BURKINA FASO

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

LA PATRIE OU LA MORT, NOUS VAINCRONS !

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

ORSTOM

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DES TECHNIQUES DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : **ELEVAGE**

SUJET :

Contribution à l'étude de l'évolution saisonnière des états de surface des zones pâturées sur le bassin versant de la mare d'Oursi (Burkina Faso)

Par :

Léon BADIARA

DECEMBRE 1986

S O M M A I R E

Pages.

Remerciements. ---------- 1.

Introduction ---------- 3.

I. - Le milieu physique ---------- 4.

1. - Situation géographique ---------- 5.
2. - Climat ---------- 5.
3. - Géologie et sols ---------- 11.
4. - Hydrologie ---------- 12.
5. - Situation phytogéographique ---------- 14.
6. - Végétation ---------- 14.

II. - Le milieu humain. ---------- 17.

1. - La population ---------- 18.
2. - Le cadre pastoral ---------- 18.

III. - Présentation générale de l'étude. ---------- 26.

1. - Critères de choix des sites étudiés. ---------- 27.
2. - Les différents sites et leurs groupements végétaux 27.

IV. - Le peuplement ligneux des sites étudiés. ---------- 29.

1. - Structure du peuplement ligneux ---------- 30.

1.1. - Méthodes ---------- 30.
1.2. - Résultats ---------- 33.

2. - Etude phénologique ---------- 37.

2.1. - Définitions ---------- 37.
2.2. - Méthodes ---------- 37.
2.3. - Résultats ---------- 41.

Pages.

V. - Les organisations pédologiques superficielles dans les différents sites étudiés. ---------- 55.

1. - Définitions ---------- 55.

2. - Méthodes ---------- 55.

3. - Résultats ---------- 57.

VI. - Le peuplement herbacé des sites étudiés ---------- 68.

1. - Méthodes ---------- 69.

2. - Résultats ---------- 69.

Discussions - Conclusion ---------- 98.

Bibliographie. ---------- 100.

Annexes ---------- 102.

REMERCIEMENTS.

Ce mémoire a été réalisé à l'Institut Français de la Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), section Botanique. Je ne saurais commencer cet exposé sans manifester ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à le réaliser.

Mes remerciements sincères à mon professeur de stage, Mr. F. ACHARD professeur à l'Institut du Développement Rural (I.D.R.) OUAGADOUGOU, qui m'a confié cette tache avec entière confiance.

Ma profonde gratitude à mon maître de stage, Mr. J.L. DEVINEAU écologue à l'ORSTOM OUAGADOUGOU, qui à veillé sur mes travaux de terrain en effectuant avec moi de multiples tournées sur Oursi et qui a usé de son précieux temps pour nous diriger dans la rédaction de ce mémoire.

Mes respects à Monsieur J.C. GAUTUN Directeur du Centre ORSTOM de OUAGADOUGOU, qui a bien voulu nous accueillir dans ce centre pour réaliser ce travail.

J'exprime ici mes vifs remerciements à tous les membres de l'équipe de recherche :

Monsieur J.M. LAMACHERE hydro-géologue à l'ORSTOM qui m'a initié à la description des états de surface sur le terrain.

Monsieur S. NIGNAN technicien-botaniste à l'ORSTOM qui m'a initié à la reconnaissance des plantes sahélienne.

Mme A. FOURNIER botaniste à l'ORSTOM qui a déterminé pour moi, les espèces rencontrées, tant sur le terrain qu'au laboratoire.

Monsieur S. MALEK géographe-télédétecteur à BONDY (FRANCE) qui a mené à mes côtés des mesures radiométriques, ainsi que son coéquipier Monsieur B. LORTIC.

Monsieur H. YABRE étudiant en géographie en stage à l'ORSTOM, qui a mené parallélement à mon travail, des études sur les cultures vivrières (Pennisetum americanum).

Messieurs J.B. KOUDOUGOU, M. KABORE, M. COMPAORE, D. SAWADOGO chauffeurs à l'ORSTOM, qui m'ont conduit sur le terrain malgré les ensablements et les embourbements.

Mes sincères remerciements à :

Mmes A. SORGHO et K. OUBIAN Dactylographes à l'ORSTOM, qui par leur rapidité et leur efficacité ont mis ce mémoire à jour dans le bref délai qui nous était imparti.

Messieurs F. GANOU et P. OULA dessinateurs à l'ORSTOM qui ont repris tous nos dessins avec minutie, ainsi que leurs collègues cartographes.

Monsieur R. MALO à la reproduction de l'ORSTOM, qui par ses multiples démarches, nous a reproduit ce travail en plusieurs exemplaires.

Que tout le personnel de l'ORSTOM dont nous ne pourrons citer les noms, soient remerciés pour leurs franches relations.

INTRODUCTION

En zone intertropicale et plus particulièrement dans les régions sahéliennes, l'alimentation du bétail est assurée presque exclusivement par les pâturages naturels, ce qui justifie qu'un effort particulier soit consenti à l'étude de ces formations. Le travail que nous avons réalisé en collaboration avec une équipe pluridisciplinaire (écologues, hydrologues, géographes) de l'ORSTOM, consiste à étudier l'évolution des productions végétales dans les zones pâturées du bassin versant de la mare d'Oursi. Le présent mémoire servira en outre à établir une corrélation entre nos résultats et les valeurs radiométriques mesurées par d'autres membres de l'équipe, en vue d'étudier les images du satellite SPOT qui ont été prises lors de nos observations. Nos résultats ont par ailleurs été comparés à ceux des études précédentes réalisées sur la production fourragère herbacée (GROUZIS, 1984), sur la production ligneuse (PIOT et al., 1980) et sur l'estimation de la biomasse herbacée par radiométrie (GROUZIS, 1983), dans cette zone.

C H A P I T R E I.

Le milieu physique.

1) Situation géographique

Nos travaux se déroulent à l'extrême nord du Burkina Faso, dans la province de l'Oudalan (fig. 1 b).

Cette province qui s'étend entre les parallèles 14°10' et 15°5' de latitude nord et entre les méridiens 1°W et 0°12'E, a pour chef lieu Gorom-Gorom.

D'une superficie de 10 000 km2 environ, elle est limitée au nord par la république du MALI, à l'est par la république du NIGER, au sud par la province du SENO et à l'ouest par la province du SUM (fig. 16).

La zone que nous avons étudiée correspond au bassin versant de la mare d'Oursi qui se situe entre 14°20' et 14°50' de latitude nord et entre 0°10' et 0°40' de longitude ouest (fig. 2). Sa superficie est de 60 000 ha environ.

Nous avons bénéficié pour mener à bien notre étude, des installations de la station de recherche de l'ORSTOM à Djalafanka.

2) Climat

De nombreux auteurs (ASECNA 1966, JEUNE AFRIQUE 1975, PALLIER 1978, FONTES 1983, cités dans GUINKO 1984) ont classé la province dans la zone de climat sahélien. Pour ce faire, ces auteurs se sont basés sur trois critères essentiels.

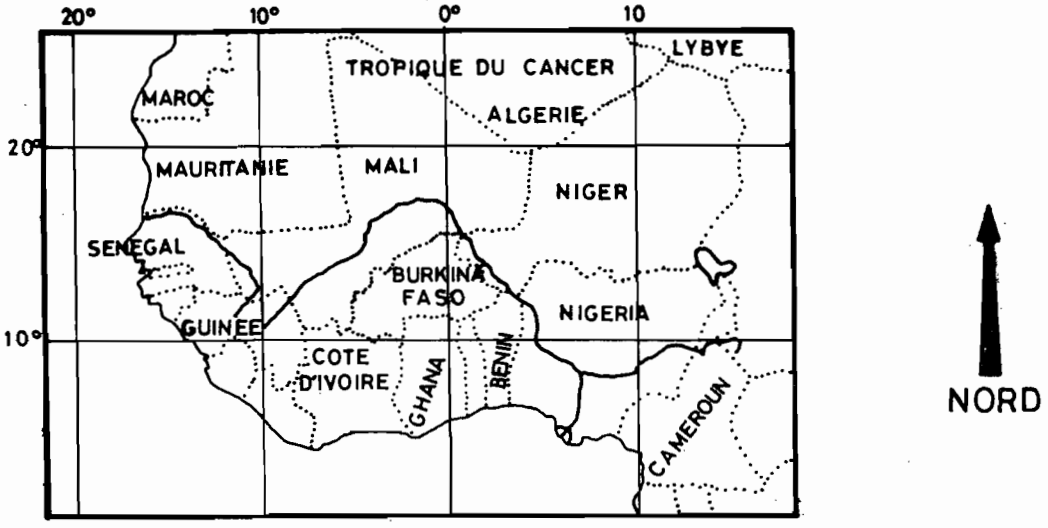
- La pluviométrie maximale qui est de 500 à 600 mm.

- La longueur de la saison sèche selon la conception de GAUSSEN résumée dans TROCHAIN (1980) y est de 8 à 9 mois secs (fig. 3).

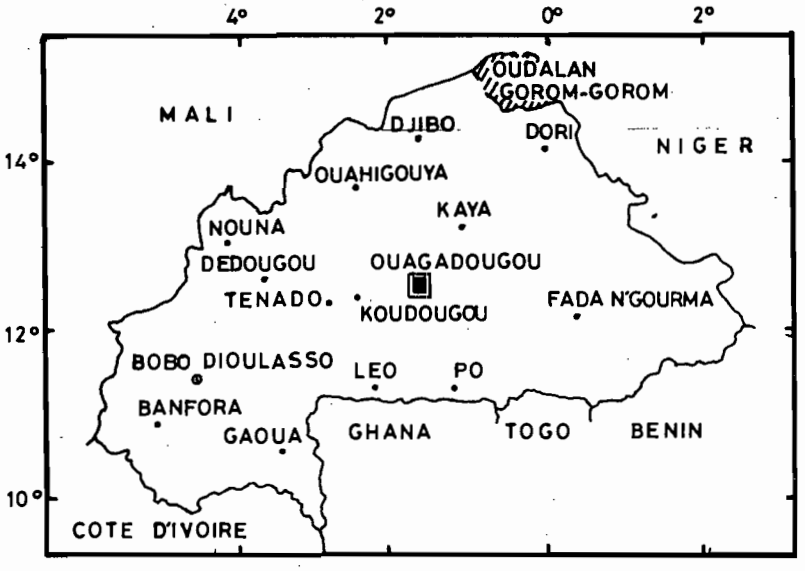
- Les isohyètes moyennes annuelles tracées à partir de 30 ans (1935-1965) de données pluviométriques qui sont de l'ordre de 400 à 500 mm (ASECNA, 1966).

L'Oudalan se situe ainsi à la limite de la zone sahélienne sud où des activités agricoles sans irrigation sont encore possibles (BARRAL, 1977).

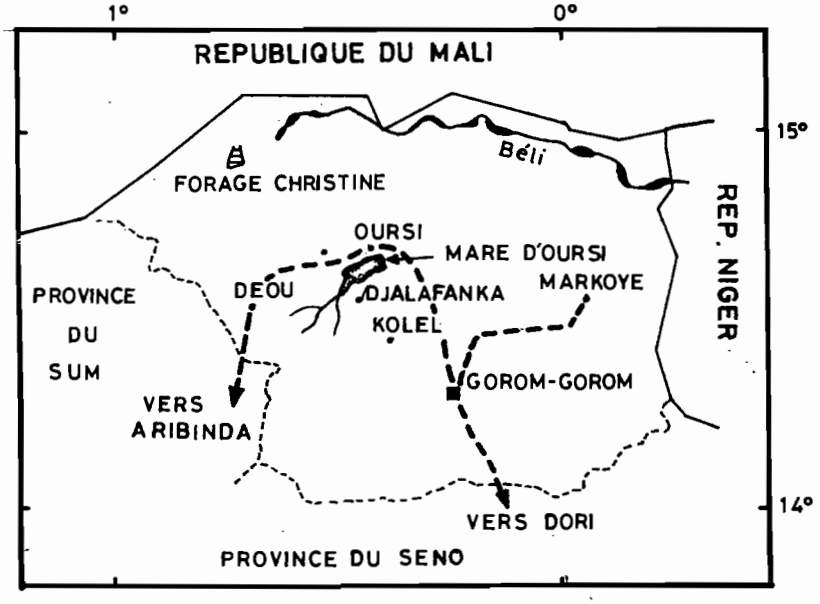
Selon GROUZIS (1979), ce climat est caractérisé par des pluies saisonnières et sporadiques à forte variabilité interannuelle (fig. 4), par une saison sèche longue de 8 à 9 mois, par une précarité de la réserve en eau du sol due à une forte intensité de l'évaporation, et surtout par une grande variation mensuelle et journalière des températures et de l'hygrométrie (fig. 5).



a) AFRIQUE DE OUEST



b) BURKINA FASO



c) PROVINCE DE L'OUDALAN

fig 1 : Cartes de situation

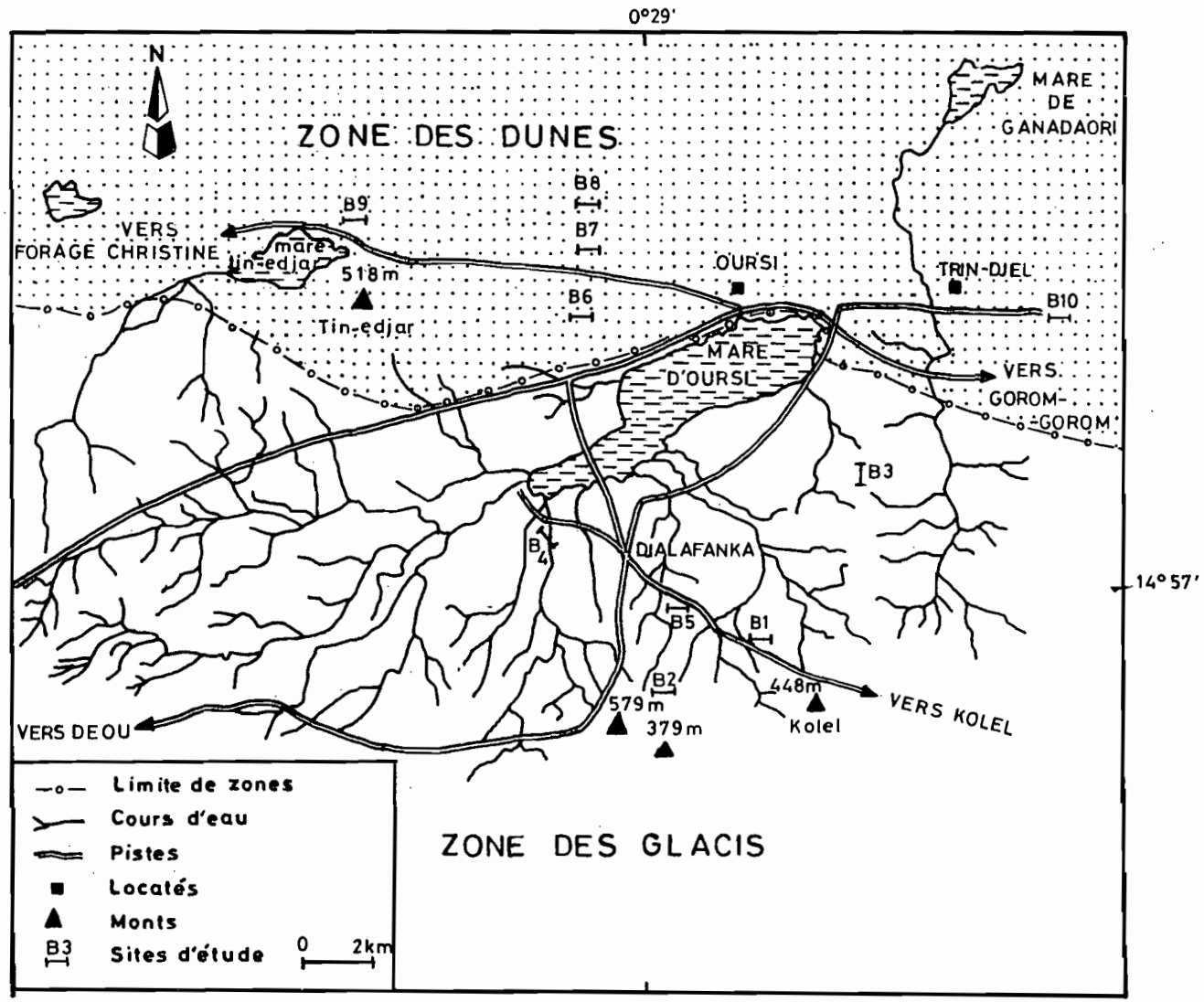


Fig. 2 CARTE DE SITUATION DES SITES D'ETUDE

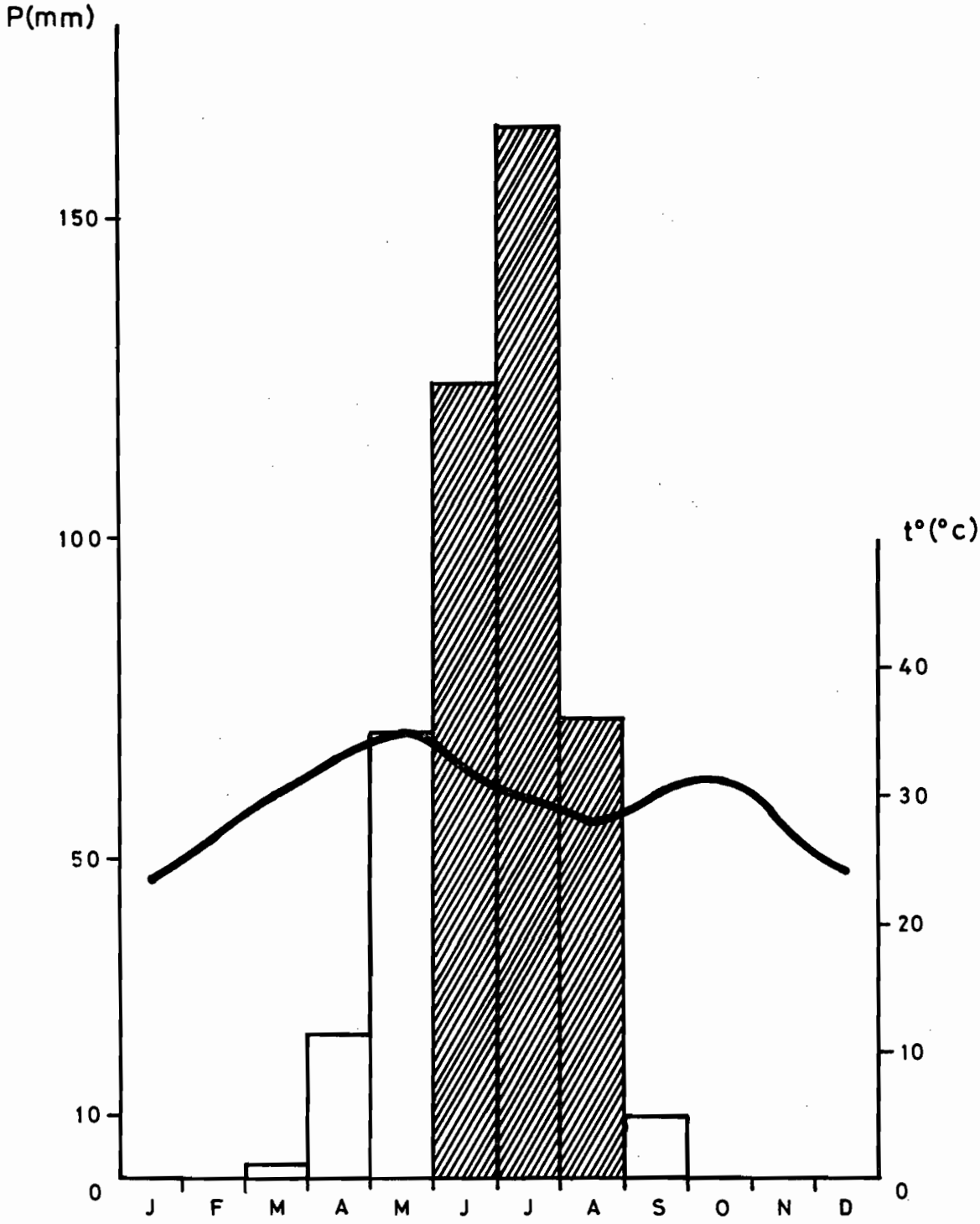


fig 3- Diagramme ombrothermique (Djalafanka) (1976-1983)

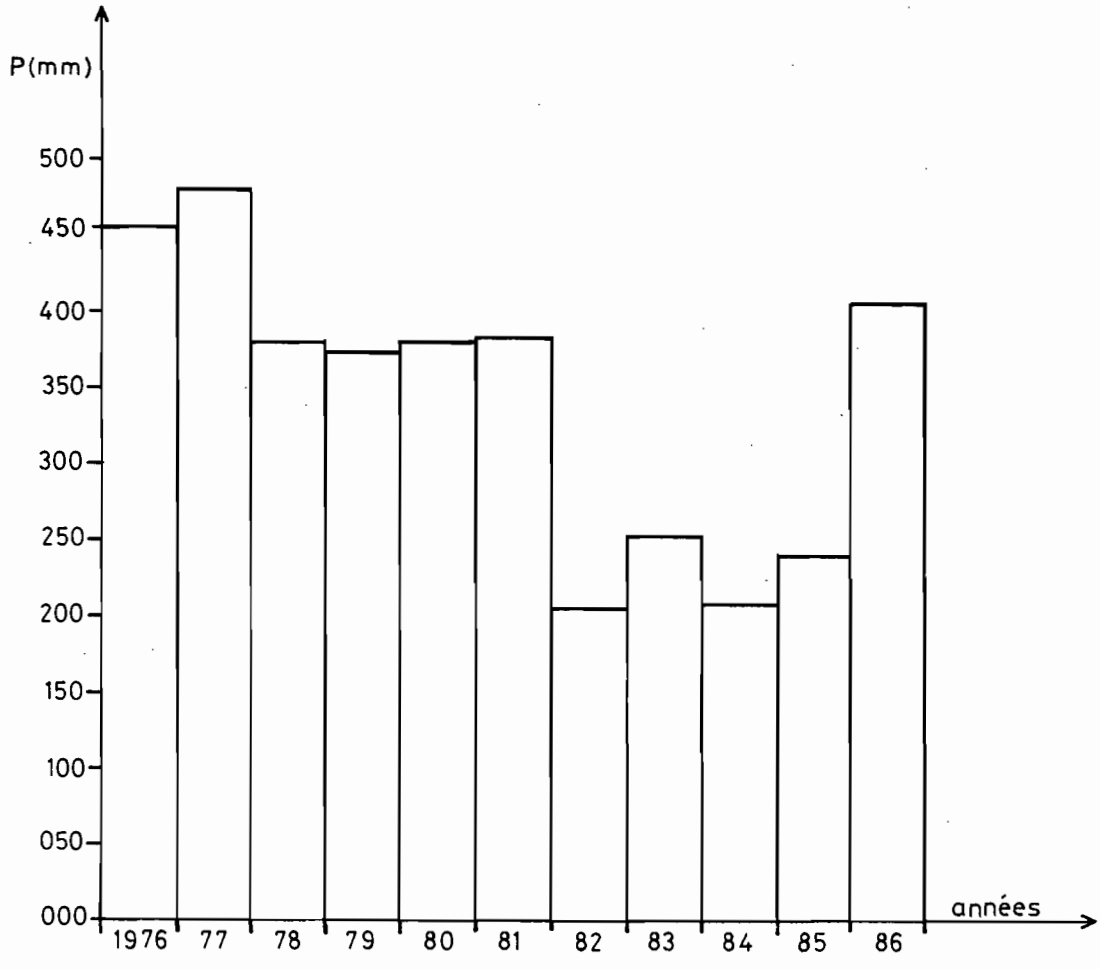
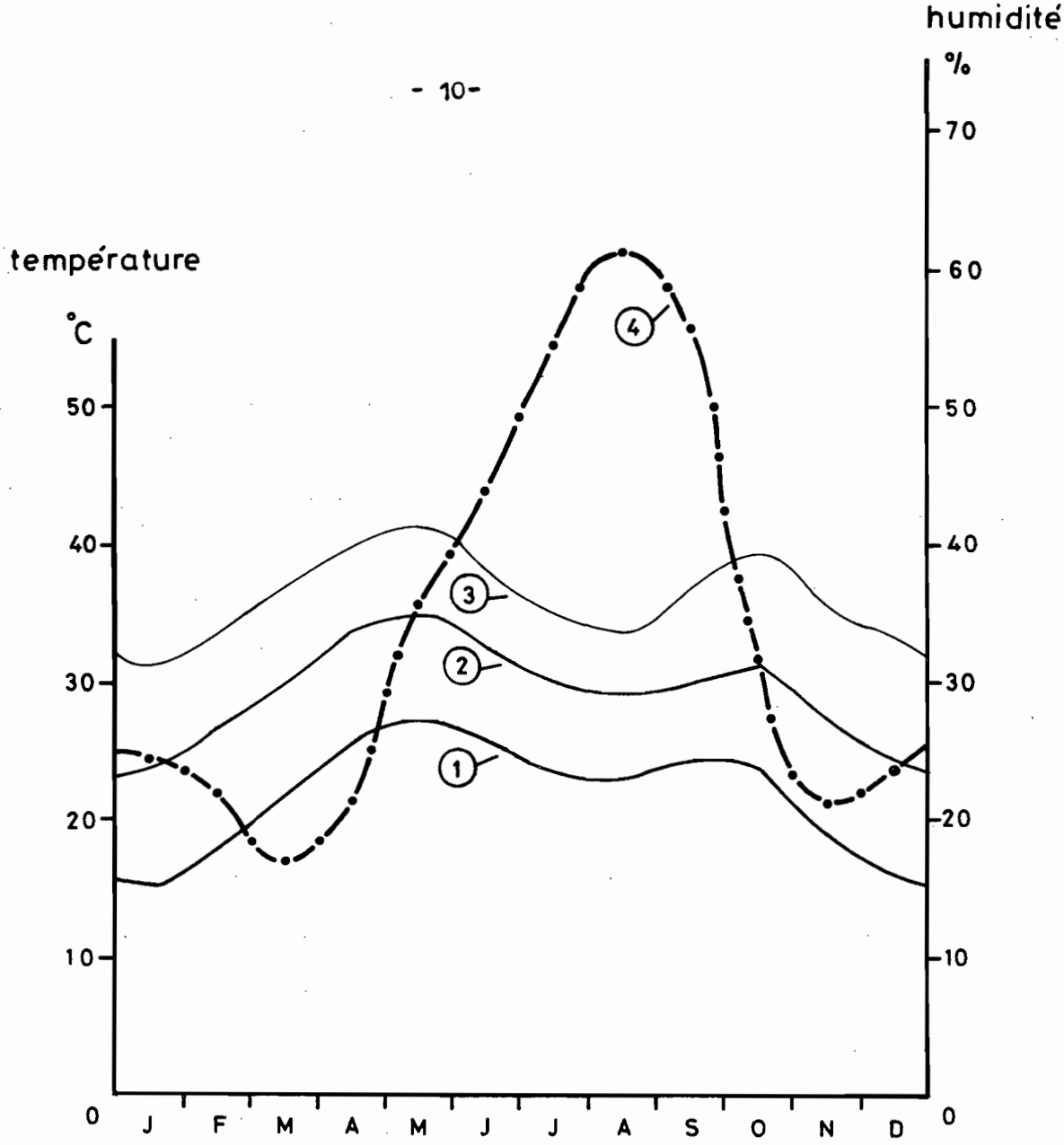


fig 4 : Moyenne annuelles pluviométriques de Djalafanka (1976 - 1986)



① → Moyennes des températures minimales mensuelles (1976-1983)

② → Températures moyennes mensuelles (1976-1983)

③ → Moyennes des températures maximales mensuelles (1976-1983)

④ → Moyennes mensuelles de l'humidité relative (1976-1983)

fig 5 : Courbes des moyennes thermiques et hygrométriques de Djakafanka

Cette intense variation mensuelle et journalière des températures et de l'hygrométrie, en liaison avec certains facteurs climatiques tels que le vent et l'ensoleillement, a permis au même auteur de distinguer quatre saisons dans notre zone d'étude.

Une saison sèche et fraîche s'étend de la mi-novembre à mars. Bien que l'insolation soit considérablement atténuée par le phénomène de la brume sèche, les valeurs extrêmes des températures vont de 6°C à 30°C. L'humidité relative est alors de l'ordre de 20 % et la zone est balayée par l'alizé continental.

Une saison sèche et chaude s'installe de mars à juin. A cette période l'alizé continental fait place à l'harmattan, les températures maximales peuvent atteindre 46°C et l'humidité relative se situe autour de 30 %.

Une saison humide prend ensuite place de juin à septembre. Elle est caractérisée par une baisse sensible des températures maximales qui sont de l'ordre de 35°C, c'est la saison propre aux précipitations. L'hygrométrie monte alors considérablement plusieurs semaines avant les premières pluies qui sont le plus souvent très localisées et accompagnées de violents "vents de sable". C'est surtout l'irrégularité des pluies qui est à l'origine des mauvaises productions végétales.

Vient enfin une saison relativement chaude et encore humide de septembre à la mi-novembre. L'humidité relative est d'environ 35 %, les valeurs maximales thermiques remontent à la moyenne de 38°C (CHEVALIER et al., 1985).

3) Géologie et sols

L'Oudalan est une vaste pénéplaine d'altitude moyenne de 300 mètres où l'on note cependant la présence de quelques élévations de roches cristallines granitiques (à Kolel et à Déou), gabbroïques (piton de Tin Edjar 518 m et la montagne de Kolel 448m) ou encore quartziques (région de Markoye) (BARRAL, 1977).

Selon le même auteur, des roches sédimentaires infra-cambriennes forment en outre une succession de reliefs allongés de 20 à 30 mètres d'altitude, généralement orientés du nord-est au sud-ouest. Ces roches sont en majorité formées de dolomies à stromatolithes et de schistes argileux. Elles sont le plus souvent couvertes par des formations éoliennes du quaternaire et par des formations éoliennes plus récentes. L'ensemble de ces formations éoliennes couvrent près de 30 % de la surface de l'Oudalan. Elles sont formées de grands alignements dunaires orientés d'est en ouest sur des longueurs allant de un à deux kilomètres. Entre ces cordons dunaires, s'étendent des plaines, des vallées, des bas-fonds et de nombreuses cuvettes d'importance variable.

C'est ainsi qu'une grande dune du quaternaire, fixée et orientée est-ouest a constitué le barrage naturel qui a donné naissance à la mare d'Oursi. Cette mare qui lors des années de bonne pluviométrie peut atteindre 2.500 ha d'eau libre et de marécages (CHEVALIER et al., 1985), est alimentée par les eaux de ruissellement des vastes glacis situés au sud et à l'ouest depuis les collines rocheuses de Tin Edjar et de Kolel.

Contrairement à l'erg ancien qui contient 8 à 15 % d'éléments fins sur une profondeur de 2 à 3 m, ce qui lui confère une vocation agricole, l'erg récent se caractérise par sa faible teneur en éléments fins (4 à 6 %) et par sa grande perméabilité sur une profondeur de 7 à 10 m, ce qui limite ses possibilités d'exploitation au pâturage.

La dégradation des différentes roches mères (cristallines, sédimentaires et éoliennes), le transport et le dépôt des particules qui en résultent, déterminent plusieurs types de sols qui, selon LEPRUN (1977) sont en majorité de mauvais supports physiques pour la végétation.

Toujours selon cet auteur, ces sols, bien que dotés d'une compacité et d'une infiltrabilité qui freinent la circulation de l'eau en profondeur, sont généralement bien pourvus et même saturés en éléments minéraux.

LEPRUN distingue ainsi dans notre aire d'étude, des lithosols sur cuirasses, des sols ferrugineux sur argiles ou sur sables éoliens anciens ou récents, et des sols bruns sur matériaux divers (sols bruns eutrhophes vertiques, sols bruns subarides, vertisols halomorphes... etc).

Les caractéristiques physiques et chimiques de ces différents sols, conditionnent la production et le recouvrement de la végétation qui est également étroitement liée aux facteurs hydriques.

4) Hydrologie

Une des caractéristiques de la zone sahélienne est l'endoréïsme qui est défini comme le caractère des régions où l'écoulement des eaux n'atteint pas la mer et se perd dans des dépressions intérieures (Dictionnaire Larousse).

L'endoréïsme est favorisé dans l'Oudalan par l'absence de relief. Il est la cause même de la dégradation du réseau hydrographique qui est constitué par de multiples mares de forme allongée et par des marigots à lit plus ou moins marqué fréquemment tronçonné, où l'écoulement des eaux est discontinu et intermittent en saison pluvieuse.

Des crues très violentes observées au cours des mois pluvieux, provoquent des inondations (comme à Gorom-Gorom les 29 et 30 septembre 1984), des destructions de routes et de barrages, et de nombreux dégâts dans les exploitations agricoles.

L'Oudalan appartient au bassin du fleuve Niger qu'elle alimente très rarement par ses eaux de ruissellement. Les principaux affluents du fleuve Niger dans la province sont :

- l'Agacher ou Béli, formé d'un chapelet de mares (Kabial, Oueldi, Tin Akof ...etc).) offre un vaste pâturage sur son énorme bassin ;

- le Gourouol et ses affluents (Felléol et Goudebao) ;

- et le Yali qui prend sa source dans le lac Higa.

Ces rivières ont des débits moyens annuels très faibles avec un tarissement précoce pendant 7 mois ou plus, laissant leurs lits secs occupés par du sable ou de l'argile craquelée. Le reste du réseau hydrographique est constitué essentiellement de mares telles que celles de Fadar-Fadar, Youmba, Yatakada, Yomboli, Bangao, Djibo, Markoye et celle qui nous intéresse plus particulièrement, la mare d'Oursi. L'étude hydrologique de la mare d'Oursi et de son bassin versant qui constituent un système exemplaire, nous permettra de mieux cerner le problème hydrologique de la région.

