

Chaque phase est caractérisée par un aspect morphologique particulier plus ou moins facile à percevoir extérieurement.

Le stade est une étape, et pour cette raison, il est plus ou moins durable. C'est un terme désignant une étape entre deux phases.

##### 4.2 - Nature et critères des observations

4.2.1 - Les espèces herbacées : les observations ont porté uniquement sur les phases végétative (V), de floraison (f) et de fructification (F).

4.2.2 - Les espèces ligneuses : les observations ont porté sur les 3 phases : feuillaison, floraison et fructification ; le déroulement de chacune de ces phases étant apprécié par les stades suivants :

###### - Feuillaison : (5 stades)

+ V1 = bourgeons foliaires (uniquement des bourgeons, sans feuille développée).

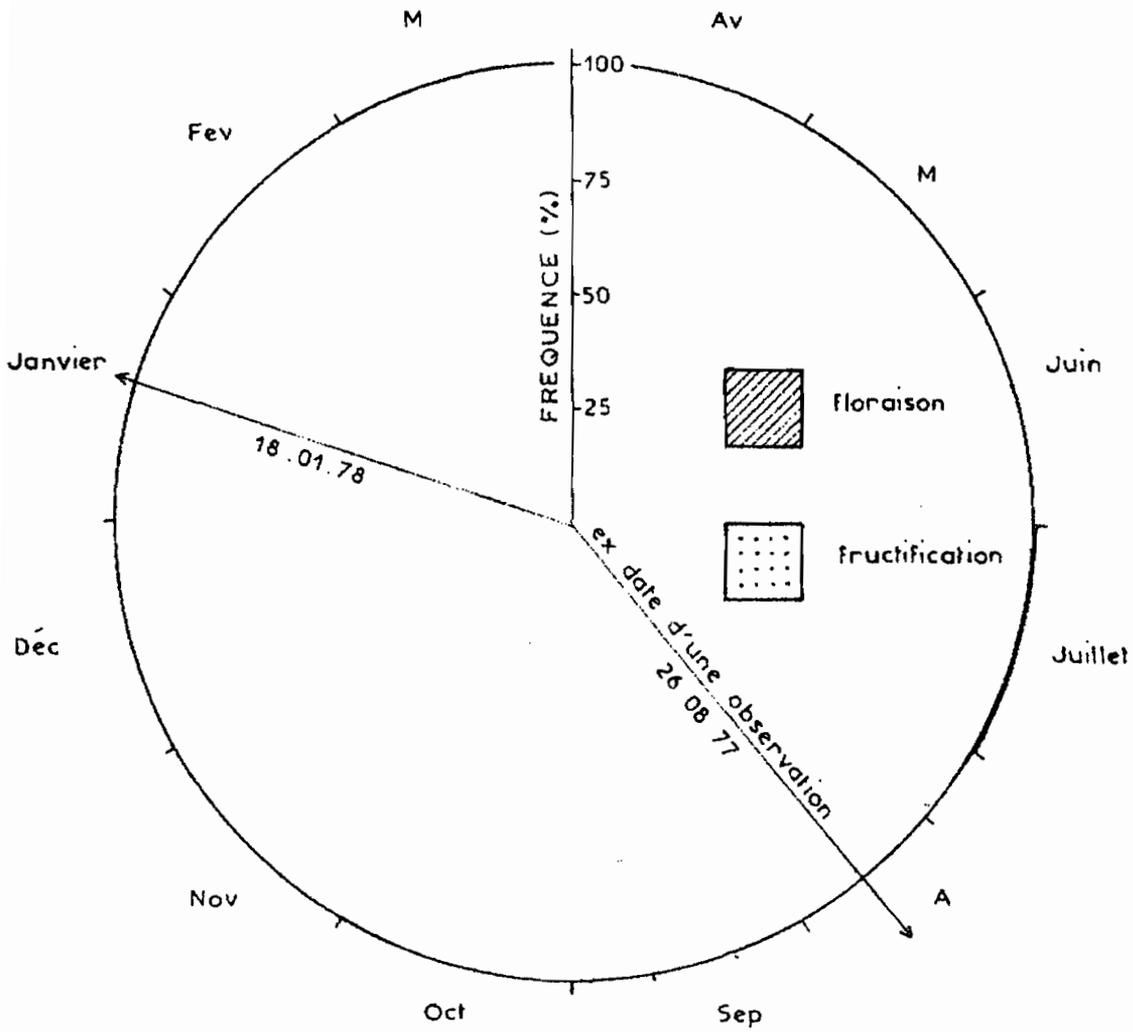
+ V2 = début foliaison = bourgeons foliaires + quelques feuilles en voie d'épanouissement.

+ V3 = Pleine foliaison = la majorité des feuilles sont épanouies.

+ V4 = Déclin de la foliaison = jaunissement sur pied des feuilles.

+ V5 = Chute des feuilles.

### A. SPECTRE QUANTITATIF



### B. SPECTRE QUALITATIF

#### FLORAISON

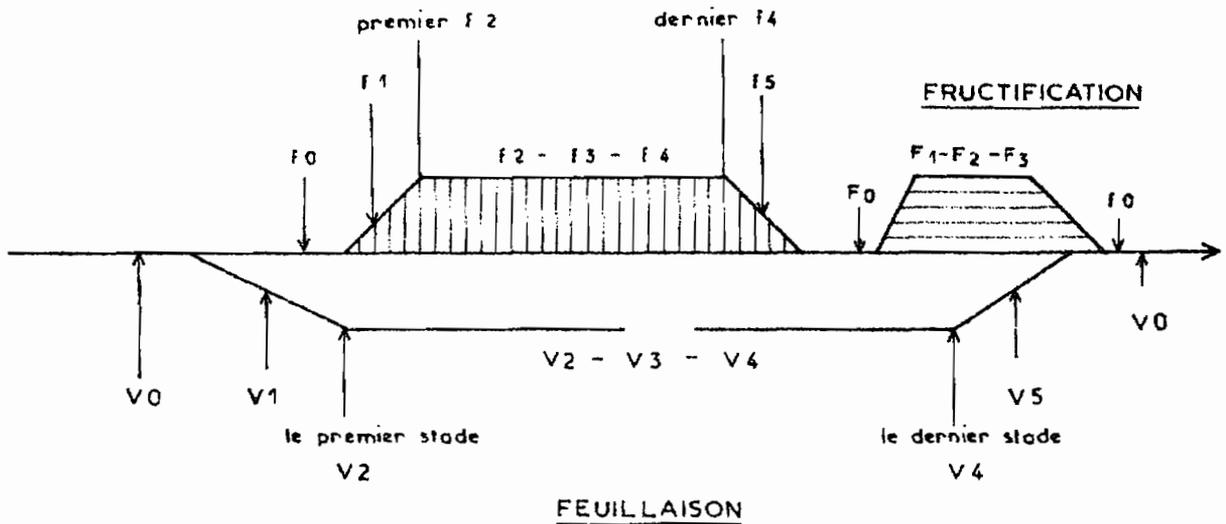


Fig. 1 LES DEUX TYPES DE SPECTRE PHENOLOGIQUE

- Floraison = (5 stades)

+ f<sub>1</sub> = boutons floraux

+ f<sub>2</sub>=début floraison = boutons floraux + quelques fleurs

épanouies.

+ f<sub>3</sub> = Pleine floraison = la majorité des fleurs sont épanouies.

+ f<sub>4</sub> = Déclin de la floraison = début de séchage et de chute des pièces florales.

+ f<sub>5</sub> = Chute des pièces florales.

- Fructification (3 stades).

+ F<sub>1</sub> =jeunes fruits

+ F<sub>2</sub> = Plénitude de la fructification = fruits mûrs.

+ F<sub>3</sub> = Chute ou éclatement des fruits = dispersion.

4.3 - La Fréquence des observations :

Au cours de la saison pluvieuse, les observations sont effectuées tous les 10 jours. En saison sèche ces intervalles ont varié de un mois à un mois et demi.

Pendant ces observations on enregistre pour chaque individu suivi, le déroulement des divers stades des phases sus-indiquées. Signalons en fin que pour permettre la réalisation de ce suivi phénologique, les ligneux sont numérotés alors que les herbacées sont repérées à l'aide d'un anneau qu'on passe autour de la plante et maintenu par un fil de fer enfoncé dans le sol.

5. Présentation des résultats :

Deux types de représentation des résultats ont été retenus :  
le spectre quantitatif et le spectre qualitatif.

5.1 - Spectre quantitatif (fig. 1)

Un cercle représentant une année est divisé en 12 secteurs égaux ; chaque secteur, représentant un mois, est délimité par un angle au centre de 30 degrés de sorte qu'un degré représente un jour.

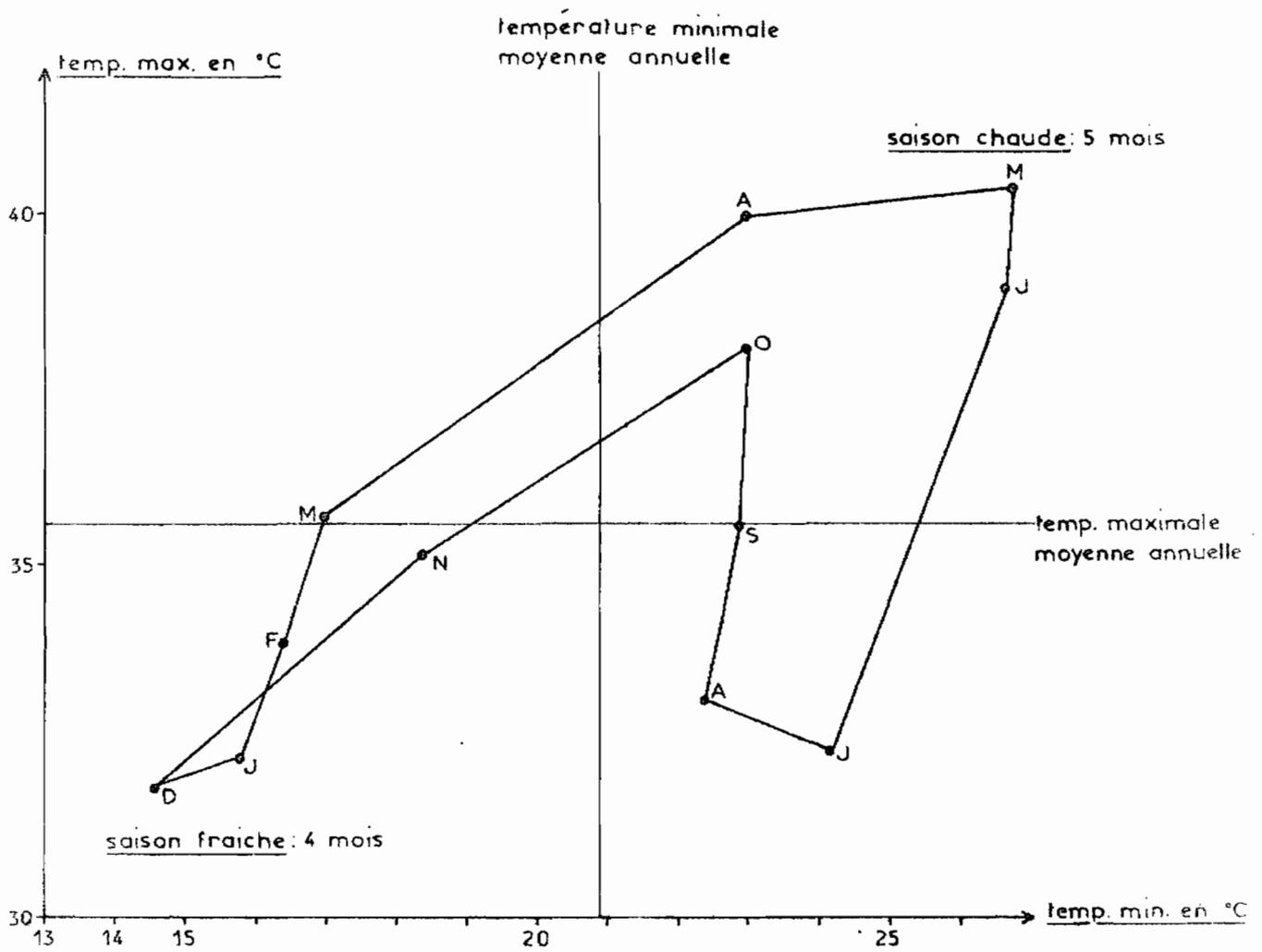
Les fréquences des différentes phases sont reportées sur le rayon correspondant à la date de l'observation, proportionnellement à leur valeur ; le rayon équivaut à une fréquence de 100 %.

Les stades suivants ont été considérés comme caractérisant les phases sus-citées =

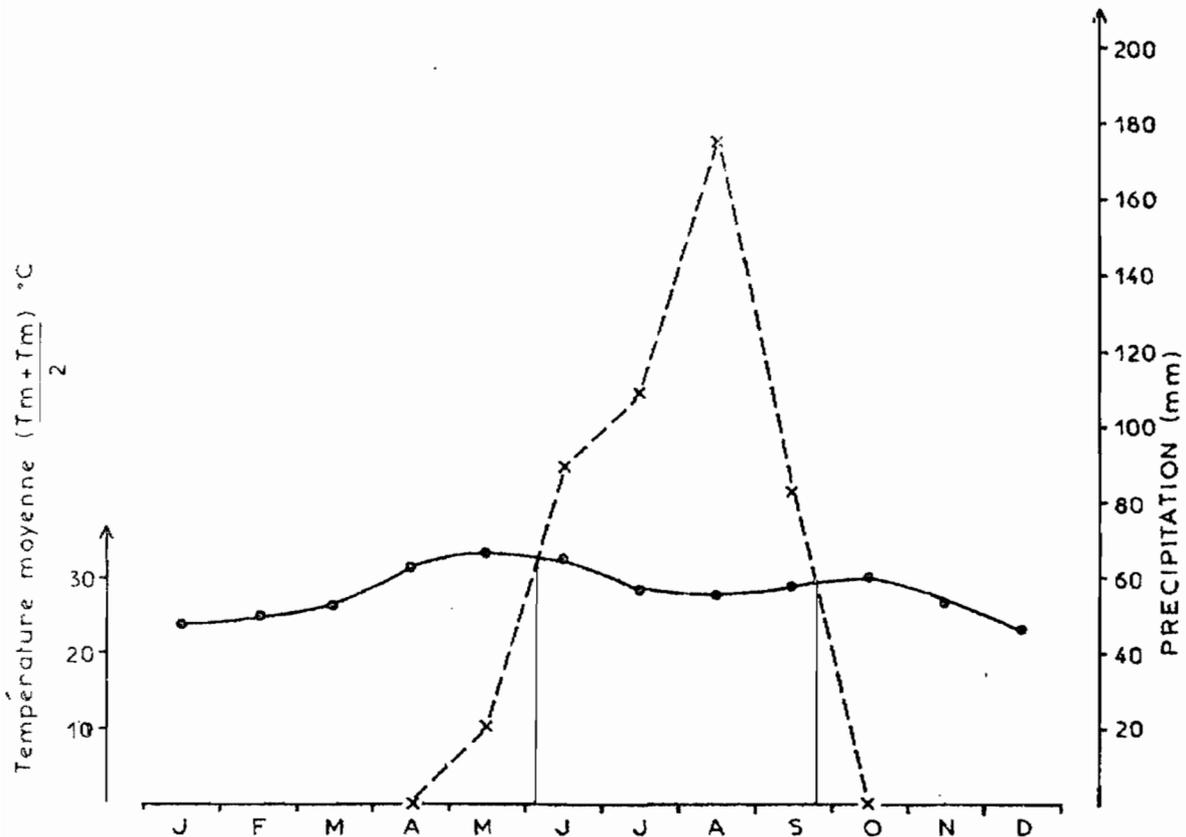
- V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> et V<sub>4</sub> pour la feuillaison
- f<sub>2</sub>, f<sub>3</sub> et f<sub>4</sub> pour la floraison
- F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> et F<sub>4</sub> pour la fructification.

#### 5.2 - Spectre qualitatif. (fig. 1)

Les mêmes stades sont retenus pour ce qui est de la caractérisation des phases. Ce spectre sera utilisé pour comparer le comportement d'une même espèce dans différentes stations quand cette espèce n'est pas suffisamment représentée dans toutes les stations pour permettre de quantifier les phénomènes observés. Pour ce faire on prendra dans les différentes stations des individus qui ont manifesté les différentes phases phénologiques et dans la mesure du possible des individus appartenant à la même classe de circonférence à la base.