Selon CHEVALIER et al. (1985), l'ensemble du bassin de la mare d'Oursi est réparti en 7 bassins secondaires qui sont Outardes, Polaka, Tchalol, Taïma, Djalafanka, Kolel et Gountouré. Ces différents bassins alimentent la mare par leurs eaux d'écoulement dont la quantité est fonction de leur superficie ainsi que de leur substrat édaphique qui règle la vitesse de ruissellement.

Sur les systèmes dunaires, les sables rendent le ruissellement très médiocre et le réseau hydrographique est inexistant. Des mesures de simulation de pluies n'y ont fait apparaître le ruissellement qu'après 30 minutes d'averse à 60 mm/h et encore de façon très limitée.

Sur les systèmes de buttes et de reliefs, le dénivellement provoque de fortes dynamiques d'érosion et de ravinement sur les pentes et les piémonts. Le ruissellement y est intense localement et la quantité d'eau qui parvient au réseau hydrographique est réduite par infiltration au niveau des ravins.

Sur les glacis, l'hydrodynamique est réglée par les organisations superficielles. Les sols sont peu perméables et l'on observe un ruissellement en nappe sous pluies simulées pour des hauteurs de précipitation supérieures ou égales à 5 mm, quelle que soit l'intensité de l'averse. Cette imperméabilité explique la faible production végétale des glacis. Dans certains cas de formations de glacis liées aux affleurements rocheux, on note la présence de micronappes piégées dans des dépressions de la roche mère à de faibles profondeurs (moins de 2 m).

Des argiles gonflantes et imperméables tapissent les systèmes de talwegs et dépressions c'est-à-dire la mare elle-même et les marigots afférents.

Elles retiennent très mal l'eau de ruissellement qui est par conséquent perdue par évaporation. La fréquente stagnation de l'eau sur ces systèmes est à l'origine d'une forte production végétale tant herbeuse que ligneuse.

Les apports d'eau à la mare proviennent des pluies qui tombent directement sur la mare et des eaux de ruissellement de tout son bassin versant. Cette quantité d'eau est estimée selon CHEVALIER et al. (1985) à $26,5.10^6 m^3$ pour la pluviométrie de 1976 et à $7,3.10^6 m^3$ pour celle de 1983.

Les pertes d'eau au niveau de la mare sont occasionnées par l'infiltration mais surtout par la forte évaporation due au climat qui y règne.

Tous ces facteurs hydrologiques en liaison avec les précipitations, déterminent la répartition végétale sur les différentes unités édaphiques du bassin versant de la mare d'Oursi.

5) Situation phytogéographique

Un territoire phytogéographique ou "zone de végétation" est une portion du milieu naturel caractérisé par son climat, sa flore et sa végétation (TROCHAIN, 1980).

Selon GUINKO (1984), notre zone d'étude se trouve par ordre de précision dans la région phytogéographique soudano-zambézienne, dans le domaine phytogéographique sahélien et dans le secteur phytogéographique sahélien strict. Cet auteur a procédé à cette classification en se référant aux trois principales caractéristiques sus-cités par TROCHAIN (1980) :

- un climat où la pluviométrie moyenne est inférieure à 600 mm et répartie sur 3 à 4 mois ;

- une végétation de transition entre la végétation désertique saharienne et la végétation soudanienne. Elle est composée de steppe à arbrisseaux, d'arbustes et d'arbres très éparpillés, ainsi que de fourrés de densité croissante du nord au sud ;

- une flore peu fournie par rapport à celle de la zone soudanienne. On y rencontre un lot d'espèces sahariennes et sahéliennes typiques qui descendent très rarement ou faiblement dans les territoires sous-jacents.

6) Végétation

La végétation joue un rôle important dans la protection des sols contre l'érosion. Elle freine le phénomène de la désertification.

Cependant, elle est à la fois surpâturée par les animaux et surexploitée par les humains soit pour complémenter l'alimentation de leurs animaux, soit pour leurs propres besoins (habitations, chauffage). Ces pratiques, associées aux rudes facteurs édaphiques, climatiques et biotiques, contribuent à accentuer la désertification.

L'adaptation de la végétation à ces facteurs, a conduit à des particularités morphologiques et anatomiques telles que la spinescence de la majorité des essences (SCHNELL tome 1, 1970).

Comme nous l'avons déjà souligné, notre zone d'étude est considérée comme une zone des steppes sahéliennes à épineux. Elle est ainsi caractérisée par une strate herbacée où dominent les graminées annuelles en recouvrement discontinu et par une strate arbustive très ouverte dominée par des MIMOSACEES (divers Acacia) et par Balanites aegyptiaca (ZYGOPHYLLACEES). Cette strate est constituée de quelques arbres très éparpillés et de fourrés de densité variable.

La prospection floristique de la zone a permis à GROUZIS (1979), de déterminer 26 espèces ligneuses et 112 espèces herbacées. Par la suite, PIOT et al. (1980) ont estimé le nombre d'espèces ligneuses à 48 après une prospection portant sur une aire plus étendue.

Ces auteurs notent également la présence de certaines espèces caractéristiques de la région telles que Acacia raddiana et Leptadenia pyrotechnica.

L'étroite dépendance de la végétation vis-à-vis des facteurs édaphiques doit être signalée ainsi que l'appauvrissement floristique de la zone par référence à la savane nord soudanienne. On distingue cependant plusieurs types d'associations végétales selon le substrat édaphique : 23 groupements végétaux (selon TOUTAIN 1976) ; 4 types de formations végétales (BARRAL 1977) et enfin 3 grandes unités végétales (GROUZIS, 1984).

Nous retiendrons les 3 grandes unités globales décrites par GROUZIS.

La première correspond aux formations des dunes et ensablements (30 % environ en superficie) qui sont parmi les plus productrices si elles ne sont pas très dégradées. Le support édaphique est de texture sableuse et les espèces caractéristiques sont les suivantes : Cenchrus biflorus, Aristida mutabilis, A. longiflora, Zornia glochidiata pour les herbacées à dominance de thérophytes, et Combretum glutinosum, Balanites aegyptiaca, Guiera senegalensis pour les espèces ligneuses.

La seconde unité regroupe les formations liées aux glacis qui représentent l'essentiel de la surface (60 %). Plus ou moins perméables, les sols y sont compacts et ont un faible recouvrement végétal qui change de faciès en fonction de la topographie.

Les espèces typiques sont les suivantes : Schoenefeldia gracilis, Aristida adscensionis, Urochloa trichopus pour les espèces herbacées qui constituent un tapis discontinu et Acacia raddiana, Commiphora africana, Pterocarpus lucens pour les ligneux.

La dernière unité est celle des formations de bas-fond et de bords de mares qui occupent seulement 10 % de la superficie. Leur forte production végétale est favorisée par les sols qui y sont lourds car ils bénéficient d'éléments nutritifs apportés par les eaux de ruissellement et d'un bilan hydrique plus favorable. Les espèces caractéristiques qu'on y rencontre sont : Panicum laetum, Echinochloa colona, E. stagnina, Oryza longistaminata pour les espèces herbacées qui constituent souvent un tapis continu sous des espèces ligneuses telles que Bauhinia rufescens, Ziziphus mauritiana et Acacia nilotica var. adansonii.

Cette répartition de la végétation et de la production végétale en fonction des facteurs édaphiques et hydriques, détermine la répartition des populations humaines et animales qui en vivent.

*
* *

CHAPITRE II.

Le milieu humain

1) La population

Les 109.080 habitants de l'Oudalan se répartissent sur ses 10.000 km2 selon le recensement de 1985. Soixante quinze pour cent de la population est nomade.

Le nomadisme est provoqué dans ces régions par les contraintes du milieu physique.

Les caractéristiques hydrologiques en rapport avec le substrat édaphique différencient dans la province, une zone habitable à plein temps d'une zone à absence d'habitat sédentaire appelée "zone non viable" par BARRAL (1974). Cela explique l'inégale répartition de la population dans ce milieu.

En associant très peu l'agriculture à leur activité principale qui est l'élevage, les populations rurales sont obligées de suivre l'herbe et surtout l'eau dans sa fuite au cours du temps. Cela leur permet de subvenir aux besoins de leurs animaux et d'assurer par conséquent leur survie. L'espace ainsi exploité selon un cycle annuel suivant un calendrier empirique de transhumance est appelé "zone d'endodromie" par BARRAL (1974).

La transhumance qui peut se faire sur des distances plus ou moins longues selon les années, est surtout propre aux ethnies Kel Tamachek (Touareg et Bella) et Peul (Djelgobé et Gaobé) qui sont des bergers de "profession".

Les autres ethnies, menant certaines activités autres que l'élevage, se sont sédentarisées dans les grands centres tels que Djibo, Markoye, Déou, et près des mares et des points d'eau pérennes tels que Oursi et Bangao. Ces populations, à la différence des nomades qui se déplacent avec leurs tentes et dressent des "villages éphémères", ont de vrais villages à habitations inamovibles. Ce sont : les Songhaïs et assimilés, les Rimaïbés, les Haoussa, les Maures (commerçants), et enfin les Mossis et assimilés.

L'interdépendance de ces populations aux genres de vie différents, contribue à parfaire l'harmonie de leur cohabitation.

2) Le cadre pastoral

Etant donné les conditions climatiques, hydrologiques et édaphiques qui régissent la vie dans cette province, le développement de l'agriculture y serait un investissement hasardeux et, les populations rurales l'ayant vite compris, se livrent à une agriculture extensive à productivité aléatoire. Cette activité secondaire est associée à l'élevage qui est également extensif mais très productif dans cette région où le lait est l'aliment de base des populations rurales.

Pour les raisons précitées (conditions du milieu défavorables au développement de l'agriculture) et compte tenu de l'adaptation des animaux aux conditions du milieu, les populations rurales s'adonnent plus à l'élevage et la région est désignée à tort comme "zone à vocation pastorale" et non comme "zone à contrainte pastorale" (BARRAL, 1977).

L'Oudalan possède à elle seule 1/10 du cheptel burkinabè et le développement de l'élevage est favorisé par l'implantation du Service Provincial de l'Elevage (S.P.E.) dont l'action porte sur cinq points essentiels (ROUAMBA, 1983).

La première de ces actions est l'amélioration de l'alimentation animale par la vente aux éleveurs de sous produits agro-industriels, mais cette action est encore embryonnaire.

La seconde est l'amélioration des conditions d'élevage par les conseils et démonstrations d'élevage que le S.P.E. apporte aux éleveurs.

La troisième action consiste à assurer la protection sanitaire des animaux par les soins et vaccinations sur demande, ainsi que par les campagnes annuelles de vaccination afin d'éviter les épizooties. Cette action est très développée.

L'organisation des éleveurs et la mise en place d'infrastructures permettant de faciliter la commercialisation du bétail, constituent le quatrième point qui est très peu abordé.

Le dernier rôle principal joué par le S.P.E. est l'amélioration des potentiels zootechniques des animaux afin d'augmenter leur productivité, voire même - c'est un projet - de passer à un élevage intensif dans la région.

Tout comme les humains, les animaux d'élevage de la région doivent être adaptés aux conditions du milieu : sécheresse prolongée, fourrages pauvres en quantité et en qualité. On ne rencontre alors dans la région que des animaux de races rustiques.

2.1. Les principales races d'élevage (S.P.E., 1986)

2.1.1. La race bovine

Elle est représentée par une race unique qui est le zébu (Bos indicus) dont on peut distinguer 3 variétés principales.

- Le zébu foulbé ou zébu peuldu Sahel. Il peut dans de bonnes conditions atteindre 350 kg avec un rendement carcasse de 48 à 52 % et fournir 2 à 3 litres de lait par jour.
Cette variété tend à disparaître par le manque de contrôle des croisements avec les autres variétés de la région.

Le zébu Azaouak en provenance des pays voisins (Mali et Niger) se retrouve dans l'Oudalan en quantité non moins importante.

Le métis zébu foulbé - Azaouak. Il est actuellement le plus répandu dans la province. Il a fait l'objet d'études au ranch de Markoye en vue d'augmenter la production de viande. Bien qu'il soit le plus répandu et qu'il offre de bonnes qualités bouchères, les éleveurs lui préfèrent le zébu foulbé car ils n'arrivent pas à lui assurer une alimentation correcte.

En plus de ces trois variétés de zébus, on note un nombre très réduit d'autres zébus tels que le zébu Maure, le zébu M'bororo et leurs métis, en provenance des pays voisins.

2.1.2. Les races ovines

On rencontre principalement deux races ovines dans la Province.

- Le mouton peul ou bali-bali est le plus répandu. Il atteint un poids moyen adulte de 40 kilogrammes avec un rendement carcasse de l'ordre de 50 %.

- Le mouton du Macina est introduit du Mali et du Niger par les éleveurs dans leurs cheptels et par le P.A.E. (Projet Agro-Ecologique) à Djibo. C'est un animal rustique de petite taille dont la potentialité est la production de laine (0,5 à 1 kg/an/animal). Sa petite taille ne lui offre pas de bonnes qualités bouchères et par conséquent, il est en nombre réduit dans la région.

Il est important de noter la présence en nombre infime, de métis provenant de ces deux races ovines.

2.1.3. Les races caprines

- La chèvre du sahel est la plus répandue et elle a de bonnes aptitudes bouchères. Sa rusticité est de loin supérieure à celle des ovins.

- La chèvre rousse de Maradi a été introduite dans la région pour sa forte prolificité (2 à 3 petits par portée) et aussi pour sa peau dont la qualité est très recherchée dans l'industrie du cuir.

Malheureusement, sa petite taille lui confère une mauvaise aptitude bouchère.

2.1.4. Les autres races

- La volaille, composée essentiellement de poules et de pintades de race locale, est élevée de façon traditionnelle par les Rimaïbé, les Mossi et autres sédentaires.

Leur effectif quasi-nul qui apparaît au tableau IIA (b) est dû non seulement au fait que les éleveurs ne signalent pas leurs volailles, mais aussi aux maladies aviaires qui ont décimé un très grand nombre d'animaux au cours du premier trimestre de l'année 1986.

- Les asins sont très répandus dans la région à cause de leur rusticité. Ils servent de moyens de transport, de monture et d'animaux de trait pour charrettes.

- Les Equidés sont peu répandus car ils résistent mal aux conditions rigoureuses du milieu. Ils sont utilisés surtout comme monture dans la province.

- Les porcins n'y sont pas élevés pour des raisons religieuses.

- Les camélidés y sont représentés par les dromadaires qui sont très rustiques. Ils servent de monture et sont le moyen de transport de choix pour les nomades.

L'effectif de ces animaux que nous avons obtenu auprès du S.P.E. de l'Oudalan est consigné dans le tableau II A.

2.2. Les pâturages naturels

Comment nourrir tant d'animaux dans un milieu aussi hostile que celui de l'Oudalan ?

La réponse est : nomadisme, transhumance et migration.

Ainsi, l'agriculture étant peu développée et les sous-produits agro-industriels peu abondants et très coûteux, l'éleveur est contraint à rechercher le pâturage naturel où l'eau sera également présente.

Comme nous l'avons déjà signalé, on distingue trois groupements végétaux et par conséquent trois types de pâturages, de dunes, de glacis et des dépressions et bas-fonds (GROUZIS, 1984).

2.2.1. Les pâturages dunaires

Ils constituent des réserves fourragères sur pied fréquemment exploitées en toute saison et sont formés en grande majorité d'herbacées annuelles telles que *Zornia glochidiata* et *Cenchrus biflorus*.
La production de ces pâturages peut atteindre 1,4 t M.S. ha^{-1} (GROUZIS, 1984) en herbacées qui sont en association avec des espèces ligneuses telles que *Balanites aegyptiaca* et *Guiera senegalensis* qui sont très appétées.

Espèces animales	Prix (F)
Bovins	
Taureau de 4 ans	50.000
Taureau de 8 ans	95.000
Taureau de reforme	45.000
Génisse de 2 ans	45.000
Vache de 6 ans	60.000
Vache de reforme	40.000
Boeufs de trait (1 paire)	140.000
Mouton adulte	3.500 à 15.000
Chèvre adulte	3.000 à 12.000
Dromadaire ♂ de 6 ans	75.000
Dromadaire ♀ de 6 ans	40.000
Cheval adulte	125.000
Asin adulte	15.000 à 25.000
Pintade	700
Poulet	600
Productions animales	**Prix (F)**
Oeuf de pintade (unité)	20
Viande (tas)	100
Cuir	1.000
Peau	350
Lait (le litre)	300

a. Mercuriales

Espèces animales	Nombre de têtes
Bovins	70.000
Ovins	40.000
Caprins	50.000
Asins	15.000
Camelins	10.000
Equins	3.000
Volailles	-
Porcins	0

b. Effectif du cheptel

Espèces animales	Nombres de têtes / an
Bovins	1.800
Caprins	4.200
Ovins	1.200
Dromadaires	60

c. Abattages contrôlés

Tableau IIA. Effectif du cheptel, mercuriales et abattages contrôlés de la province de l'Oudalan (1986)

Source : S.P.E. de l'Oudalan.

2.2.2. Les pâturages sur glacis

Ils sont le plus souvent exploités vers la fin de la saison pluvieuse et en début de saison sèche. Formés en majorité d'espèces annuelles telles que Schoenefeldia gracilis, Tribulus terrestris et Pennisetum pedicellatum, ces pâturages sont très pauvres et la production de la strate herbacée y est de l'ordre de 0,4 t M.S. ha^{-1} selon GROUZIS (1984) et de 0,5 à 0,9 t M.S. ha^{-1} selon ROUAMBA (1983). Cette strate herbacée est associée à une strate ligneuse composée surtout de Commiphora africana et Pterocarpus lucens.

2.2.3. Les pâturages de dépressions et bas-fonds.

Ceux-ci sont utilisés surtout vers la fin de la saison sèche après l'assèchement des mares et en début de saison sèche dans les dépressions à assèchement précoce. Ces pâturages sont inondables et on y trouve des espèces herbacées telle que Echinochloa colona, Oryza longistaminata et Cyperus esculentus. La production de la strate herbacée y est estimée à 1,3 t M.S. ha-1 par GROUZIS (1984). Les essences ligneuses telles que Acacia seyal et A. nilotica var adansonii qui sont associées à la strate herbacée, se regroupent en formations serrées.

2.3. Les autres sources d'alimentation

2.3.1. Les résidus de culture

Comme nous l'avons déjà souligné, l'agriculture est peu développée dans l'Oudalan et les résidus de culture y sont proportionnels. Le peu de tiges de mil, de fanes d'arachide, et de haricot sont consommées sur place ou collectées et conservées par les sédentaires, pour permettre à leurs animaux de franchir la période critique qu'est la fin de la saison sèche.

2.3.2. Les sous-produits agro-industriels

Très coûteux pour l'éleveur traditionnel moyen, ils sont vendus seulement dans les grands centres en vue de complémenter certains animaux tels que les boeufs de trait, les moutons de case et autres petits élevages en stabulation. Ces sous-produits sont surtout des graines de coton à 42 francs le kg et du son de blé cubé. Leur achat par les populations des campagnes est très rare à cause de leur prix et de leur insuffisance quantitative.

2.3.3. L'abreuvement

Le problème alimentaire étant en grande partie résolu par le pâturage naturel, les éleveurs évoquent un problème plus crucial, celui de l'eau qui interdit toute exploitation dans certains vastes pâturages bien fournis.

En saison pluvieuse, l'abreuvement se fait directement dans les mares et autres dépressions. Par contre en saison sèche, il se fait dans des puisards le plus souvent creusés dans les lits des mares. L'abreuvement se fait une fois par jour si la distance du parcours n'excède pas 10 km du point d'eau sinon, l'abreuvement se fait tous les deux jours.

L'analyse de ce mode d'élevage nous permet de constater que actuellement, seul l'élevage extensif peut procurer un revenu aux populations rurales; en cas de très mauvaises années, on note une transhumance massive des éleveurs vers les zones plus avantageuses pour éviter des catastrophes comme celle de 1972 où les animaux ont été décimés par suite de malnutrition.

2.4. Les produits de l'élevage

2.4.1. Les animaux sur pied

Dans la province de l'Oudalan comme partout ailleurs au Burkina, le prix des animaux sur pied varie selon le vendeur (éleveurs ou commerçants), le milieu (villes ou campagnes), les périodes (approches de fêtes) et les contraintes (maladies, déficiences alimentaires, besoins urgents de liquidité).

Les prix donnés par le S.P.E. de l'Oudalan et que nous avons consignés dans le tableau II.A sont ceux constatés sur le marché de Gorom-Gorom en cette année 1986.

La production de certains animaux sur pieds tels que les lapins, les canards et les dindons est à signaler. Cela ne figure pas dans les données du S.P.E., soit parce que les éleveurs (qui sont généralement des sédentaires des grandes villes) ne le signalent pas, soit par négligence de la part des agents du S.P.E.

2.4.2. Les productions animales

Tout comme les animaux sur pieds, les productions animales subissent une grande variation de prix selon leur rareté ou leur abondance, et selon les lieux et les périodes.

Ainsi, le lait qui à Gorom-Gorom coûte 300 francs le litre, se vend à 100 francs le litre à Oursi à la même période. Il en est de même pour la viande dont le prix varie en fonction de celui de l'animal abattu.

Les valeurs consignées au tableau II A.C ne représentent qu'une partie du nombre d'animaux abattus.

En effet, selon les dires du directeur du S.P.E., l'abattage clandestin est observé dans la province.

Compte tenu de l'insuffisance de moyens de contrôle, l'inspection de viande se fait dans les villages uniquement les jours de marché (un jour sur sept) et dans les grands centres tels que Djibo, Markoye et Déou tous les jours.

Certaines productions animales ne sont pas encore commercialisées. C'est le cas du fumier dont la production réelle est rendue difficile par le manque d'enclos permanents pour les grands animaux, et par l'absence de demande due au faible développement de l'agriculture dans l'Oudalan.

*

* *

C H A P I T R E III.

Présentation générale de l'étude.

1. Critères de choix des sites étudiés.

Les trois grandes unités végétales décrites par GROUZIS (1984) ont guidé notre choix. Les milieux de dunes et ensablements, les milieux de glacis et les milieux de talwegs et dépressions ont été retenus pour cette étude.

A l'exception du milieu de talwegs et dépressions où un seul site a été retenu, dans les deux autres milieux. Plusieurs sites ont été pris en compte. Le choix de plusieurs sites par milieu est guidé par l'hétérogénéité de ces milieux, observée lors des travaux antérieurs (TOUTAIN, 1976 ; GROUZIS, 1979). L'observation des cartes de la végétation (carte de la biomasse herbacée au 01/10/1977 par LEVANG (1978), d'images de simulation du satellite Spot (1981), a permis de situer 5 sites dans le milieu de dunes et ensablements et 4 autres dans le milieu de glacis.

L'étude des formations végétales de ces sites répartis sur l'ensemble du bassin versant de la mare d'Oursi, nous permettra d'avoir un aperçu sur l'évolution saisonnière de la production végétale et de déterminer les zones les plus productrices.

Plusieurs travaux ont été effectués dans le cadre de cette étude.
Le premier a été le sondage du peuplement ligneux afin de déterminer les espèces dominantes ainsi que leur recouvrement.
Le suivi phénologique des espèces ligneuses dominantes qui s'est échelonné sur toute la durée de notre étude constitue le deuxième point. Il consiste à caractériser les états phénologiques des individus suivis entre deux passages du satellite.
La description des états de surface des sites choisis juste avant l'installation réelle des herbacées est le troisième point de notre étude.
Le quatrième point consiste à estimer les biomasses herbacées des sites au moment des observations. Le recensement des espèces herbacées a été aussi réalisé à chaque observation par points-contacts, afin d'étudier leur structure et leur évolution saisonnière.
Des observations sommaires sur la phénologie des espèces herbacées ont enfin été faites lors des manipulations.

2. Les différents sites et leurs groupements végétaux.

2.1. Les sites de glacis.

Le site 1B est une formation de pied-mont (Koel) à Cenchrus biflorus, Tribulus terrestris, Schoenefeldia gracilis pour les espèces herbacées et à Acacia raddiana, Balanites aegyptiaca pour les essences ligneuses.

Le site 2B est une formation en interfluve près du massif de Kouni-Kouni à Schoenefeldia gracilis, Aristida adscensionis pour les herbacées et à Acacia senegal, Commiphora africana pour les essences ligneuses.

Le site 3B est une formation en interfluve non loin du marigot Gountouré à Schoenefeldia gracilis, Aristida mutabilis pour les espèces herbacées et à Balanites aegyptiaca, Acacia raddiana, A. senegal pour les essences ligneuses.

Le site 5B est une formation d'interfluve localisée à 1,5 km environ au sud-est du campement ORSTOM (Djalafanka), et peuplée de Schoenefeldia gracilis qui domine les espèces herbacées et de Acacia raddiana pour les essences ligneuses.

2.2. Les milieux de talwegs et dépressions.

Ils sont représentés par un site unique (4B) placé à 3 km environ dans une formation dense à Panicum laetum, Echinochloa colona pour les herbacées et à Acacia nilotica var adansonii, A. seyal, A. senegal pour les essences ligneuses.

2.3. Les sites de dunes.

Le site 6B est une formation de jeune dune qui se trouve à cinq kilomètres environ de Oursi sur la piste menant à Déou. Les espèces herbacées qui y poussent sont surtout Cenchrus biflorus, Tribulus terrestris et Tragus berteronianus, associées à Balanites aegyptiaca et Acacia raddiana qui sont les espèces ligneuses.

Le site 7B est également une formation de jeune dune éloignée d'environ 6 km de Oursi sur la piste qui mène au mont Tin-Edjar. Les espèces herbacées telles que Tragus berteronianus et Aristida adscensionis poussent en association avec Balanites aegyptiaca et Combretum glutinosum qui sont les essences ligneuses principales.

Le site 8B est une formation de vieille dune située à 2 km au nord du 7B. Il est peuplé surtout de Schoenefeldia gracilis, Tribulus terrestris et Eragrostis pilosa pour les espèces herbacées, associées à des espèces ligneuses telles que Balanites aegyptiaca et Acacia raddiana.

Le site 9B, à 12 km environ d'Oursi dans la même direction, représente le même type de milieu que le site 7B. C'est une formation à Cenchrus biflorus, Zornia glochidiata pour les espèces herbacées et à Guiera senegalensis, Balanites aegyptiaca pour les essences ligneuses.

Le site 10B est une formation de jeune dune localisée à 6 km environ d'Oursi sur la piste qui mène à Trin-Djel. Cenchrus biflorus et Tragus berteronianus sont les principales espèces herbacées qui poussent en association avec des espèces ligneuses telles que Balanites aegyptiaca et Acacia raddiana.

C H A P I T R E IV.

Le peuplement ligneux des sites étudiés.

1) Structure spatiale et spécifique du peuplement ligneux.

1.1. Définitions.

La structure de la végétation est définie par GODRON et al. (1983) comme la répartition spatiale des individus végétaux de la station. Elle peut être verticale ou horizontale.

La structure verticale ou stratification est le découpage imaginaire de la végétation en plans parallèles au sol, plus ou moins conventionnels appelés strates.

Le recouvrement qui est une composante de la structure horizontale, est le pourcentage de la surface du sol qui serait recouvert si on projetait verticalement sur le sol les couronnes végétatives des individus végétaux. Pour faciliter sa mesure, il peut être transposé sur une ligne (GOUNOT, 1969).

La structure spécifique de la végétation se caractérise par la richesse, l'abondance, la fréquence et l'importance spécifique. La richesse spécifique est le nombre d'espèces présentes dans le site. L'abondance spécifique est déterminée par la densité de l'espèce considérée dans le site.

La fréquence spécifique est le pourcentage d'observations d'une espèce par rapport au nombre total d'observations réalisées. L'importance spécifique correspond à la biomasse, au biovolume ou au recouvrement de l'espèce considérée.

1.2. Méthodes.

1.2.1. Généralités.

La structure de la végétation peut être étudiée par diverses méthodes dont celle utilisée par TRAORE (1978) dans notre zone d'étude. Cette méthode dite des "carrés" consistait à recenser tous les individus espèce par espèce contenus dans des parcelles d'un hectare réparties sur l'ensemble de la zone.

La méthode que nous avons utilisée est celle proposée par GOUNOT (1969). Elle consiste à réaliser l'échantillonnage le long d'une ligne droite, dans une direction fixée à partir d'un point aléatoire et sur une distance donnée (un kilomètre dans notre cas). Cette méthode dite de "la ligne" présente des avantages mais aussi des limites.

Elle présente l'avantage d'être facile à mettre en oeuvre. Cela nous permet de gagner du temps que nous pouvons utiliser pour couvrir de plus grandes aires. La nécessité de couvrir de plus grandes surfaces dans les sites choisis permet de répondre à la petite échelle à laquelle sont prises les images par satellite. Les mesures de fréquences réalisées par cette méthode sont les plus commodes pour l'étude rapide de la structure de la végétation et elles permettent d'avoir un aperçu sur l'homogénéïté ou l'hétérogénéïté de la station (GODRON et al, 1983).

Cette méthode permet aussi l'analyse de la structure verticale du peuplement ligneux et en particulier d'estimer le recouvrement ligneux par strates.

Selon ce dernier auteur, cette méthode est cependant limitée par le fait que les mesures de fréquences réalisées ne permettent d'atteindre que 50 à 70 % du nombre total des espèces de la station. Mais il est possible d'améliorer la précision des estimations en faisant plusieurs lignes par site.

1.2.2. Protocole de terrain.

Sur chacun des sites étudiés, nous avons effectué trois lignes parallèles d'un kilomètre de long, équidistantes de cent mètres.

Sur chaque ligne, trois opérations essentielles ont été réalisées.

La première est le recensement des individus espèce par espèce en vue d'étudier la structure spécifique ligneuse du site.

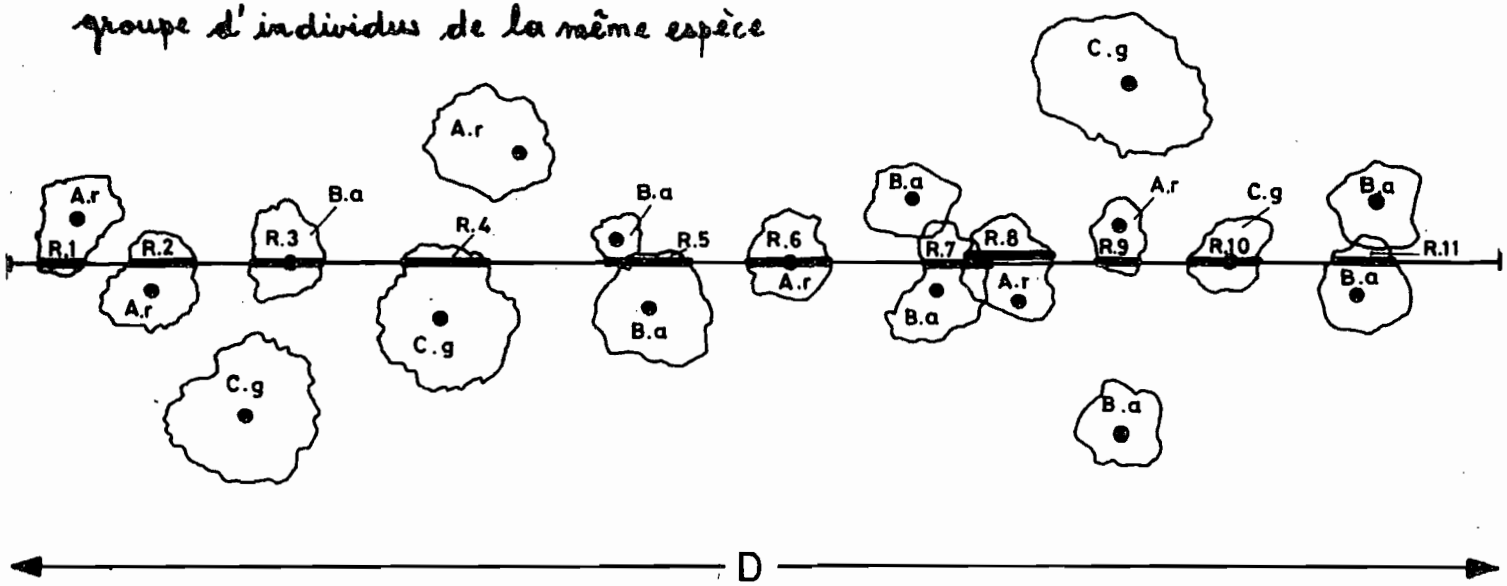
La seconde est la mesure du recouvrement qui est faite directement à l'aide d'un décamètre, pour tous les individus dont la couronne recouvre la ligne d'échantillonnage (fig. 6).

La dernière est la mesure de la hauteur des ligneux. Elle a nécessité au départ un décamètre pour ceux de moins de deux mètres et un dendromètre Blume-Leiss pour les arbustes et arbres de plus de deux mètres. Avec l'habitude, ces hauteurs ont cependant été estimées à vue d'oeil par la suite.

Dans le cadre de notre étude, cette méthode doit nous permettre d'estimer le nombre d'espèces présentes sur le site, leur fréquence et leur recouvrement. Pour plus de précision, le nombre d'espèces sera donné après une extension. Cette opération consiste à recenser sommairement les espèces du site que nous n'avons pas rencontrées lors de cet échantillonnage.

Elle nous permettra en outre d'estimer le recouvrement par strate ainsi que le recouvrement ligneux global du site.

B.a = Balanites aegyptiaca
A.r = Acacia raddiana
C.g = Combretum glutinosum
Ri = Recouvrement mesuré par individu ou par groupe d'individus de la même espèce



$$R = \frac{\sum_{1}^{n} Ri}{D} \times 100$$

fig 6 : Shéma explicatif de la mesure linéaire du recouvrement ligneux

1.3. Résultats.

Dix huit espèces ont été recensées sur les dix sites étudiés.

Avec un nombre moyen de sept espèces par site, la flore ligneuse des sites étudiés est relativement pauvre.

Cette richesse spécifique varie cependant du simple au double d'un site à l'autre. Les milieux les plus riches sont surtout les glacis à plaquage sableux (3B avec 11 espèces) et les dunes de l'erg ancien (8B avec 12 espèces). Les autres milieux tels que les glacis à sols lourds (5B, 4 espèces) et les cordons dunaires hydromorphes à sols peu évolués (6B, 4 espèces) sont parmi les plus pauvres de la zone.

Dans notre aire d'étude, l'espèce la plus fréquente est Balanites aegyptiaca (ZYGOPHYLLACEES) qui est présente dans tous les sites avec une contribution spécifique qui va de 9 % au 4B à 65 % au 6B. Cette espèce est suivie par trois autres qui sont présentes dans sept sites sur dix.

La première est Acacia raddiana (MIMOSACEES) dont la contribution atteint 9,3 % au 8B et 66,7 % au 1B.

La deuxième est Acacia senegal (MIMOSACEES) avec une contribution spécifique qui atteint 34,5 % au 2B.

Leptadenia hastata (ASCLEPIADACEES) est la troisième espèce qui contribue pour 26,7 % à l'effectif total du peuplement ligneux sur le site.

Parmi les espèces recensées, certaines semblent caractéristiques de certains milieux. Des espèces très fréquentes sur les glacis (Commiphora africana) ne sont pas rencontrées dans les milieux dunaires. Conformément aux résultats de GROUZIS (1979), le tableau IV.A indique une fréquence élevée d'Acacia seyal et d'A. nilotica var. adansonii dans les talwegs et dépressions (4B), de Guiera senegalensis dans les milieux de dunes (55 % au 9B) et dans les glacis à recouvrement sableux (6 % au 3B), et d'Acacia raddiana en piedmont sableux (66,7 % au 1B).

A l'intérieur même de chaque site, nous observons une dominance spécifique car les individus qui peuplent un site ne sont pas répartis équitablement entre les différentes espèces qu'on y rencontre.

Ainsi, le 1B est dominé par Acacia raddiana qui contribue pour 75,4 % du peuplement ligneux avec un recouvrement de 66,7 %.

De même, le site le plus riche (8B) est dominé à 63,6 % par Balanites aegyptiaca qui assure 65,7 % du recouvrement total (10,8 %).

Tableau IV A : - Nombre d'individus rencontrés sur 3 lignes de 1 000 mètres.

Espèces Sites	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B
Acacia laeta	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0
Acacia nilotica	0	0	0	23	0	0	0	7	1	0
Acacia raddiana	43	2	18	0	6	6	0	6	0	18
Acacia senegal	1	11	16	4	0	0	0	3	2	1
Acacia seyal	0	0	0	20	0	0	0	6	0	0
Balanites aegyptiaca	8	3	25	5	4	17	20	61	11	22
Bauhinia rufescens	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Calotropis procera	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Combretum aculeatum	1	0	0	0	0	0	4	1	0	0
Combretum glutinosum	0	0	1	0	0	1	4	2	0	5
Commiphora africana	0	9	3	1	1	0	0	0	0	0
Guiera senegalensis	0	0	5	0	0	0	7	0	22	0
Grewia bicolore	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Leptadenia hastata	2	0	6	0	4	0	2	1	4	7
Leptadenia pyrotechnica	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
Maerua crassifolia	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0
Pterocarpus lucens	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Ziziphus mauritiana	0	0	2	3	0	0	0	3	0	0
Nombre d'espèces par site	6	7	11	6	4	4	6	12	5	6

L'espèce la plus abondante ou la plus fréquente n'est cependant pas forcément celle qui a le recouvrement le plus important. Les données en annexes IV. A montrent par exemple que sur la troisième ligne du 7B, 7 Balanites aegyptiaca ont le même recouvrement que 2 Combretum glutinosum. De même, Leptadenia hastata qui est six fois plus fréquent que Combretum glutinosum du 3B, a le même recouvrement que ce dernier.

Les recouvrements spécifiques individuels mesurés sur le terrain sont sommés et rapportés à la distance totale de la ligne pour obtenir le recouvrement spécifique par ligne puis par site et enfin le recouvrement total par site (tableau IV.B).

Le recouvrement par site connait une très grande variation allant de 1 % dans les sites les moins couverts (5B) à 18 % dans les sites à fort recouvrement (4B).

Les valeurs du recouvrement en fonction de la stratification ont été représentées sous forme de graphiques (fig. 8).

Quatre des dix strates délimitées par GODRON et al (1983) ont été retenues : 0 à 2 mètres pour la première, de 2 à 4 mètres pour la deuxième, de 4 à 8 mètres pour la troisième et plus de huit mètres pour la dernière.

Ces graphiques nous montrent que la majorité des ligneux se trouvent dans les strates deux et trois pour des hauteurs comprises entre deux et huit mètres et qu'il n'existe que très peu d'arbres de huit mètres et plus.

Cependant, l'analyse de ces graphiques permet d'observer des différences sensibles dans le recouvrement des sites.

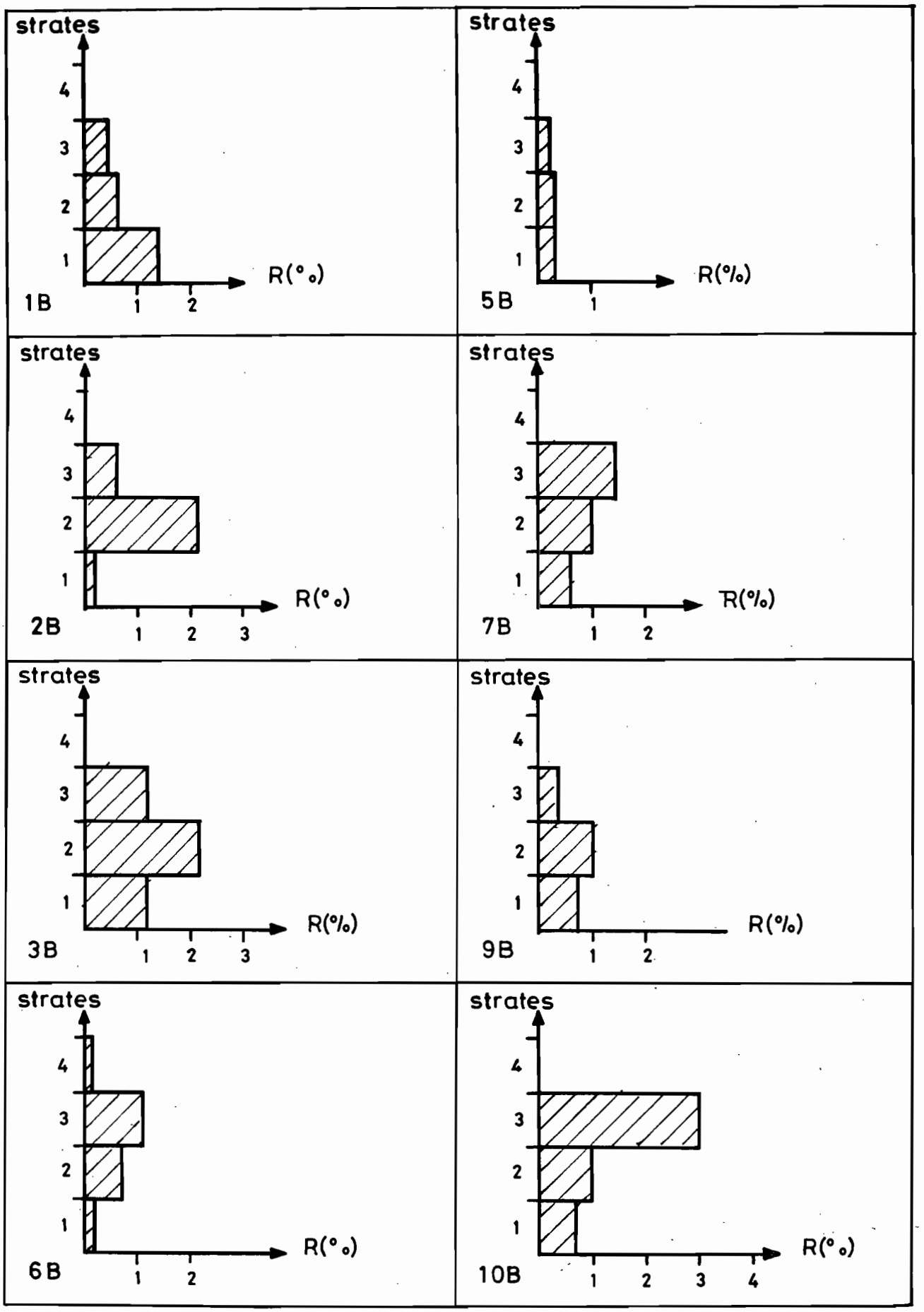
Certains sites tels que le 4B, le 8B et le 10B ont leur recouvrement assuré principalement par les formations arbustives hautes (troisième strate). Dans le 4B qui est un milieu de talwegs et dépressions, sur les 18 % du recouvrement, 17,7 % sont assurés par cette strate ; la hauteur des individus qui le peuplent serait due non seulement aux apports hydriques favorables, mais aussi aux abondantes substances nutritives du substrat édaphique (GROUZIS, 1984).

Sur le 8B et le 10B qui sont des milieux dunaires, le recouvrement est assuré respectivement à 50 % et à 65,2% par ces formations arbustives hautes. Nous pensons que dans ces milieux, l'ancienneté de la fixation par la végétation jouerait un rôle dans la hauteur des individus qui les peuplent.

D'autres sites tels que le 2B et le 3B ont leur recouvrement assuré principalement par les formations arbustives basses de la deuxième strate. Ces deux sites de glacis ont un recouvrement respectif de 2,4% et de 4,6 %. Le fait que le 3B comporte plus d'individus hauts que le 2B

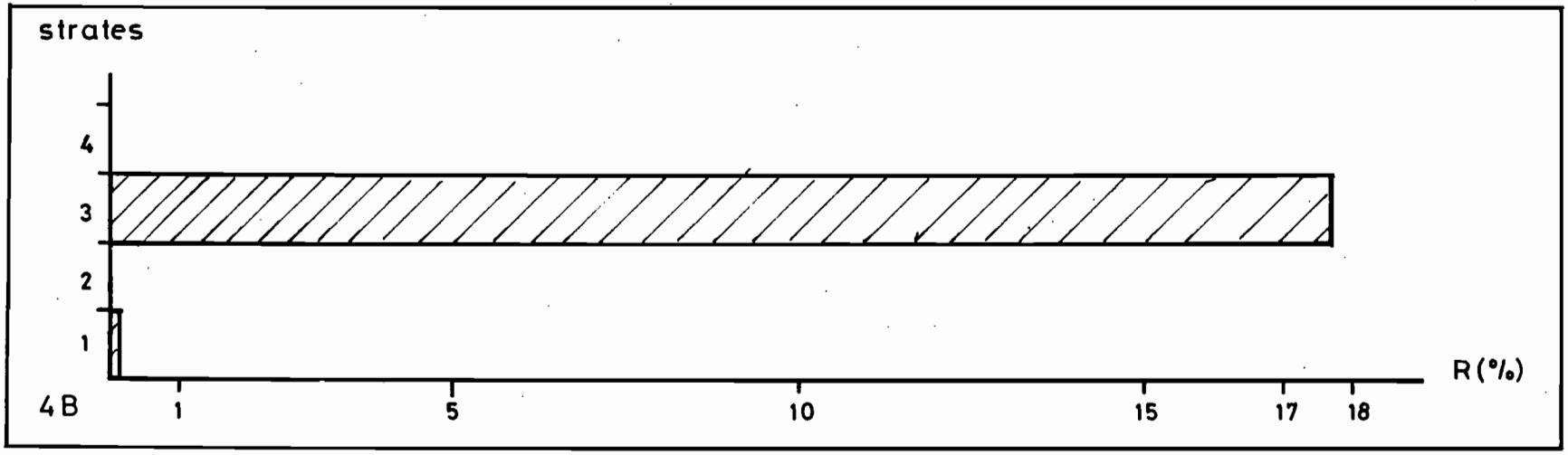
Tableau IV. B : - Recouvrement ligneux par site.

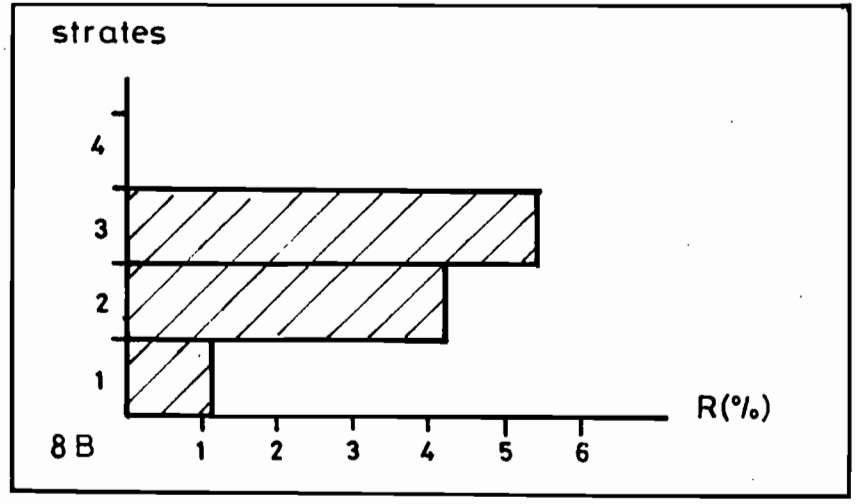
Sites	Recouvrement total (%)	Espèces dominantes	Recouvrement spécifique (%)
1 B	2,4	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	66,7 25
2 B	2,9	Acacia senegal Commiphora africana	34,5 34,5
3 B	4,6	Acacia raddiana Acacia senegal Balanites aegyptiaca	19,6 17,4 41,3
4 B	17,8	Acacia nilotica var adansonii Acacia senegal Acacia seyal	45,5 10,7 34,3
5 B	0,8	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	37,5 50
6 B	2,2	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	22,7 63,6
7 B	3	Balanites aegyptiaca Combretum glutinosum	53,3 26,7
8 B	10,8	Acacia raddiana Acacia seyal Balanites aegyptiaca	9,3 9,7 65,7
9 B	2,1	Balanites aegyptiaca Guiera senegalensis	42,9 38,6
10 B	4,6	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	28,3 43,5



strates $\begin{cases} 4 \Leftrightarrow [\,8m + \infty\,[\\ 3 \Leftrightarrow [\,4\,;\,8m\,[\\ 2 \Leftrightarrow [\,2\,;\,4m\,[\\ 1 \Leftrightarrow [\,0\,;\,2m\,[\end{cases}$

fig. 6.bis. Recouvrement ligneux par strate et par site





strates
- 4 ⟺ [8m ; + ∞ [
- 3 ⟺ [4 m ; 8m [
- 2 ⟺ [2 m ; 4m [
- 1 ⟺ [0m ; 2m [

fig. 6.bis : (suite)

pourrait être lié au substrat édaphique car selon LEPRUN (1977 in GROUZIS, 1979), 3B est un glacis à couvert sableux tandis que 2B est un glacis à sol entièrement développé sur gabbros.

Par ailleurs, le site 1B est principalement recouvert par une formation sous arbustive (strate 1) qui assure 58 % de son recouvrement total (2,4 %). Ce site de glacis est entouré de champs et nous pouvons supposer que la faible hauteur des ligneux qui le peuplent est due au fait qu'il est une jachère récente.

2) Etude phénologique.

2.1. Définitions.

La phénologie végétale est définie par LE FLOC'H, 1969 (in TRAORE, 1978), comme l'étude des relations entre la périodicité des phénomènes morphologiques et physiologiques des plantes et celles des variables écologiques actives, plus particulièrement les variables climatiques.

L'activité végétale est l'ensemble des phénomènes morphologiques et physiologiques qui concourent au maintien de la vie d'un individu végétal. Les observations macroscopiques les plus commodes portent notamment sur la croissance et le développement (LE FLOC'H, 1969 in TRAORE, 1978).

Selon le même auteur, la croissance est une augmentation de taille sans modification qualitative des organes. Le développement désigne une série de changements qualitatifs qui aboutissent normalement à la production du fruit par un individu.

Les observations phénologiques portent sur les diverses phases et stades de l'activité d'un individu végétal considéré dans son milieu.

LE FLOC'H, 1969 (in TRAORE, 1978) définit la phase comme une durée de croissance ou de développement. Elle est caractérisée par un aspect morphologique particulier. Le stade est défini comme une étape plus ou moins durable d'une phase donnée, il est caractérisé par un aspect morphologique particulier plus ou moins facile à percevoir extérieurement.

2.2. Méthodes.

2.2.1. Généralités.

Le protocole de notre étude a été guidé par quatre choix : celui des espèces à étudier, celui des individus à observer et leur nombre et enfin celui du mode de suivi de la phénologie.

Dans le cas particulier de nos travaux, l'étude phénologique répond à la nécessité de caractériser la structure des formations végétales au moment du passage du satellite. Elle consiste en particulier à quantifier les modifications physionomiques du couvert ligneux qui ont pu intervenir entre deux passages.

Puisque les observations réalisées par satellite portent sur les caractéristiques d'ensemble des sites, nous nous sommes intéressé pour réaliser notre échantillonnage aux espèces présentant le plus fort recouvrement sur le site étudié.

Le nombre d'individus choisis par espèce et par site doit être le plus grand possible, mais ce nombre à parfois dû être limité en fonction de la densité de l'espèce sur le site.

Pour caractériser morphologiquement les stades phénologiques des phases de feuillaison, floraison et fructification, nous avons employé la méthode utilisée par de nombreux auteurs tels que TRAORE (1975), GROUZIS et SICOT (1980), PIOT et al (1980) pour l'étude phénologique des ligneux. La notation de la "classe 0" (v_6, f_6, F_4) de PIOT et al (1980) a été appliquée.

Les stades suivants ont donc été retenus pour la feuillaison (v) :

- v_1 = gonflement des bourgeons, pas de feuilles développées,
- v_2 = début foliaison = bourgeons foliaires + quelques feuilles développées (plus de 10 % et moins de 50 % des organes de l'individu),
- v_3 = pleine foliaison (plus de 50 % des organes de l'individu ont des feuilles épanouies),
- v_4 = déclin de la foliaison (plus de 10 % mais moins de 50 % des feuilles ont changé de couleur),
- v_5 = chute des feuilles (plus de 50 % des organes de l'individu ont des feuilles sèches),
- v_6 = aucune feuille, pas de gonflement visible de bourgeons foliaires.

Les stades caractérisant la floraison (f) sont les suivants :

- f_1 = bourgeons floraux uniquement,
- f_2 = bourgeons floraux + fleurs épanouies (plus de 10 % et moins de 50 %),
- f_3 = pleine floraison (plus de 50 % de fleurs épanouies),
- f_4 = déclin de la floraison (plus de 10 % et moins de 50 % de fleurs sèches),
- f_5 = chute des pièces florales,
- f_6 = pas de fleurs, aucun bourgeon floral visible.

Les quatres stades de la fructification (F) ont été définis comme suit :

- F_1 = jeunes fruits en évolution,
- F_2 = plénitude de la fructification = fruits mûrs,
- F_3 = chute ou éclatement des fruits = dispersion,
- F_4 = aucun fruit = aucun des trois stades ci-dessus n'est observé.

Ces différentes notations nous permettent d'effectuer rapidement les relevés sur le terrain et la phénologie de chaque individu à une période donnée est caractérisée par un triplet de stades du genre "v_3, f_6, F_6", "v_3 f_4 F_2", v_6 f_6 F_4" ...etc.

2.2.2. Protocole de terrain.

Les essences dominantes ont été mises en évidence par l'étude de la structure du peuplement ligneux des différents sites. Nous avons retenu les espèces dont le recouvrement cumulé atteint 80 % environ du recouvrement total du site qu'elles peuplent. Ce recouvrement est souvent assuré par deux ou trois espèces du site. Sur l'ensemble des dix sites étudiés, huit espèces principales ont été retenues.

Sur chaque site, ce sont les plus grands individus qui ont été choisis. Ce choix a de plus été fait de manière à ce que les individus soient répartis sur l'ensemble du site. Les individus ainsi répérés sont peints sur le tronc et étiquetés.

Au total, trois cent cinquante cinq individus ont été retenus sur l'ensemble des dix sites.

Le nombre d'individus choisis par espèce et par site varie de dix (Combretum glutinosum au 7B) à trente (Guiera senegalensis au 9B) (tableau IV.c).

Ainsi, le nombre total d'individus retenus par site - toutes espèces comprises - varie de vingt cinq (au 6B) à soixante (au 4B).

Les observations sur la phénologie ont été faites à des dates qui correspondent à celles du passage du satellite.

La première observation a été réalisée entre le 24 Juin et le 05 Juillet 1986, la deuxième entre le 21 et le 29 Juillet 1986, la troisième entre le 27 Août et le 09 Septembre 1986 et enfin la quatrième du 23 Octobre au 01 Novembre 1986.

Tableau IV C : - Choix des individus et espèces par site.

Sites	Espèces retenues par site.	Nombre d'individus par espèce.	Nombre d'individus par site
1 B	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	15 15	30
2 B	Acacia senegal Commiphora africana	15 15	30
3 B	Acacia raddiana Acacia senegal Balanites aegyptiaca	15 15 15	45
4 B	Acacia nilotica var adansonii Acacia senegal Acacia seyal	30 15 15	60
5 B	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	15 15	30
6 B	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	10 15	25
7 B	Balanites aegyptiaca Combretum glutinosum	15 10	25
8 B	Acacia raddiana Acacia seyal Balanites aegyptiaca	10 10 15	35
9 B	Balanites aegyptiaca Guiera senegalensis	15 30	45
10 B	Acacia raddiana Balanites aegyptiaca	15 15	30
TOTAL	8	355	355

2.3. Résultats.

Le tableau IV.D. regroupe les pourcentages des différents stades phénologiques observés par milieu (glacis, dunes, dépressions) aux périodes correspondantes à celles des prises de vue du satellite.

Ces résultats nous permettent de constater que la majorité des ligneux ont une importante activité végétative pendant la période humide, puisque nous observons un pourcentage très élevé d'individus en pleine foliaison (v_3) de la première à la troisième observation (29 juin au 9 septembre) puis une baisse brutale du pourcentage à la dernière observation en octobre, juste à la fin de la saison humide (fig. 7).

Nous observons durant cette période humide, un pourcentage élevé d'individus à tous les stades de floraison. La dernière observation (23 octobre au 1er novembre) montre des individus sans fleurs ou qui portent des fleurs désséchées (fig. 8.).

La période de floraison explique le fait que nous ayions peu d'individus en fruits (20,9 %) en juin et un grand nombre (34,8 à 60 %) en octobre (fig. 9.).

A l'exception du milieu dunaire où les individus ont présenté tous les stades de fructification durant toute la période d'observation, dans les autres milieux on n'observe des fruits qu'à partir du mois de juillet.

La désynchronisation de phases notée au niveau des individus selon le milieu qu'ils peuplent peut être illustrée par deux exemples.

Le premier porte sur les différentes phases phénologiques de Balanites aegyptiaca qui peuple deux milieux différents : le milieu dunaire (6B, 7B, 8B, 9B, 10B) et le milieu de glacis (1B, 3B, 5B)

Pour la phase de foliaison, nous notons un pourcentage plus important (11 à 18 %) d'individus sans feuilles sur les glacis que sur les dunes (4 à 7,3 %) durant toute la période d'observations (tableau IV E. fig. 10

A partir de la deuxième observation (21 au 29/07), nous constatons une élévation plus importante du pourcentage d'individus en fleurs dans le milieu dunaire (33,7 %) que dans le milieu de glacis (13,4 %). A la première observation, tous les stades de floraison ont été notés dans les deux milieux (fig. 11.).

Par la suite, dans les glacis le pourcentage d'individus qui portent des fruits est faible (17,8 à 11,1 %) par rapport à celui des individus qui avaient fleuri (44,4 %)(fig. 12).

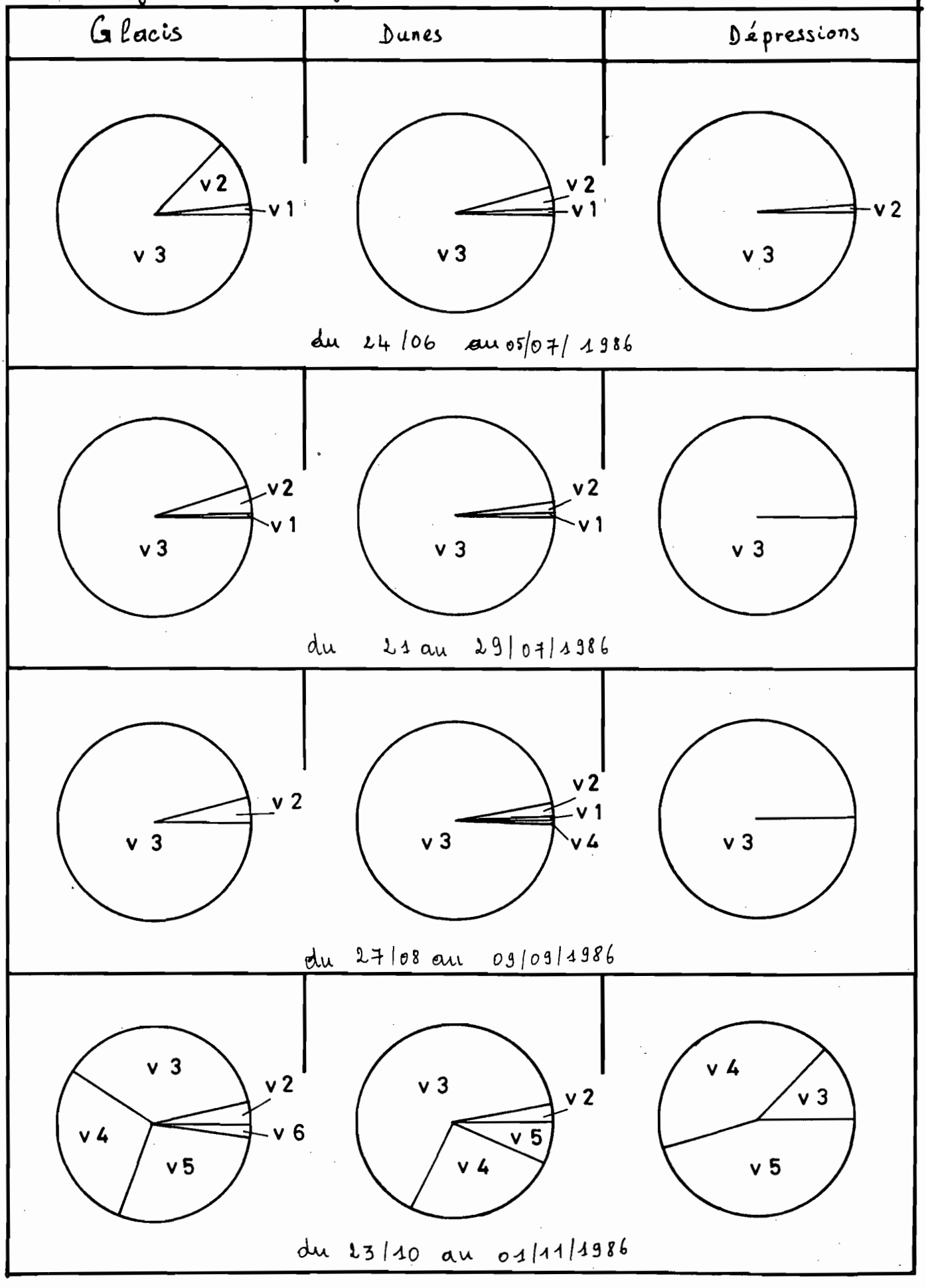
Foliaison (%)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	1,5	11,2	87,4	-	-	-
	du 21 au 29/07/ 1986	0,7	4,8	94,4	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	4,4	95,6	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	4,4	37	26,7	29,6	2,2
Dunes	du 24/06 au 05/07/1986	0,9	3,6	95,5	-	-	-
	du 21 au 29/07/ 1986	0,9	1,8	97,3	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	0,9	2,4	96,1	0,6	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	0	3	63,6	25,8	6,7	0,9
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	-	1,1	98,9	-	-	-
	du 21 au 29/07/ 1986	-	-	100	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	-	100	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	13,3	41,1	45,6	-

Floraison (%)		f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	12,6	5,2	2,2	0,7	-	79,3
	du 21 au 29/07/ 1986	18,5	7,2	-	3,5	-	70,7
	du 27/08 au 09/09/1986	7,4	13,3	8,2	11,1	5,2	54,8
	du 23/10 au 01/11/1986	-	0,7	0,7	2,2	11,1	85,2
Dunes	du 24/06 au 05/07/1986	13	14,3	13,6	11,8	0,6	46,7
	du 21 au 29/07/ 1986	6,7	10,6	10,3	22,4	-	50
	du 27/08 au 09/09/1986	4	10,9	8,5	16,4	15,5	44,9
	du 23/10 au 01/11/1986	3,1	1,8	0,9	0,6	21,8	71,8
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	14,4	1,1	6,7	26,7	-	51,1
	du 21 au 29/07/ 1986	4,4	2,2	1,1	55,6	-	36,7
	du 27/08 au 09/09/1986	2,2	2,2	-	26,7	34,5	34,4
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	-	-	31,1	68,9

Fructification (%)		F_1	F_2	F_3	F_4
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	-	100
	du 21 au 29/07/ 1986	5	2,6	-	92,4
	du 27/08 au 09/09/1986	8,9	11,9	0,7	78,5
	du 23/10 au 01/11/1986	5,9	10,4	18,5	65,2
Dunes	du 24/06 au 05/07/1986	4,9	10	6,1	79,1
	du 21 au 29/07/ 1986	30,1	7,3	6,7	55,5
	du 27/08 au 09/09/1986	10,3	23	7,3	50,6
	du 23/10 au 01/11/1986	1,8	6,7	48,8	42,7
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	-	100
	du 21 au 29/07/ 1986	35,4	15,6	48,9	-
	du 27/08 au 09/09/1986	5,6	37,8	17,8	38,9
	du 23/10 au 01/11/1986	-	10	50	40

Tableau IV E. : - Pourcentages moyens des stades phénologiques toutes espèces confondues dans les trois milieux étudiés.