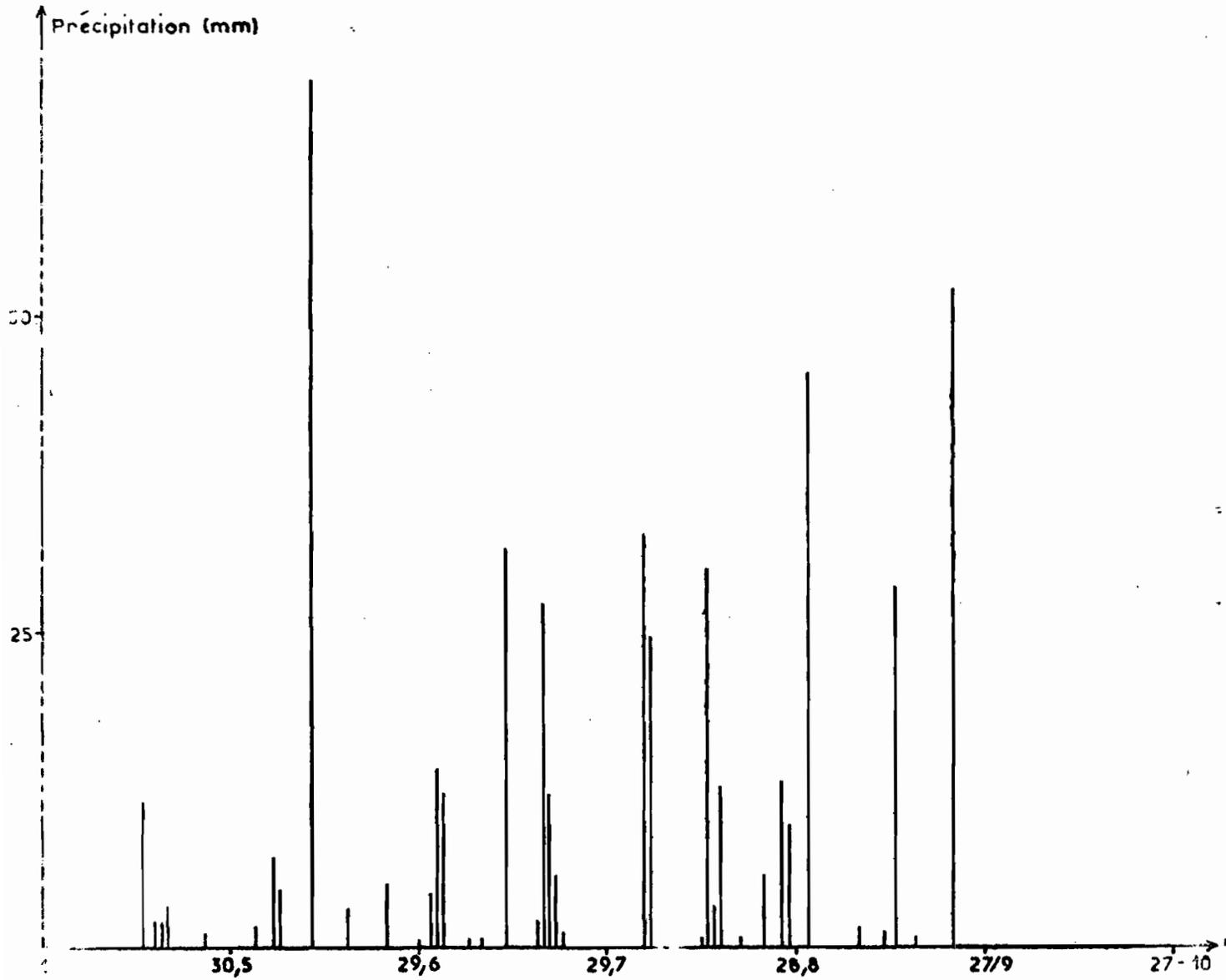
A. CLIMOGRAMME d'OURSIS (moyennes de 1976-1977)



B. DIAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE DE BAGNOULS ET GAUSSEN (1977)

Fig. 2 DONNEES CLIMATIQUES

Fig. 3 PLUVIOMETRIE JOURNALIERE EN 1977  
(STATION METEOROLOGIQUE)



## II - RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1. Climat Général

Les données météorologiques complètes de la station installée à Dialafanka et reportées dans le rapport de la section Hydrologie de l'O.R.S.T.O.M. (CLAUDE et al. 1978) sont brièvement résumées par trois diagrammes :

- le climogramme
- le diagramme pluviothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953 in BOUDET 1975)
- la répartition journalière des précipitations en 1977.

#### 1.1. Le climogramme (fig. 2)

Il est établi à partir des valeurs moyennes des années 1976 et 1977. Il permet de distinguer :

- des mois frais : Novembre, Décembre, Janvier, Février.
- des mois chauds : Avril, Mai, Juin, Septembre, Octobre.
- des mois intermédiaires : Mars, Juillet, Août.

#### 1.2 - Le diagramme pluviothermique de Bagnouls et GausSEN (fig. 2)

Il donne pour l'année 1977 à Oursi :

- une saison humide de la première décade de Juin à la deuxième décade de Septembre.
- une saison sèche d'Octobre à Mai.

Toutefois il faut signaler que ce diagramme tend à allonger la période active de végétation. En effet, dans la réalité les plantes ont poussé plus tard que ne le laisse prévoir le diagramme.

#### 1.3 - Pluviométrie (1977).

L'examen de la pluviométrie à Oursi en 1977 (figure 3) montre que la première pluie de plus de 20 mm a eu lieu le 12 Juin. On constate que, souvent après une pluie relativement importante il succède un certain nombre de petites pluies, puis une période sèche dont la durée peut aller jusqu'à 12 jours.

On peut donc prévoir des périodes d'arrêt de croissance ou de développement des plantes pouvant aller jusqu'à leur dessèchement complet compte tenu de la faible capacité de rétention d'eau de certains sols.

On observe la plus grande fréquence des pluies au cours du mois d'août ; deux des trois plus fortes pluies de l'année ont lieu en Septembre. La dernière pluie maintiendra certainement une certaine humidité pendant les premiers jours du mois d'Octobre.

Le total annuel s'élève à 478,9 mm. La pluviométrie d'Oursi pour l'année 1977 est donc supérieure à la moyenne établie pour Markoye (389 mm) au cours de la période 1961 à 1970, mais elle est déficitaire par rapport à celle établie pour Gorom-Gorom (494,5 mm) pour la même période (BARRAL, 1977).

Ce bref aperçu sur le climat peut être résumé par les divisions qu'a faites BARRAL (1977) pour l'Oudalan. Cet auteur distingue quatre saisons :

- une saison fraîche et sèche de Novembre à Mars avec des minima nocturnes parfois inférieurs à 6°C et des maxima diurnes de l'ordre de 30°C, une humidité relative pouvant s'abaisser à 20 % sous l'effet de l'alizé continental.

- une saison sèche et chaude de Mars à Juin caractérisée par une moyenne des maxima supérieurs à 41°C en Mai. Pendant cette période, l'humidité relative est de l'ordre de 30 % en Mai. L'alizé continental est relayé par l'harmattan.

- une saison humide de Juin à Octobre caractérisée par une montée de l'hygrométrie précédant de plusieurs semaines les premières précipitations s'accompagnant d'une baisse sensible des températures maximales qui sont de l'ordre de 35°C. La date moyenne de début de la saison des pluies est le 15 Juin.

- une saison relativement chaude et encore humide de la mi-septembre à la mi-novembre marquée par une montée de la température (maxima = 38°C) et une humidité relative de 35 %.

## 2. Herbacées :

Pour plus de commodité les cycles phénologiques des différentes espèces seront exposés par station.

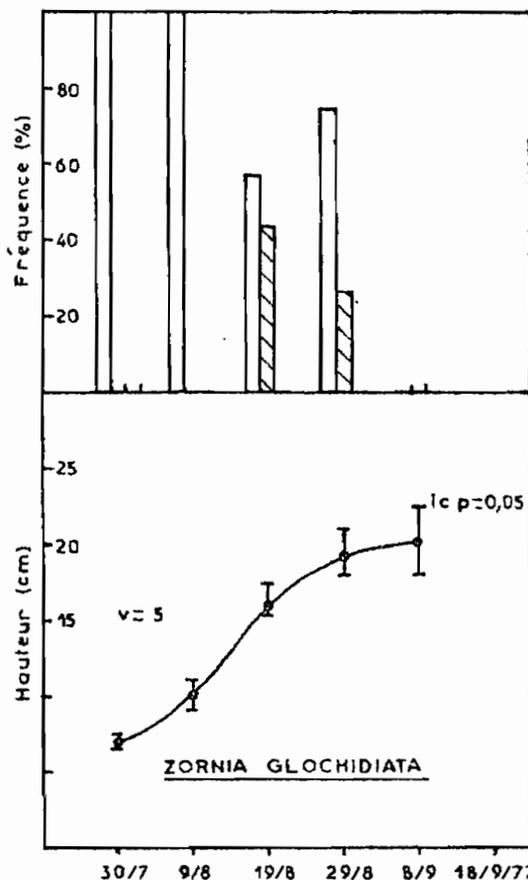
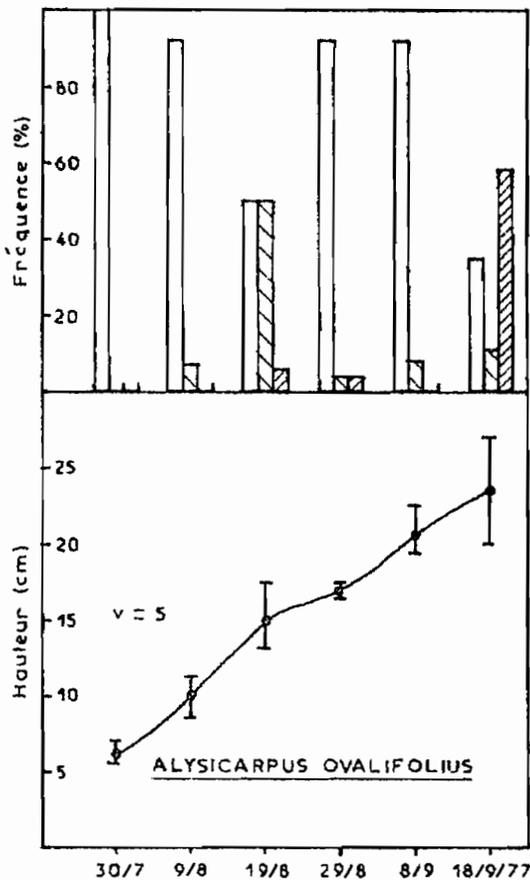
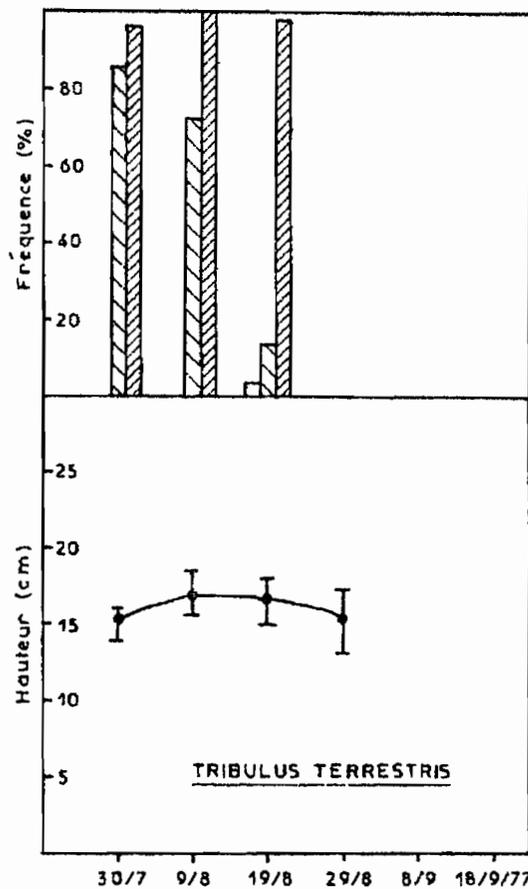
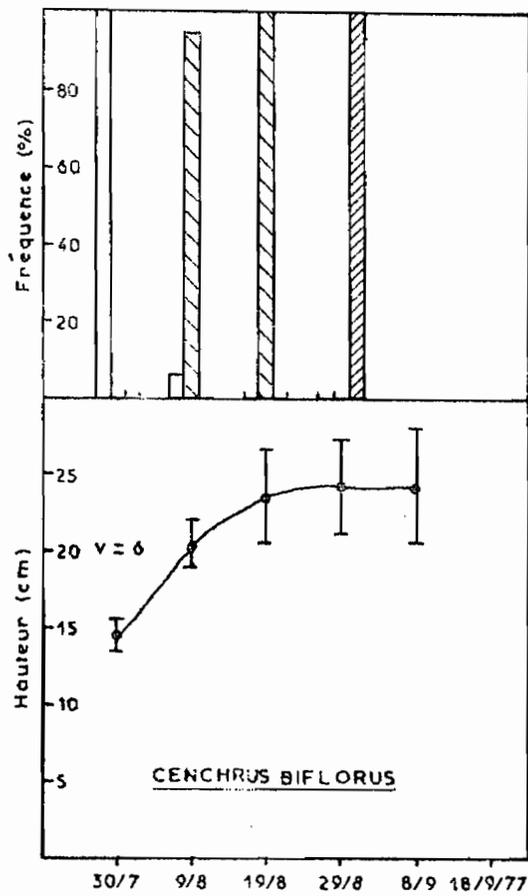


Fig. 4 PIEMONT DE KOLEL (Cep)  
CROISSANCE EN HAUTEUR ET PHENOLOGIE

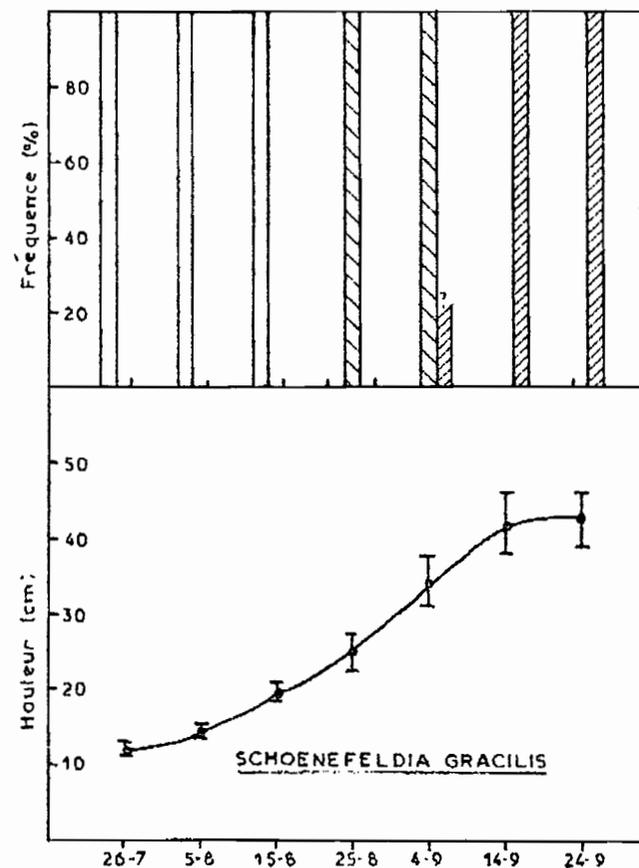
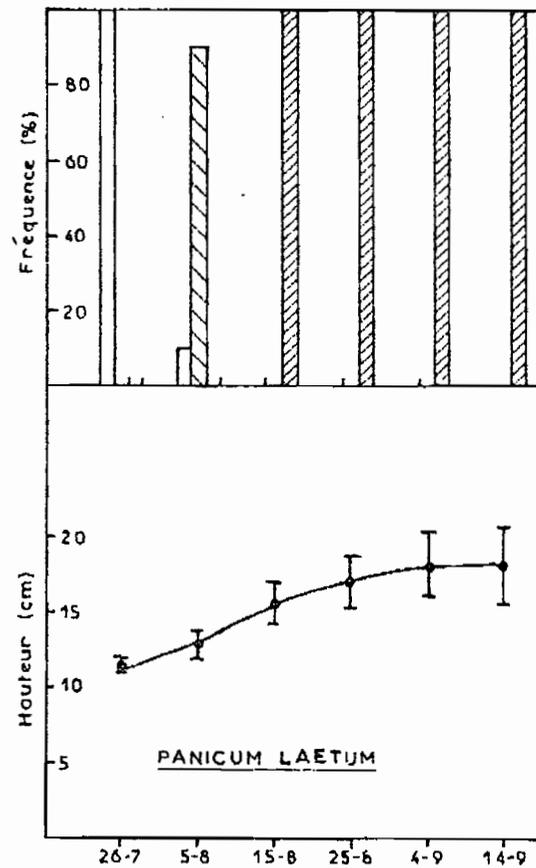
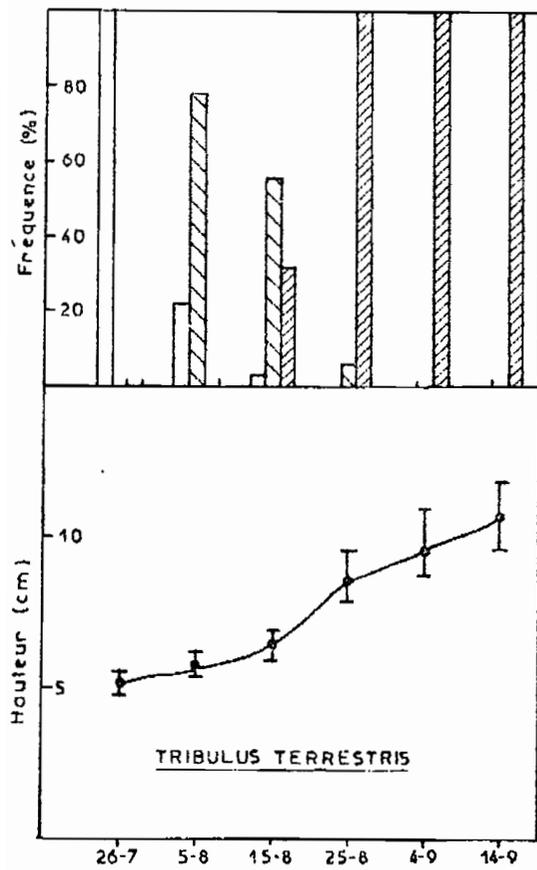


Fig. 5 GLACIS DE KOUNI-KOUNI (SgI)  
CROISSANCE EN HAUTEUR ET PHENOLOGIE

## 2.1 - Cep (Kolel)

Les résultats sont portés sur les graphiques de la figure 4.

Cenchrus biflorus et Zornia glochidiata ont des courbes de croissance caractérisées par une phase linéaire, suivie d'une phase de ralentissement, contrairement à A. ovalifolius qui montre une phase de croissance régulière du début jusqu'à la fin des observations.

Pour Tribulus terrestris la phase linéaire n'a pu être notée, la croissance ayant atteint son maximum dès la première mesure.

Les vitesses de croissance sont voisines pour Cenchrus biflorus (6 mm) , Alysicarpus ovalifolius (5) et Zornia glochidiata (5). Il en est de même pour les hauteurs maximales atteintes puisque celles-ci varient de 20 cm pour Zornia à 24,3 cm pour C. biflorus, Tribulus terrestris étant la moins haute des quatre espèces (17 cm).

Pour ce qui est de la phénologie, on constate une certaine précocité des phases de reproduction puisque T. terrestris ne présente plus d'individu à l'état végétatif au 30-7, et que 95 % de la population de C. biflorus sont en fleur dès le 9- Août.

A. ovalifolius semble avoir deux vagues de floraison fructification. La phase de développement a peu influencé la croissance de ce taxon, alors qu'elle est arrêtée avant la fructification pour les trois autres espèces.

L'ensemble des résultats permettent de dire que C. biflorus, T. terrestris et Zornia ont sur la formation de piémont un cycle précoce et court.

## 2.2 - Sgl (Kouni-Kouni, fig. 5)

La vitesse de croissance est faible pour T. terrestris (0,6 mm j ) et Panicum laetum (2) et plus élevée pour Schoenefeldia gracilis (5). Les hauteurs moyennes optimales s'établissent dans l'ordre suivant : T. terrestris (10,7 cm), P. laetum (18,2 cm) et S. gracilis (42,5 cm).

La phase de reproduction se manifeste précocément chez T. terrestris et P. laetum, puisque 80 % des individus sont en fleur pour la première espèce, et 90 % pour la seconde dix jours après la première observation (5-8). Par contre la phase végétative est longue chez S. gracilis ; les fleurs n'apparaissant qu'au cours de la 3<sup>e</sup> décade d'Août.

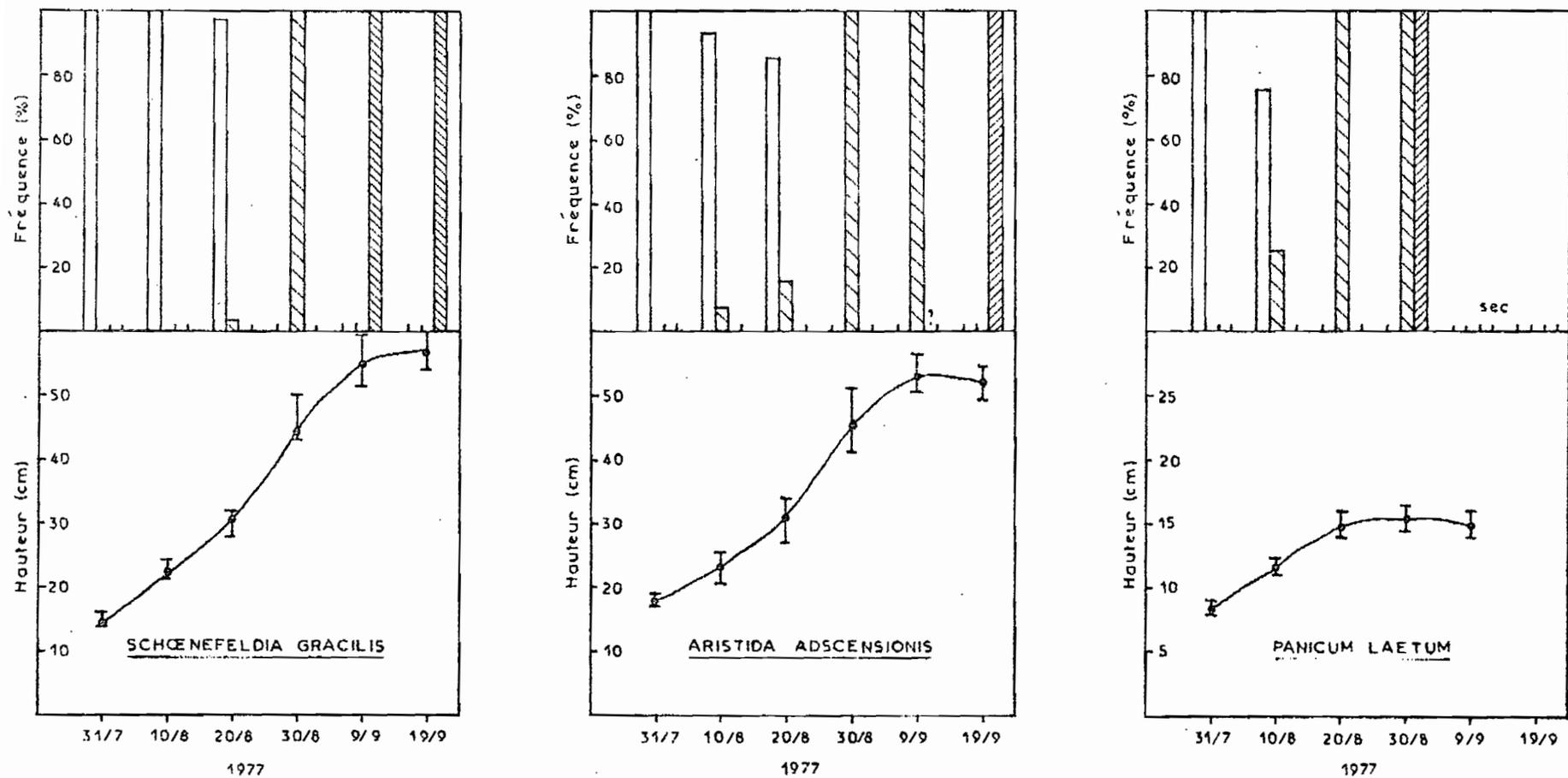
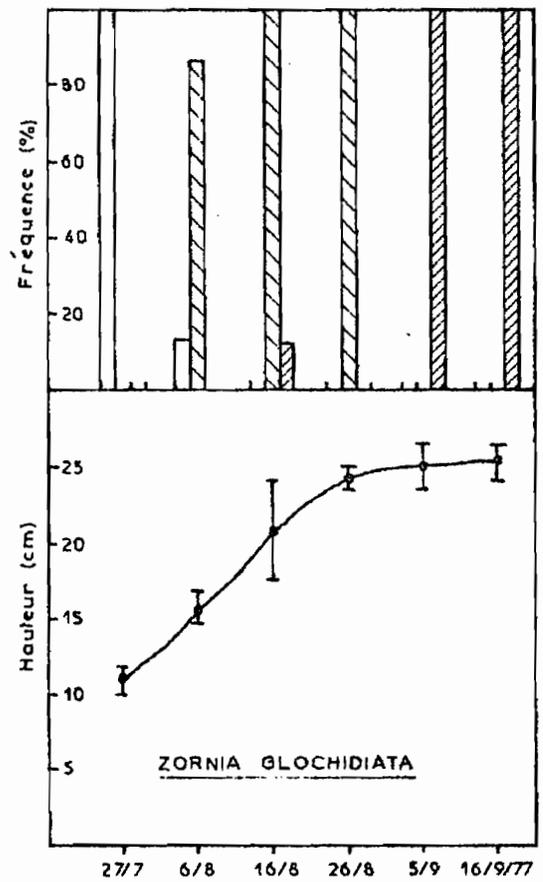
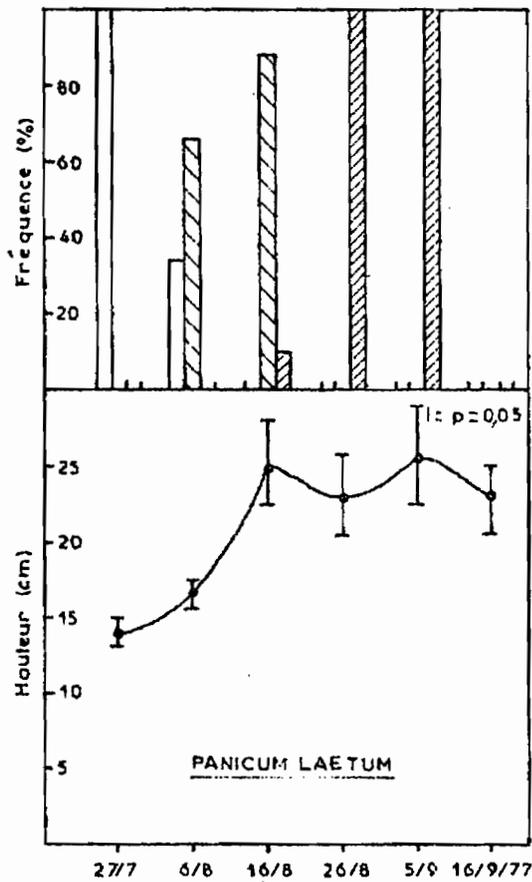
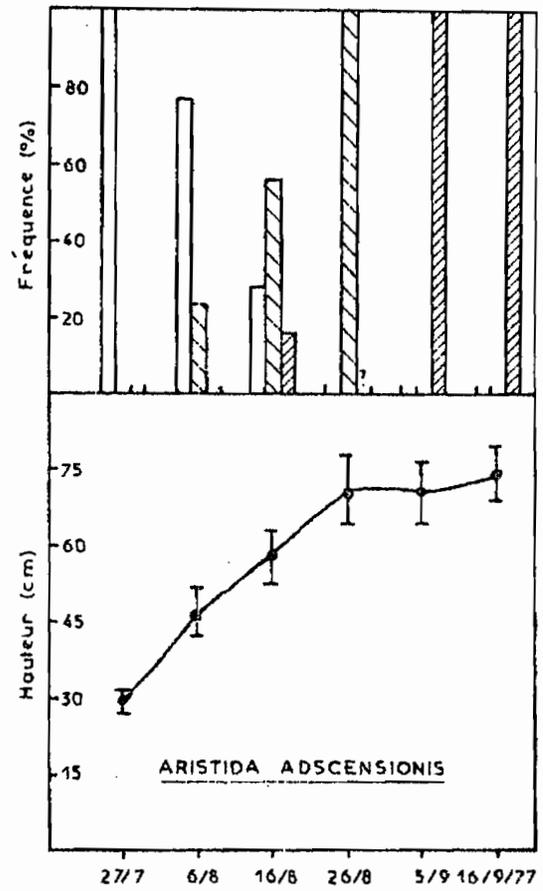
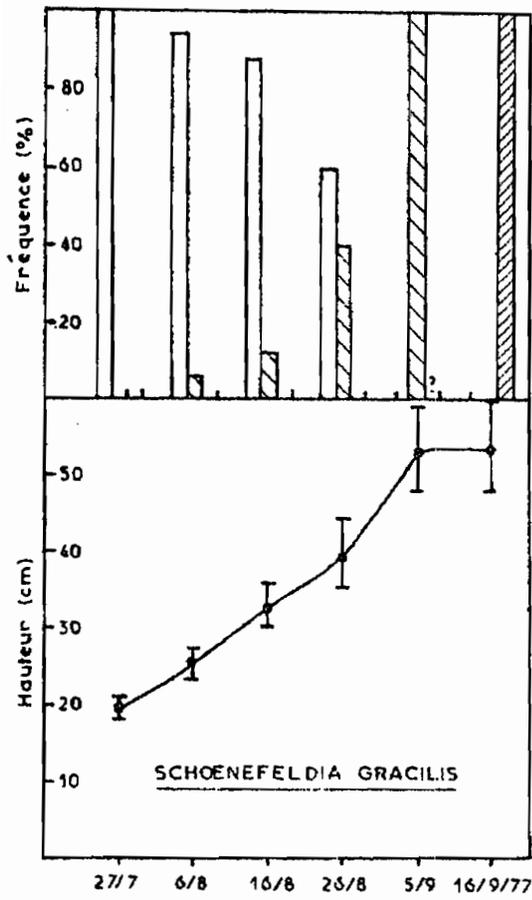


Fig. 6 GLACIS DE BAS KOLEL (Sgr)  
CROISSANCE EN HAUTEUR ET PHENOLOGIE



□ stade végétatif    ▣ floraison    ▤ fructification

Fig. 7 GLACIS DE GOUNTOURE (Ase)  
CROISSANCE EN HAUTEUR ET PHENOLOGIE

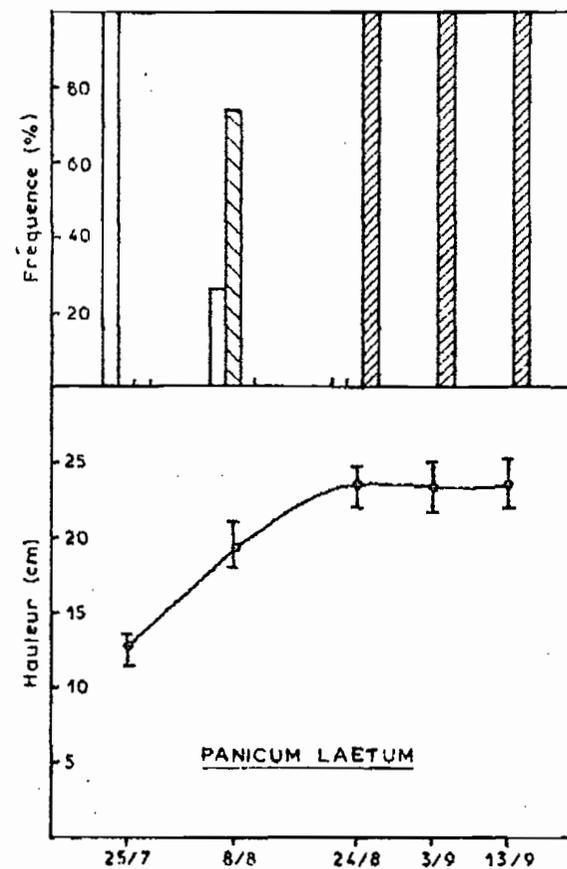
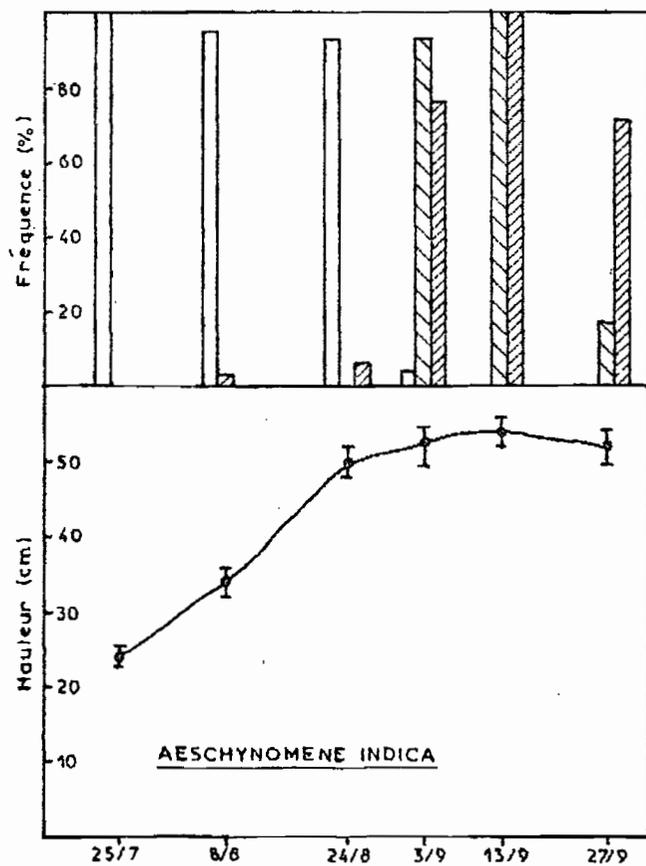