Fig: 7: Phases végétatives par milieu et par observation



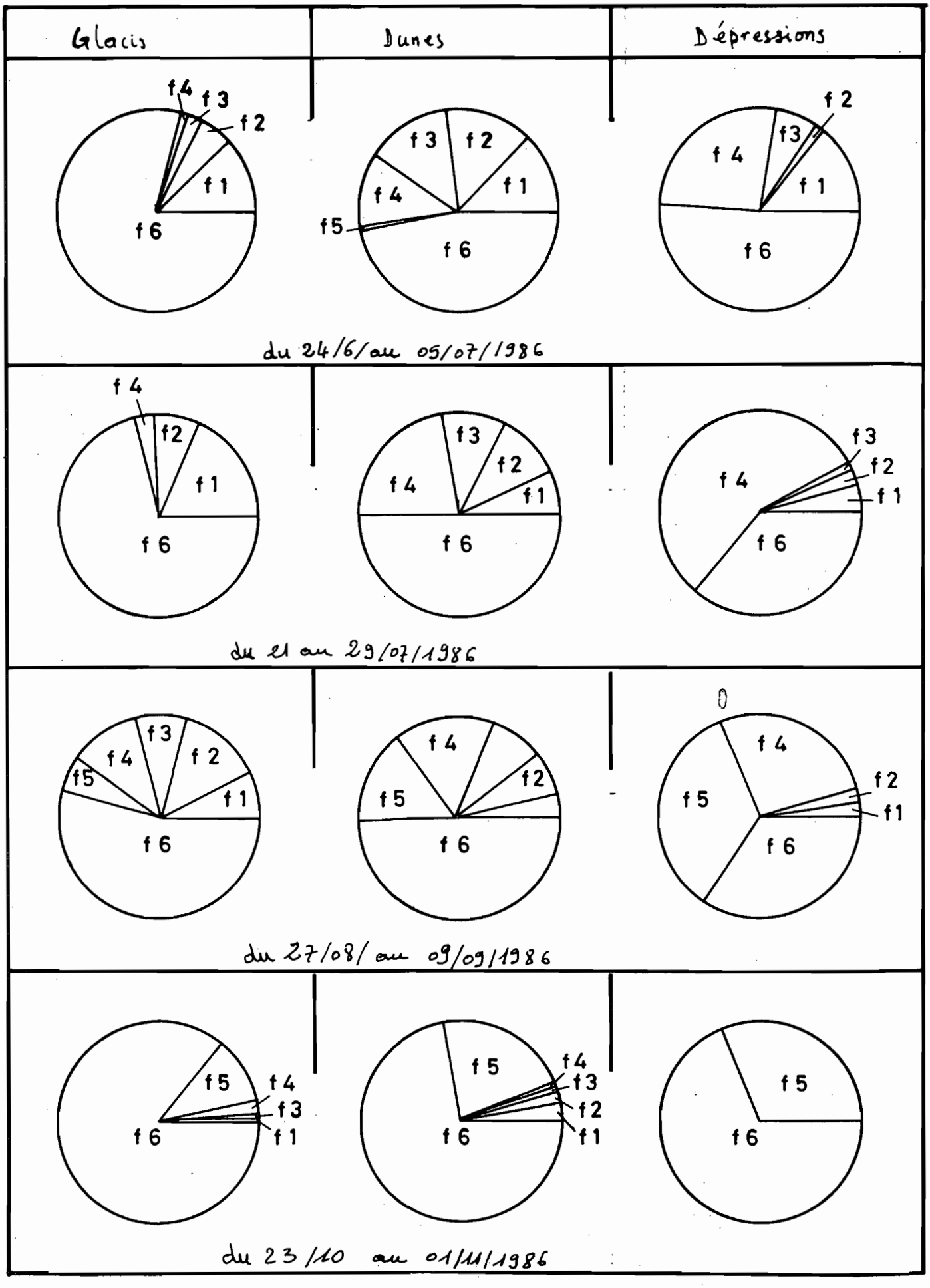


fig. 18: Phase de floraison par milieu et par observation

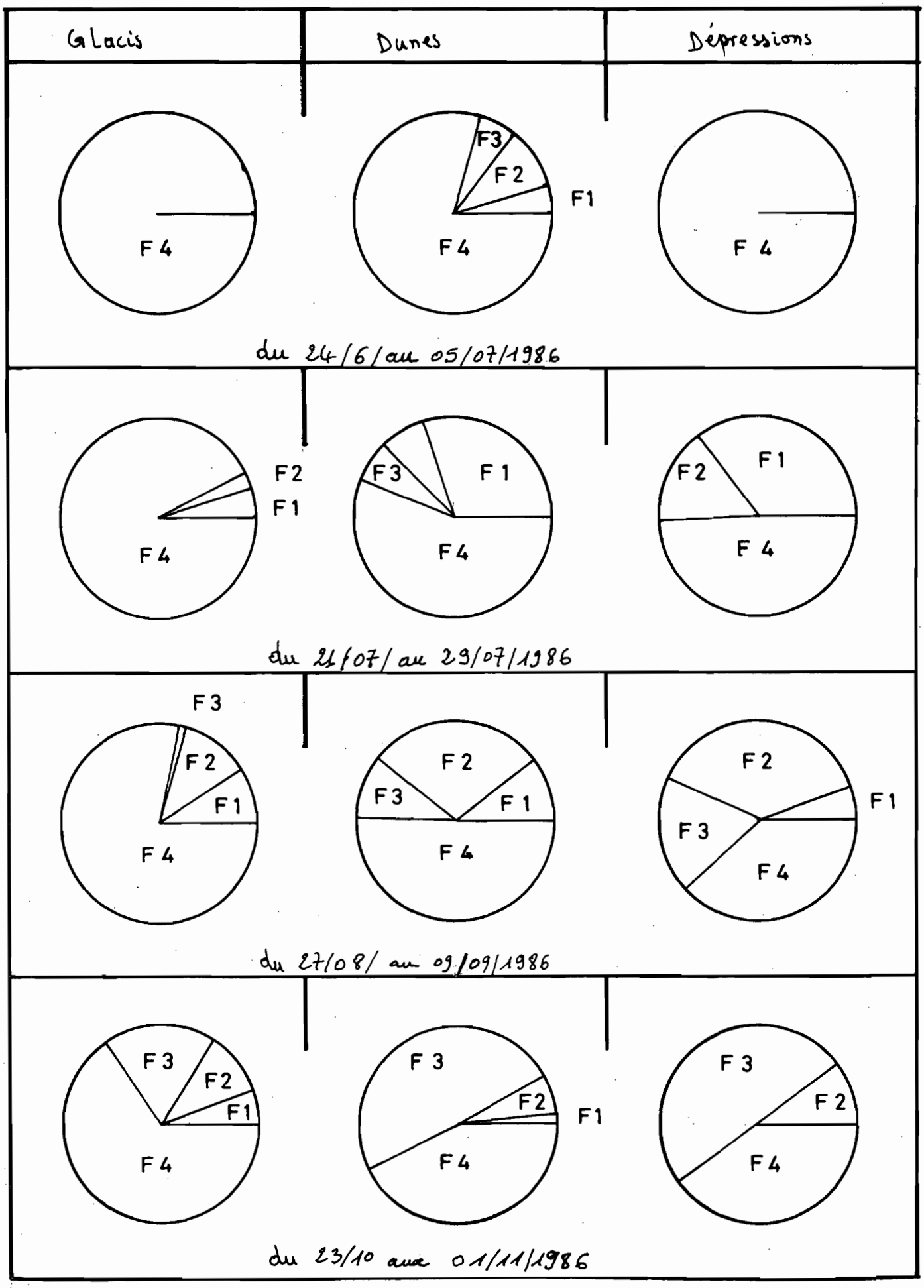


fig. 9 : Phases de fructification par milieu et par observation

Feuillaison du Balanites aegyptiaca (%)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
Dunes	du 24/06/au 05/07/1986	-	5,2	94,7	-	-	-
	du 21 au 29/07/ 1986	-	4	96	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	6,7	93,3	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	7,3	92,7	-	-	-
Glacis	du 24/06/au 05/07/1986	-	18	82	-	-	-
	du 21 au 29/07/ 1986	-	11,2	88,8	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	11,1	88,9	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	13,3	86,7	-	-	-

Floraison du Balanites aegyptiaca (%)		f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
Dunes	du 24/06/au 05/07/1986	18,7	12	9,3	1,3	1,3	57,3
	du 21 au 29/07/ 1986	14,7	13,3	6,7	2,7	-	62,7
	du 27/08 au 09/09/1986	2,7	21,3	9,3	2,7	-	64
	du 23/10 au 01/11/1986	5,4	4	1,3	1,3	-	88
Glacis	du 24/06/au 05/07/1986	26,7	13,4	2,2	2,2	-	55,6
	du 21 au 29/07/ 1986	6,7	6,7	-	-	-	86,7
	du 27/08 au 09/09/1986	6,7	17,8	2,2	-	-	73,3
	du 23/10 au 01/11/1986	-	2,2	-	-	-	97,8

Fructification du Balanites aegyptiaca (%)		F_1	F_2	F_3	F_4
Dunes	du 24/06/au 05/07/1986	6,7	16	9,3	68
	du 21 au 29/07/ 1986	14,7	16	9,3	60
	du 27/08 au 09/09/1986	10,7	10,7	16	62,7
	du 23/10 au 01/11/1986	1,3	5,3	29,3	64
Glacis	du 24/06/au 05/07/1986	-	-	-	100
	du 21 au 29/07/ 1986	4,4	7,8	-	87,8
	du 27/08 au 09/09/1986	8,9	-	2,2	88,9
	du 23/10 au 01/11/1986	6,7	6,7	4,5	82,2

Tableau IV.E. : Phénologie du Balanites aegyptiaca observée en milieu dunaire et en milieu de glacis.

Fig. 10 : feuillaison du Balanites aegyptiaca

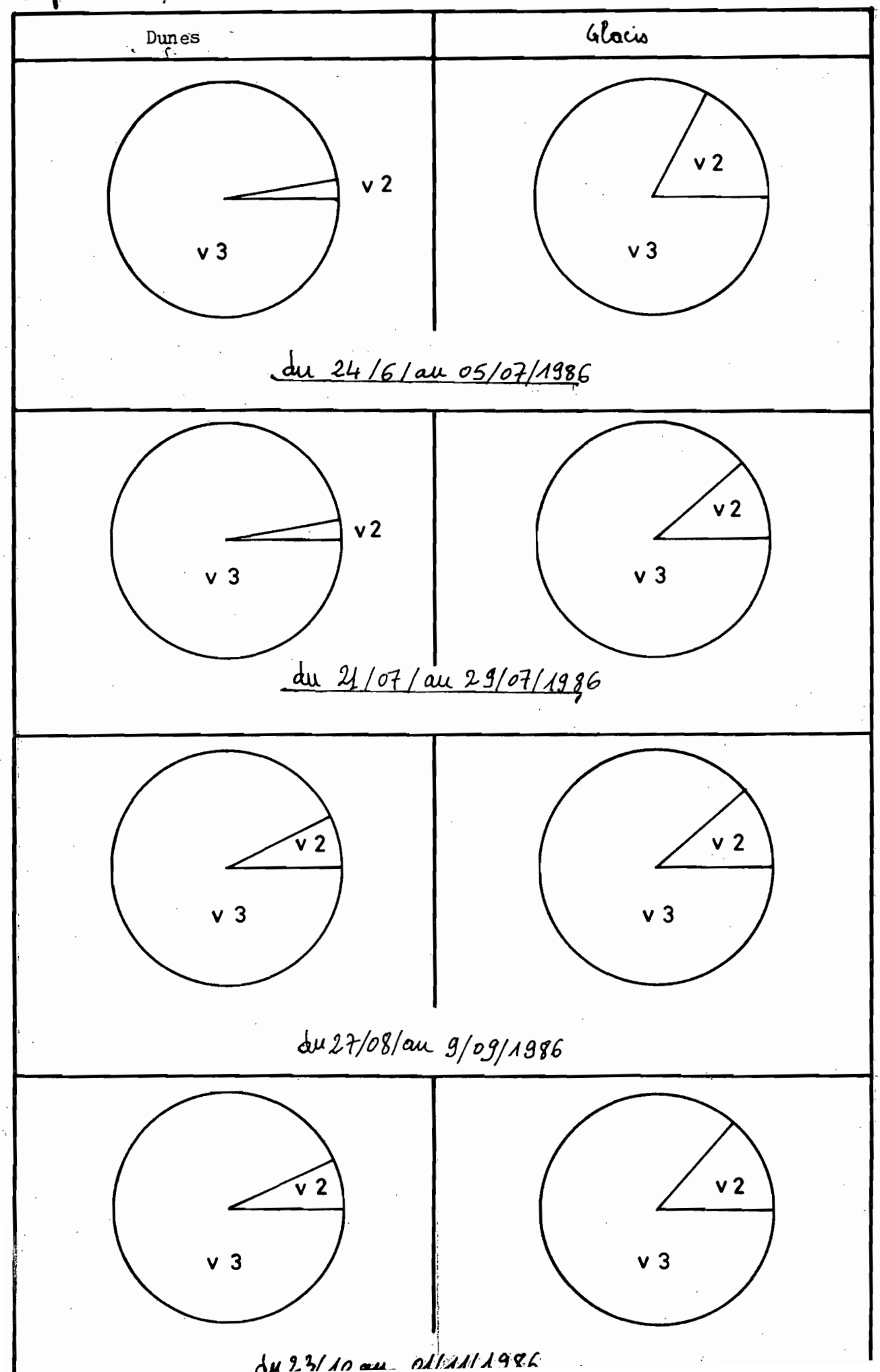


Fig. 11 : FLORAISON DU BALANITES AEGYPTIACA

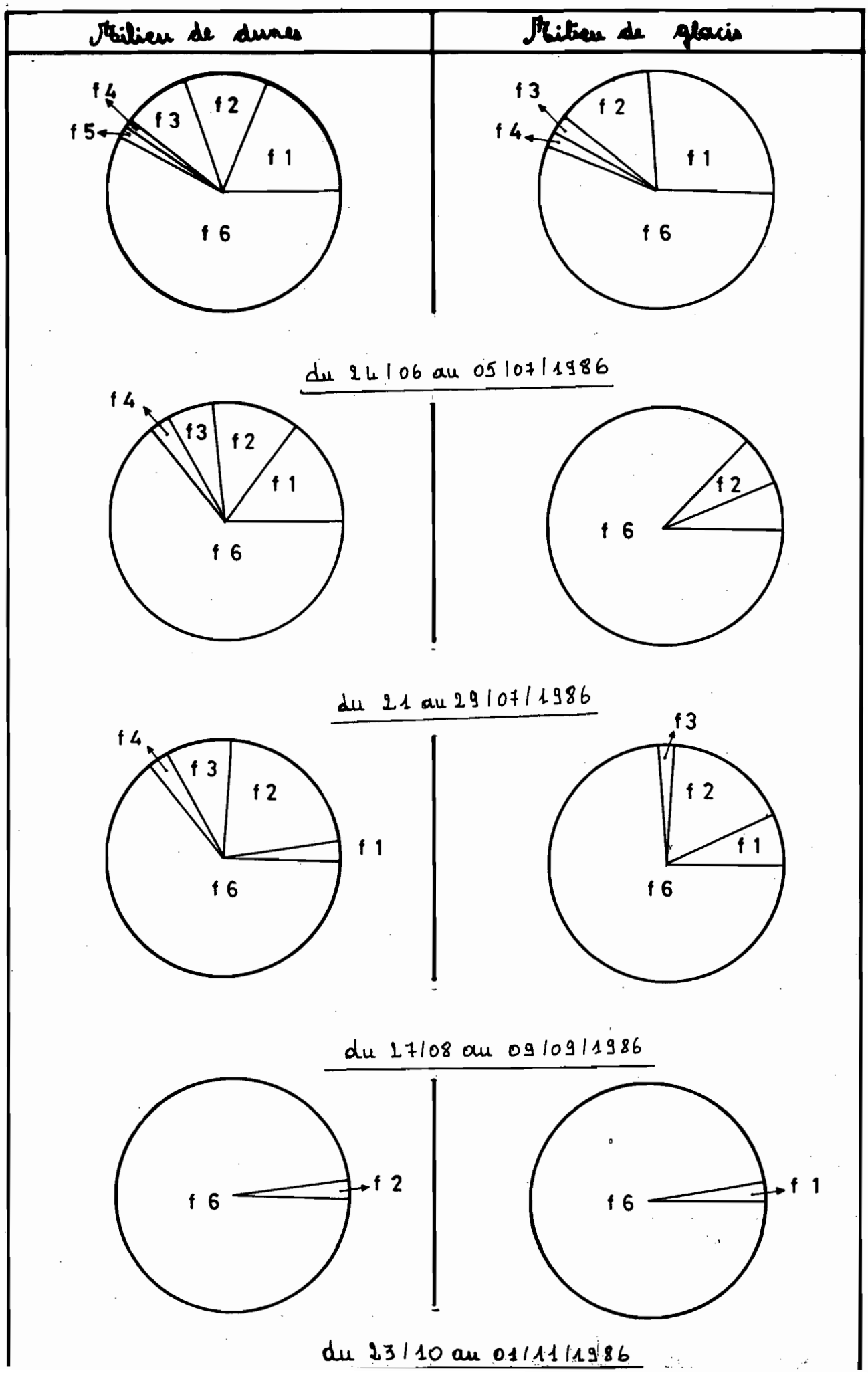
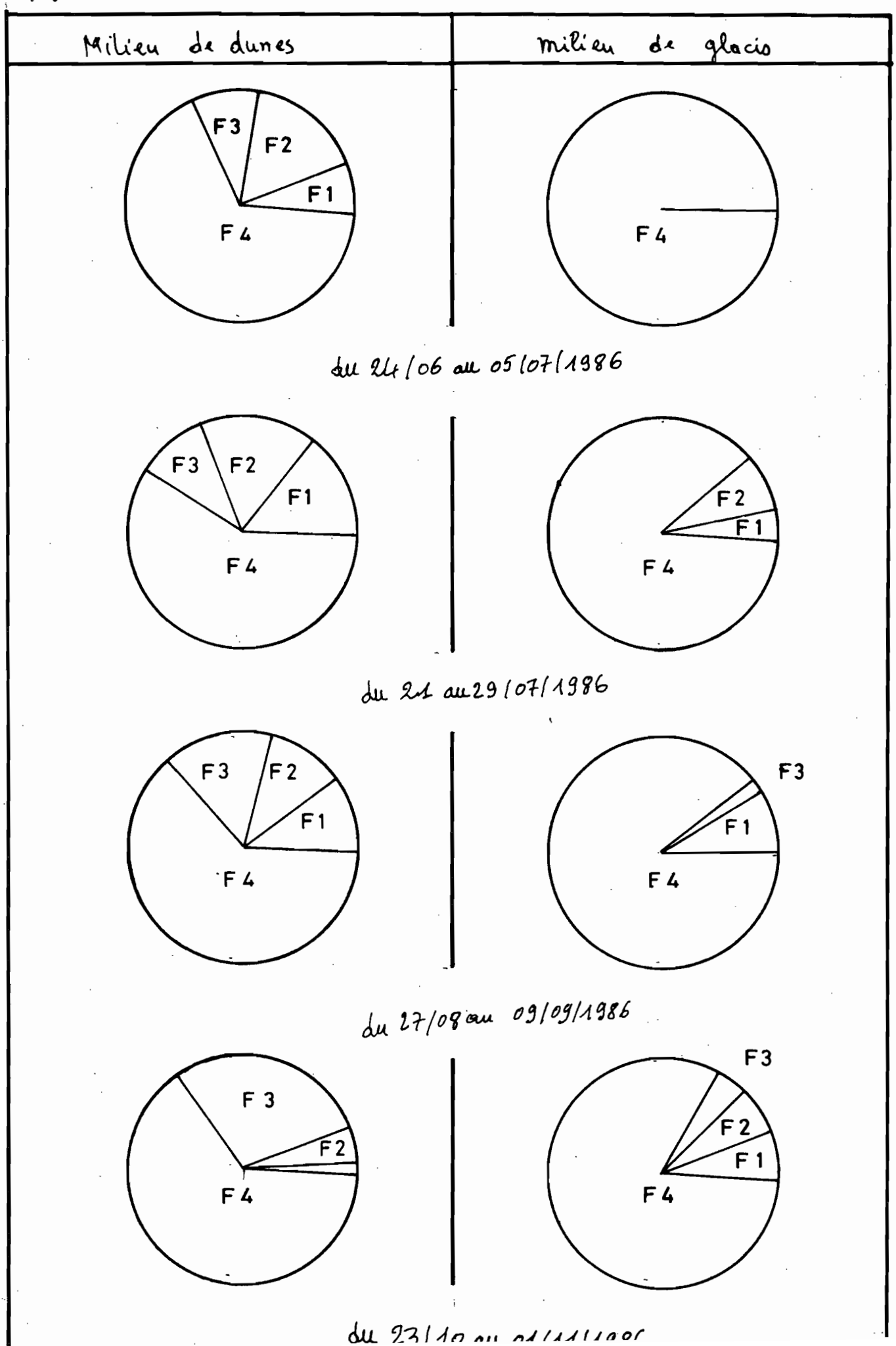


fig. 12: Fructification du Balanites aegyptiaca



Cette faible maturation florale pourrait être dûe à la faible hauteur des individus des glacis ainsi qu'aux dommages causés par les "sauterelles" fréquemment rencontrées sur les Balanites aegyptiaca dans ce milieu.

Le milieu de dune présente une constante supériorité du pourcentage d'individus qui portent des fruits - tous stades compris - (32 à 40 %) par rapport au milieu de glacis (0 à 17,8 %).

Ces comportements phénologiques différents traduisent de meilleures possibilités de croissance et de développement dans le milieu de dunes que dans le milieu de glacis.

Le deuxième exemple porte sur les différentes phénophases de Acacia senegal dans un milieu de dépressions (4B) et dans un milieu de glacis (2B et 3B).

L'analyse du tableau IV.F nous montre que les individus de dépressions sont en pleine foliaison (v3) dès la première observation (24/06 au 05/07) tandis que ceux des glacis n'atteignent leur maximum de foliaison qu'à la troisième observation (27/08 au 09/09). A la dernière observation, (fin octobre), 13,3 % des individus sont encore au stade "v3 dans les dépressions alors que tous les individus des glacis ont commencé á perdre leurs feuilles et même 69 % des individus sont déjà presque sans feuilles (fig.13).

La schématisation de la phase de floraison (fig. 14) met en évidence que dès le mois de juin, 20 % des individus de dépressions étaient au stade f3 et 80 % en déclin de floraison tandis que seuls 3,3 % des individus avaient quelques fleurs épanouies dans les glacis. Ce n'est qu'au mois d'août que 66,7 % des individus des glacis auront des fleurs à divers stades.
Des stades de fructification ont été notés sur les deux milieux à partir de la deuxième observation mais par la suite, la fructification a été plus complète dans le milieu de dépression où 100 % des individus ont fructifié alors que sur glacis, seulement 20 % des individus ont porté des fruits (fig.15).

Les Acacia senegal des dépressions ont donc un cycle de floraison et de fructification relativement plus complet que celui des individus sur glacis . Cela pourrait être dû au fait que le bilan hydrique est plus favorable dans les dépressions. Le faible pourcentage (20 %) des individus qui ont fructifié dans les glacis serait dû au fait que ceux-ci sont en majorité des arbustes bas (2 à 4 m de haut).

Ces deux comparaisons nous permettent de constater que pour des individus d'une même espèce, les différents stades phénologiques ne se déroulent pas forcément d'une manière synchrone ni avec la même intensité mais sont influencés par les conditions du milieu dans lequel ces espèces vivent.

Feuillaison de Acacia senegal (%)		v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	-	10,2	89,8	-	-	-
	du 21/ au 29/07/ 1986	-	3,3	96,7	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-		100	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	-	46,7	53,3	-
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	100	-	-	-
	du 21/ au 29/07/ 1986	-	-	100	-	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	-	100	-	-	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	13,3	6,0	26,7	-

Floraison de Acacia senegal (%)		f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	-	3,3	-	-	-	96,7
	du 21/ au 29/07/ 1986	36,7	3,3	-	-	-	60
	du 27/08 au 09/09/1986	0,7	20	13,4	26,7	-	33,3
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	-	-	-	100
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	20	80	-	-
	du 21/ au 29/07/ 1986	-	-	-	100	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	-	-	13,3	86,7	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	-	-	20	80

Fructification de Acacia senegal(%)		F_1	F_2	F_3	F_4
Glacis	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	-	100
	du 21/ au 29/07/ 1986	3,3	-	-	96,7
	du 27/08 au 09/09/1986	10	6,7	-	83,3
	du 23/10 au 01/11/1986	-	3,3	16,7	80
Dépressions	du 24/06 au 05/07/1986	-	-	-	100
	du 21/ au 29/07/ 1986	53,3	46,7	-	-
	du 27/08 au 09/09/1986	-	46,7	53,3	-
	du 23/10 au 01/11/1986	-	-	100	-

Tableau IV.F. : Phénologie de Acacia senegal observée en milieu de glacis et en milieu de dépressions.

fig. 13 : feuillaison de Acacia senegal

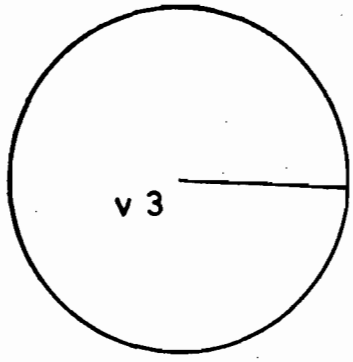
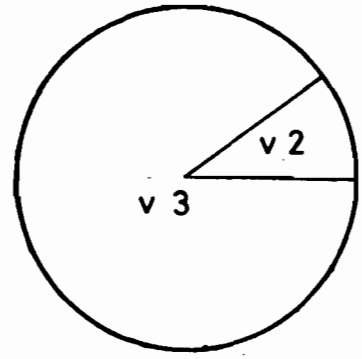
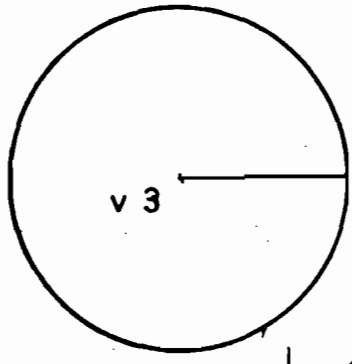
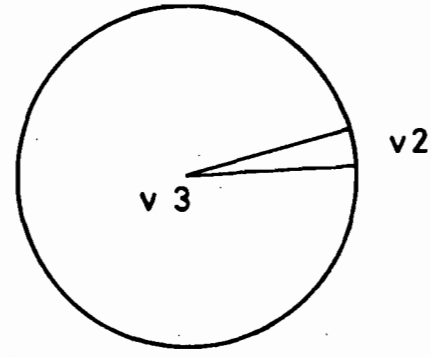
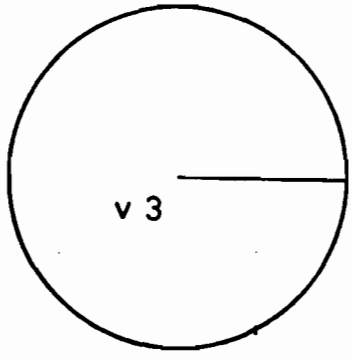
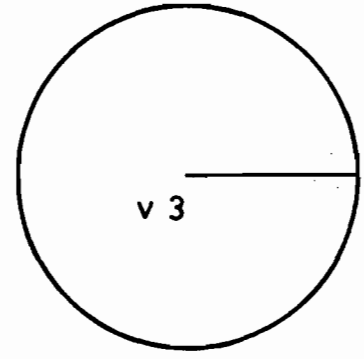
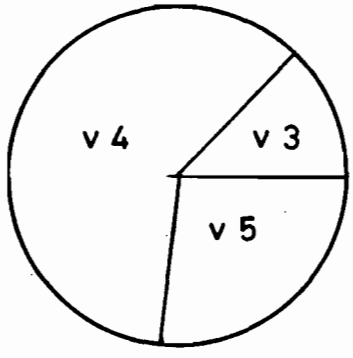
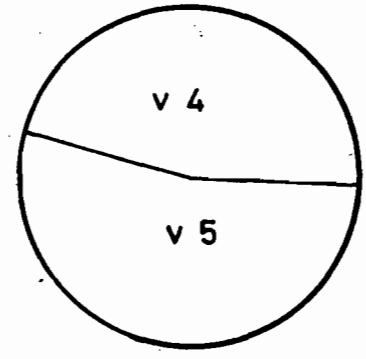
Dépressions (4B)	Milieu de glacis
	
du 24/6 au 05/07/1986	
	
du 21/07/ au 29/07/1986	
	
du 27/08/ au 09/09/1986	
	
du 23/10 au 01/11/1986	

fig. 14 : Floraison de Acacia senegal

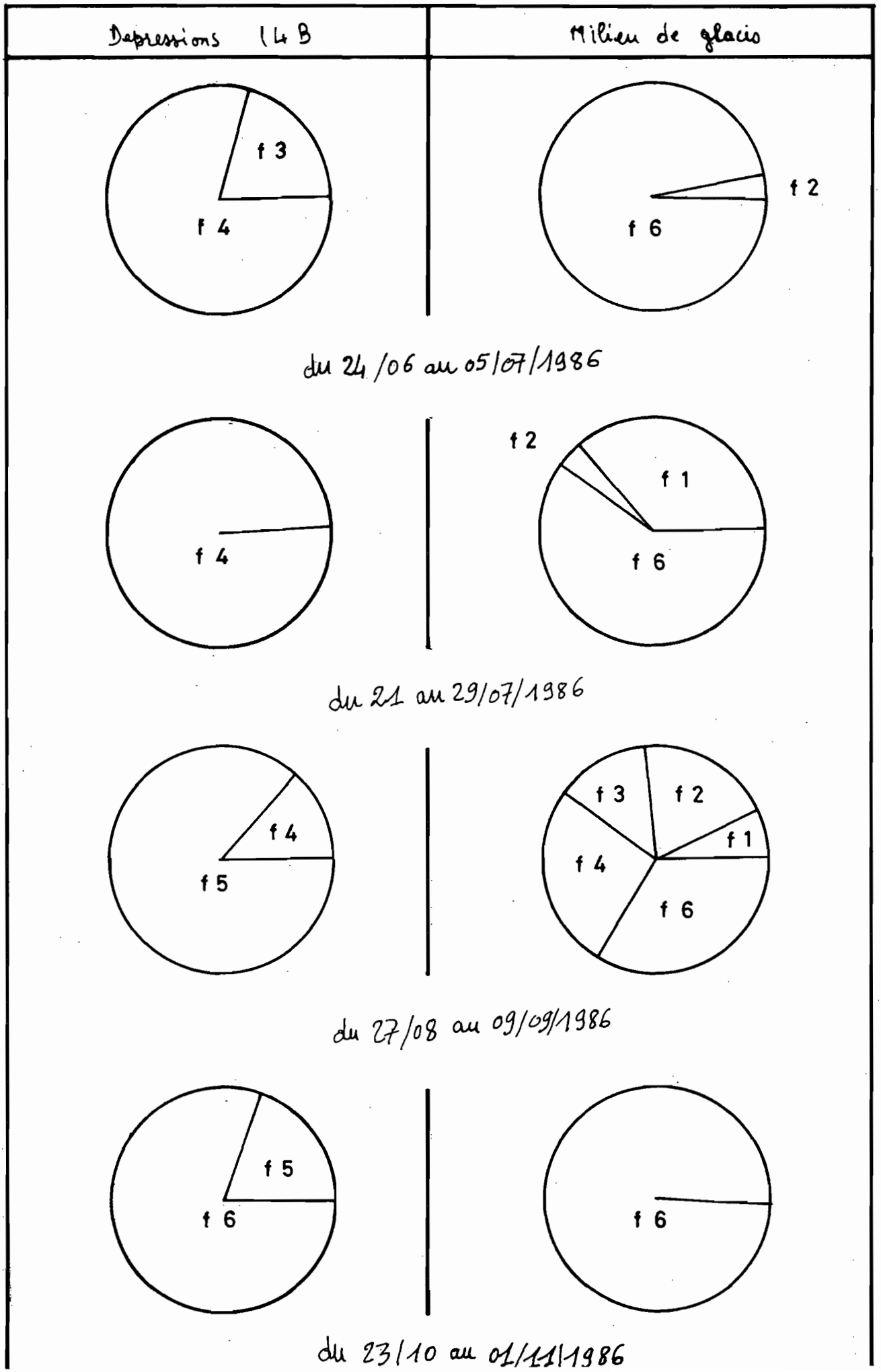
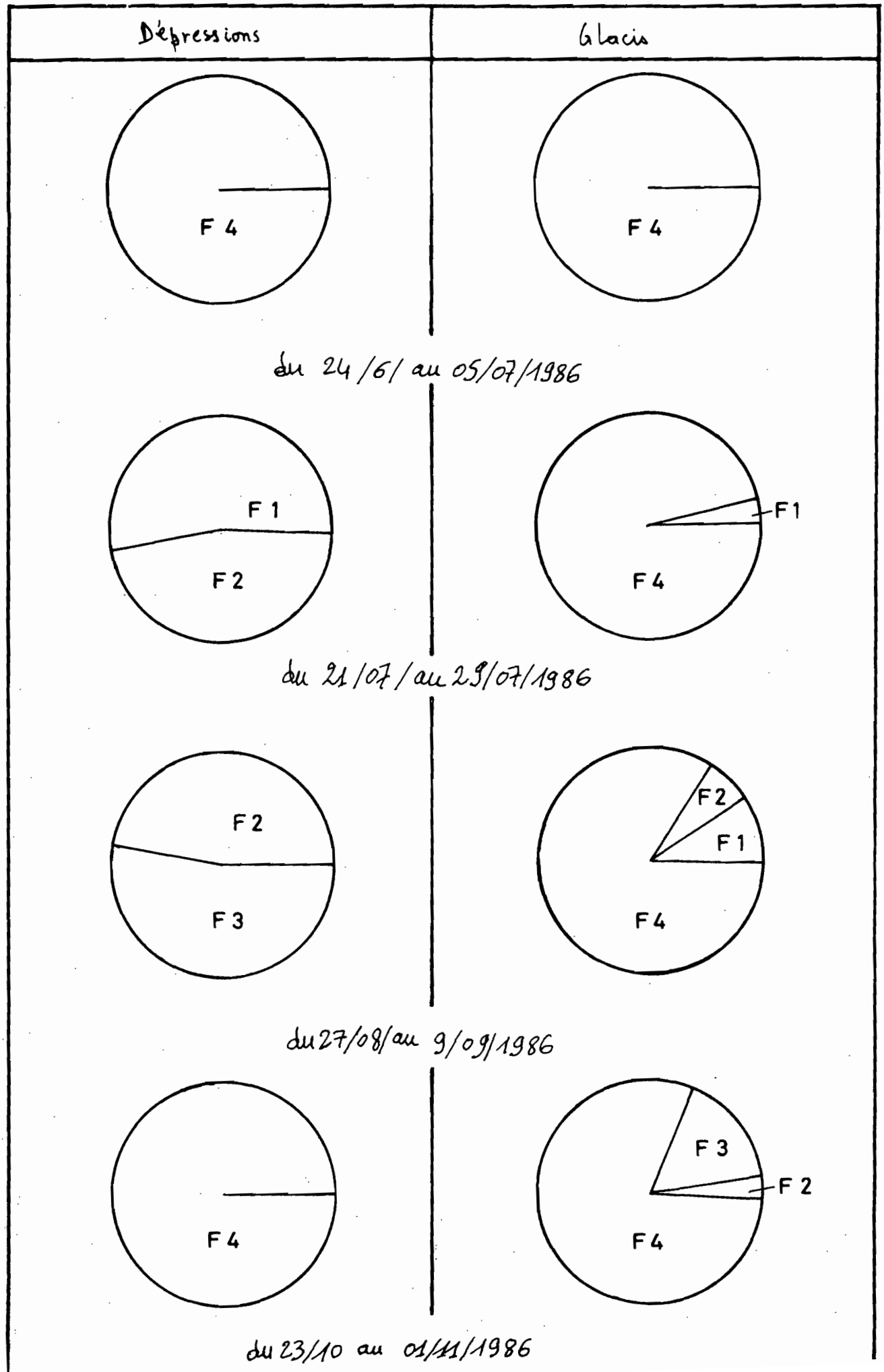


fig. 15 : Fructification de Acacia senegal



CHAPITRE V.

Les organisations pédologiques superficielles dans les différents sites étudiés

1. Définitions.

Les états de surface regroupent deux composantes à savoir les organisations pédologiques superficielles et le couvert végétal (VALENTIN, 1985).
Les organisations pédologiques superficielles concernent l'ensemble du matériau pédologique apprécié dans ses trois dimensions : les deux premières correspondent à la surface et la troisième aux 5 premiers centimètres en profondeur du sol.
Pour le couvert végétal, pris ici dans le sens de la proportion de la surface du sol recouverte par les individus végétaux, l'attention se porte surtout sur les caractères de la strate herbacée.

Une unité de surface ou "surface élémentaire" est un état de surface considéré comme homogène.