Fig. 8 BAS-FOND WINDE TIULUKI (Spt)  
CROISSANCE EN HAUTEUR ET PHENOLOGIE

T. terrestris et P. laetum sont donc des espèces précoces à cycle court, tandis que S. gracilis a un cycle plus long.

### 2.3 - Sgr (Bas-Kolel, fig. 6)

Alors que les hauteurs maximales de Schoenefeldia gracilis (57,6 cm) et Aristida adscensionis (53,5 cm) sont voisines de même leur vitesse de croissance qui sont respectivement de  $7,5 \text{ mm} \cdot \text{j}^{-1}$  et  $6,2 \text{ mm} \cdot \text{j}^{-1}$ . Panicum laetum a une hauteur maximale et une vitesse de croissance beaucoup plus faibles (15,5 cm et  $3,2 \text{ mm/j}$ ). La croissance se poursuit chez les deux premières espèces jusqu'à la fructification tandis qu'elle s'arrête chez Panicum laetum aussitôt la floraison terminée.

Si pour Panicum laetum tous les individus sont en fruit 30 jours après la première mesure, il faut attendre 40 jours pour voir la fructification chez les deux autres espèces. Nous concluons que sur cette station Panicum laetum est une espèce précoce à cycle court tandis que Schoenefeldia gracilis et Aristida adscensionis ont un cycle plus long.

### 2.4 - Ase (Gountouré, fig. 7)

Les hauteurs moyennes et les vitesses de croissance de Zornia glochidiata et de P. laetum sont voisines ( $25 \text{ cm}$  et  $5 \text{ mm} \cdot \text{j}^{-1}$ ) et plus faibles par rapport à celles de Schoenefeldia gracilis ( $53,6 \text{ cm}$  et  $7,5 \text{ mm/j}$ ).

Aristida adscensionis présente la hauteur maximale et la vitesse de croissance les plus élevées ( $74,4 \text{ cm}$  et  $11 \text{ mm/j}$ ).

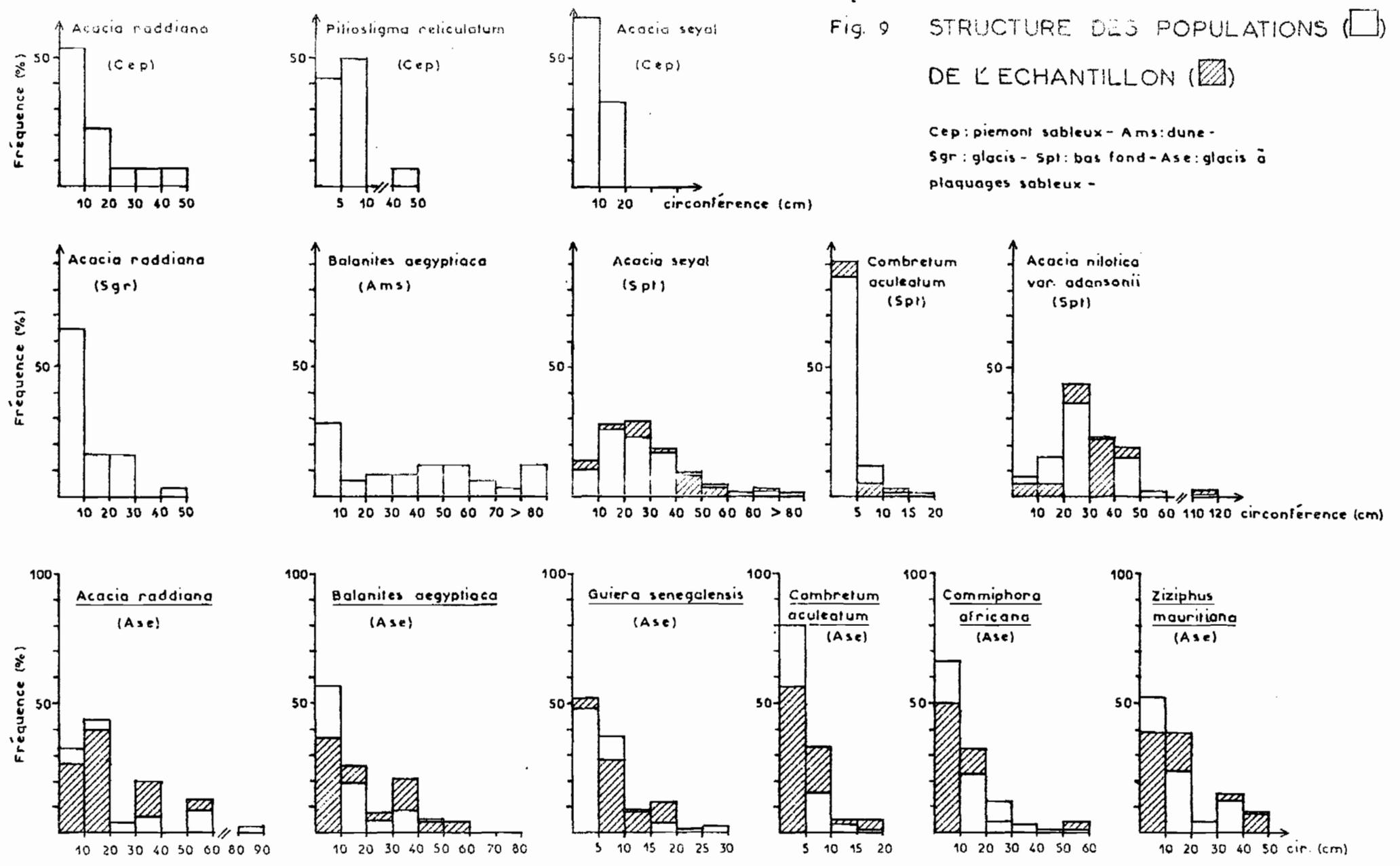
La croissance n'est pas arrêtée à la floraison pour ces espèces hormis Panicum laetum dont la courbe de croissance présente une anomalie due au séchage du bout des feuilles à la suite d'une période sèche. Panicum laetum fructifie le 26 Août alors que les trois autres espèces n'atteignent ce stade que plus tardivement.

Sur les glaciés de Gountouré, Panicum laetum a un cycle court tandis que Schoenefeldia gracilis, Aristida adscensionis et Zornia glochidiata ont un cycle plus long.

### 2.5 - Spt (Windé Tiuluki, fig. 8)

Aeschynomene indica a une hauteur maximale et une vitesse de croissance ( $53,8 \text{ cm}$  et  $13 \text{ mm/j}$ ) largement supérieures à celles de Panicum laetum ( $23,5 \text{ cm}$  et  $4,3 \text{ mm/j}$ ).

Fig. 9 STRUCTURE DES POPULATIONS (□) ET DE L'ÉCHANTILLON (▨)



On a 100 % de fructification pour Panicum laetum le 24 Août alors qu'il faut attendre le 13 Septembre pour voir l'Aeschynomene à ce stade. Panicum laetum à Spt est une espèce à cycle court alors que A. indica a un cycle long.

### 3. Les ligneux.

#### 3.1 - Structure des populations (fig. 9)

Avant de présenter les résultats relatifs à la phénologie il nous semble nécessaire de préciser la structure des populations ou des échantillons observés. La structure de la population est obtenue en traçant les histogrammes de fréquence en fonction des classes d'âge. L'âge d'un arbre étant établi en comptant le nombre de cernes d'accroissement. Nous avons utilisé la circonférence à la base comme critère d'âge car une relation linéaire significative lie généralement le nombre de cernes d'accroissement et la longueur de cette circonférence (POUFON 1977).

Les histogrammes de répartition des fréquences en fonction de la longueur de la circonférence à la base de la figure 9 permettent de reconnaître trois grands types de structure =

- le premier, le plus fréquent, est caractérisé par une forte proportion (supérieure à 50 %) de jeunes individus, une plus faible proportion d'individus adultes et une très faible proportion d'individus plus âgés. Les courbes, grossièrement hyperboliques, semblent indiquer un bon équilibre de la population, et en tout cas une bonne régénération. ex = Commiphora africana (Ase), Combretum aculaetum (Ase), Acacia raddiana (Cep)...

- le second type se rapproche plutôt d'une répartition normale (Acacia adansonii, Spt, ou log-normale Acacia seyal, Spt, Acacia raddiana, Ase). On note dans ce cas une forte proportion d'individus moyens, tandis que les individus à circonférence faible et élevée sont peu représentés.

- le troisième type répond à une répartition bi-modale (Balanites aegyptiaca, Ams et Ziziphus mauritiana Ase). Il y a encore une forte proportion d'individus à circonférence faible, indiquant une bonne régénération.

Un échantillon a été considéré dans les stations où l'effectif de la population était trop élevé.

Un test de  $X^2$  au seuil de 95 % d'acceptation a permis de confondre l'échantillon et la population pour les espèces suivantes = Acacia adansanii, Combretum aculaetum, Acacia seyal à Spt, et Guiera senegalensis, Ziziphus mauritiana, Acacia raddiana à Ase.

ESPECES STATIONS	Acacia seyal	Acacia adansonii	Acacia raddiana	Combretum aculeatum	Piliostig- ma reticu- latum	Balanites aegyptiaca	Guiera se- negalensis	Ziziphus mauritiana	Commiphora africana
Ams						n=N=39			
Cep	n=N=9		n=N=13		n=N=14				
Sgr			n=N=32						
Ase			n*=15 N =45	n**=17 N =65		n**=19 N =217	n*=25 n =25	n*=13 N =25	n**=26 N =65
Spt	n*=37 N =284	n*=36 N =95		n*=36 N =89					

n = nombre d'individus de l'échantillon

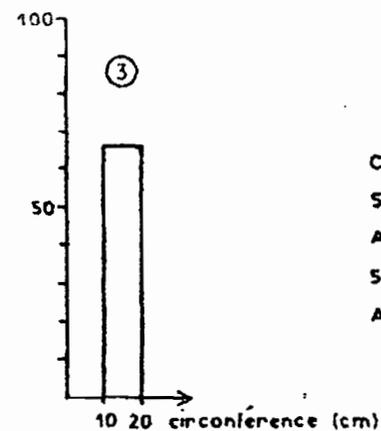
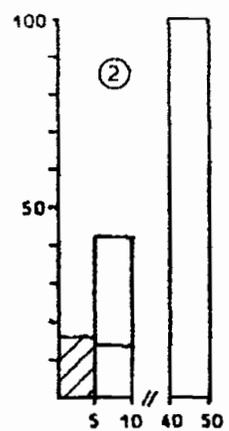
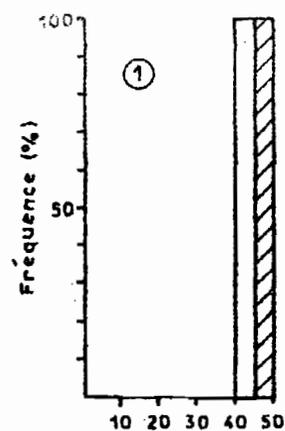
\* Echantillon représentatif de la population

N = " " de la population

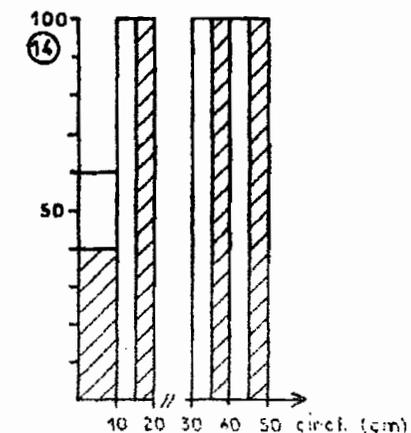
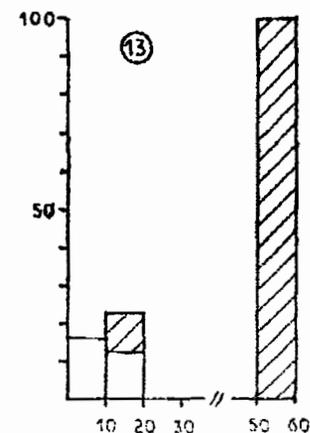
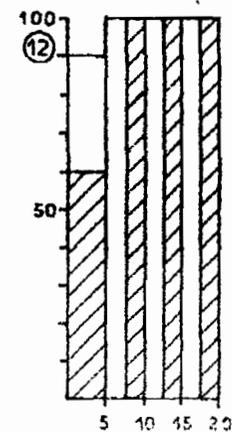
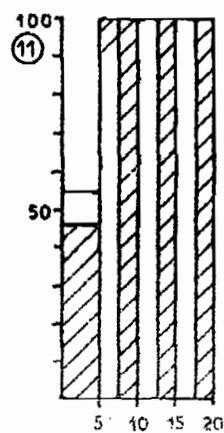
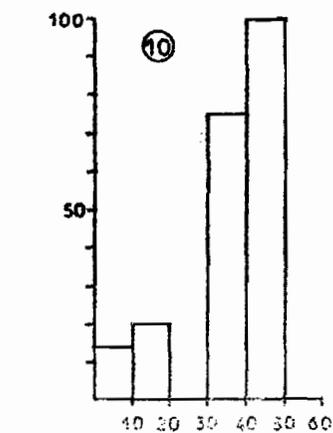
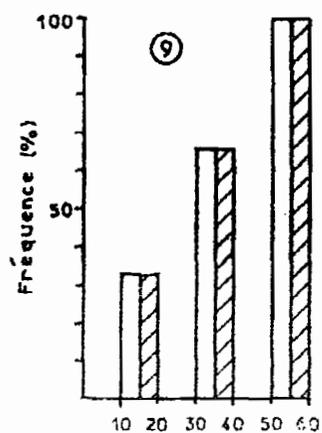
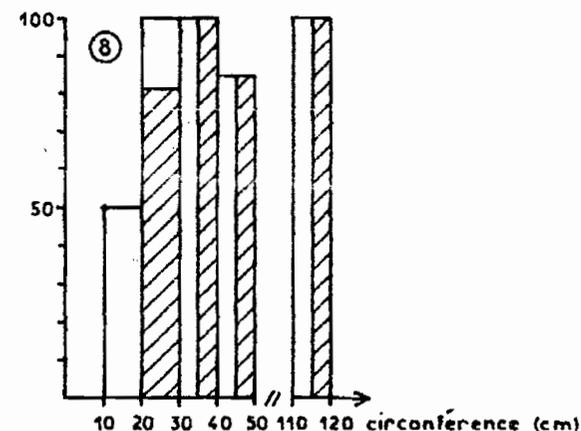
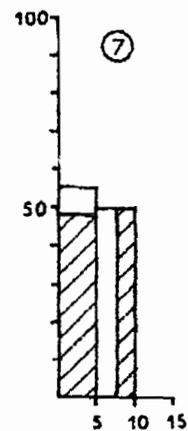
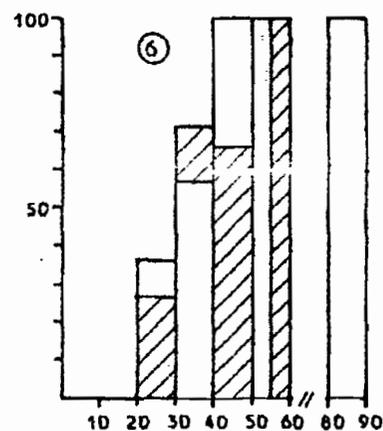
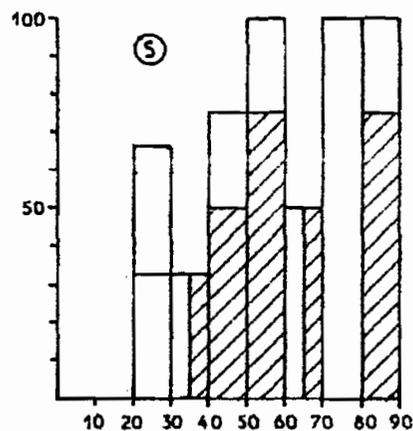
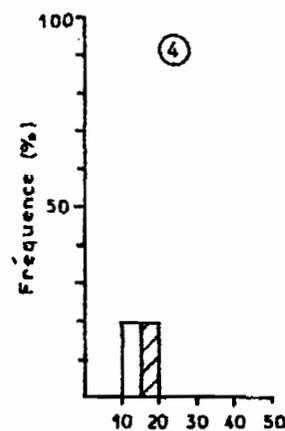
\*\* " " non représentatif " "

TABLEAU I. = Effectifs des échantillons et des populations.

Fig. 1 - VARIATIONS DES FREQUENCES DE FLORAIISON (□) ET DE FRUCTIFICATION (▨) EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE A LA BASE



- Cep: ① *Acacia raddiana* - ② *Piliostigma reticulatum* - ③ *Acacia seyal*  
 Sgr: ④ *Acacia raddiana*  
 Ams: ⑤ *Balanites aegyptiaca*  
 Spl: ⑥ *Ac. seyal* - ⑦ *Combretum aculeatum* - ⑧ *Ac. nilotica* var. *adansonii*  
 Ase: ⑨ *Ac. raddiana* - ⑩ *B. aegyptiaca* - ⑪ *Guiera senegalensis*  
 ⑫ *C. aculeatum* - ⑬ *Commiphora africana* - ⑭ *Ziziphus mauritiana*.



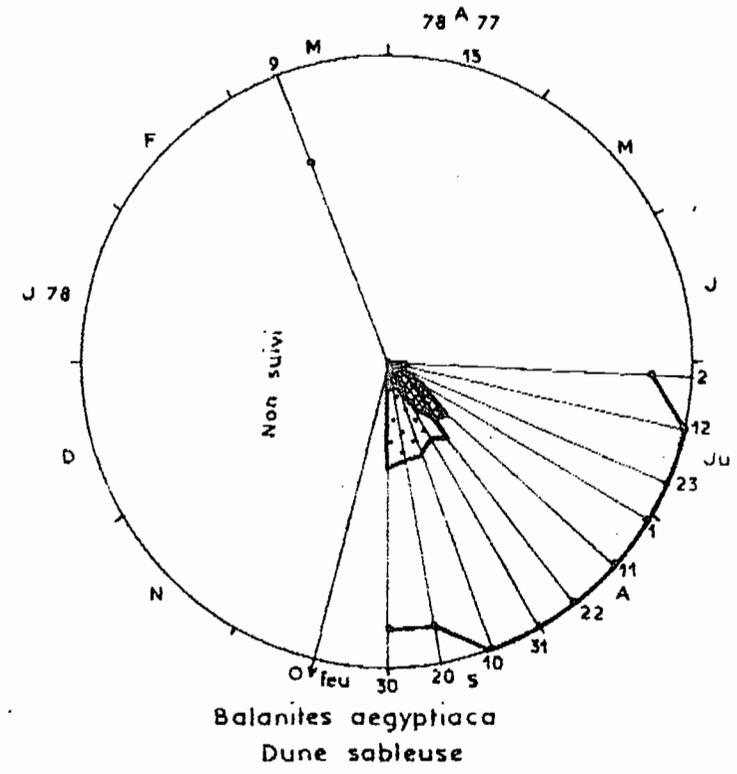
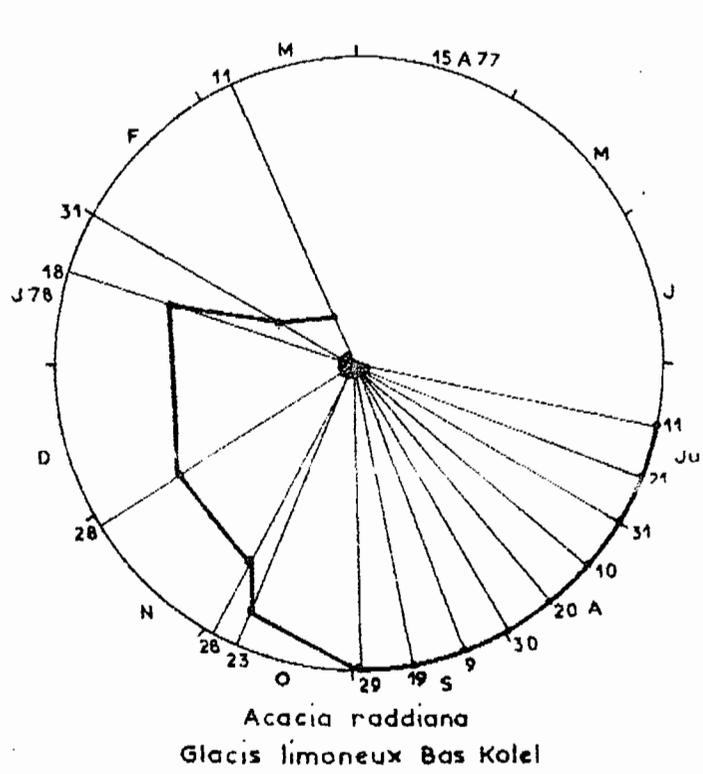


Fig. 11 SPECTRES PHENOLOGIQUES QUANTITATIFS

Par contre les échantillons de Commiphora africana, Balanites aegyptiaca et Combretum aculeatum (Ase) sont significativement différents des populations. Les résultats ne seront donc pas extrapolables à la population dans ces trois cas ; cependant les observations peuvent être utilisées pour les comparaisons intraspécifiques dans des stations différentes sur le plan qualitatif. Les effectifs des échantillons et ceux des populations sont reportés dans le tableau I.

### 3.2 - Variation de la phénologie en fonction de l'âge

Sur la figure 10, les classes qui ne sont pas échantillonnées ne sont pas représentées (classe 30-50 pour C. africana (13), classe 20-30 pour Ziziphus mauritiana (14)).

L'examen des histogrammes montre que certaines espèces n'acquièrent pas la capacité de reproduction pour des circonférences à la base inférieure à 10 cm. C'est le cas d'Acacia raddiana. D'autres, au contraire, fleurissent quelle que soit la classe de circonférence considérée (Combretum aculeatum).

Généralement les jeunes individus n'atteignent pas l'optimum de floraison et parmi les individus qui fleurissent, tous ne fructifient pas. Si bien que le pourcentage de floraison est toujours supérieur à celui de la fructification. Par contre dans les classes supérieures les taux optima de floraison et de fructification sont atteints.

Remarquons que le taux de fructification est plus élevé que le pourcentage de floraison pour la classe 30-40 d'Acacia seyal à Spt (6). Ceci vient du fait qu'aucune observation n'a eu lieu pendant la période de floraison de certains individus, alors que ceux-ci ont été notés au cours de la fructification. Cet artéfact peut arriver d'autant plus facilement que les arbres gardent relativement plus longtemps leurs fruits par rapport à leurs fleurs.

En résumé, on peut dire que la phénologie varie avec l'âge des plantes = la capacité de reproduction augmentant avec celui-ci.

### 3.3.- Phénologie.

#### 3.3.1 - Ams (fig. 11) = - Balanites aegyptiaca

Pour la période des observations on constate que les individus ont tous des feuilles du 12 Juillet au 10 Septembre. Le pourcentage des individus en feuille reste élevé (90 %) durant les trois autres observations.

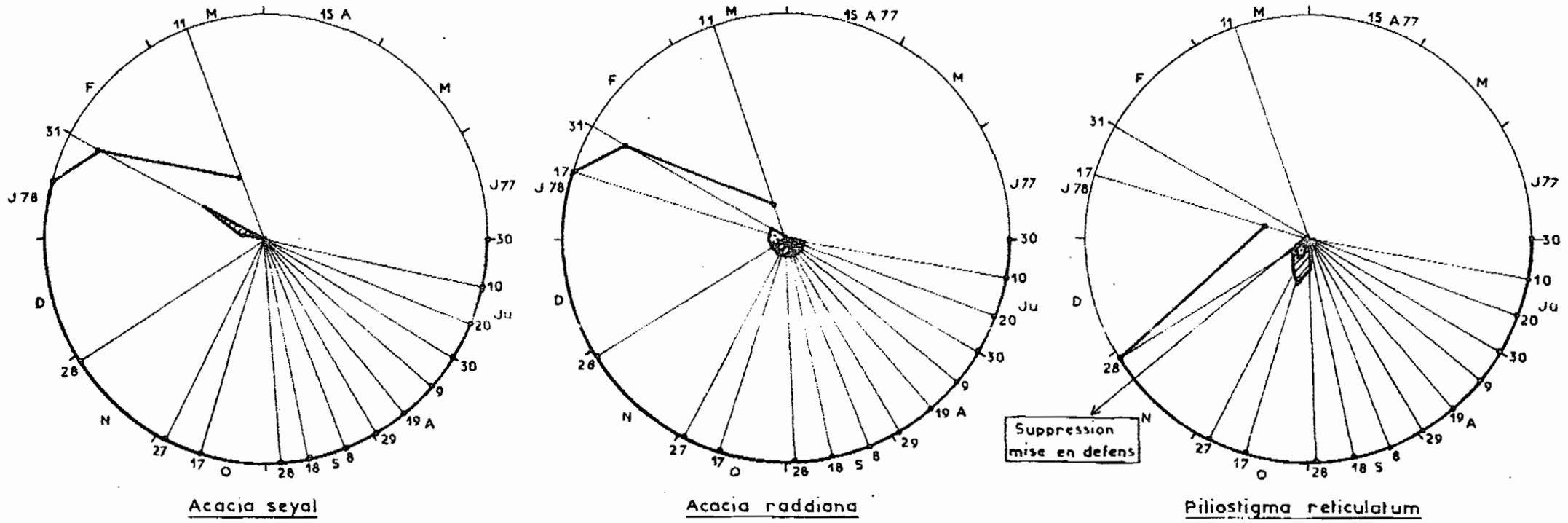
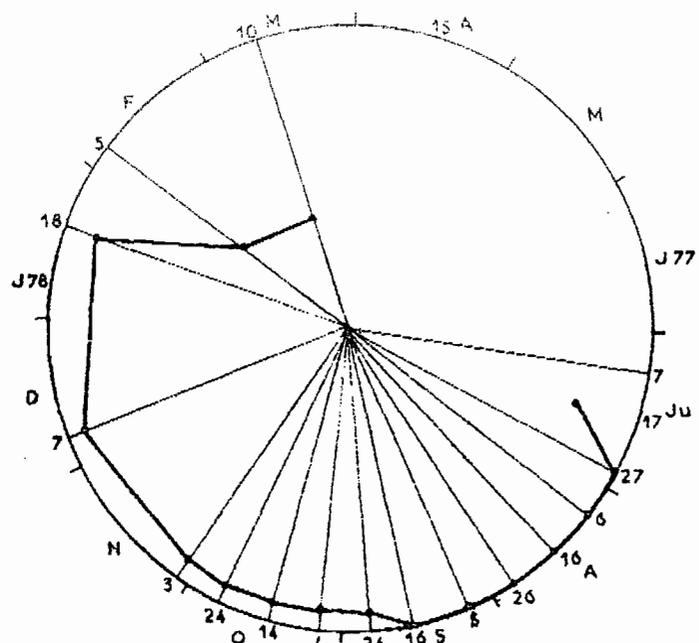
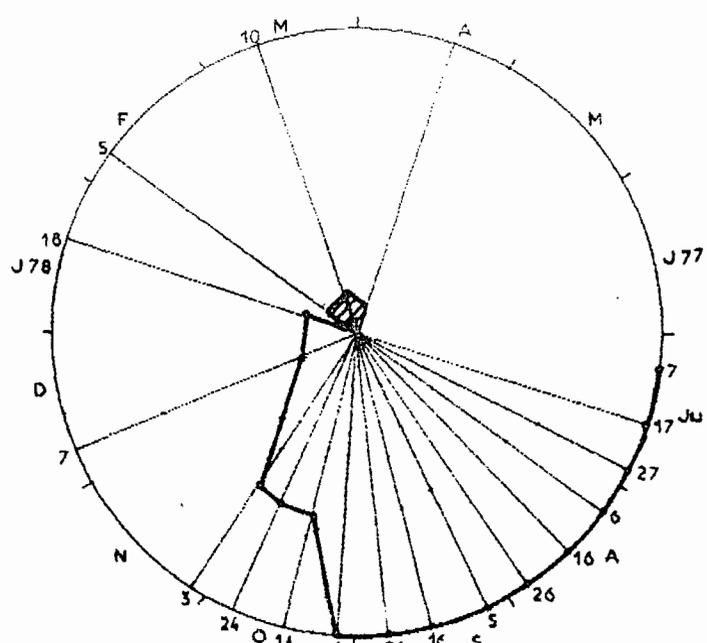


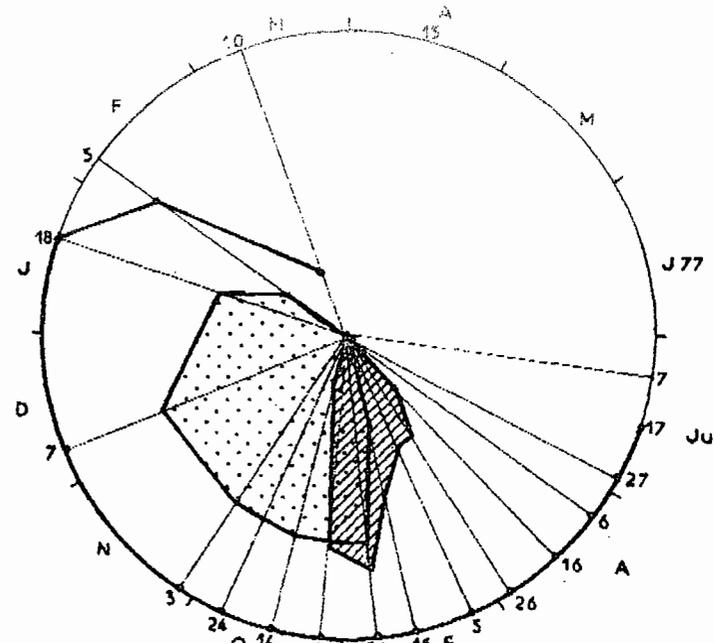
Fig. 12 PIEMONT DE KOLEL - SPECTRES PHENOLOGIQUES QUANTITATIFS