2. Méthode.

2.1. Généralités.

La méthode "des carrés" utilisée par COLLINET et al, 1980 (in VALENTIN, 1985) près de la mare d'Oursi consistait à décrire minutieusement des unités de surface sur des parcelles de dimensions très réduites (un mètre carré). Cette description a permis de mettre en relation des mesures de ruissellement sous pluies artificielles et les états de surface des carrés correspondants.

Pour estimer la part relative des différentes unités de surface sur des sites de grande taille, nous avons, dans le cadre de notre étude, utilisé une méthode qui consiste à mesurer, le long d'une ou plusieurs lignes, les distances couvertes par les différentes surfaces élémentaires. Cette méthode est voisine de celle utilisée pour l'estimation du recouvrement des ligneux (fig. 6.).

2.2. La description des états de surface.

La description des états de surface porte sur plusieurs variables dont le sol, son couvert minéral, son couvert herbacé, le microrelief, l'activité de la faune et l'activité humaine sont les principales.

Pour ce qui est du sol, trois éléments sont décrits.

Le premier est la couleur qui change en fonction de l'humidité et par conséquent nous noterons l'état d'humectation du sol lors de la description.

Le deuxième est la texture qui change en fonction des matériaux qui composent le sol et de leur arrangement : sols sableux très fins sur les dunes, sols sableux arénacés granitiques et quartzeux sur les glacis, sols argileux avec fentes de retrait dans les bas-fonds. Elle est aussi caractérisée par la cohésion des sols qui correspond, par exemple, à l'état grumeleux des sols argileux ou à l'aspect pulvérulent des sols sableux éoliens.

Le troisième est la structure superficielle du sol, qui a une grande importance dans le ruissellement. La description porte sur une tranche de sol épaisse d'environ 5 centimètres qui suffit généralement à la caractériser.

En zone sahélienne, la surface du sol est souvent encroûtée ; nous noterons l'aspect de cette croûte (uniforme ou pluristratifiée), la présence ou l'absence, en son sein, de bulles d'air et de radicelles, l'existence éventuelle de fentes de retrait (largeur, profondeur, densité) qui contribuent à l'augmentation de l'infiltration en début de pluie.

Le couvert minéral, à la surface du sol, est une autre variable de cette description. La présence ou l'absence de roches est notée, ainsi que les proportions de roches libres et de roches enchassées. La nature de ces roches est appréciée à partir de leurs couleurs : blanches pour les grains de quartz et de feldspath (gravillon arénacé), brunes pour la latérite (grains "plomb de chasse"), "vertes" pour les cailloux et les blocs de gabbro et d'amphibolites.

Nous noterons aussi la taille des roches (quelques mm pour les gravillons, quelques cm pour les graviers, plusieurs cm pour les cailloux et plusieurs cm à plusieurs m pour les blocs) qui peuvent être enchâssés ou non dans la croûte.

Le couvert herbacé est une des variables les plus importantes dont nous noterons essentiellement le recouvrement. On sait qu'il contribue au ralentissement du ruissellement des eaux, à l'augmentation des phénomènes d'infiltration, et qu'il évite probablement le phénomène de l'encroûtement des sols.

Le microrelief est constitué par de petites dépressions et par des microbuttes de quelques centimètres de haut. Il est en relation avec l'écoulement des eaux. Les traces de ruissellement, d'érosion et les dépôts dans les microdépressions sont notés.

L'activité de la faune est aussi une variable importante qui intervient dans les phénomènes d'infiltration. Sa description porte sur les trous (de rats, de fourmis, de vers et de divers insectes) creusés dans le sol, les empreintes de la mégafaune, la pâture, les déjections animales etc... .

La dernière variable décrite est l'activité humaine. Elle se matérialise entre autres par d'anciens greniers, des scories de fours à métaux et des outils divers. Près des anciennes zones d'habitation, les sols encroûtés qui sont associés à des jachères, témoignent d'une transformation de la surface des sols consécutive à la mise en culture.

2.3. Le protocole de terrain.

Dans chaque site, nous avons effectué deux lignes d'un kilomètre chacune, équidistantes de cent mètres.
Trois opérations essentielles ont été réalisées.

La première est la description une fois par site des unités de surface rencontrées.
Les surfaces élémentaires ainsi décrites sont indicées et le même indice désigne toujours le même genre d'unité de surface sur un même site.
Une généralisation peut ainsi être faite à l'ensemble des surfaces élémentaires semblables tout en notant les éventuelles variations du couvert herbacé.

La deuxième consiste à mesurer les distances recouvertes par les différentes surfaces élémentaires qui composent l'état de surface du site. Elle a été réalisée au "topofil".

La troisième opération est une description sommaire du site dans son ensemble. Elle consiste à noter les caractères d'état de surface qui n'ont pas été observés dans les unités de surface échantillonnées ainsi que le relief du site. Pour le relief, nous noterons uniquement la situation topographique qui peut être un piedmont, un bas-fond, ou des dunes de sable.

3. Résultats.

3.1. Les milieux de glacis.

3.1.1. Le site 1B.

Le site 1 B est un glacis de piedmont caractérisé par un sol brun, argileux, grumeleux à l'état sec. Il est recouvert localement de sables éoliens, d'arènes, de gravillons, de graviers ou de cailloux et de fragments de roches diverses (quartz, gabbros, roches métamorphiques). Le relief est formé d'une surface plane légèrement inclinée, parsemée de petites buttes de sable fin et de petites dépressions. Quelques barres de sable éolien marquent les limites d'anciennes parcelles cultivées. Le site est sillonné de pistes à bétail, des déjections animales jonchent le sol. Il est également entouré de champs et de campements. Quatre unités de surface ont été recensées.

L'unité 1B1 * a un sol brun argilo-sableux à l'état sec. Ce sol est composé d'une épaisse pellicule argileuse qui recouvre une croûte sableuse pulvérulente. Cette croûte contient des bulles d'air et des radicelles. Cette unité correspond à des microdépressions. Elle assure à 36 % environ le recouvrement de la surface du site.

---

* $1B_1$ = Première surface élémentaire du premier site.

L'unité 1B2 diffère de la 1B1 par sa pellicule argilo-sableuse fendillée, par son pavage en graviers et gravillons, par la présence de quelques cailloux libres sur le sol. Elle représente environ 28 % des états de surface du site.

L'unité 1 B3 ne comporte pas de pellicule. Elle correspond à une microbutte sableuse recouverte de gravillons et graviers libres en surface. Ce type d'unité de surface représente 36 % des états de surface du site.

L'unité 1 B4, obtenue à la suite de l'extension, représente des blocs de roches vertes métamorphiques.

Le couvert herbacé est surtout localisé dans les microdépressions (1 B1) et sur les microbuttes sableuses du type 1 B3.

3.1.2. Le site 2B.

Ce site est un glacis d'interfluve dont le sol argileux, brun en profondeur, gris à beige en surface, est généralement couvert par des placages d'arènes granitiques et de sables éoliens. Le relief est formé par une surface plane légèrement pentue d'ouest en est, percée çà et là d'amas de roches granitiques entourés de sables éoliens. La surface du glacis est parsemée de rares petites buttes sableuses soulignées par des microdépressions. L'échantillonnage de ce site au 10/05/1986 a permis de dénombrer quatre surfaces élémentaires.

L'unité 2 B1 a un sol beige à l'état sec, brun-foncé à l'état humide, encroûté avec une pellicule argileuse très fine. C'est un sol compact à structure prismatique ; il contient des radicelles. Cette unité assure 44 % du recouvrement du site.

L'unité 2 B2 a un sol brun-clair, arénacé gravillonnaire. Sa croûte argileuse compacte qui contient des radicelles est recouverte par une fine pellicule très friable.
Cette pellicule, constituée de gravillons reliés par de l'argile, est un mélange de sable éolien et de sable arénacé. On observe aussi quelques cailloux de quartz libres en surface. Cette unité représente 16 % des états de surface du site.

L'unité 2 B3 a un sol gris, argileux, très caillouteux. La croûte, formée de grains de quartz et de cailloux soudés par une mince couche d'argile, est très friable. Elle est recouverte de cailloux libres de quartz et de quartzite.
Cette unité recouvre 18 % de la surface du site.

L'unité 2 B4 correspond à des microbuttes sableuses.
Elle est formée de sable éolien et de sable arénacé encroûtés. Le sol y est très pulvérulent. Cette surface élémentaire qui représente 22 % des états de surface du site est recouverte de gravillons et de graviers libres. La végétation pousse de préférence sur l'unité du type 2 B4 et beaucoup plus rarement sur les unités 2 B1 et 2 B2.

3.1.3. Le site 3B.

Ce site est également un glacis d'interfluve dont le sol est brun en profondeur. Ce sol est recouvert en majorité par du sable grossier résultant de la décomposition des gros blocs de granite affleurants ou par du sable fin déposé en buttes par le vent. Le relief est marqué par une légère pente du sud vers le nord, la surface du sol est souvent creusée par des microdépressions. Quelques crottes d'animaux jonchent le sol.
Au 11/06, nous avons échantillonné cinq surfaces élémentaires.

L'unité 3 B1 a un sol beige en surface. De fines fentes de retrait maillent la mince pellicule argileuse qui recouvre un sol brun argileux contenant des radicelles et des bulles d'air. Ce type d'unité de surface qui est lié aux microdépressions, représente 15 % des états de surface du site.

L'unité 3 B2 ne diffère de la première que par le nombre important de gros blocs de granite et de cailloux qui la recouvrent. Elle assure à 9% le recouvrement du site.

L'unité 3 B3 a un sol beige en surface. Ce sol très friable est composé de sable arénacé et de grains de quartz consolidés, recouverts par une fine pellicule en desquamation. Ce type d'unité recouvre le site à 3 %.

L'unité 3 B4 a un sol rose en surface. Le sol est fait de sable éolien, très pulvérulent, recouvrant un sol brun argileux compact. Elle représente 42 % des états de surface du site.

L'unité 3 B5 est également rose en surface. Il s'agit de sable arénacé, gravillonnaire, meuble, sans pellicule.
Ce type de sol qui est très friable recouvre le site à 31 %.

Les unités de surface du type 3 B4 sont les plus herbeuses et on note quelques traces de végétation sur le type 3 B1.

3.1.4. Le site 5B.

C'est un glacis très pierreux de piedmont légèrement pentu de l'ouest vers l'est. Le sol y est brun, compact, recouvert par des placages de cailloux, graviers et gravillons. Des plaques de sable fin masquent fréquemment le sol brun et son recouvrement pierreux.
Ce site est sillonné par de multiples pistes à bétail, et des fèces animaux jonchent le sol. Quelques trous de rongeurs et des fourmilières y sont présents.
Au 11/06, nous y avons recensé quatre surfaces élémentaires.

L'unité 5 B1 possède un sol sableux éolien rose dont la surface est encroûtée, pulvérulente ; des bulles d'air s'intercalent entre des lits argileux très minces.

L'unité 5 B2 a un sol beige. Une fine pellicule argileuse en desquamation recouvre une croûte sableuse pulvérulente. Cette croûte contient des bulles d'air et des radicelles. Cette unité correspond à des microdépressions qui assurent le recouvrement du site à 5 % environ.

L'unité 5 B3, de couleur brune, présente un sol argileux compact sans pellicule. Fendillé à mailles discontinues, ce sol contient des radicelles. Ce type d'unité recouvre environ 21 % de la surface du site.

L'unité 5 B4 a un sol rose, compact, fait de graviers et de cailloux (quartz, latérite) enchâssés dans un mélange argilo-sableux. On observe une fine pellicule entre les cailloux affleurants. Ce type de surfaces élémentaires recouvre à 41 % le site.

L'herbe pousse de préférence sur l'unité du type 5 B1 et beaucoup plus rarement sur l'unité du type 5 B2.

3.2. Les milieux de dépressions.

3.2.1. Le site 4B.

Il est situé dans un bas-fond incisé par des marigots à lits plus ou moins larges. Le sol, brun foncé à grosses fentes de retrait, est recouvert localement de sable ou d'une pellicule argileuse d'épaisseur variable.
Le site est entouré de champs et de campements, ce qui explique la présence importante de fècès et d'empreintes de bétail sur le sol. Nous remarquons aussi de nombreux trous de rongeurs au pied des arbres.
Au 11/06, des traces de pluie ont été constatées sur le site où quatre unités de surface ont été recensées.

L'unité 4 B1 a un sol gris-blanc, argilo-sableux en surface. Le sol, sans pellicule apparente, est bosselé par les gouttes de pluie et les traces d'animaux. Crevassé en mailles continues, il contient des radicelles et des bulles d'air. Les fentes de retrait sont très profondes (plus de 15 cm) et assez larges (2 cm environ). Cette unité représente 72 % des états de surface du site.

L'unité 4 B2 a un sol brun argileux. Une fine pellicule en desquamation recouvre un sol compact encore humide. C'est une microdépression dont le type recouvre à 3 % environ le site.

L'unité 4 B3 a un sol argileux gris compact. Une épaisse pellicule fendillée recouvre un sol brun à fentes de retrait, parcouru de nombreuses radicelles. Elle assure à 15 % le recouvrement du site.

L'unité 4 B4 résulte d'un dépôt de sable de ruissellement. De couleur beige, ce sable pulvérulent est recouvert d'une fine pellicule argileuse déformée par les gouttes de pluie. Ce type d'unité de surface qui se rencontre dans les lits supérieurs des marigots recouvre environ 7 % du site.

Le recouvrement herbacé est très important sur l'unité du type 4 B1, très lâche sur les unités du type 4 B2 et 4 B4.

3.3. Les milieux de dunes.

3.3.1. Les sites 6B, 7B et 9B.

Ces sites de dunes présentent suffisamment de points caractéristiques communs pour être regroupés. Ces sites sont situés sur des jeunes dunes (erg récent) dont le relief est caractérisé par des barkhanes enchevêtrées, sans réseau hydrographique. Il faut rappeler qu'une barkhane est une dune de sable en forme de croissant et qui présente deux versants. Le premier versant, dit "au vent", est de quelques centaines de mètres avec une pente légère. Le deuxième versant qui est la partie concave est dit "sous le vent"; ce versant s'étend sur quelques dizaines de mètres avec une pente assez raide qui se termine dans une mésodépression semi-circulaire. On note également la présence de microbuttes issues de l'accumulation de sable éolien autour de certaines plantes telles que Leptadenia hastata. De même, l'érosion éolienne crée des microdépressions de l'ordre de 1 à 3 mètres de rayon sous les arbres aux racines superficielles déchaussées par le vent.
Dans ces sites, les sols sont essentiellement sableux et peu compacts, ce qui favorise l'activité de la mésofaune qui se matérialise par des sols criblés de trous de rongeurs, de bousiers et autres insectes, ainsi que parfois par la présence de fourmilières.
Des fèces et des traces de sabots parsèment également la surface de ces sites qui est sillonnée de pistes à bétail. L'activité humaine est signalée par les campements d'habitation, les champs, les placages encroûtés près des vieux greniers, les buttes d'anciennes habitations qui sont jonchées de céramiques et autres instruments, les scories de fours à métaux...etc. L'échantillonnage de ces sites nous a permis de déterminer trois surfaces élémentaires.

La première (6 B1 = 7 B1 = 9 B1) a un sol rouge-ocre encroûté, souvent recouvert par une fine pellicule brun-clair fendillée. D'aspect rugueux en surface, ce sol est lié aux microdépressions. Il contient des radicelles et quelques bulles d'air. Ce type d'unité recouvre à 3 % le site 6B et à 8 % les sites 7B et 9B.

La deuxième (6 B2 = 7 B2 = 9 B2) a un sol de sable fin de couleur jaune à beige-clair en surface. Une fine pellicule argileuse ou argilo-sableuse, très friable, recouvre un sol sableux fin, meuble, très poreux qui contient des radicelles. Ce type d'unité de surface qui est constellé de trous recouvre à 83 % le site 6B et à 87 % les sites 7B et 9B.

La troisième unité (6 B3 = 7 B3 = 9 B3) est de couleur beige-sombre en surface. Une fine pellicule argileuse recouvre un sol sableux très friable qui contient beaucoup de radicelles. Ce type d'unité de surface que l'on rencontre surtout entre les microbuttes sableuses et les microdépressions, recouvre à 14 % le site 6B, à 5 % le site 7B et à 6 % le site 9B.

Sur ces trois sites, la végétation pousse de préférence sur le deuxième type et souvent sur le troisième.

3.3.2. Le site 8 B.

Ce site est localisé sur une vieille dune (erg ancien) d'où les barkhanes sont presque absentes. On note également une ébauche de réseau hydrographique sur un sol plus compact que celui des sites de nouvelles dunes.
L'activité animale et humaine que l'on y rencontre sont les mêmes que sur les autres sites de dunes. L'échantillonnage des états de surface nous donne cinq surfaces élémentaires ; une sixième a été décrite après extension.

Les unités 8 B1, 8 B2 et 8 B3 sont respectivement identiques à la première, à la deuxième et à la troisième unité des jeunes dunes (6B, 7B, 9B). Les proportions de recouvrement sont les suivantes : 7 % pour la 8 B1, 42 % pour la 8 B2 et 33 % pour l'unité 8 B3.

L'unité 8 B4 a un sol brun-clair composé d'une pellicule argileuse pluristratifiée sur un sol sableux compact qui contient beaucoup de radicelles. Elle représente des microdépressions qui recouvrent à 4 % environ le site.

L'unité 8 B5 a un sol noirâtre de bas-fond.
Elle se rencontre dans les dépressions les plus importantes.
Le sol y est pluristratifié et contient des radicelles. Finement fendillé à mailles discontinues, ce sol argilo-sableux représente environ 1 % des états de surface du site.

L'unité 8 B6 a été définie au cours de l'extension ; son recouvrement n'est donc pas mesuré. C'est un sol blanchâtre fait d'une fine pellicule argileuse sur un sol sableux à grumeaux calcaires.

La végétation est abondante sur le type 8 B2 et rare sur le type 8 B3.

3.3.3. Le site 10 B.

C'est un site de jeune dune (erg récent) de mêmes caractéristiques que les autres. Se description le 11/06 nous a permis de dénombrer quatre surfaces élémentaires.

L'unité 10 B1 a un sol beige, sableux, meuble, très poreux, recouvert d'une très fine pellicule argilo-sableuse.
Ce type d'unité correspond à des rides sableuses instables, modelées par le vent ; elles recouvrent le site à 20 %.

L'unité 10 B2 a un sol jaune constitué de sable éolien sans pellicule. Le sol faiblement cohérent, pulvérulent, contient beaucoup de radicelles et sa surface est constellée de trous de rongeurs. Ce type d'unité de surface représente environ 73 % des états de surface du site.

L'unité 10 B3 est une butte d'habitation de couleur cendre. Le sol est encroûté et très friable ; il est constitué de sable, de gravillons, de graviers, de cailloux de nature diverse, de céramiques et d'ossements. Cette butte couvre environ 3 % du site.

L'unité 10 B4 est faite d'une pellicule argileuse beige en desquamation. Cette pellicule couvre un sol rose, sableux, assez compact. Elle correspond à des microbuttes sableuses qui recouvrent le site à 5 % environ.

La végétation herbacée pousse surtout sur l'unité 10 B2 et parfois sur l'unité 10 B4.

4. Conclusions.

Nos résultats sont réunis dans des tableaux (annexes V) où les différentes unités de surface rencontrées sont présentées sous forme codifiée.

Sur l'ensemble des dix sites, trente neuf surfaces élémentaires ont été décrites, soit une moyenne de quatre unités de surface par site. Ce nombre varie peu d'un site à l'autre.

Si le nombre d'unités de surface est assimilé à un degré d'homogénéïté ou d'hétérogénéïté, nous pouvons remarquer que les milieux de jeunes dunes sont généralement plus homogènes (3 unités) que les autres milieux (4 à 6 unités).

La comparaison des descriptions des unités de surface d'un site à un autre met en évidence la présence de surfaces élémentaires presque semblables dans tous les sites. Ce sont surtout les surfaces élémentaires qui ont un sol sableux (1 B3, 2 B4, 3 B4, 5 B1, 4 B4, 6 B2, 7 B2, 8 B2, 9 B2, 10 B2).

Certaines unités de surface semblent au contraire caractéristiques de certains milieux.

Par exemple, les buttes sableuses, herbeuses, criblées de trous de rongeurs se rencontrent surtout dans les dunes (6 B2, 7 B2, 8 B2, 9 B2 et 10 B2) alors que les dépôts de sable meuble de ruissellement se trouvent dans les talwegs et dépressions (4 B4).

Certaines surfaces élémentaires semblent liées au microrelief. Ainsi, les sols à pellicule argileuse fendillée ou en desquamation se rencontrent dans les microdépressions quel que soit le site (1 B1, 3 B1, 4 B2, 5 B2, 6 B1, 10 B4).

Il faut remarquer que dans un site donné, les diverses surfaces élémentaires ne recouvrent pas des superficies égales. Certaines surfaces élémentaires se révèlent ainsi dominantes et déterminent l'aspect général de l'état de surface du site.

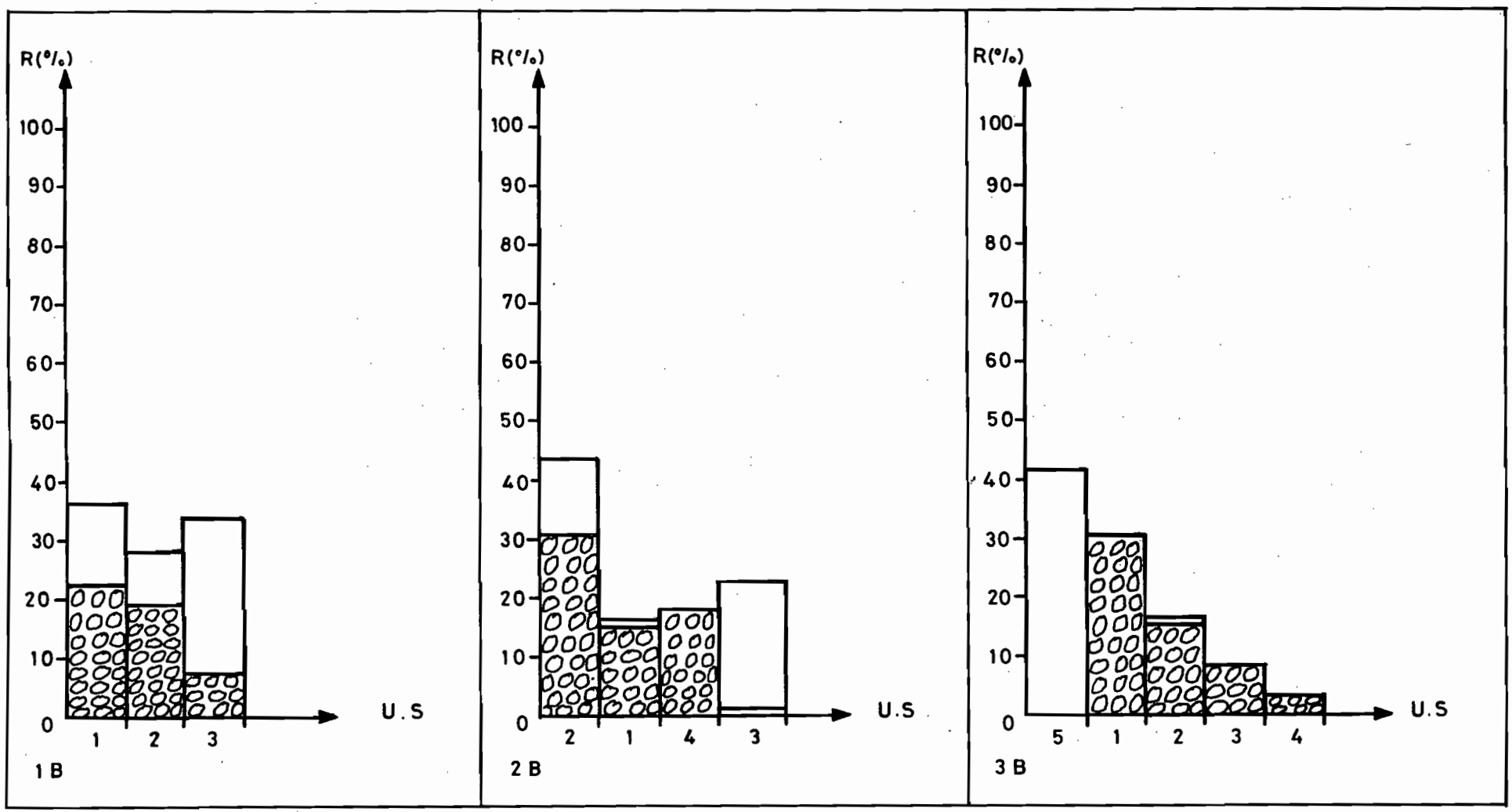


Fig.16 - Recouvrement des états de surface par unité et par site

= recouvrement minéral = sol nu

= recouvrement végétal = sol herbeux

R(%) = Recouvrement (en pourcentage)

U.S = unites de surface

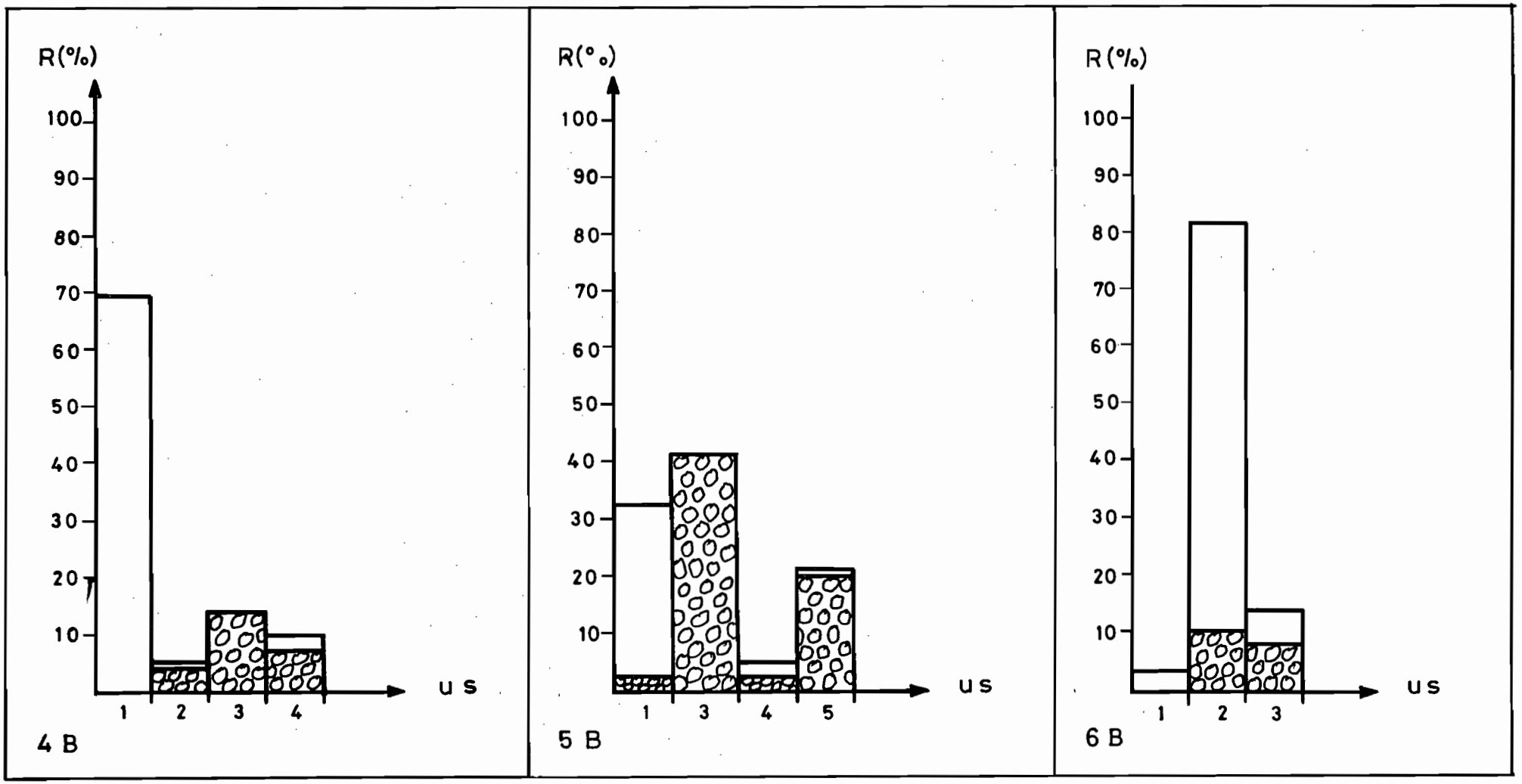

R(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1
2
3
4
us
4 B
R(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1
3
4
5
us
5 B
R(%)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1
2
3
us
6 B

fig. 16 (suite)

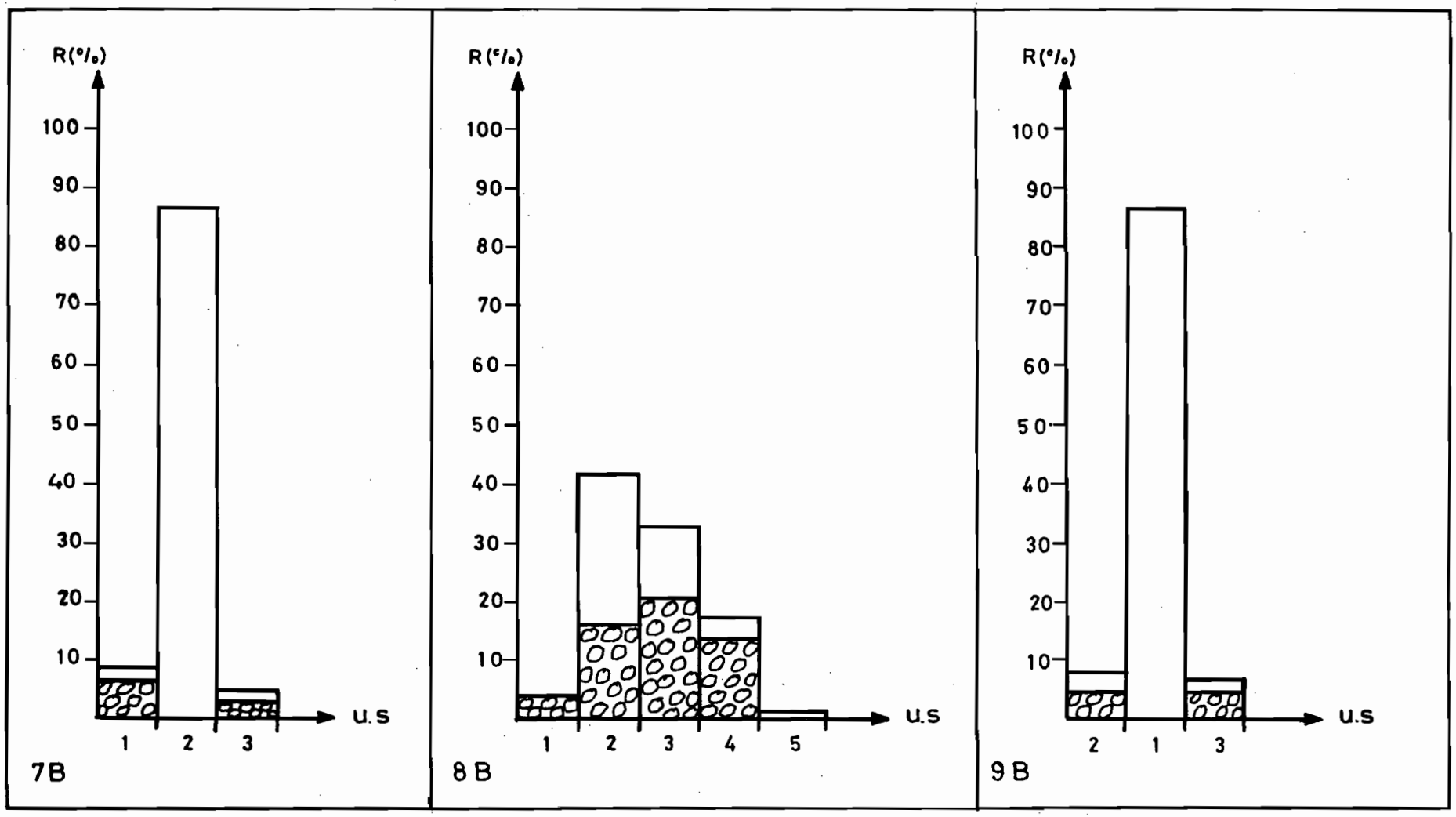

R(°/o)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
u.s
1
2
3
7B
R(°/o)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
u.s
1
2
3
4
5
8 B
R(°/o)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
u.s
2
1
3
9 B

fig 16 (suite)

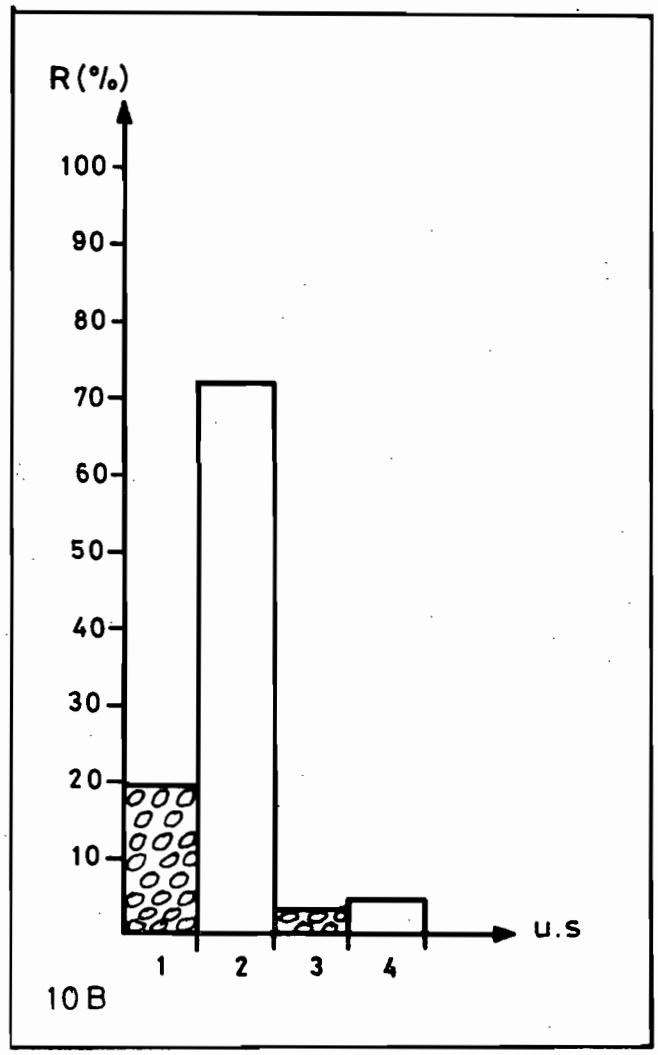


fig_16 (suite)

Une relation se dégage entre le couvert végétal (herbacé) et les organisations pédologiques superficielles. Nous constatons que les sols sableux ou à recouvrement sableux sont les meilleurs supports édaphiques pour le développement des végétaux (fig. 16.). Par contre, les pavages de gravillons de graviers et de cailloux, ainsi que les sols encroûtés très compacts sont presque totalement dénudés. La densité du recouvrement herbacé dépend donc des organisations pédologiques superficielles.
Les longueurs où l'on observe un couvert végétal sur les lignes d'échantillonnage , nous donnent une estimation du pourcentage des surfaces recouvertes par la végétation dans chaque site.

Tableau V.A : - Surface recouverte par la végétation dans les différents sites étudiés.

Milieux	Glacis				Dépressions	Dunes				
Sites	1B	2B	3B	5B	4B	6B	7B	8B	9B	10B
Surface recouverte * (%)	50	37	42	32	74	78	91	41	92	77

* estimée par la méthode de la ligne.

Ces pourcentages varient de 32 % au site 5B qui est un glacis d'interfluve dont la surface est à 41 % pavée de graviers et de cailloux, à 92 % au 9B qui est un site de jeune dune dont la surface est à 86,6 % recouverte par du sable éolien (tableau V A.).

Le tableau V.A montre également que les milieux de jeunes dunes (6B, 7B, 9B et 10B) sont les plus herbeux, suivis des milieux de talwegs et dépressions puis enfin de ceux des vieilles dunes (8B) et des glacis (2B, 3B et 5B) qui sont les moins herbeux.

Le recouvrement végétal par site sera traité avec précision et plus de détails dans le chapitre suivant.

C H A P I T R E VI.

Le peuplement herbacé des sites étudiés.

1. Méthodes d'étude.

1.1. Généralités.

Deux méthodes ont été appliquées : la méthode des points-contacts et la méthode de la récolte.
La méthode des points-contacts est utilisée pour déterminer la structure spécifique et spatiale du peuplement (GOUNOT, 1969). Elle consiste à laisser descendre dans la végétation, une aiguille assez rigide en des points équidistants répérés sur un ruban gradué. Le nombre de contacts entre l'aiguille et les organes végétaux est noté par strate et par espèce.
La méthode de la récolte est utilisée pour déterminer la biomasse des communautés végétales, c'est à dire la quantité de matière végétale qu'elles contiennent par unité de surface, exprimée en poids de matière sèche ou en kilocalories (GOUNOT, 1969). Cette méthode destructrice consiste à couper toute la végétation sur une superficie donnée et à la passer à l'étuve à la température de 80° C jusqu'à un poids constant.

1.2. Protocole de terrain.

Sur chacun des sites, l'échantillonnage a consisté à délimiter 10 lignes de 500 m numérotées de 1 à 10, le long desquelles la coupe de biomasse a été faite et 3 lignes de 100 m le long desquelles les points contacts ont été effectués (fig. 16 bis).

Pour la coupe de biomasse, un tirage au sort est effectué et deux lignes sont retenues par observation. Quinze carrés de un mètre sont prélevés tous les 33 m le long de chaque ligne. La végétation ainsi coupée est pesée sur place pour obtenir le poids frais de biomasse par carré. Toute la quantité de biomasse est ensuite mélangée et nous prélevons un échantillon qui sera séché au laboratoire et pesé pour obtenir la teneur en eau et le poids sec.

La lecture des points contacts est effectuée sur chacune des trois lignes lors de toutes nos observations. L'aiguille est descendue jusqu'au sol tous les mètres le long d'un fil marqué de 100 m. Pour faciliter la délimitation des strates, l'aiguille utilisée est peinte alternativement de deux couleurs. Six strates ont été retenues : la première de 0 à 5 cm, la deuxième de 5 à 15 cm, la troisième de 15 à 30 cm, la quatrième de 30 à 80 cm et la cinquième pour plus de 80 cm. Dans chacun de ces sites, le comptage des contacts entre l'aiguille et les différentes espèces est effectué. De plus, la distinction entre matière sèche et matière verte (vivante) est faite.

2. Résultats.

2.1. Structure spécifique du peuplement herbacé.

Les résultats obtenus par points-contacts nous ont permis de déterminer sur chaque site, les différentes espèces qui le peuplent, leur nombre, leur abondance, leur contribution spécifique au recouvrement herbacé du site, ainsi que leur évolution durant toute la période d'observation.

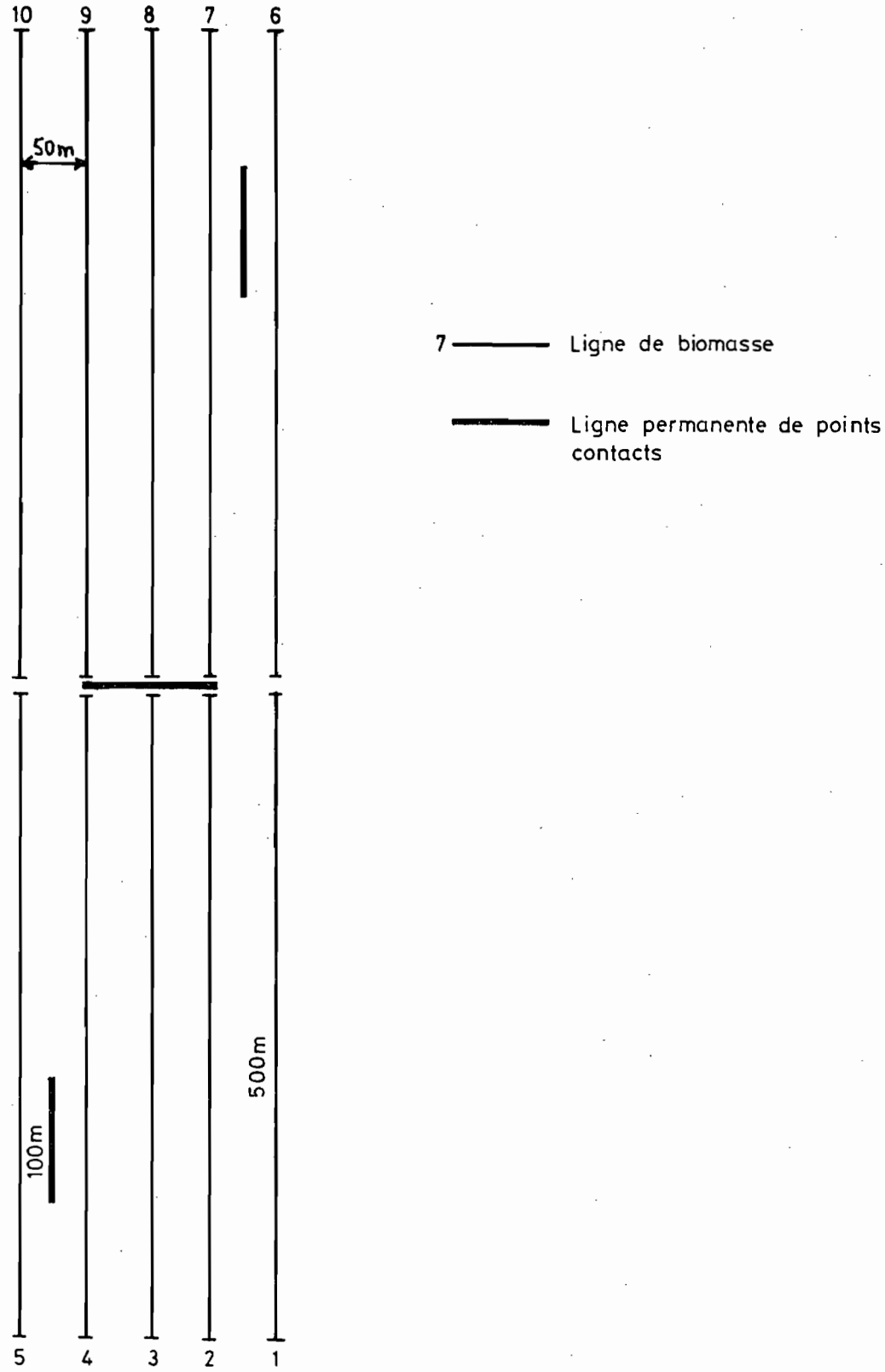


fig. 16. bis : Echantillonnage des sites pour l'étude du peuplement herbacé.

Il nous a été difficile de distinguer certaines espèces semblables à la fin juin où la majorité des individus herbacés étaient au stade de plantules. Pour éviter toute confusion, les résultats de cette manipulation qui nous a permis de mieux reconnaître les espèces herbacées, ne figurent pas dans les tableaux (VIA.) où sont consignés ceux des trois manipulations suivantes.

L'échantillonnage réalisé sur nos lignes permanentes de points contacts à trois trois périodes différentes (fin juillet, fin août, fin octobre), nous a permis de recenser les différentes espèces qui peuplent nos sites au cours de la saison humide.
Sur l'ensemble de nos sites quarante huit espèces ont ainsi été trouvées.

L'observation du tableau VI A nous permet de constater que les milieux de dunes et de dépressions sont les plus riches avec un nombre total d'espèces qui varie de 15 (au 9B) à 25 (au 10B). Les milieux de glacis sont les plus pauvres avec un nombre total d'espèces qui va de 9 (au 5B) à 18 (au 1B). On note cependant une richesse relative des glacis de pied-mont (18 espèces au 1B) par rapport aux glacis d'interfluve (9 espèces au 5B). Dans un même milieu, la richesse floristique peut varier d'un site à un autre. Par exemple, sur le 6B et le 10B qui sont des sites de jeunes dunes, nous avons recensé respectivement 18 espèces et 23 espèces au total. De même, des espèces très abondantes sur certains sites telles que Aristida adscensionis au 7B sont absentes des sites voisins (6B) qui sont localisés dans le même milieu.

Comme nous l'avons signalé, sur une même ligne permanente de points contacts, la richesse floristique peut varier d'une observation à une autre. A l'exception du site 1B où le nombre d'espèces est resté stationnaire (10-10-10) sur les trois observations, les autres sites connaissent des variations souvent remarquables (19-9-14 au site 7B).

L'analyse du tableau VI A nous montre que ce ne sont pas toujours les mêmes espèces qui sont rencontrées d'une observation à une autre, et celles qui le sont connaissent des variations de fréquence.
Par exemple, Limeum diffusum est rencontré dans le site 7B uniquement fin août. Par contre, Aristida adscensionis qui est présent sur ce site de la première à la dernière observation a une fréquence qui varie de 3 % à 19 % puis 37 %. Certaines espèces telles que Dactyloctenium aegyptium qui sont rencontrées dans les bas-fonds (4B) dès la première observation, ne sont rencontrées dans les glacis qu'à la deuxième (1B) ou à la troisième (3B) observation. D'autres espèces telles que Gisekia pharnacioïdes et Limeum viscosum disparaissent de nos lignes au cours de la saison pluvieuse pour réapparaître en fin de saison.
Ces espèces crassulescentes à cycle très court parviennent en effet à la sénescence tôt et sont par la suite détruites soit par les animaux, soit par la décomposition sous l'effet de l'humidité. Leurs graines peuvent germer au cours de la saison, expliquant leur réapparition sur nos lignes. Par ailleurs, les espèces coriaces telles que Aristida adscensionis, augmentent leur fréquence soit en prenant de l'ampleur par le phénomène de tallage, soit par de nouvelles germinations au cours de la saison. C'est ainsi qu'au 7B, de nouvelles germinations de Tragus berteronianus survenues probablement à la mi-septembre (entre l'observation réalisée fin août et celle réalisée fin octobre), se sont matérialisées par des plantules désséchées à la fin octobre, augmentant ainsi la fréquence de l'espèce. La germination de certaines espèces peut être favorisée par les conditions hydriques du milieu où elles poussent.

Tableau VI.A : Evolution de la fréquence et de contribution spécifiques par site

Site 1 B	23/07/1986		05/09/1986		23/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S	C.S (%)	F.S	C.S.(%)	F.S
Cenchrus biflorus	29,3	9,9	14,3	7,3	30	17
Tribulus terrestris	22,8	7,7	5,8	3	2,4	1,4
Echinochloa colona	16,3	6	-	-	-	-
Panicum laetum	9,8	5,5	30,5	15,7	25,3	14,2
Schoenefeldia gracilis	7,6	2,6	27,9	14,3	36,5	20,7
Boerhavia repens	4,4	1,5	-		0,6	0,3
Tragus berteronianus	4,4	1,5	7,1	3,7	-	
Tephrosia lupinifolia	3,3	1,1	-		-	
Alysicarpus ovalifolius	1,1	0,4	-		-	
Limeum pterocarpum	1,1	0,4	-		-	
Indigofera diphylla	-		8,4	4,3	1,8	1
Dactyloctenium aegyptium	-		3,3	1,7	0,6	0,3
Aristida funiculata	-		1,3	0,7	-	
Cassia tora	-		0,7	0,4	-	
Digitaria horizontalis	-		0,7	0,4	-	
Aristida mutabilis	-		-		1,8	1
Eragrostis pilosa	-		-		0,6	0,3
Ipomea vagans	-		-		0,6	0,3
Nombre d'espèces	10		10		10	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	101		154		170	

Tableau VI.A (Suite)

Site 2 B	21/07/1986		27/08/1986		24/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Schoenefeldia gracilis	57,7	20	66,9	38,4	46	32,4
Cenchrus biflorus	12,5	4,3	01,7	1	1	0,7
Tragus berteronianus	12,5	4,3	22,7	13	8,1	5,7
Aristida funiculata	10,5	3,6	3,5	2	43,1	30,3
Tribulus terrestris	4,8	1,7	2,3	1,3	0,5	0,4
Alysicarpus ovalifolius	1	0,4	0,6	0,3	1	0,7
Dactyloctenium aegyptium	1	0,4	0,6	0,3	-	
Brachiaria xantholeuca	-		0,6	0,3	-	
Dipcadi tacazzeanum	-		0,6	0,3	-	
Panicum laetum	-		0,6	0,3	-	
Digitaria horizontalis	-		-		0,1	0,1
Nombre d'espèces	7		10		7	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	104		172		211	

Tableau VI A (suite)

Site 3 B	22/07/1986		09/09/1986		26/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Schoenefeldia gracilis	40,3	10,3	34	18	38,7	23,4
Aristida funiculata	19,5	5	22	11,7	35,4	21,4
Tragus berteronianus	16,9	4,3	20,1	10,7	6,1	3,7
Cenchrus biflorus	11,7	3	6,9	3,7	14,9	9
Tribulus terrestris	3,9	1	1,3	0,7	1,7	1
Zornia glochidiata	5,2	1,3	0,6	0,3	0,6	0,4
Dipcadi tacazzeanum	1,3	0,3	0,6	0,3	-	
Tephrosia lupinifolia	1,3	0,3	-		-	
Aristida adscensionis	-		11,3	6	-	
Chloris pilosa	-		1,9	1	1,7	1
Echinochloa colona	-		0,6	0,3	-	
Indigofera diphylla	-		0,6	0,3	-	
Dactylotenium aegyptium	-		-	-	1,1	0,7
Nombre d'espèces	8		11		8	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	77		159		181	

Tableau VI. A (Suite)

Site 4 B	29/07/1986		04/09/1986		25/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Echinochloa colona	54,7	44,7	25,4	38,6	28,4	34
Panicum laetum	14,7	12	43	65,4	44,6	53,4
Dactyloctenium aegyptium	10,6	8,7	6,1	9,3	0,6	0,7
Cassia tora	4,5	3,7	6,1	9,3	3,6	4,3
Boerhavia repens	4,1	3,4	2,2	3,3	-	
Eragrostis tremula	3,7	3	-		-	
Achyranthes argentea	2,8	2,3	2,6	4	1,1	1,3
Indigofera diphylla	2,8	2,3	1,8	2,7	0,8	1
Cyperus esculentus	2	1,6	-		-	
Aeschynomene indica	1,6	1,3	0,9	1,4	-	
Zornia glochidiata	1,6	1,3	2,2	3,3	0,3	0,4
Cyperus rotundus	0,4	0,3	0,4	0,6	0,8	1
Tragus berteronianus	0,4	0,3	-		-	
Chloris pilosa	-		4,8	7,3	3,1	3,7
Digitaria horizontalis	-		3,1	4,7	1,4	1,7
Schoenefeldia gracilis	-		1,3	2	12,5	15
Setaria pallide-fusca	-		-		1,4	1,7
Mollugo nudicaulis	-		-		0,8	1
Alysicarpus ovalifolius	-		-		0,3	0,4
Pennisetum pedicellatum	-		-		0,3	0,4
Nombre d'espèces	13		13		15	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	245		456		359	

Tableau VI.A (suite)

Site 5 B	21/07/1986		01/09/1986		01/11/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Schoenefeldia gracilis	55,8	11,4	85,3	36,7	87,8	64,7
Cenchrus biflorus	13,1	2,7	0,8	0,3	4,1	3
Tribulus terrestris	11,5	2,3	3,1	1,3	1,8	1,3
Tragus berteronianus	9,8	2	5,4	2,3	5,9	4,4
Dipcadi tacazzeanum	6,6	1,3	-		-	
Boerhavia repens	3,3	0,7	-		-	
Indigofera diphylla	-		2,3	1	-	
Mollugo nudicaulis	-		1,6	0,7	-	
Panicum laetum	-		1,6	0,7	0,5	0,4
Nombre d'espèces	6		7		5	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	61		129		221	

Tableau VI.A (suite)

Site 6 B	27/07/1986		06/09/1986		27/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Cenchrus biflorus	30,3	30	35,3	22,4	28,4	19,3
Tribulus terrestris	27,1	25	34,2	21,7	18,1	12,3
Gisekia pharnacioïdes	9,8	9,1	-		-	
Tragus berteronianus	9,8	9,1	7,9	5	24,5	16,7
Alysicarpus ovalifolius	7,6	7	2,1	11,8	6,9	4,7
Zornia glochidiata	6,9	6,4	13,7	8,7	19,1	13
Limeum viscosum	5,4	5	-		0,5	0,3
Limeum pterocarpum	0,7	0,7	-		0,5	0,3
Tephrosia lupinifolia	0,7	0,7	1,1	0,7	0,5	0,3
Boerhavia repens	0,4	0,4	-		-	
Héliotropium strigosum	0,4	0,4	2,1	1,3	0,5	0,3
Indigofera diphylla	0,4	0,4	-		-	
Panicum laetum	0,4	0,4	-		-	
Waltheria indica	0,4	0,4	-		-	
Cleome viscosa	-		2,1	1,3	-	
Dactyloctenium aegyptium	-		0,5	0,3	1	0,7
Digitaria horizontalis	-		0,5	0,3	-	
Eragrostis pilosa	-		0,5	0,3	-	
Nombre d'espèces	14		11		10	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	277		190		204	

Tableau VI.A (Suite)

Site 7 B	25/07/1986		07/09/1986		28/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Tragus berteronianus	32,9	37,7	38,7	29,7	39,6	44,4
Cenchrus biflorus	15,1	17,3	15,7	12	8,3	9,3
Zornia glochidiata	14	16	13	10	7,4	8,3
Gisekia pharnacioïdes	12,2	14	-		3,3	3,7
Eragrostis tremula	9,9	11,4	-		0,3	0,3
Tribulus terrestris	3,8	4,4	-		0,9	1
Alysicarpus ovalifolius	2,6	3	0,9	0,7	1,5	1,7
Aristida adscensionis	2,6	3	24,8	19	32,7	36,6
Limeum diffusum	2,6		-		-	
Heliotropium strigosum	2,3	2,6	4,8	3,7	1,2	1,3
Limeum pterocarpum	0,6	0,7	0,4	0,3	1,8	2
Limeum viscosum	0,6	0,7	-	-	1,2	1,3
Corchorus tridens	0,3	0,3	-	-	-	
Merremia pinnata	0,3	0,3	-	-	-	
Brachiaria xantholeuca	0,3	0,3	-	-	1,2	1,3
Digitaria horizontalis	-		1,3	1	-	
Cleome viscosa	-		0,4	0,3	-	
Eragrostis pilosa	-		-		0,3	0,3
Tephrosia lupinifolia	-		-		0,3	0,3
Nombre d'espèces	19		9		14	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	344		230		336	

Tableau VI.A (suite)

Site 8 B	27/07/1986		07/09/1986		31/10/1986	
Espèces	C.S(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Eragrostis pilosa	23,5	23,3	10,5	13	2,4	3,4
Tribulus terrestris	20,8	20,7	14	17,4	6,6	9,4
Tragus berteronianus	15,4	15,3	12,9	16	10,8	15,3
Digitaria horizontalis	10,1	10	11,3	14	3,8	5,4
Dactyloctenium aegyptium	6,4	6,4	7,3	9,1	1,9	2,7
Schoenefeldia gracilis	5	5	8,9	11	54	76,7
Cyperus rotundus	4,7	4,7	-		1,4	2
Alysicarpus ovalifolius	2,7	2,7	2,4	3	1,4	2
Aristida mutabilis	2,7	2,7	2,1	2,7	1,6	2,3
Boerhavia repens	2	2	-		-	-
Acyranthes argentea	1,7	1,7	-		0,2	0,3
Hibiscus esculentus	1,3	1,3	-		2,6	3,7
Limeum viscosum	1,3	1,3	-		-	-
Zornia glochidiata	1,3	1,3	4	5	1,6	2,3
Pennisetum pedicellatum	0,7	0,7	-		0,5	0,7
Tephrosia lupinifolia	0,3	0,3	-		-	-
Chloris pilosa	-		12,1	15	2,4	3,4
Cenchrus biflorus	-		5,7	7,1	4,7	6,7
Aristida funiculata	-		8,9	11	1,9	2,7
Indigofera diphylla	-		-		1,2	1,7
Chloris prieurii	-		-		0,9	1,3
Nombre d'espèces	16		12		18	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	298		372		426	

Tableau VI.A (suite)

Site 9 B	24/07/1986		06/09/1986		30/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Cenchrus biflorus	42	30,7	32,4	14,7	36,3	23
Zornia glochidiata	40,2	29,4	28,7	13	34,2	21,7
Tragus berteronianus	7,3	5,3	22,8	10,3	16,3	10,3
Alysicarpus ovalifolius	2,7	2	4,4	2	3,7	2,3
Tribulus terrestris	1,8	1,3	1,5	0,7	5,3	3,4
Heliotropium strigosum	1,8	1,3	2,2	1	-	
Borreria radiata	1,4	1	-		-	
Eragrostis pilosa	1,4	1	-		-	
Colocynthis citrullus	0,5	0,4	-		-	
Gisekia pharnacioïdes	0,5	0,4	-		-	
Merremia pinata	0,5	0,4	-		-	
Aristida adscensionis	-	-	5,2	2,4	1,1	0,7
Chrozophora brocchiana	-	-	2,2	1	1,1	0,7
Limeum pterocarpum	-	-	0,7	0,3	1,1	0,7
Indigofera astragalina	-	-	-	-	1,1	0,7
Nombre d'espèces	11		9		9	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	219		136		190	

Tableau VI.A (suite)

Site 10 B	28/07/1986		02/09/1986		29/10/1986	
Espèces	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.	C.S.(%)	F.S.
Tragus berteronianus	27,8	27,3	25,2	23,7	26,1	32
Cenchrus biflorus	27,5	27	34	32	28,8	35,3
Tribulus terrestris	15,9	15,6	8,9	8,4	5,4	6,6
Zornia glochidiata	9,8	9,6	3,6	3,4	7,9	9,7
Aristida mutabilis	5,4	5,3	19,9	18,7	28	34,4
Alysicarpus ovalifolius	4,4	4,3	1,8	1,7	0,5	0,6
Brachiaria xantholeuca	2,4	2,4	0,7	0,7	0,3	0,4
Borreria radiata	1,4	1,4	0,4	0,4	-	
Corchorus tridens	1,4	1,4	0,4	0,4	-	
Indigofera diphylla	1	1	-		-	
Boerhavia repens	0,7	0,7	-		-	
Ceratotheca sesamoïdes	0,7	0,7	-		-	
Aeschynomene indica	0,3	0,3	-		-	
Limeum diffusum	0,3	0,3	-		-	
Gisekia pharnacioïdes	0,3	0,3	0,4	0,4	-	
Panicum laetum	-		2,1	2	-	
Chrozophora brocchiana	-		0,7	0,7	0,8	1
Digitaria horizontalis	-		0,7	0,7	0,3	0,4
Cucumis prophetarum	-		0,4	0,4	-	-
Dactyloctenium aegyptium	-		0,4	0,4	-	-
Eragrostis tremula	-		0,4	0,4	1,1	1,4
Heliotropium strigosum	-		0,4	0,4	0,3	0,4
Cenchrus ciliaris	-		-		0,5	0,6
Nombre d'espèces	15		17		12	
Nombre total de points où la végétation est touchée.	295		282		368	

Dans les dépressions, les eaux de ruissellement favorisent l'installation rapide de la végétation. Elle est plus lente dans les milieux de dunes où les sols sableux et perméables favorisent l'infiltration massive des eaux de pluies, elle est beaucoup plus tardive sur les glacis où les sols encroûtés et compacts entraînent la perte des eaux de pluies par ruissellement.

Le tableau VI.A. nous indique les espèces dominantes par site et par observation.
Le site 1B est dominé au départ (fin juillet) par Cenchrus biflorus, puis par Schoenefeldia gracilis.
Les sites 2B et 3B sont dominés par Schoenefeldia gracilis, puis conjointement par Aristida funiculata.
Le site 4B est dominé par Echinochloa colona et Panicum laetum. Schoenefeldia gracilis domine largement le site 5B.
Cenchrus biflorus, Tribulus terrestris et Tragus berteronianus dominent sur le site 6B comme le font T. berteronianus et C. biflorus, puis T. berteronianus et Aristida adscensionis sur le site 7B.
Le site 8B est dominé par Eragrostis pilosa et Tribulus terrestris, puis par Schoenefeldia gracilis et Tragus berteronianus.
Le site 9B est constamment dominé par Cenchrus biflorus et Zornia glochidiata.
Le site 10B est dominé par Tragus berteronianus et Cenchrus biflorus, puis conjointement par Aristida mutabilis.

L'analyse du tableau VI.A nous montre que certaines espèces sont spécifiques à certains milieux. Nous retrouvons Schoenefeldia gracilis sur les sols compacts et encroûtés des glacis et des vieilles dunes (8B) ; Echinochloa colona et Panicum laetum dans les dépressions : Gisekia pharnacioïdes uniquement dans les dunes.

2.2. Evolution du recouvrement herbacé.

L'observation de la fig. 17. nous permet de distinguer 3 groupes de sites : ceux qui ont un recouvrement maximum fin juillet et ceux qui ont le leur en octobre.

Les sites 2B de glacis et 9B de jeune dune appartiennent au premier groupe où le sol est plus recouvert de végétation en début de saison qu'en fin de saison. Les valeurs relativement fortes en début de saison sont dues à une végétation résiduelle très importante (15,2 % de matière sèche au 2B et 6,4 % au 9B). Par la suite, le pâturage intensif constaté sur ces sites explique la diminution constante de la phytomasse végétale.

Dans le deuxième groupe, se trouvent le site de dépressions (4B) et la plupart des sites de dunes (6B, 7B, 8B, 10B).
Dans le site de dépressions, (4B) où le recouvrement est presque constant (70,3 à 74,4 %), le développement précoce de la végétation serait favorisé par les eaux de ruissellement ainsi que par le riche substrat édaphique (GROUZIS, 1979). Fin juillet, la part importante de matière sèche dans le recouvrement (6,2 %) par rapport à celle obtenue dans les milieux de dunes (0,1 à 0,8 %) pourrait être due aux fréquentes stagnations des eaux de ruissellement qui asphyxient les feuilles basales de certaines espèces herbacées. Dans les milieux de dunes où les sols sableux et perméables ont une faible capacité de retention en eau, la croissance rapide des herbacées après les premières pluies est favorisée par le fait que l'eau du sol est facilement récupérable par les plantes pour leurs besoins.

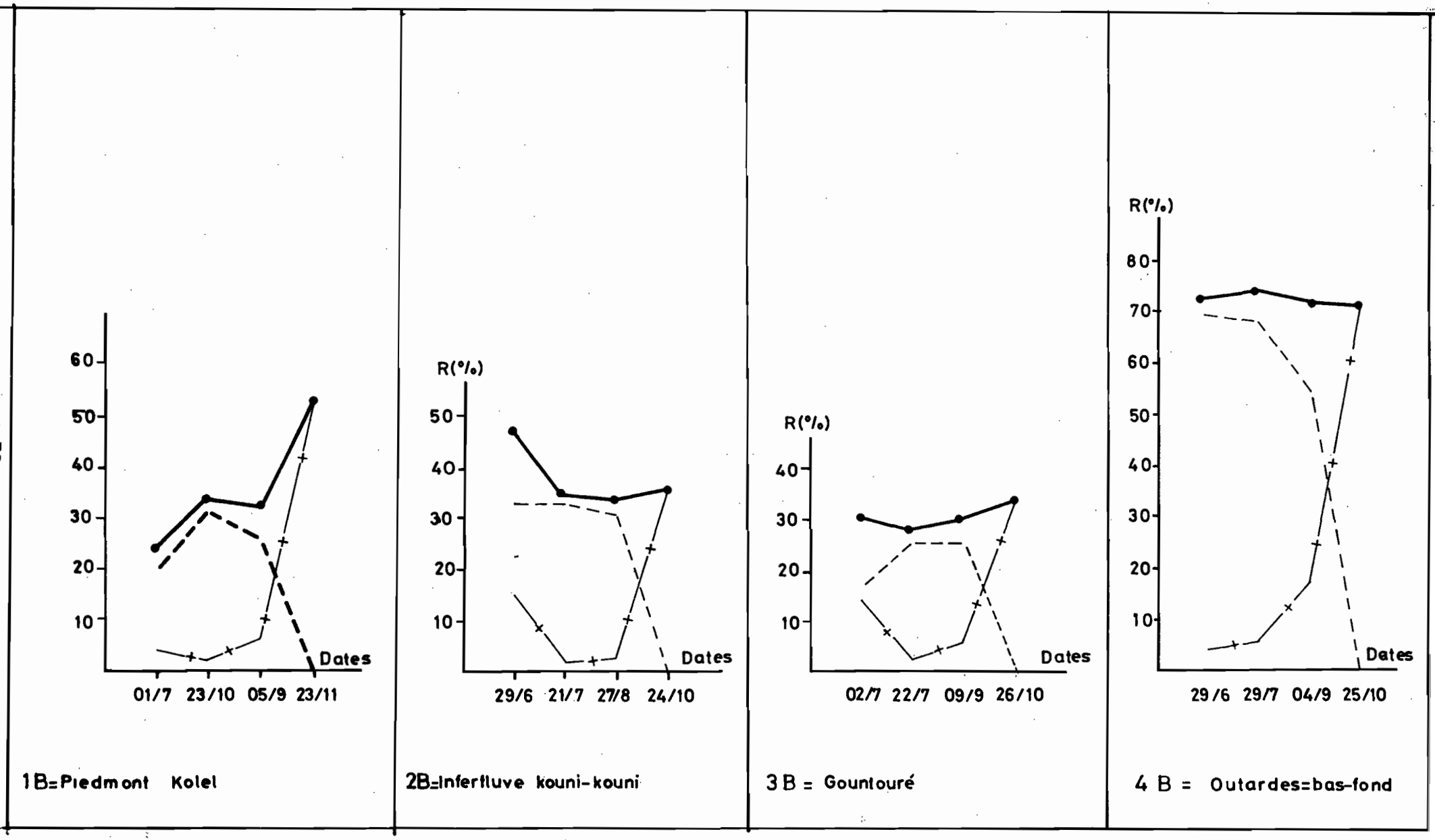


Fig. 17 : Evolution du recouvrement herbacé sur la période d'observations.