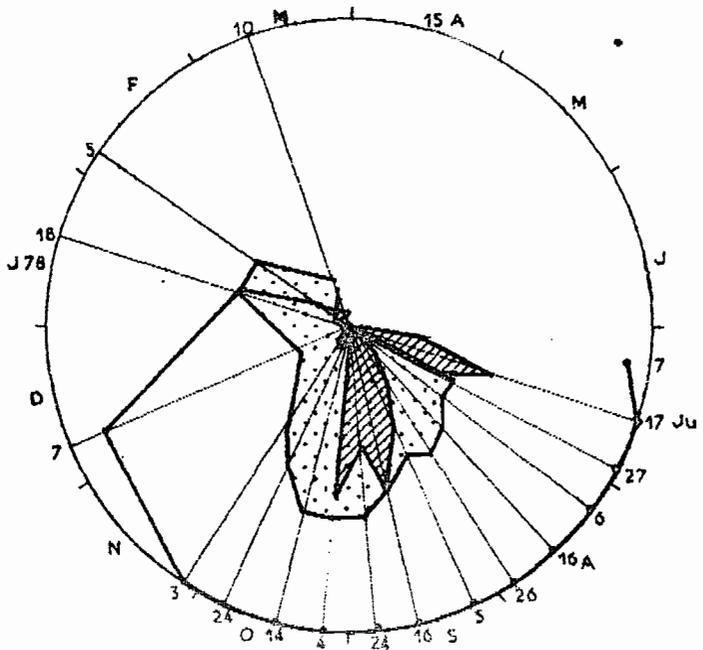
*Balanites aegyptiaca*



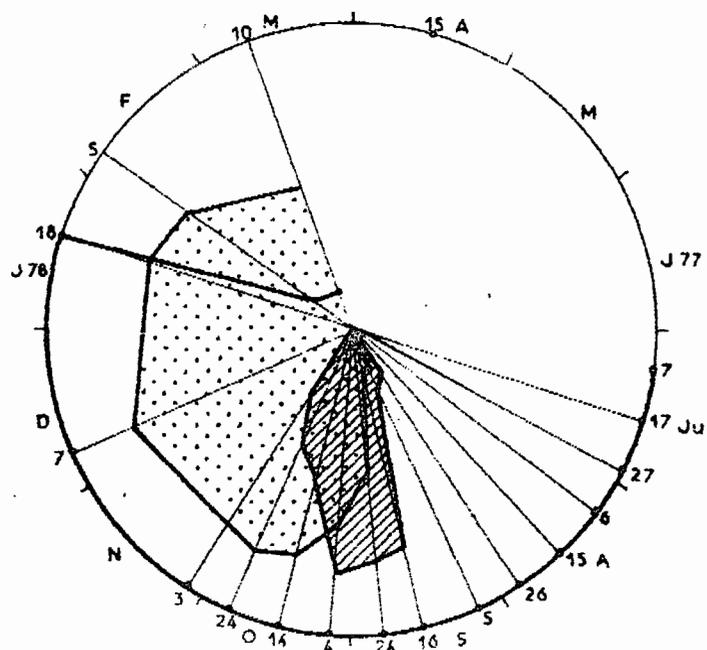
*Commiphora africana*



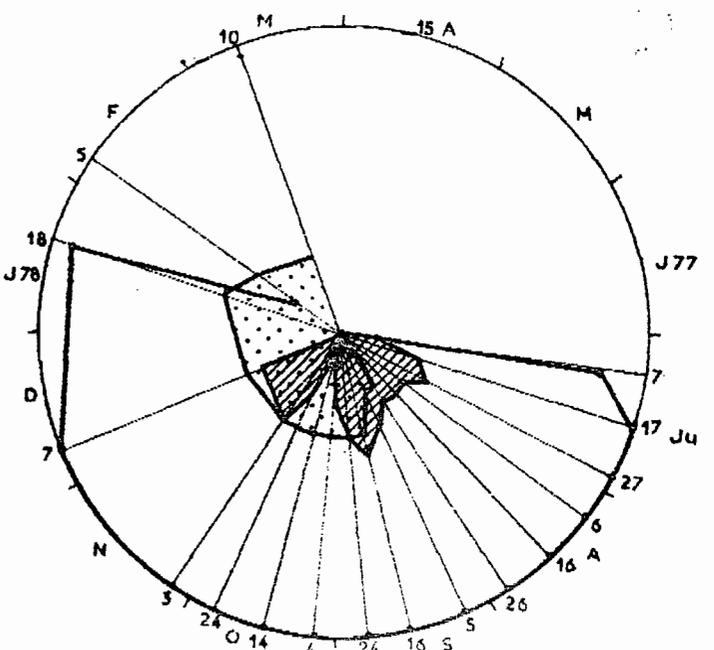
*Ziziphus mauritiana*



*Combretum aculeatum*



*Guiera senegalensis*



*Acacia raddiana*

Fig. 13 GLACIS DE GOUNTOURE - SPECTRES PHENOLOGIQUES QUANTITATIFS

La floraison s'étale du 12 Juillet au 20 Septembre avec un maximum le 11 Août où 25 % des individus sont en fleur. On a une superposition avec la fructification qui s'étale du 12 Juillet au 30 Septembre. Elle est légèrement plus importante que la floraison, cela étant sûrement dû au fait que les arbres gardent assez longtemps leurs fruits. Dans l'ensemble, les spectres floraison-fructification restent peu importants dénotant ainsi la faible capacité de reproduction de la population dans cette station. Les observations se sont arrêtées au 30 Septembre parce que la station a brûlé le 14 Octobre.

### 3.3.2 - Sgr = (Bas Kolel, fig. 11)

- Acacia raddiana = 100 % des individus portent des feuilles du 11-7 au 29-9. Une chute étalée s'établit ensuite jusqu'au 11 Mars où il n'y a plus que 16 % des individus en feuilles. Remarquons en outre que plus de 50 % de la population portent des feuilles jusqu'à la mi-janvier. La floraison et la fructification n'atteignent que 3 % et ne sont que de courtes durées. La capacité de reproduction de cette espèce dans la station est très faible.

### 3.3.3 - Cap (Kolel, fig. 12)

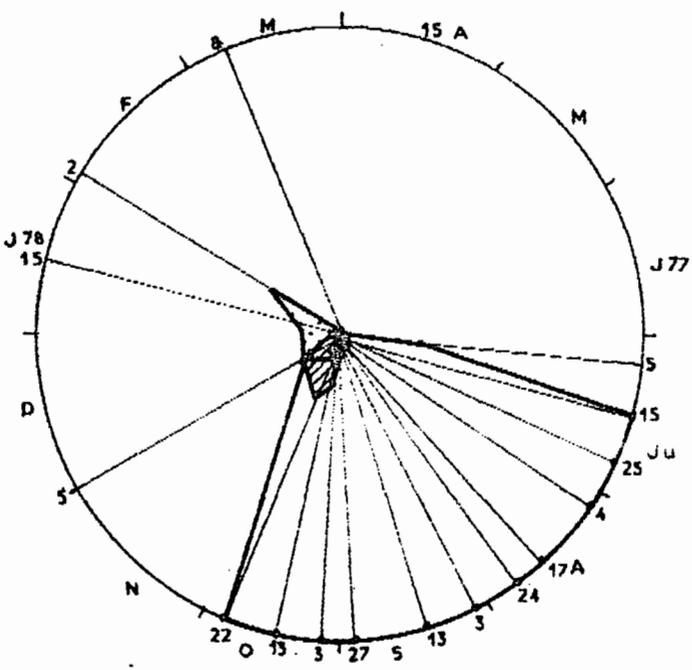
Les spectres de la figure 12, relatifs aux trois espèces de cette station, montrent que l'optimum de feuillaison est maintenu de fin Juin à Janvier pour les deux Acacia. Chez Piliostigma reticulatum la phase végétative dure du 30 Juin au 28 Novembre, mais la chute brutale observée est due à la suppression de la mise en défens ; La clôture ayant été détruite, les animaux ont pâturé préférentiellement cette espèce.

On constate par ailleurs que la floraison concerne 33 % des individus d'Acacia seyal. Cette phase est très brève, et s'effectue en saison fraîche. La floraison des deux autres espèces est de faible importance et se manifeste au cours et en fin de saison humide.

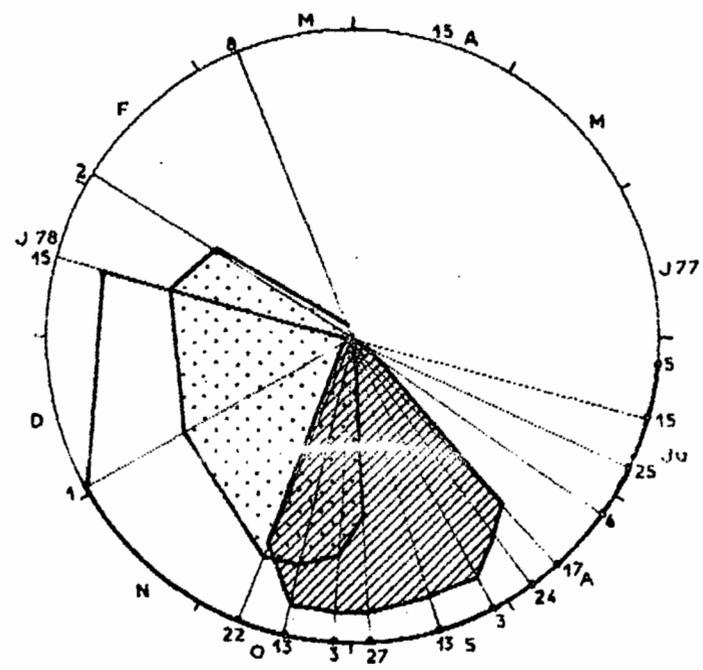
Acacia seyal n'a pas fructifié dans cette station ; chez Piliostigma le pourcentage de plantes en fruits est faible (7 %) ; la phase est brève et elle est décalée par rapport à la floraison. La capacité de fructification d'A. raddiana est aussi faible puisqu'elle ne touche que 8 % des individus.

### 3.3.4 - Ase (Gountouré, fig. 13)

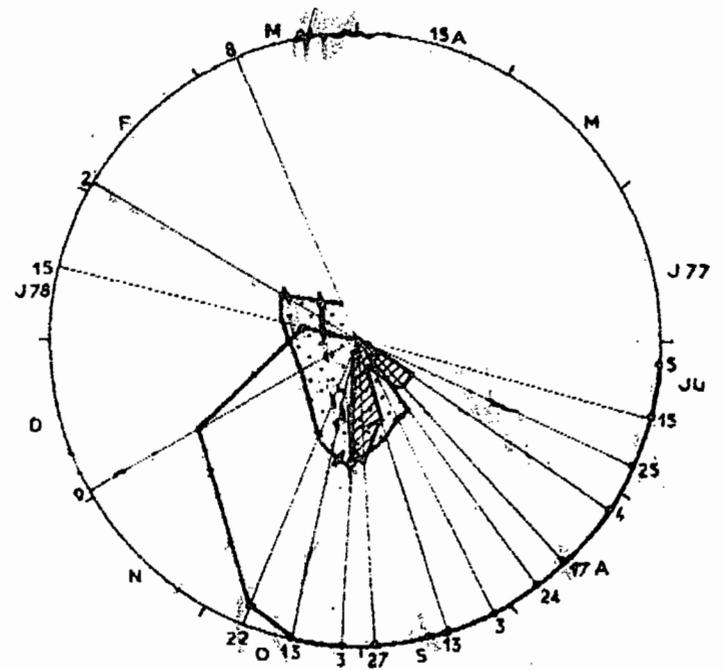
L'examen des spectres phénologiques de cette station montre que Acacia raddiana, Balanites aegyptiaca, Guiera senegalensis et Ziziphus mauritiana sont en feuille pendant une assez longue période - Ziziphus mauritiana par exemple a plus de 50 % de la population en feuilles de Juillet à Février.



Acacia seyal



Acacia nitotica var. adansonii



Combretum aculeatum

Fig. 14 BAS-FOND DE WINDE TIULUKI - SPECTRES PHENOLOGIQUES QUANTITATIFS

Commiphora africana et Combretum aculeatum par contre ont une période de feuillaison plus courte (Combretum aculeatum a déjà moins de 50 % de sa population en feuille dès Novembre).

On n'observe pas de floraison pour Balanites aegyptiaca alors qu'on a une floraison relativement importante pour Ziziphus mauritiana (76 % le 24 Octobre) et Guiera senegalensis (79 % le 4-10) mais de durée relativement courte (1 mois pour Ziziphus).

Enfin on a des espèces dont la floraison se déroule en plusieurs vagues = Acacia raddiana a deux vagues de floraison de faible importance (40 % au plus) tandis que Combretum aculeatum a quatre vagues de floraison dont les plus importantes sont la 4<sup>e</sup> et la 1<sup>ère</sup> (50 %).

On constate que la durée de la fructification est généralement longue et dans la plus part des cas elle atteint le mois de Mars.

Ex = Combretum aculeatum

### 3.3.5 - Spt (fig. 14)

Les trois espèces de cette station présentent une feuillaison importante mais de durée relativement courte. En effet, dès Décembre, Acacia seyal et Combretum aculeatum n'ont plus de feuille. Acacia adansonii conserve ses <sup>feuilles</sup> jusqu'en Janvier puis elles chutent brutalement.

La floraison se déroule en deux vagues chez Combretum aculeatum et Acacia seyal. Pour cette dernière espèce les deux vagues ne se distinguent pas nettement l'une de l'autre. Cette floraison en deux vagues est de faible amplitude (maximum = 41 % pour Combretum aculeatum).

Acacia adansonii a une floraison qui reste importante d'Août à Octobre (entre 70 et 90 %). La fructification a lieu dans tous les cas avec un décalage plus ou moins important par rapport à la floraison. Elle est faible pour Acacia seyal, relativement importante pour Combretum aculeatum et très forte pour Acacia adansonii. Cette dernière espèce garde ses fruits jusqu'en Février.

#### 4. Discussion

##### 4.1 - Herbacées

##### 4.1.1 - Problèmes et limites de l'étude

Au cours de la réalisation de ce travail sur les espèces herbacées nous nous sommes heurté à différents problèmes qui sont de trois ordres =

##### - L'échantillonnage :

En début de saison une certaine homogénéité apparaît au niveau des plantules, notamment dans leur taille, mais il se manifeste au cours du cycle une très forte variabilité (taille et phénologie) de sorte que l'échantillon retenu ne rend souvent pas compte de l'ensemble des phénomènes au niveau de la station. A titre d'exemple, citons le cas d'individus qui avaient une hauteur moyenne supérieure de 30 cm à celle de notre échantillon.

Ces deux séries se trouvaient à quelques mètres de distance et dans des situations qui paraissaient comparables au moment de l'échantillonnage.

Pour rendre compte des phénomènes il sera donc nécessaire pour des études ultérieures de considérer un très large échantillon réparti dans les différents micromilieus de la station.

##### - La date du début des observations :

Elle ne nous a pas permis de suivre le comportement particulier de chaque espèce à la levée et de préciser la date du début de cette levée. C'est ainsi que dès la première observation on trouva que la croissance en hauteur de Tribulus terrestris atteint son palier, Cenchrus fibrosus était déjà à la moitié de sa croissance totale.

Cependant il n'est pas aisé de reconnaître les plantes avant une certaine taille. C'est le cas notamment pour les graminées qui comportent des espèces très voisines du point de vue morphologique au stade de jeunes plants.

##### - La Fréquence des observations

L'intervalle de 10 jours entre les observations s'avère nettement trop grand pour les herbacées.



C'est ainsi que lors d'une observation on pouvait avoir 100 % en phase végétative et qu'à l'observation suivante on trouve 100 % de floraison parfois accompagnée d'un fort pourcentage d'individus en fruits.

Seulement il était impossible de rapprocher les observations pour des raisons matérielles. En effet, à ces observations étaient couplées, au niveau des parcelles, des mesures de biomasse végétale et de bilan hydrique.

Voici donc brièvement résumées les difficultés qui sont apparues dans l'étude phénologique des herbacées, et qui n'ont pas toujours été maîtrisées au cours de cette première année d'observation. Cependant les résultats obtenus, quoique partiels, seront discutés.

#### 4.1.2 - Comportement des espèces sur plusieurs stations. (TABLEAU II)

##### - Comportement de *Panicum laetum* sur différentes stations

Des différences s'observent aussi bien au niveau de la taille des individus que dans les cycles phénologiques. Ainsi les populations de Ase et de Spt sont nettement plus grandes que celles des glacis Sgl et Sgr, indiquant de meilleures conditions trophiques dans les deux premières stations. Cette espèce fleurit plus tôt dans la station Sgl. Dans tous les cas elle finit son cycle avant la fin du mois d'août. C'est une plante à cycle court.

##### - Comportement d'*Aristida adscensionis*

A la première observation, *Aristida adscensionis* est plus haut à Ase qu'à Sgr. Cet ordre reste le même jusqu'à la fin du cycle avec une différence de taille assez importante (21 cm). On constate que cette différence de taille n'influe pas sur la période de floraison ni sur celle de la fructification qui sont les mêmes pour les deux stations.

##### - Comportement de *Schoenefeldia gracilis*

Cette espèce présente aussi des différences suivant le substrat édaphique sur lequel elle se développe. Les hauteurs sont plus élevées à Sgr et Ase qu'à Sgl. La période de reproduction est identique dans les glacis limoneux mais retarde de 10 jours dans les glacis sableux. Ce taxon a un cycle relativement court.

- Comportement de Tribulus terrestris

Cette espèce est plus précoce sur Cep que sur le glacis de Sgl. Par ailleurs la hauteur est significativement plus élevée dans la première station par rapport à la deuxième. C'est une plante précoce à cycle court.

- Comportement de Zornia glachidiata

La différence de taille constatée à la première observation demeure en fin de cycle.

La floraison et la fructification n'ayant pas été notées à Cep il s'avère difficile de se prononcer sur la durée respective dans les deux stations.

- Comportement des autres espèces.

L'examen du tableau II nous permet de dire que :

- + Aeschynomene indica à Spt est une espèce à cycle long.
- + Cenchrus biflorus à Cep est une espèce à cycle relativement court.
- + Alysicarpus ovalifolius à Cep est une espèce à cycle long.

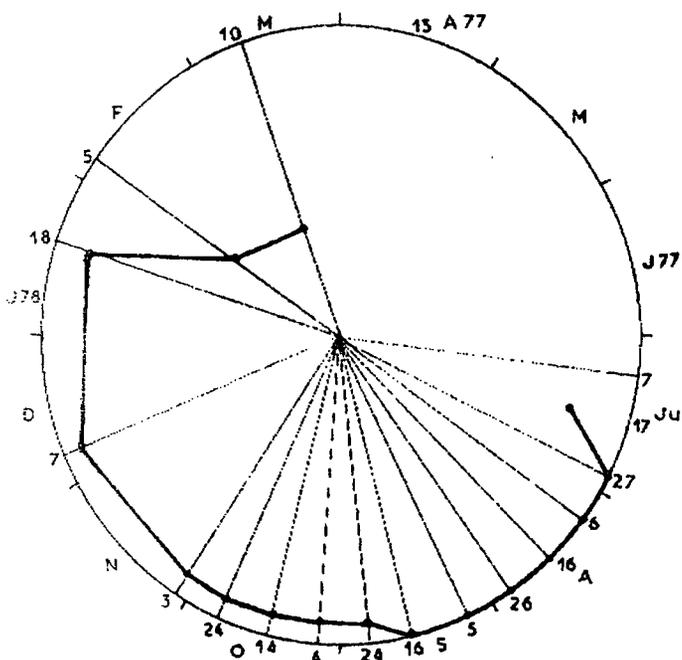
4.1.3 - Discussion - conclusion

Les observations relatives à la levée des plantules permettent de dire que Tribulus terrestris, Panicum laetum, Zornia glachidiata, Cenchrus biflorus et Alysicarpus ovalifolius sont des espèces germant dès les premières pluies importantes et constituent donc des espèces précoces contrairement à Schoenefeldia gracilis, Aristida adscensionis et Aeschynomene indica. Par ailleurs, en considérant le temps qui s'écoule entre la date de la première observation et la date de la fructification on peut distinguer des espèces à cycle court et d'autres à cycle long.

Etant donné que la date de la première observation ne correspond pas à la date de levée, pour les raisons précédemment indiquées, on peut dresser provisoirement le schéma suivant =

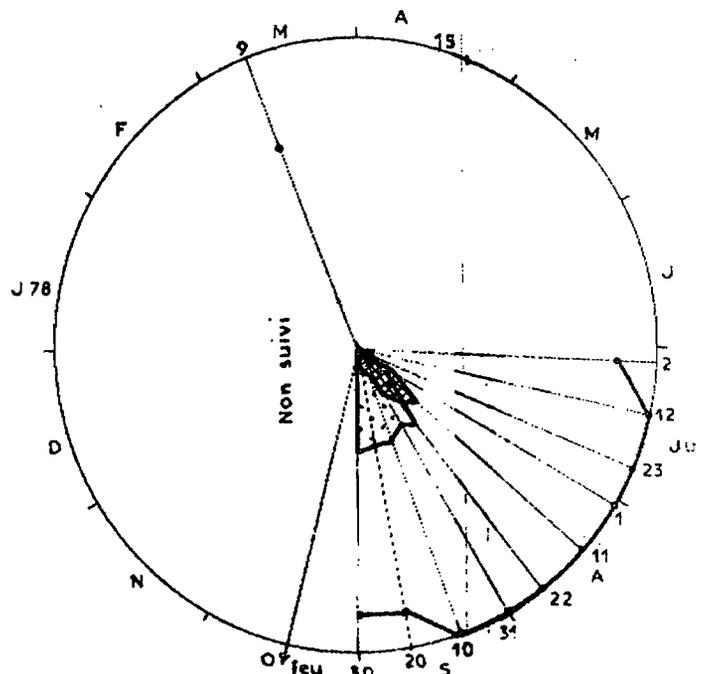
à cycle court = T. terrestris, P. laetum, Cenchrus  
Espèces précoces biflorus

à cycle long = Alysicarpus ovalifolius

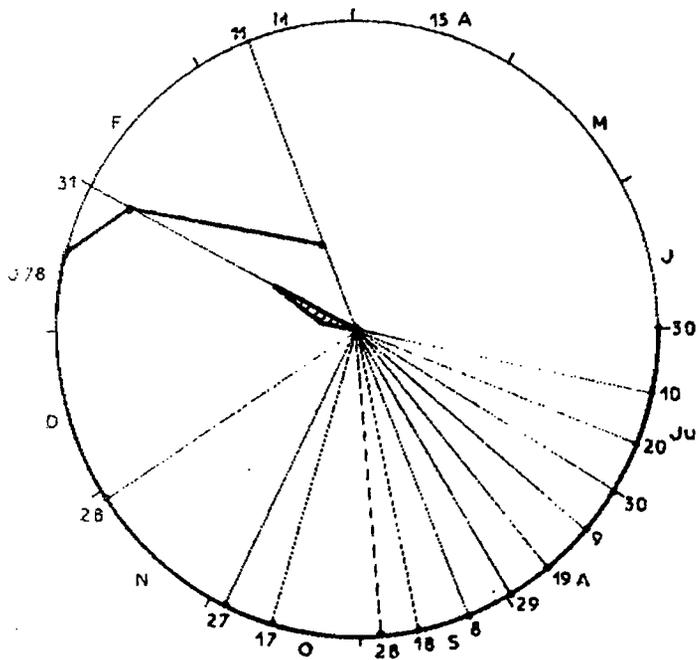


Glacis gountouré

BALANITES AEGYPTIACA

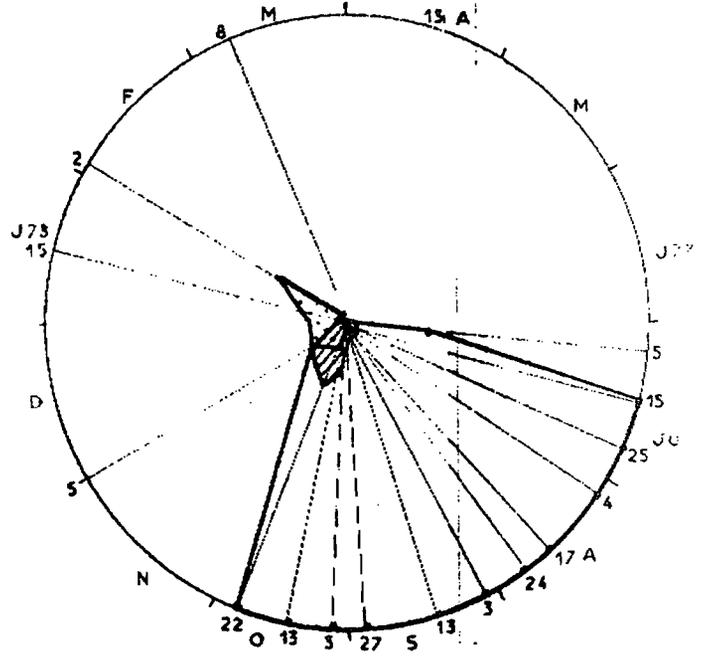


Dune sableuse

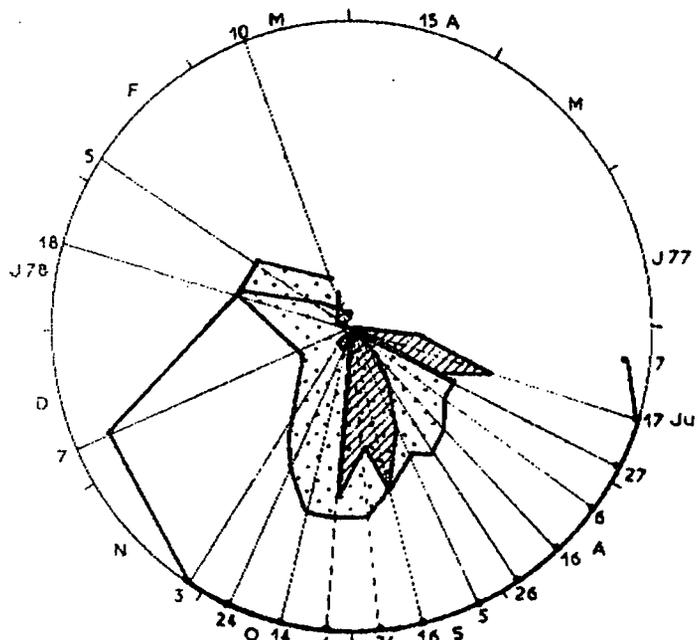


Piemon' koel

ACACIA SEYAL

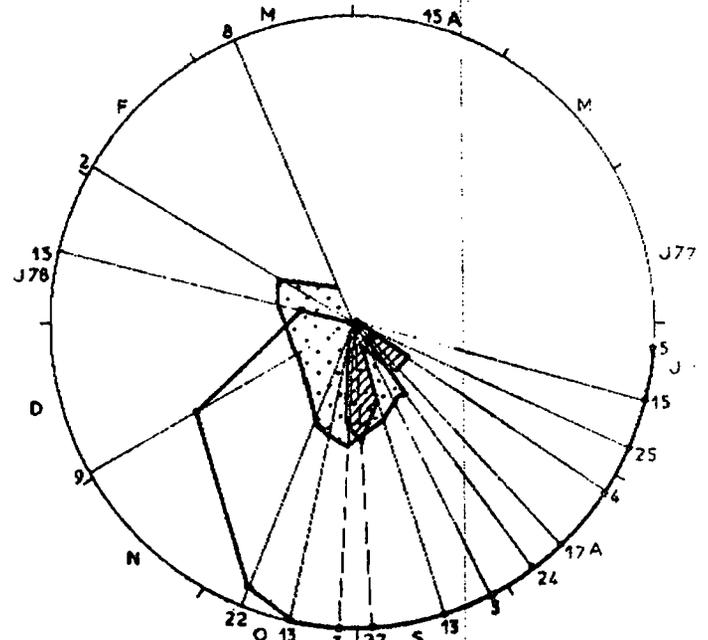


Bas fond



Glacis gountouré

COMBRETUM ACULEATUM



Bas-fond

Fig. 15 SPECTRES PHENOLOGIQUES

à cycle court

Espèces tardives

à cycle long = Aeschynomene indica

Schoenefoldia gracilis

Aristida adscensionis

Les différences de croissance observées montrent que les plantes trouvent des conditions trophiques plus favorables dans certaines stations que dans d'autres. Il apparaît que ce sont les sols à texture sableuse (Cep, Ase) qui permettent une meilleure croissance en facilitant l'infiltration de l'eau, donc en augmentant les réserves hydriques du sol et favorisant le développement des racines.

Des différences peuvent aussi se manifester au niveau de la phénologie d'une même espèce selon les stations considérées.

C'est le cas de Tribulus terrestris et de Panicum laetum. Le décalage ne porte que sur quelques jours, mais on rencontre des plantes qui, placées dans des conditions hydriques plus favorables (microdépressions des glacis par exemple) sont nettement en avance sur le plan phénologique.

Ces remarques soulignent bien le fait que la phénologie des espèces herbacées n'est pas déterminée uniquement par le macroclimat (température, photopériode...) mais parfois par des conditions stationnelles en particulier les conditions édaphiques. Il reste alors à préciser le rôle respectif de ces différentes composantes sur le déclenchement des phénomènes, mais on peut déjà émettre l'hypothèse que les conditions stationnelles sont déterminantes sur les plantes qui sont indifférentes au macroclimat (en particulier à la photopériode).

#### 4.2.- Les ligneux :

##### 4.2.1 - Spectres quantitatifs

##### - comportement de Balanites aegyptiaca sur différentes stations (fig.15)

La comparaison, ici, se fera sur le comportement de l'espèce avant que la station Ams n'ait pris feu.

L'évolution de la feuillaison est comparable pour les deux stations. Elle est totale pendant la saison des pluies, puis diminue très légèrement en fin d'hivernage.

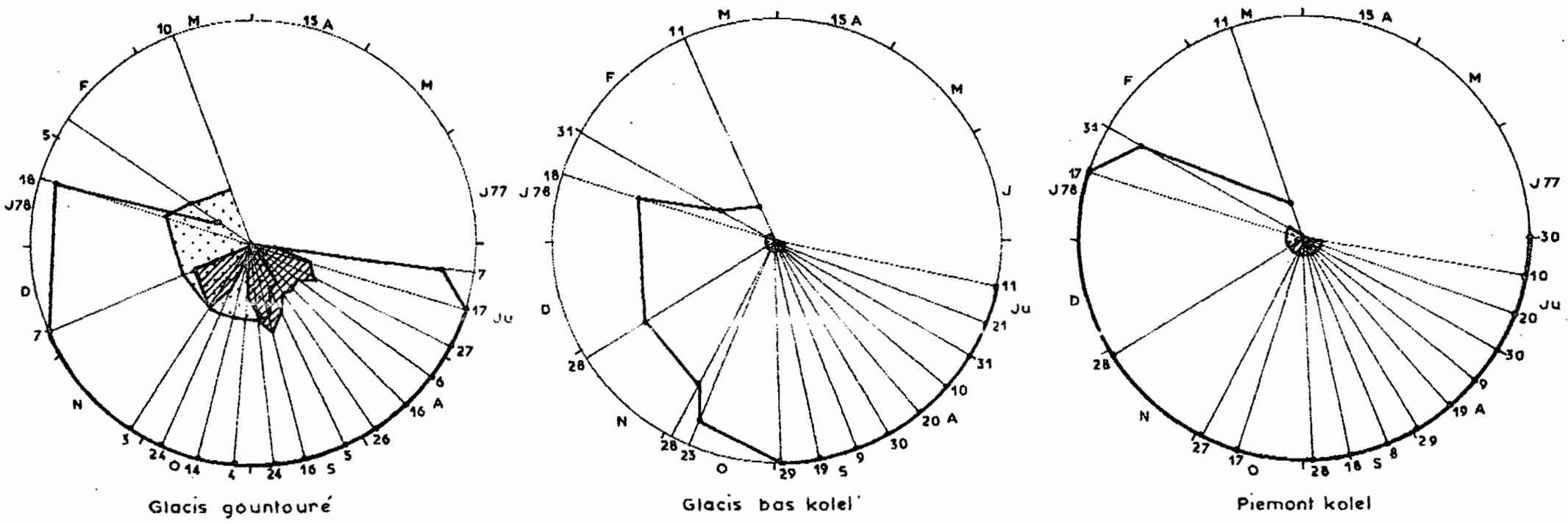


Fig. 16 ACACIA RADDIANA - SPECTRES PHENOLOGIQUES

En pleine saison sèche le pourcentage d'arbres en feuilles est encore important (25 à 50 % suivant les stations).

Les Balanites de Ase n'ont ni fleuri, ni fructifié. Par contre la population de Ams a manifesté cette phase en faible intensité. Cette différence dans la capacité de reproduction au niveau des deux stations pourrait s'expliquer par le fait que les individus âgés sont proportionnellement plus nombreux à Ams qu'à Ase. Signalons aussi que pendant toute la période d'observation cette espèce a fait l'objet d'une attaque parasitaire dont les effets sur la phénologie sont inconnus.

- comportement d'Acacia seyal sur différentes stations (fig. 15)

La feuillaison de cette espèce est limitée à la saison des pluies dans la formation de bas-fond (Spt) alors qu'elle s'étale de Juillet à fin Janvier dans le piémont de Kolel (Cep).