—●— Recouvrement total.
- - - Recouvrement assuré par la matière verte.
—+— Recouvrement assuré par la matière sèche

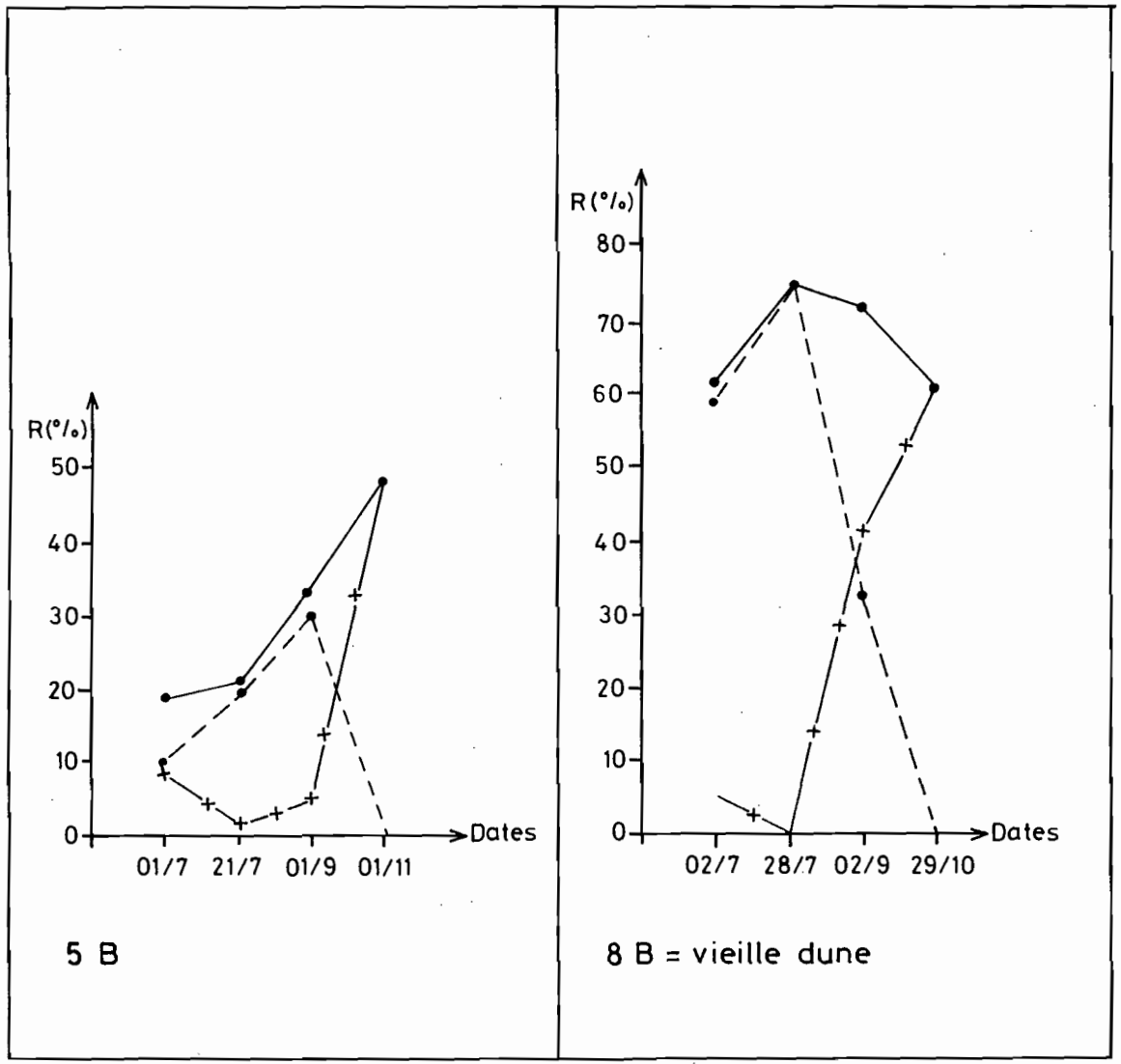

R(°/o)
50
40
30
20
10
0
Dates
01/7
21/7
01/9
01/11
5 B
R(°/o)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Dates
02/7
28/7
02/9
29/10
8 B = vieille dune

fig. 17 : (suite)

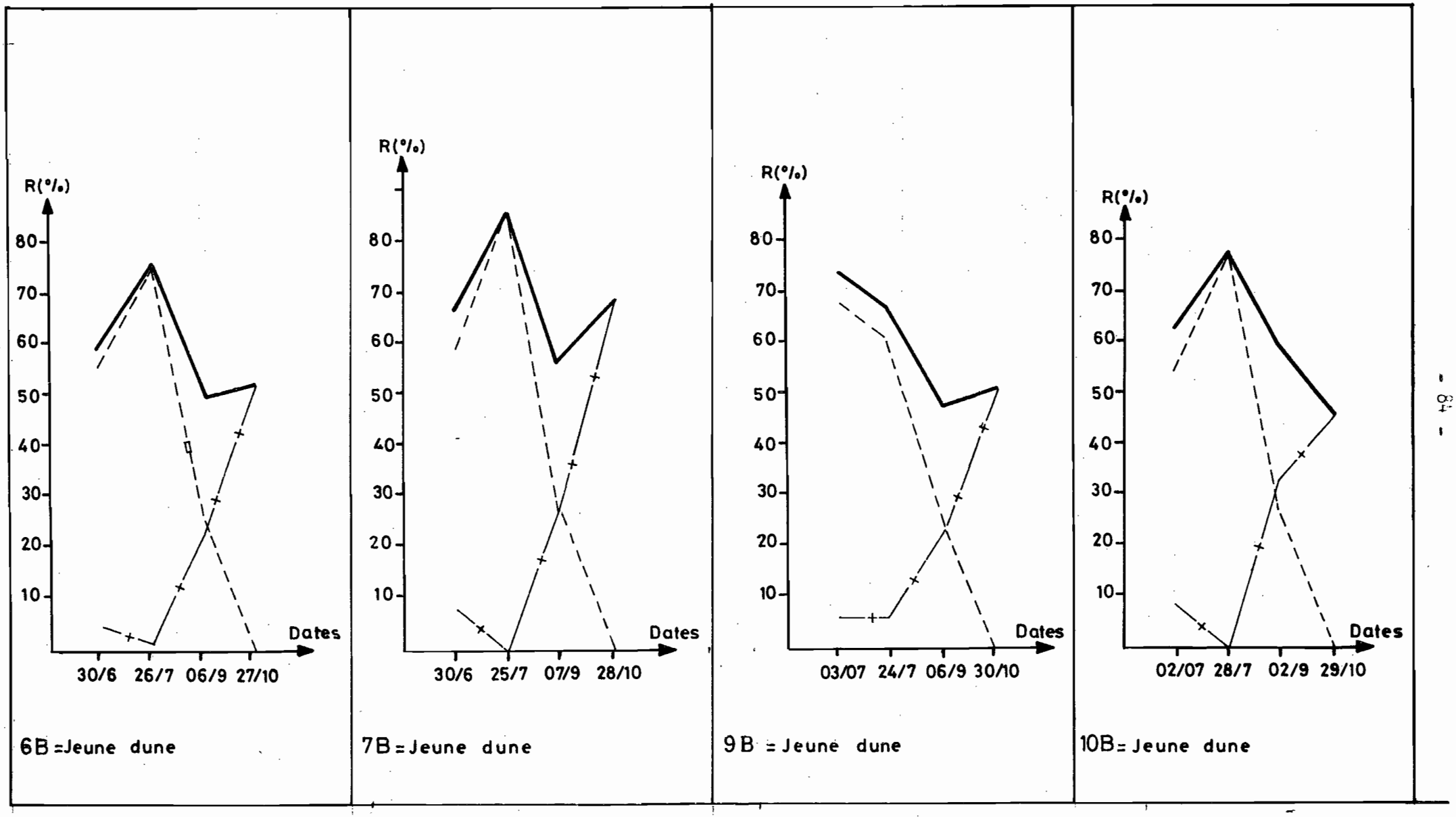

R(°/o)
80
70
60
50
40
30
20
10
Dates
30/6 26/7 06/9 27/10
6B = Jeune dune
R(°/o)
80
70
60
50
40
30
20
10
Dates
30/6 25/7 07/9 28/10
7B = Jeune dune
R(°/o)
80
70
60
50
40
30
20
10
Dates
03/07 24/7 06/9 30/10
9B = Jeune dune
R(°/o)
80
70
60
50
40
30
20
10
Dates
02/07 28/7 02/9 29/10
10B = Jeune dune

fig. 17 (suite)

A l'exception du site 8B où elle est lente et progressive, la baisse du recouvrement herbacé sur les autres sites de dune est rapide. Les sites de dunes comme le 6B et le 7B sont peuplés de plantes à cycle très court souvent crassulescentes telles que Gisekia pharnacioïdes (MOLLUGINACEES). A la sénescence, l'activité animale (piétinement, pâture) entraîne la disparition de ces plantes crassulescentes, baissant ainsi le recouvrement herbacé des sites où elles poussent.
Le site de dune 8B est en revanche peuplé de plantes assez consistantes telles que Eragrostis pilosa (GRAMINEES) qui se maintiennent plus longtemps. Dans les sites de dune 6B et 7B, nous observons une remontée du recouvrement herbacé au mois de septembre. Cela peut s'expliquer par la présence de plantules comme nous l'avons mentionné dans l'étude de la structure spécifique du peuplement herbacé. La germination de graines aurait été favorisée par les grosses pluies de fin août (fig. 18.).

Dans le troisième groupe, se trouvent les sites (1B, 3B,et 5B) de glacis. Le recouvrement maximum est atteint en fin de saison. Le développement lent de la végétation pourrait être dû au fait que les sols des glacis, généralement compacts, encroûtés et faiblement perméables, ne permettent pas le démarrage de la végétation de façon aussi précoce que dans les sites de dunes.

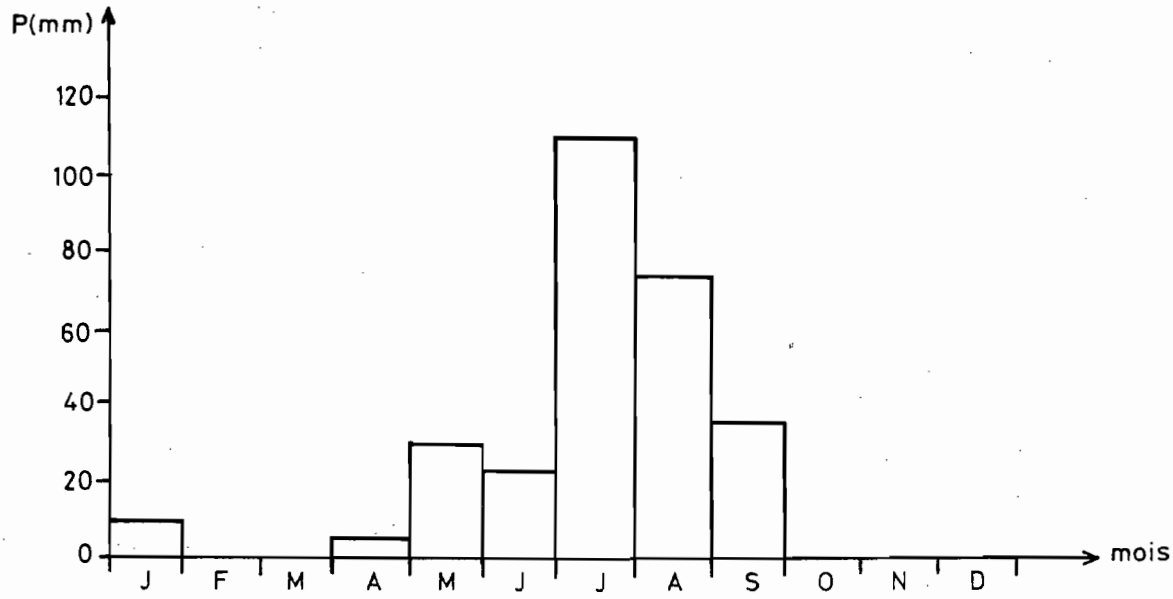
La figure 17 nous indique que dans la majorité des sites - sauf le 4B et le 9B -, la matière verte assure la presque totalité du recouvrement herbacé fin juillet. La matière sèche de la saison précédente encore souvent présente à la fin du mois de juin est maintenant décomposée sous l'effet de l'humidité et de la chaleur.
Le pourcentage élevé de matière sèche fin juillet sur le site 9B (5,8 %) pourrait être dû à un déssèchement des plantules consécutif à une insuffisance des pluies particulièrement accentuée sur ce site.

Au début du mois de septembre, le recouvrement herbacé de la plupart des sites est assuré presque équitablement par la matière sèche et la matière verte, alors que les dernières pluies sont observées (fig. 17).

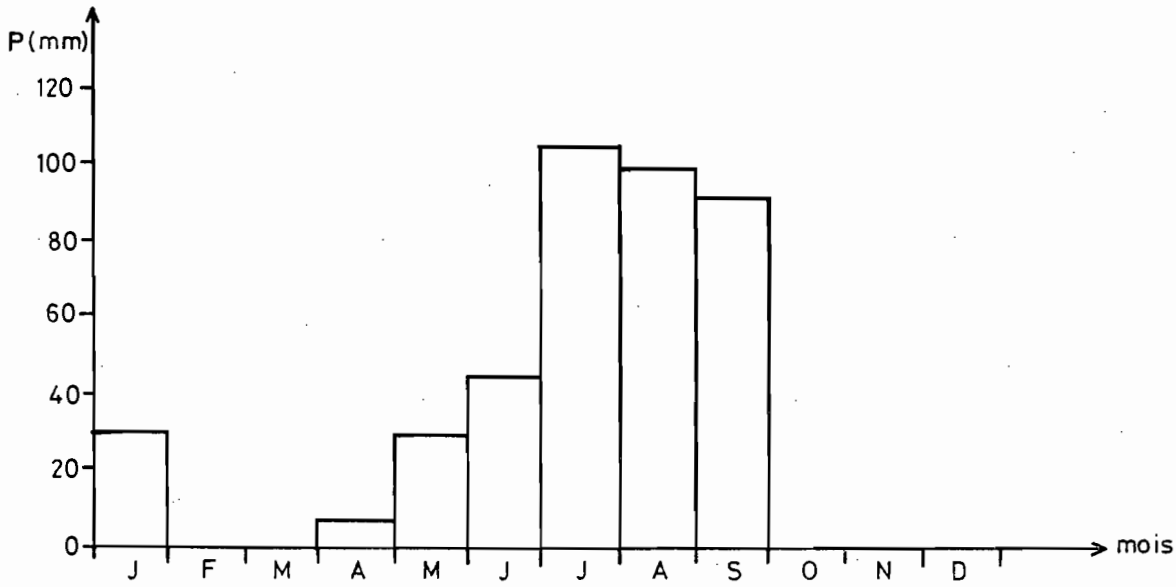
En moyenne, les sites de dunes et de dépressions sont les mieux recouverts avec des maxima allant de 73,3 % au site 9B à 86,3 % au site 7B. Les sites de glacis sont les moins couverts avec des maxima qui vont de 33,7 % au site 3B à 53 % au site 1B.

2.2. Evolution des phytomasses herbacées.

Le maximum de biomasse est déjà atteint fin juillet dans les talwegs (4B) et sur la plupart des sites de jeunes dunes (6B, 7B, 10B), alors qu'il ne sera atteint dans les glacis (3B, et 5B), sur la vieille dune (8B) et sur la jeune dune du 9B que fin août et même début septembre pour les sites de glacis 1B et 2B.



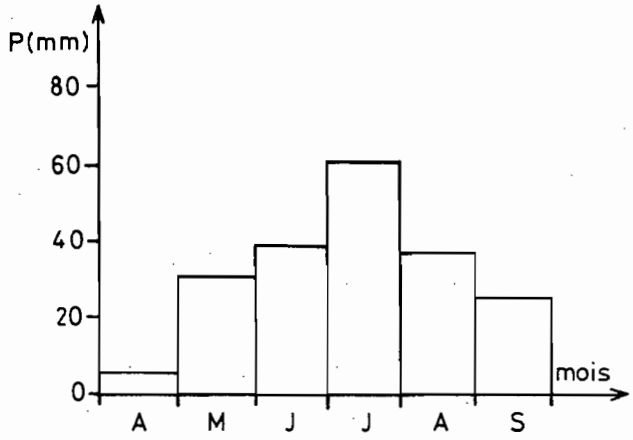
e) : valable pour le site 3B



f) : Valable pour les site 1B, 2B, 4B, 5B.

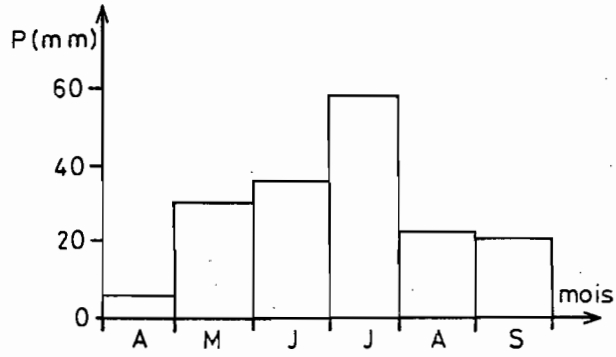
fig 18 (suite)

a)



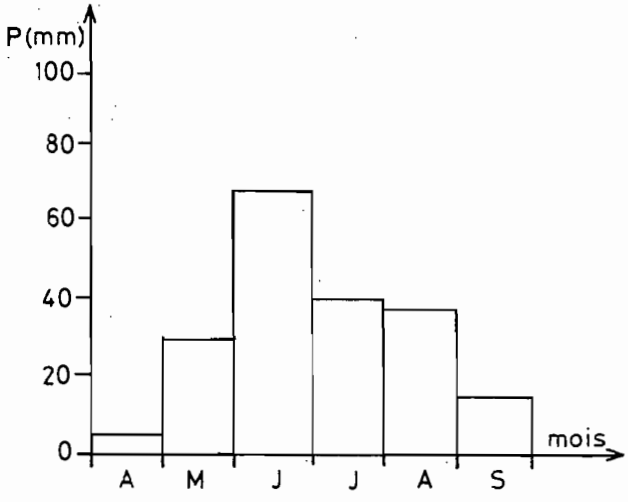
Valable pour les sites 6B et 7B

b)



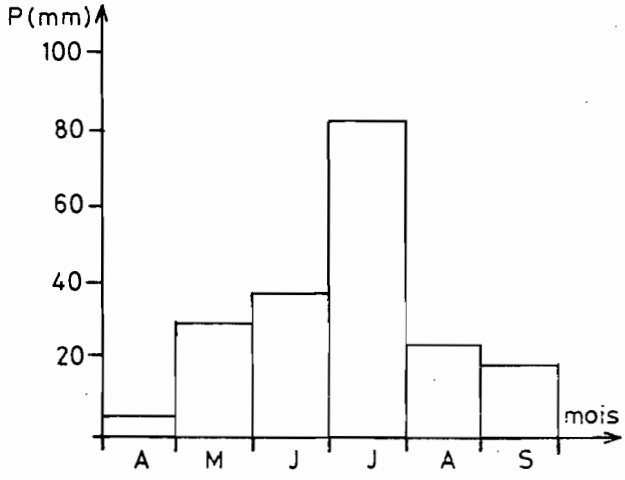
Valable pour le site 8B

c)



Valable pour le site 9B

d)



Valable pour le site 10B

fig 18 : Pluviométrie totale mensuelle sur divers sites

Conformément aux résultats de GROUZIS (1979), les plus grandes valeurs de biomasses s'observent dans les dépressions (162,5 gM s/m2 au 4B) puis dans les jeunes dunes (6B, 7B, 10B) avec un maximum qui va de 73,4 à 157,4 gM s/m2. Les milieux de vieilles dunes présentent des valeurs plus faibles (78 g.Ms/m^2 au site 8 B) ainsi que les milieux de glacis (58,7 à 111,7 g.Ms/m2 sur les sites 1B, 2B, 3B, 5B).

La figure 19. nous indique également que les valeurs de biomasses sont plus fortes (111,7 gMs/m2) dans les glacis de piedmont (1B) que dans les glacis d'interfluve (59 g.Ms/m2 au 2B).

Une chute rapide des valeurs de biomasses est constatée sur la majorité des sites après le moment où elles ont atteint leur maximum. La cause peut en être soit un pâturage intensif (4B et 5B), soit la putréfaction de certains organes (feuilles) et de certains individus végétaux sous l'effet des dernières pluies.

Sur certains sites de dunes (7B, 10B), on note une légère remontée de la biomasse au mois de septembre, probablement due à une nouvelle germination.

Tout comme pour l'évolution du recouvrement, nous distinguons des sites où la biomasse maximale s'observe fin juillet (4B, 6B, 7B, 10B) et des sites où le maximum de biomasse se situe fin août début septembre (1B, 2B, 3B, 5B, 8B, 9B).

A l'exception du 9B où la pluviométrie de juillet a été particulièrement défavorable, tous les sites dejeunes dunes sont en avance sur ceux de la vieille dune et des glacis. Cela serait dû comme nous l'avons déjà souligné, au fait que les sols compacts, encroûtés, peu perméables des glacis et des vieilles dunes, ne permettent pas l'installation rapide de la végétation, alors que sur les sites de jeunes dunes, l'eau des sols sableux est rapidement disponible pour la végétation.

Lors des observations de fin juillet, le sol désséché et fendillé du site 4B témoigne d'un dessèchement temporaire du bas-fond, responsable de la baisse de la teneur en eau des plantes en majorité hydrophiles qui peuplent ce milieu.

Les graphiques de la figure 19. nous indiquent que la période propice à une récolte fourragère aurait été pour cette année, de fin juillet à début août sur les dunes et dans les bas-fonds, et fin août pour les milieux de glacis. Cette période correspond au stade de montaison pour les graminées et au stade de floraison fructification pour les légumineuses.

2.3.Répartition de la phytomasse par strates.

Cette répartition est établie à partir de la combinaison des résultats des deux méthodes utilisée. Celle de la récolte et celle des points-contacts.La répartition de la phytomasse par strate est estimée en fonction de la proportion des contacts observés dans chaque strate.

Nous supposons donc ici que tous les organes végétaux ont la même masse et que le phytovolume est proportionnel à la phytomasse. Les figures 20. représentent la répartition de la phytomasse par strate au moment de la biomasse maximale pour chacun des sites. L'évolution du phytovolume au cours de la saison des pluies est illustré sur deux sites (fig. 21-22).

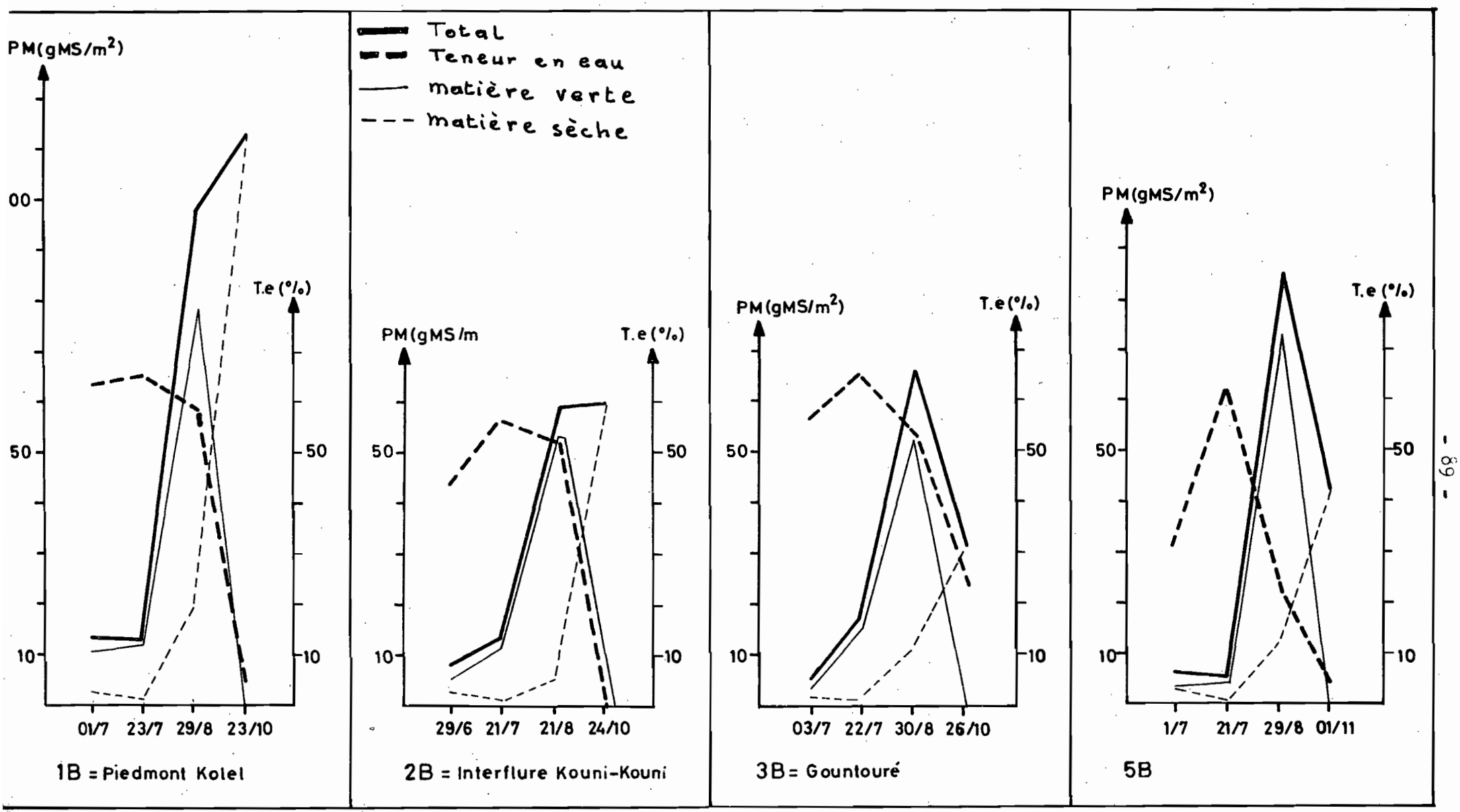


fig. 19 : Evolution des phytomasses et de la teneur en eau sur la période d'observations

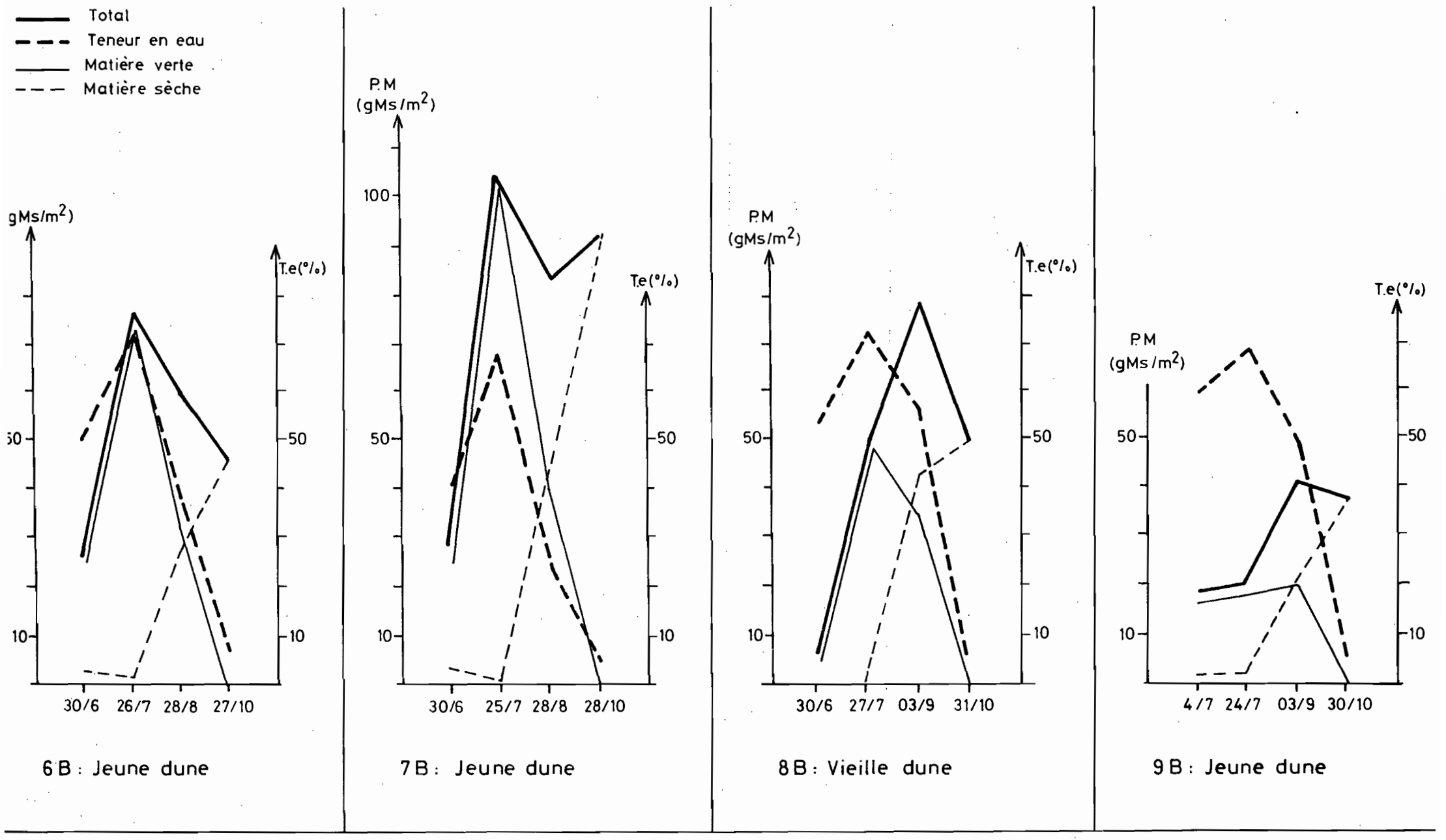

Total
Teneur en eau
Matière verte
Matière sèche
gMs/m2)
T.e(°/o)
50
10
30/6 26/7 28/8 27/10
6 B : Jeune dune
P.M
(gMs/m2)
100
50
10
T.e(°/o)
30/6 25/7 28/8 28/10
7 B : Jeune dune
P.M
(gMs/m2)
50
10
T.e(°/o)
30/6 27/7 03/9 31/10
8 B : Vieille dune
P.M
(gMs/m2)
50
10
T.e(°/o)
4/7 24/7 03/9 30/10
9 B : Jeune dune

Fig. 19 (suite)

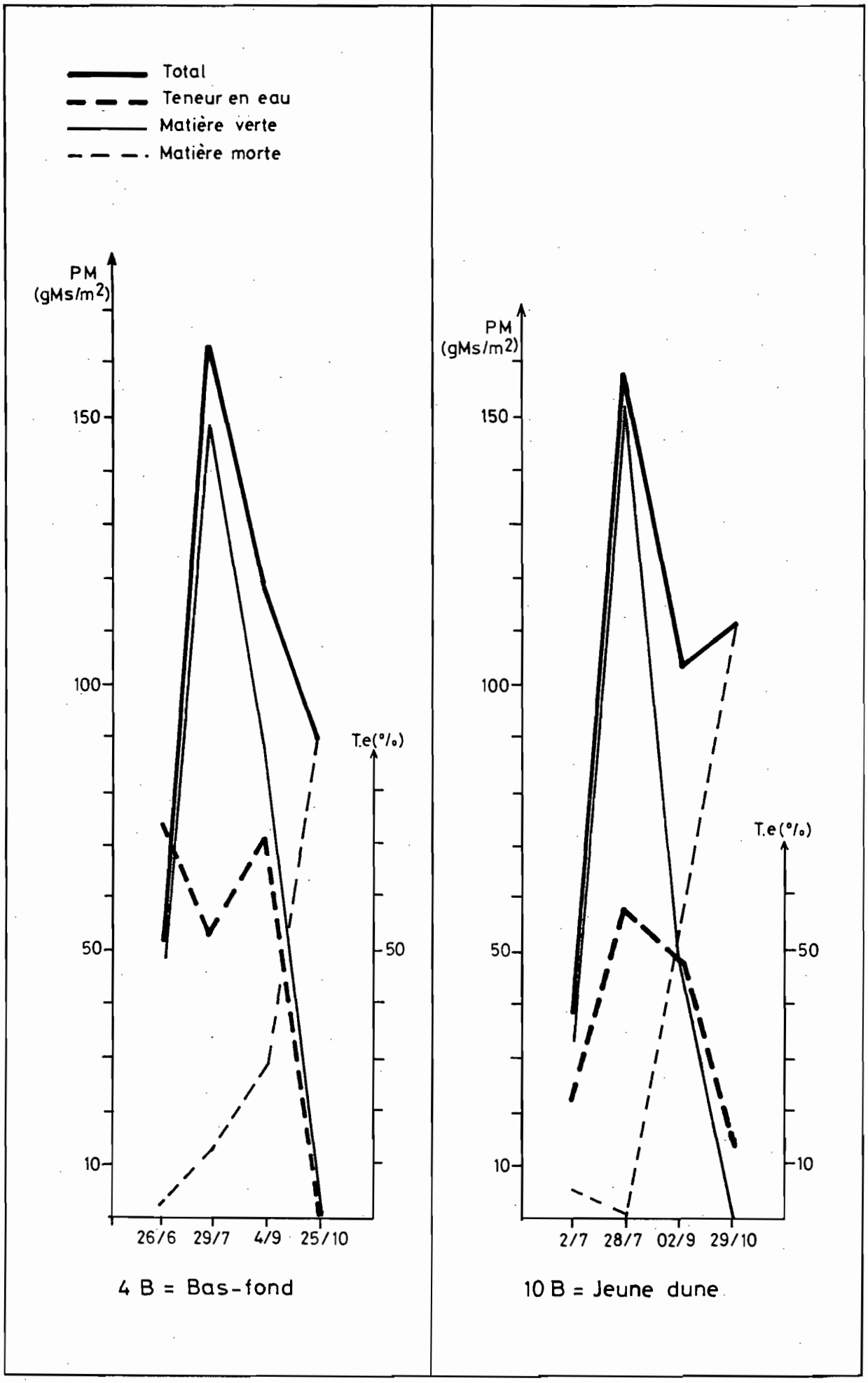

Total
Teneur en eau
Matière verte
Matière morte
PM (gMs/m2)
150
100
50
10
T.e(°/o)
50
26/6
29/7
4/9
25/10
4 B = Bas-fond
PM (gMs/m2)
150
100
50
10
T.e(°/o)
50
10
2/7
28/7
02/9
29/10
10 B = Jeune dune

Fig. 19 (suite)