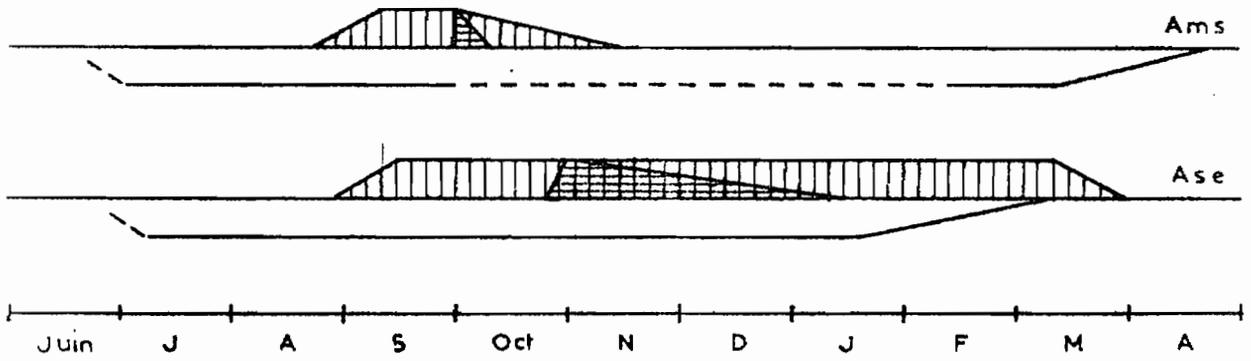
La capacité de floraison est peu importante dans les deux stations mais on remarque qu'elle s'effectue en saison humide à Spt et seulement pendant la saison fraîche à Cep (Janvier). L'absence de fructification à Cep est sûrement<sup>dûe</sup> à la fréquence peu élevée d'individus adultes dans cette station.

- comportement de Combretum aculeatum sur différentes stations (fig. 15)

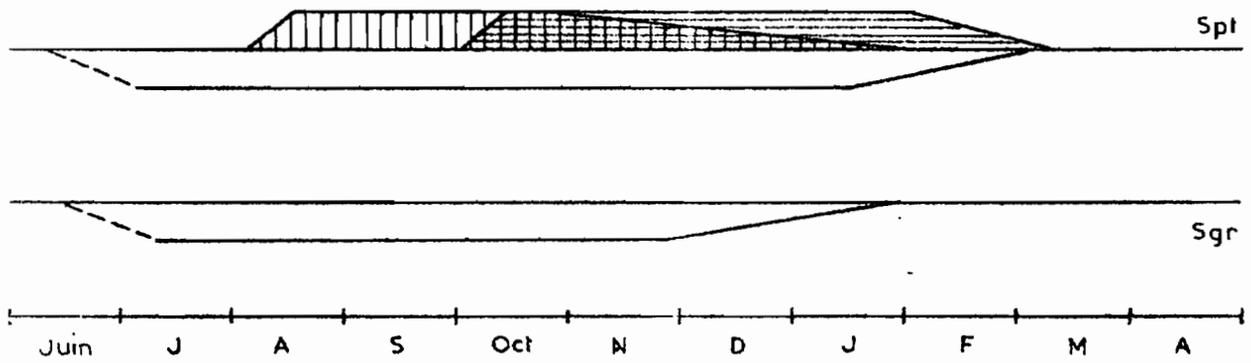
Il n'y a pas de grande différence dans l'évolution de la feuillaison de cette espèce dans les deux stations : le pourcentage optimum se maintient jusqu'à la fin Octobre, et 20 à 37 % des individus portent encore des feuilles à la mi-janvier. Si l'on fait abstraction des valeurs peu élevées obtenues en Février, Mars dans les stations Ase, la floraison de ce taxon, tout en étant multiple est bien limitée à la saison d'hivernage. On peut noter que la capacité de reproduction de cette espèce est relativement élevée puisque des optimums de floraison de 41 à 56 % sont observés. La fructification est importante dans les deux cas.

- comportement d'Acacia raddiana sur différentes stations (fig. 16)

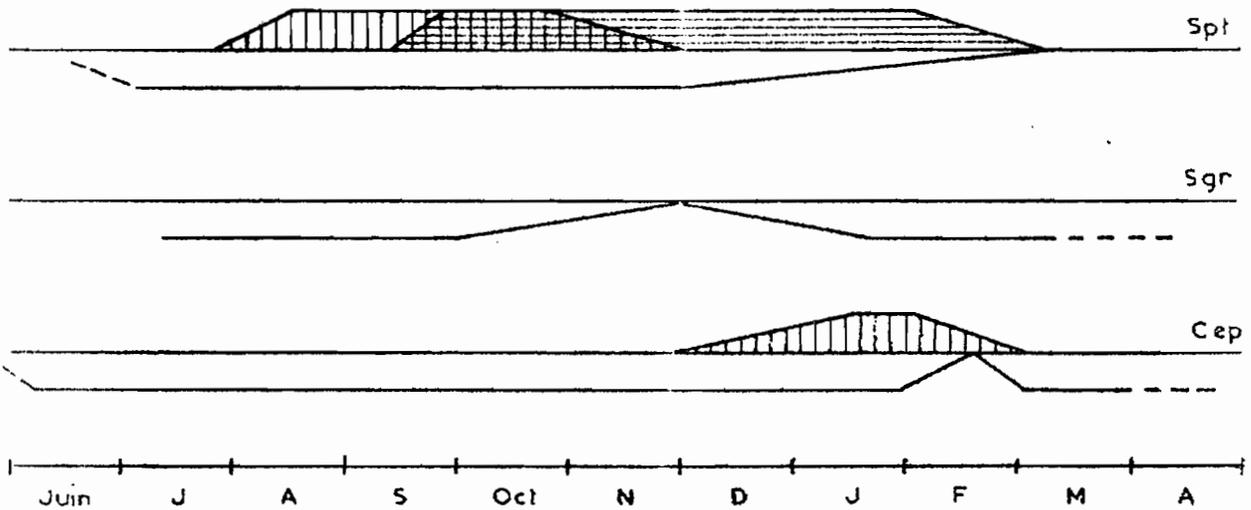
La période de feuillaison s'étale du début de la saison pluvieuse jusqu'à la mi-janvier mais le pourcentage de plantes en phase végétative diminue progressivement dans la station Sgr contrairement aux deux autres sites.



**GUIERA SENEGALENSIS**



**ACACIA ADANSONII**



**ACACIA SEYAL**

**Fig. 17 SPECTRES QUALITATIFS**

Ceci est à mettre en relation avec les limites de la réserve en eau du sol dans le glacis limoneux.

La floraison, peu importante à Cep et Sgr, se caractérise par deux grandes vagues successives dans le dernier site. Elle s'installe de début Juillet jusqu'en Décembre.

La fructification est importante dans cette station ; elle se maintient jusqu'à la mi-Mars.

Ces différences de capacité de reproduction sont à mettre en rapport avec la fréquence plus élevée d'individus adultes à Ase.

#### 4.2.2 - Spectres qualitatifs (fig. 17)

##### - comportement de *Guiera senegalensis* sur différentes stations (fig. 17)

À Oursi (Ams) *Guiera senegalensis* est en feuille du 1er Juillet au 8 Mars (9 mois) alors qu'à Gountouré (Ase) il est en feuille du 16 Juillet au 18 Janvier (6 mois). La floraison est de courte durée (20 jours) à Oursi. Elle est de durée un peu plus longue à Gountouré (2 mois). Le déclenchement de la floraison se fait cependant pratiquement au même moment (fin Août).

L'intervalle assez grand du 30 Septembre au 8 mars n'a pas permis de suivre l'évolution de la fructification à Oursi (fruits mûrs le 30 Septembre). À Gountouré elle dure 130 jours. Les arbres conservent leurs fruits même après la chute des feuilles.

##### - comportement d'*Acacia adansonii* sur différentes stations (fig. 17)

La période de feuillaison s'effectue principalement en saison humide, mais se prolonge en saison fraîche dans la station dd bas-fond (Spt).

Aucune floraison ne s'observe à Bas-Kolel (Sgr). Par contre les phases de reproduction s'étendent d'Août à mi-Décembre à Spt.

##### - comportement d'*Acacia seyal* dans différentes stations (fig. 17)

C'est chez cette espèce que la variabilité intersite est la plus grande. Elle se manifeste à la fois dans les phases de feuillaison, floraison et fructification. On remarque en particulier les différences des phases de feuillaison dans les trois stations et la disparité des périodes de floraison des stations Spt et Cep.

#### 4.2.3 - Discussion - conclusion

A l'issue de cette étude phénologique sur les ligneux un certain nombre de points peuvent être mis en évidence et discutés.

Ce qui frappe en premier lieu, c'est la variabilité dans l'extériorisation des différentes phases. Cette variabilité se situe à trois niveaux :

- A l'intérieur d'une population d'une station, tous les individus ne se manifestent pas au même moment. Ceci a été pris en compte dans les études quantitatives.

- La phénologie varie avec l'âge. Nous avons vu que les individus des classes d'âges inférieures ne fleurissaient pas et, même si cela était, ils ne fructifiaient pas tous.

- Selon leur localisation écologique les individus d'une même espèce ne manifestent pas toujours une phase au même moment.

Cette variabilité spatiale permet alors de se demander quel est le facteur déterminant de la phénologie de ces espèces ligneuses.

On constate généralement que c'est le climat régional qui déclenche les phénomènes et que c'est le substrat édaphique qui règle l'intensité mais surtout la durée des différentes phases. C'est le cas par exemple pour la période de feuillaison d'Acacia raddiana et d'Acacia seyal. Ces deux espèces voient leurs feuilles chuter plus tôt à Sgr et Spt que dans les autres stations car les réserves en eau du sol de ces deux stations s'épuisent plus rapidement que dans les stations de Gountouré (Ase) et de Kolel (Cep).

Dans d'autres cas par contre c'est le substrat édaphique qui semble jouer le rôle primordial = c'est le cas notamment pour la floraison d'Acacia seyal qui s'effectue en saison humide à Spt et en saison fraîche et sèche à Cep.

La période de feuillaison débute en saison humide pour la totalité des espèces étudiées. Pour certaines (Acacia seyal à Spt, Commiphora africana à Ase) cette période de feuillaison est limitée à la saison des pluies, tandis que pour d'autres (Balanites aegyptiaca, Combretum aculeatum, Acacia raddiana...) elle se poursuit pendant la saison sèche et fraîche. Ce sont ces dernières qui peuvent jouer un rôle dans l'alimentation d'appoint de saison sèche.

En ce qui concerne la floraison on distingue les plantes de saison des pluies (Balanites aegyptiaca, Combretum aculeatum, Acacia raddiana, Guiera senegalensis...) et les plantes de saison froide (Acacia seyal de Cep, Commiphora africana). De même on distingue les espèces qui portent leurs fruits en saison sèche (Acacia raddiana, Acacia adansonii, Commiphora africana...) et qui peuvent jouer un rôle dans l'alimentation animale.

Ces résultats sont généralement en accord avec ceux de POUFON (1974) excepté pour Balanites qui débute sa floraison fin Mai et Commiphora africana pour laquelle la floraison commence à la mi-Novembre.

Le dernier point que l'on peut souligner dans l'étude de la phénologie des ligneux est la relative faiblesse de la capacité de floraison-fructification de ces espèces. Les pourcentages obtenus sont en général très bas, même dans le cas de population à forte proportion d'individus adultes (ex : Acacia seyal). Cette remarque suppose une forte capacité de germination des graines de ces espèces puisque l'étude de la structure des populations a montré une forte proportion d'individus jeunes.

### Conclusion Générale

Ce travail portant sur l'étude de la phénologie de quelques espèces herbacées et ligneuses sahéliennes a été motivé par la connaissance de la biologie des espèces herbacées, la détermination des phénophases des espèces ligneuses qui pourraient jouer un rôle dans l'alimentation d'appoint de saison sèche du bétail, et l'acquisition d'informations qualitatives qui, associées aux données quantitatives sur la végétation, permettront de mieux préciser la structure et le fonctionnement des formations sahéliennes.

Cette étude a porté sur 8 espèces herbacées et 10 espèces ligneuses, réparties sur six parcelles correspondant à différentes unités édaphiques. Les observations ont commencé au début de la saison humide 1977 et se sont poursuivies jusqu'au milieu de la saison sèche 1978.

Elle a nettement mis en évidence la variabilité des phénomènes observés : variabilité intraspécifique, en fonction de l'âge et variabilité spatiale, de sorte que si l'on veut avoir une vue globale et précise de la phénologie d'une espèce il faut :

- avoir un grand échantillon
- stratifier l'échantillonnage en fonction de la structure de la population (pour les ligneux)
- répartir ces échantillons dans les différents milieux.

Un individu isolé ne peut en aucun cas refléter la phénologie d'une espèce.

La variabilité intersite nous a permis de discuter du rôle respectif du macroclimat et des conditions stationnelles sur la phénologie des différentes espèces. Chez les herbacées, nous avons été conduit à dire que la phénologie n'était pas déterminée uniquement par le macroclimat et que les conditions édaphiques pouvaient jouer un rôle non négligeable en particulier pour des plantes indifférentes au macroclimat (photopériode).

Chez les ligneux nous avons admis que le macroclimat déclenchait généralement les phénomènes; les conditions stationnelles réglant la durée des phases. Cependant ces conditions stationnelles pouvaient être déterminantes dans certains cas.

Pour ce qui concerne le rôle que peuvent jouer les ligneux dans l'alimentation d'appoint de saison sèche, on remarque que pratiquement toutes les espèces étudiées offrent des possibilités aussi bien par leurs feuilles que par leurs fruits.

Si l'on se réfère à la définition que nous avons donnée de la phénologie au début de ce rapport, on constate que la partie relation avec les variables écologiques n'apparaît pas. S'il est vrai que des études corrélatives auraient pu être menées dès cette année, il est plus prudent d'avoir plus de données pour entreprendre cette partie du travail.

## I.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAGNOULS F., GAUSESEN H., 1953. - Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. nat., Toulouse, 88, 193 - 239.
- BAILEY L.H., 1896. - Instructions for taking phenological observations. Monthly Weather Review, 323 - 331.
- BARRAL H., 1977. - Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. Trav. et Doc., ORSTOM, n° 77, 120 p., 8 cartes h.t.
- BARTHA P., 1970. - Plantes fourragères de la zone sahélienne d'Afrique. Weltforum Verlag, München, 306 p.
- BILLE J.C., 1977. - Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. Trav. et Doc., ORSTOM, n° 65, 77 p., 1 carte h. t.
- BOUDET G., 1975., - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IELIVE, Ministère de la Coopération, 231, p.
- CESAR J., MENAUT J.C., 1974. - Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). II. Le peuplement végétal. Fasc. II, 161 p.
- CHEVALIER M., 1951. - La phénologie. La revue horticole, 123, (3), 383 - 385.
- CLAUDE J., BERNARD A., SAADOU M., 1978. - Observations climatologiques à la station météorologique de Djalafanka, Mare d'Oursi. Juin 1976 - décembre 1977. Rapp. ORSTOM, Ouagadougou
- DELWAULLE J.C., 1976. - Rapport de mission d'un mois, Rapp. CTFT, 22 p.
- F.A.O. 1977. - Développement des cultures fourragères et améliorantes en zone soudano-sahélienne. Rapp. multigr., CILSS/PAR/301, 8 p.
- GROUZIS M., SICOT M., 1978. - Description des stations d'étude. (en préparation).

## II.

- LE FLOC'H E., 1969. - Caractérisation morphologique des stades et phases phénologiques dans les communautés végétales. C.N.R.S., C.E.P.E., Montpellier, Doc. n° 45, 136 p.
- LEPRUN J.C., 1977. - Rapport de mission pédologique. Mars 1977. Rapp. ORSTOM, Paris, 19 p., 1 carte h. t.
- LHOSTE P., 1977. - Etude zootechnique. Inventaire du cheptel. Rapp. IEMVT, 48 p.
- PEYRE DE FABREGUES B., LEBRUN J.P., 1976. - Catalogue des plantes vasculaires du Niger. I.E.M.V.T., Etude botanique n° 3, 433 p.
- POUFON H., BILLE J.C., 1974. - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo Septentrional, Sénégal : Influence de la sécheresse de l'année 1972-1973 sur la strate ligneuse. La terre et la vie, 28, 49-75.
- POUFON H., 1977. - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo Septentrional, Sénégal : Premières données sur *Commiphora africana* (Rich.) Engl., La Terre et la Vie, 31, 127-162.
- TOUTAIN B., 1976. - Notice de la carte des ressources fourragères au 1/50 000, IEMVT 61 p., 1 cartesh. t.
- TOUTAIN B., 1977. - Paturages de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de delestage au Nord. Est de FADA N'GOURMA. Tome II : les plantes, écologie, noms vernaculaires, intérêt fourrager, IEMVT, 120 p., ann. 12 p.