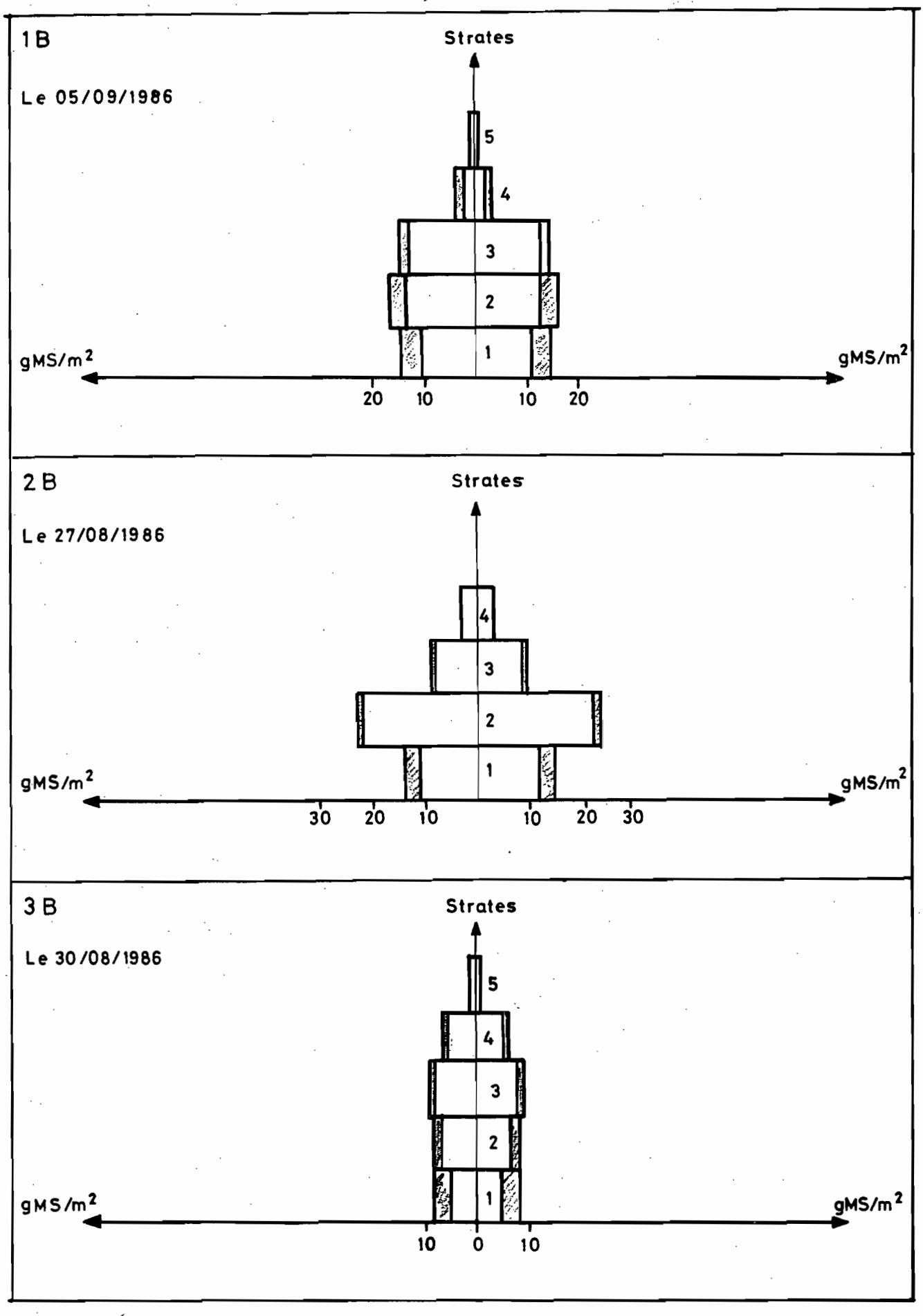


fig 20 : Répartition de la phytomasse par strates à la biomasse maximale du site

▨ = Matière sèche

□ = Matière verte

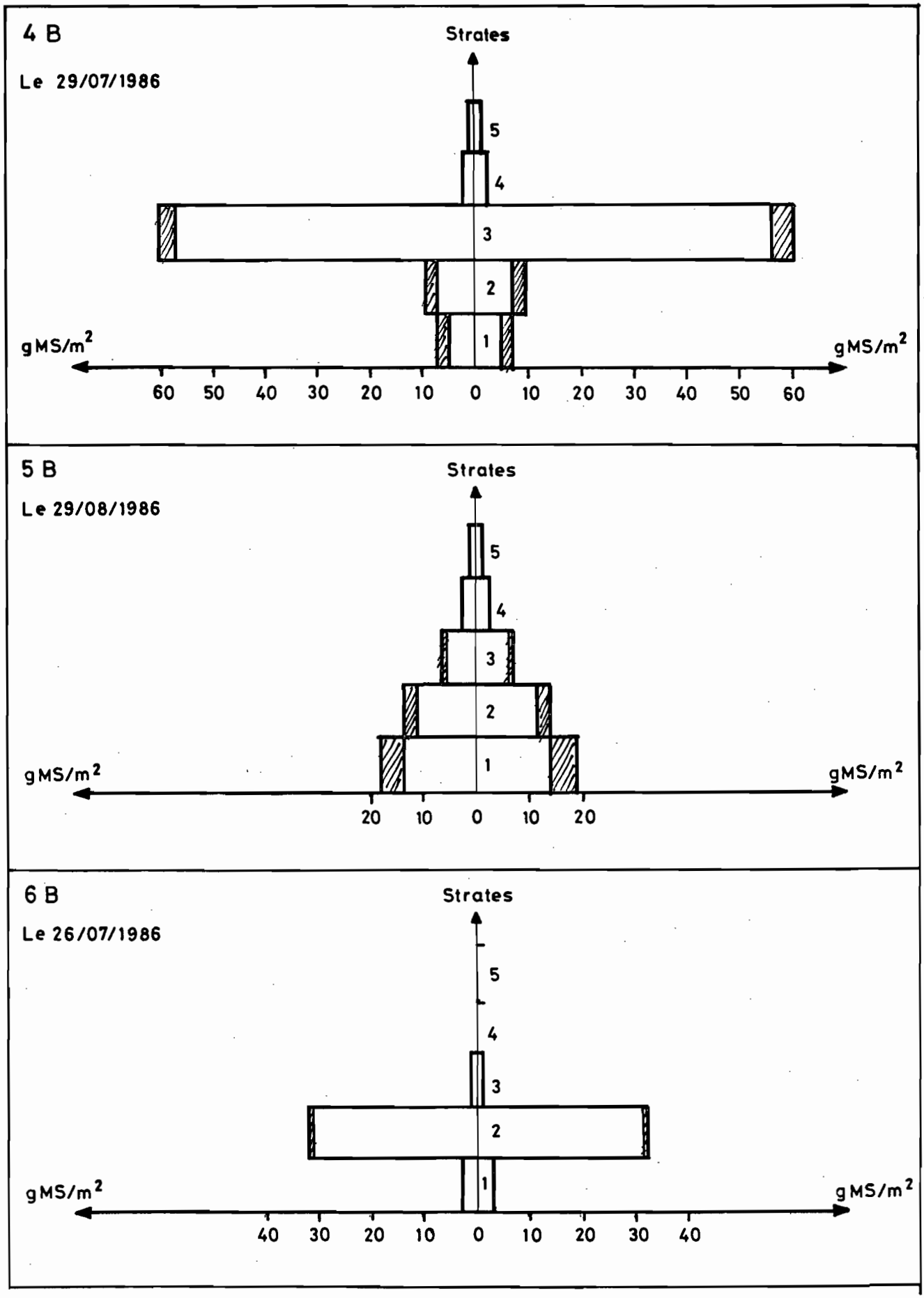

4 B
Le 29/07/1986
Strates
5
4
3
2
1
gMS/m²
gMS/m²
60 50 40 30 20 10 0 10 20 30 40 50 60
5 B
Le 29/08/1986
Strates
5
4
3
2
1
gMS/m²
gMS/m²
20 10 0 10 20
6 B
Le 26/07/1986
Strates
5
4
3
2
1
gMS/m²
gMS/m²
40 30 20 10 0 10 20 30 40

fig 20 (suite)

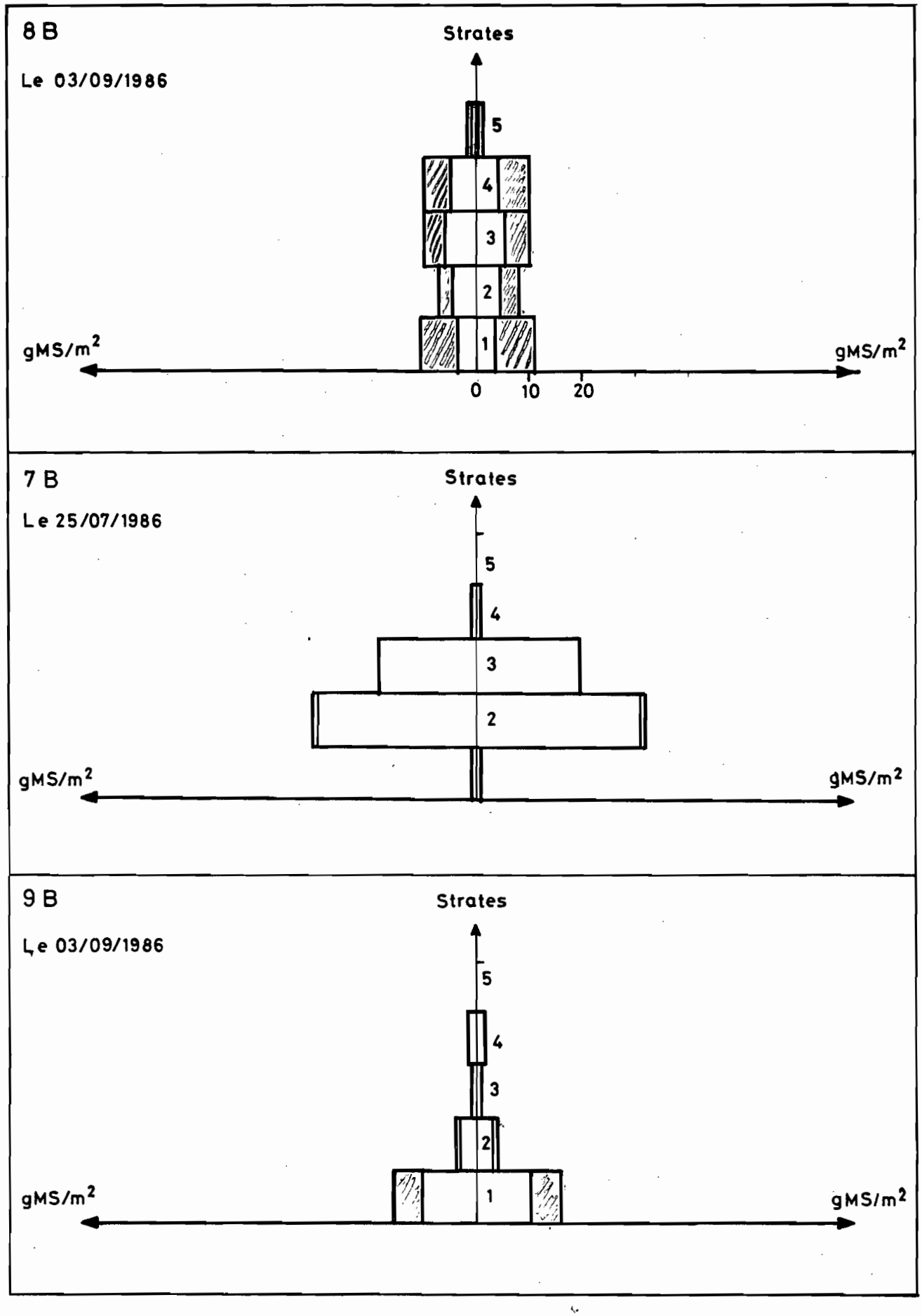

8 B
Le 03/09/1986
Strates
5
4
3
2
1
gMS/m²
gMS/m²
0
10
20
7 B
Le 25/07/1986
Strates
5
4
3
2
gMS/m²
gMS/m²
9 B
Le 03/09/1986
Strates
5
4
3
2
1
gMS/m²
gMS/m²

fig 20 (Suite)

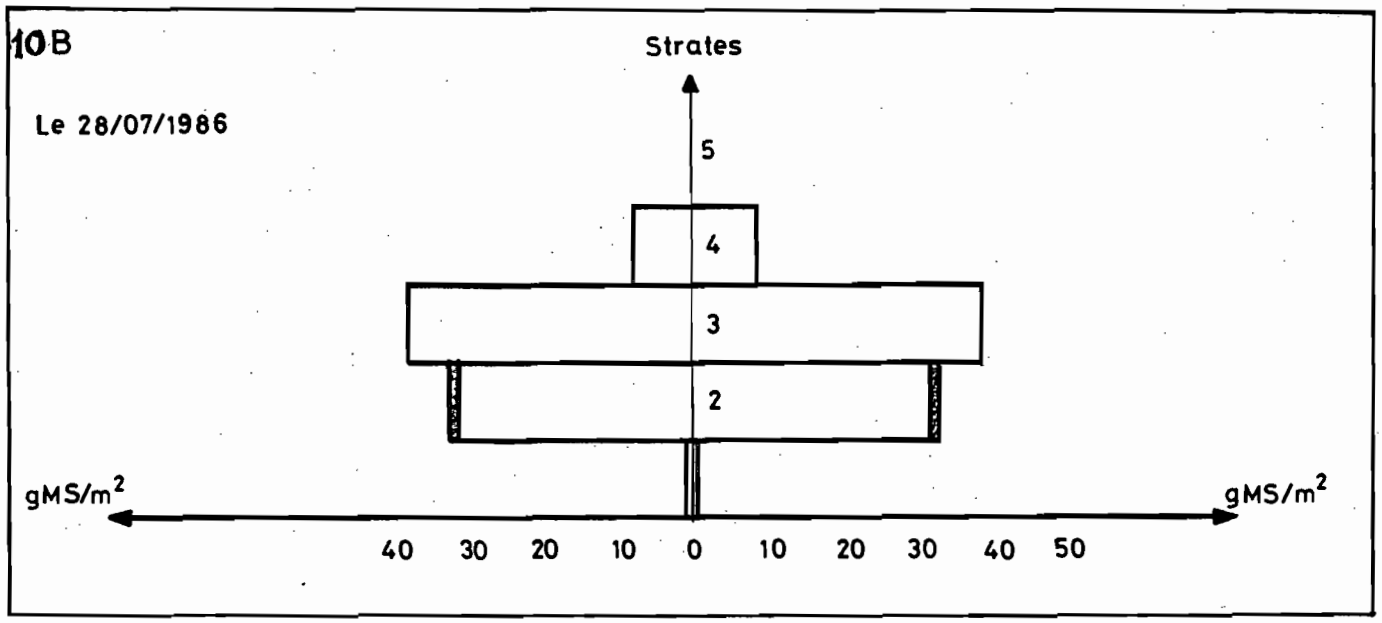

10B
Le 28/07/1986
Strates
5
4
3
2
gMS/m2
gMS/m2
40 30 20 10 0 10 20 30 40 50

fig 20 : (suite)

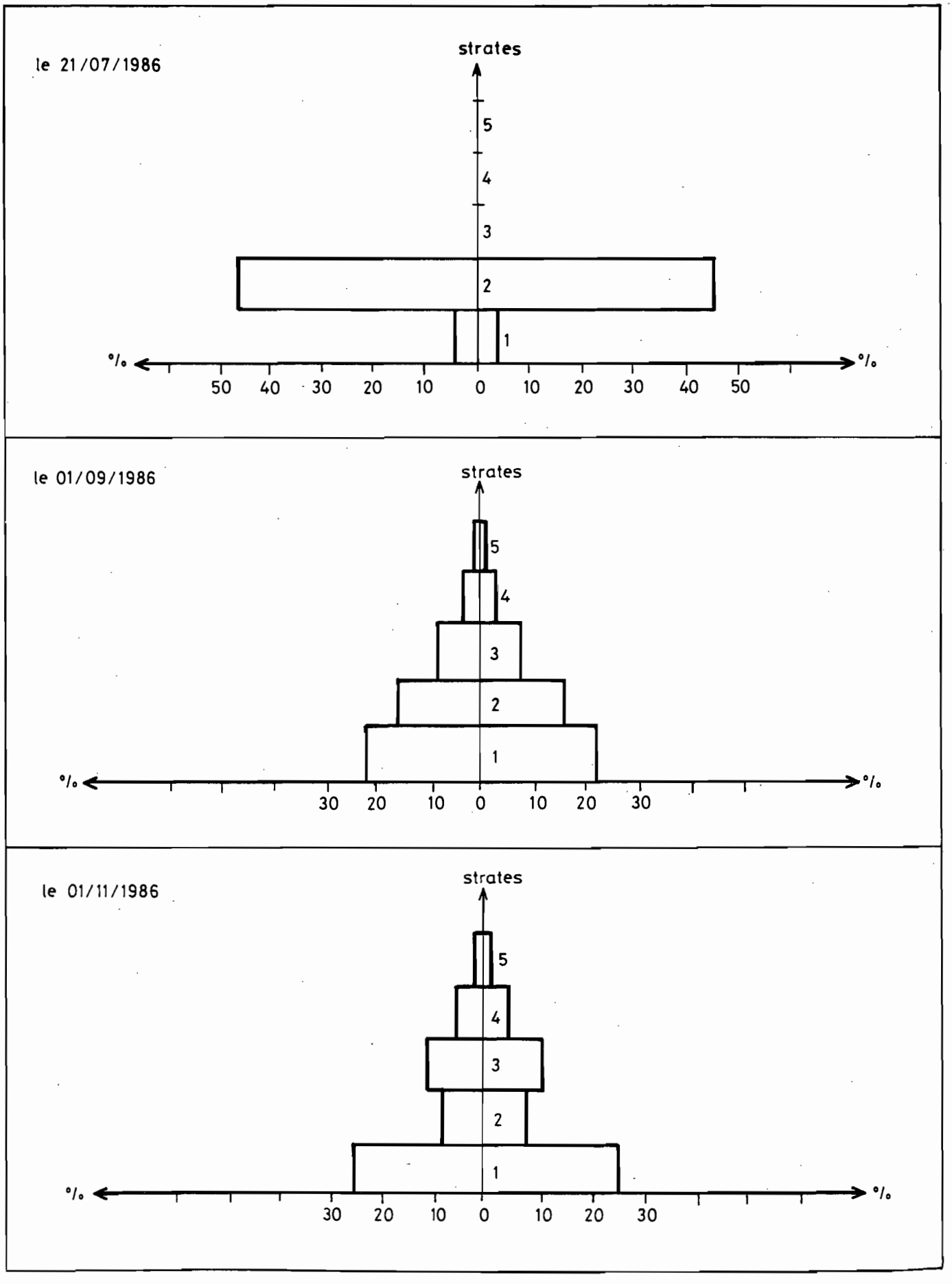


fig. 21: Evolution du phytovolume du site 5 B

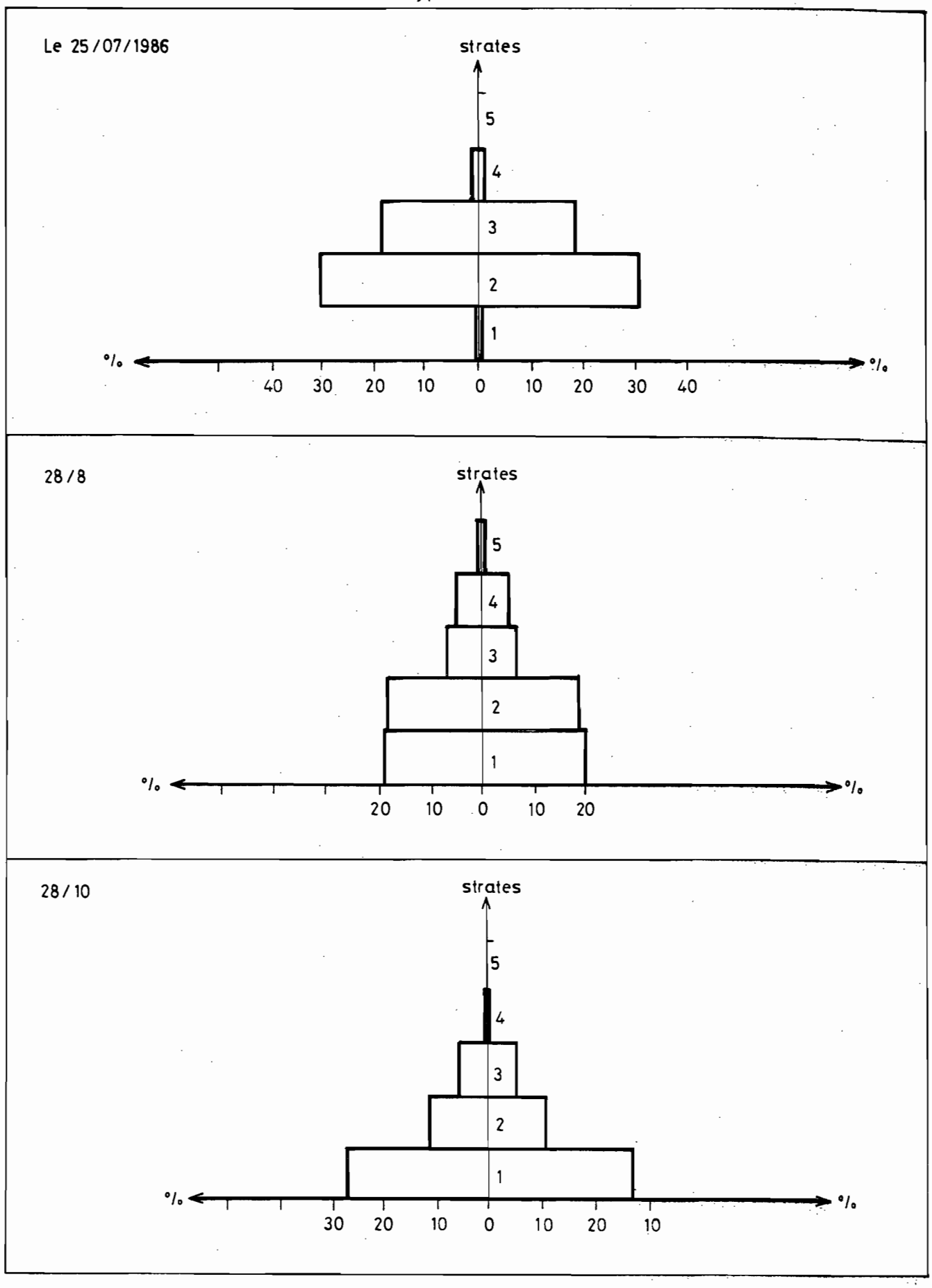


fig. 22 : Evolution du phytovolume du site 7 B

Il faut noter qu'une exception a été faite pour les sites 1B et 2B de glacis où la biomasse maximale s'est située entre deux dates d'observations. Nous avons alors considéré les valeurs des biomasses de fin août- début septembre qui ne présentent pas un grand écart avec la biomasse maximale (fin septembre probablement).

Sur les glacis (1B, 2B, 3B), nous remarquons que la phytomasse est presque uniformément répartie sur les 3 premières strates (0 à 30 cm), sauf sur le 5B où la phytomasse diminue de la première strate à la dernière.

Dans la vieille dune (8B), la phytomasse est répartie sur les 4 premières strates (0 à 50 cm).

Dans les sites de jeunes dunes (7B, 10B), la phytomasse est pratiquement localisée dans les strates deux et trois (5 à 15 cm et 15 à 30 cm). Nous remarquons cependant que dans le site de jeune dune 6B, la phytomasse est à 88 % localisée dans la deuxième strate. Ce faible développement de la végétation serait dû au fait que ce site a reçu moins d'eau (147 mm) que les autres site de jeunes dunes (173 à 203 mm). Ce phénomène est plus accentué encore dans le site de jeune dune 9B où toute la phytomasse est concentrée dans la première strate (0 à 5 cm), ce qui traduit le faible développement de la végétation dû aux fortes contraintes pluviométriques déjà évoquées.

Dans le site de dépressions (4B), nous constatons que la grande majorité de la phytomasse se localise dans la troisième strate (15 à 30 cm).

L'observation de ces graphiques (fig. 20.) nous permet en outre de constater que lorsqu'il existe de la matière sèche dans la végétation, elle est généralement localisée dans les plus basses strates.

DISCUSSIONS - CONCLUSIONS.

Notre travil a été consacré principalement à l'étude de l'évolution des productions végétales sur le bassin versant de la mare d'Oursi. Ce travail nous fournit un aperçu de cette production.

Les réserves de fourrages herbacées estimées fin novembre sont en moyenne de 61,1 g.Ms/m2 sur les glacis, de 89,5 g.Ms/m2 dans les dépressions et de 67 g.Ms/m2 dans les milieux dunaires, soit une moyenne de 66,9 g.Ms/m2 sur l'ensemble du bassin versant. Rappelons que les valeurs de phytomasses maximales donnent une moyenne de 93,6 g.Ms/m2 dans cette même zone.

Les valeurs de biomasses herbacées obtenues sur 5 ans (1976 à 1980) par GROUZIS (1980), ont été complétées par cet auteur sur 4 ans (1981 à 1984) selon une relation linéaire établie par SICOT et GROUZIS (1981) : $Y(g.Ms/m^2)=0,22\ Pm + 13,5$ (avec Pm = la pluviométrie totale annuelles), pour calculer la production des herbages dans la zone. D'après cette relation, la production du bassin versant de la mare d'Oursi en fonction de la pluviosité de Djalafanka aurait été de 66,1 g.Ms/m2 pour l'année 1985 (239,1 mm) et s'élèverait à 102,7 g.Ms/m2 pour cette année (405 mm) (tab. DC.A).

L'écart de 9,1 g.Ms/m2 constaté entre la valeur calculée et la valeur mesurée, serait dû au fait que nos sites sont constamment pâturés, contrairement aux parcelles protégées de GROUZIS à partir desquelles a été établie la relation utilisée.

Les capacités de charge du bassin versant de la mare, calculées pour 1985 et 1986, viennent compléter celles déjà données (ALBERGEL et GROUZIS, 1985) pour la zone (tableau DC.1).
Rappelons que la capacité de charge est le nombre d'UBT qu'un pâturage peut supporter sans se détériorer, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids et produire du lait pendant son séjour sur le pâturage. Un UBT (Unité Bovin Tropical) est un bovin de 250 kg consommant environ 6,25 kg.Ms/j.
Rappelons aussi que dans les formations sahéliennes qui sont essentiellement composées de thérophytes, le bétail ne consomme que 40 % des fourrages sur pied (BOUDET, 1975).

Notre étude nous a aussi permis de constater que l'évolution des états de surface et plus précisément des productions végétales, est liée non seulement aux aléas climatiques, mais aussi au substrat édaphique du milieu.

Une étude exhaustive des productions végétales pour la mise en valeur de ces vastes zones sahéliennes, nécessite l'emploi de méthodes nouvelles et rapides d'acquisition des données. Notre travail constitue un maillon de cette chaîne de la recherche qui vise à terme, à obtenir les valeurs quantitatives et qualitatives des productions végétales directement sur le terrain par radiométrie ou par satellite. Ces méthodes ne peuvent toutefois être mises en oeuvre sans des moyens financiers relativement importants, ce qui constitue une limite à leur emploi courant.

Tableau DC. A : - Variation interannuelles de la production herbacée du bassin versant de la mare d'Oursi et de la capacité de charge en bétail (D'après ALBERGEL et GROUZIS, 1985, complété).

Année	Pluviométrie de Djalafanka (mm)	Phytomasse maximale (gMs/m2)	Capacité de charge pour les 60 000 ha (UBT)
1976	455,6	107,9	11 353
1977	480,5	104,9	11 037
1978	379,7	90,8	9 554
1979	372,3	82,0	8 628
1980	372,3	80,3	8 449
1981	379,4	96,9 *	10 194 *
1982	382	97,5 *	10 257 *
1983	204,2	58,4 *	6 144 *
1984	252	68,9 *	7 250 *
1985	239,1	66,1 *	7 249 *
1986	405,3	93,6	9 847

* phytomasse estimée à l'aide de la formule d'ALBERGEL et GROUZIS (1985) à partir de la pluviométrie de la station météorologique de DJALAFANKA, et capacité de charge correspondante.

BIBLIOGRAPHIE.

ALBERGEL (J.), GROUZIS (M.), 1985. - Incidences sur les ressources en eau et les productions végétales. Cas du Burkina Faso présenté au séminaire de télédétection spatiale au Centre AGRHYMET de Niamey au Niger, 14 p.

ANONYME., 1985. - Bulletin du groupe méthodologique de simulation des pluies. Gouttes et splash. Documents ORSTOM, 12 p.

BARRAL (M.), 1970. - Etude sociogéographique pour un programme d'aménagement pastoral dans le Nord-Ouest de l'Oudalan. Documents ORSTOM.

BARRAL (H.), 1977. - Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. Travaux et documents de l'ORSTOM.

BARRAL (H.), 1974. - Mobilité et cloisonnement chez les éleveurs du Nord de la Haute-Volta : les zones dites "d'endodromie" pastorale. Documents ORSTOM. Présenté au séminaire international sur le pastoralisme à Alger.

BOUDET (G.), 1975. - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT, 254 p.

CHEVALLIER (P.), CLAUDE (J.), POUYAUD (B.), BERNARD (A.), 1985. - Pluies et crues au sahel. Hydrologie de la mare d'Oursi (76-81) Burkina Faso. ORSTOM (Travaux et documents n° 190).

GUDRON (M.) et al., 1968 réédité en 1983 - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. CNRS, Paris, 296 p.

GOUNOT (M.), 1984. - Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, 314 p.

GROUZIS (M.), 1983. - Détermination radiométrique de la phytomasse herbacée en milieu sahélien : perspectives et limites. ORSTOM, OUAGADOUGOU, 15 p.

GROUZIS (M.), 1979.- Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche des formations végétales sahéliennes : Mare d'Oursi. Documents ORSTOM, 55 p.

GROUZIS (M.) et SICOT (M.), 1980. - Une méthode d'étude phénologique des populations d'espèces ligneuses sahéliennes. Influence de quelques facteurs écologiques. Présenté au "Sympsium sur les les fourrages ligneux en Afrique" Addis Abéba. Documents ORSTOM, 11 p.

GUINKO (S.), 1984. - Végétation de la Haute-Volta. Thèse Doctorat es sciences. Université Bordeaux III, Tome 1 (2), 349 p.

LE HOUEROU (H.N.), le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéliens. CDI.

LEPRUN (J.C.), 1977. - Esquisse pédologique au 1/50 000 des alentours de la mare d'Oursi avec notice et analyse des sols. 53 p.

LEVANG (P.) et GROUZIS (M.), 1980. - Méthodes d'étude de la biomasse herbacée de formations sahéliennes : application à la mare d'Oursi, Haute-Volta. Acta Oecologica. Oecol. Plant, vol. 1 (15), n° 3, pp. 231-244.

PIOT (J.), et al, 1980. - Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques : zone sud de la mare d'Oursi. 211 p.

RIVIERE (R.), 1977. - Manuels d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. IEMVT, 521 p.

ROUAMBA (J.), 1983. - Rapport de stage de fin de 2è année, ORD du Sahel, 50 p.

SCHNELL (R.), 1970. - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Gauthier-Villars. Tome 1 et 2. 951 p.

SICOT (M.), 1979. - Déterminisme de la production et des immobilisations minérales de la strate herbacée des parcours naturels sahéliens. 12 p.

TOUTAIN (B.), 1978. - Etude des effets de la mise en repos temporaire de quelques formations végétales sahéliennes dégradées sur leur évolution, 67 p.

TOUTAIN (B.), 1976. - Notice de la carte des ressources fourragères au 1/50 000, 61 p.

TRAORE (B.), 1978. - Observations sur la phénologie de quelques espèces herbacées et ligneuses sahéliennes. Mémoire IDR/U.O. ORSTOM, 29 p.

TROCHAIN (J.L.), - Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique.

ANNEXES DU CHAPITRE. IV.

P. 103 à 122 IV.A — Structure du peuplement ligneux de chaque site.

P. 123 à 135 IV.B — Phénologie du peuplement ligneux de chaque site.

Date : 18/05/86 Station : 1 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia raddiana		1,6	11	78,7
Balanites aegyptiaca		0,2	1	7,1
Leptadenia hastata		0,1	1	7,1
Calotropis procera		-	1	7,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,9	9	64,3
	arborée (h ≥ 2 m)	1,1	5	35,7
Total		2	14	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia raddiana		1,6	17	80,9
Balanites aegyptiaca		1	2	9,5
Combretum aculeatum		0,02	1	4,8
Calotropis procera		0,02	1	4,8
Strates	arbustive(h < 2 m)	1,64	20	95,2
	arborée (h ≥ 2 m)	0,9	1	4,8
Total		2,6	21	100,0

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia raddiana		1,7	15	68,2
Balanites aegyptiaca		0,6	5	22,7
Acacia senegal		0,2	1	4,5
Leptadenia hastata		0,1	1	4,5
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,6	17	77,3
	arborée (h ≥ 2 m)	1	5	22,7
Total		2,6	22	100,0

Date : 18/05/86 Station : 1 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia raddiana	1,6	43	75,4
Balanites aegyptiaca	0,6	8	14
Leptadenia hastata	0,07	2	3,5
Calotropis procera	-	2	3,5
Combretum aculeatum	-	1	1,8
Acacia senegal	0,07	1	1,8
Strates arbustive (h < 2 m)	1,4	46	80,7
Strates arborée (h ≥ 2 m)	1	11	19,3
Total	2,4	57	100,0
Acacia raddiana + Balanites aegyptiaca	91,7	51	89,5

Date : 16/05/86 Station : 2 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia senegal		0,7	3	30
Acacia laeta		0,8	3	30
Commiphora africana		0,6	2	20
Acacia raddiana		0,5	1	10
Maerua crassifolia		0,2	1	10
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,2	1	10
	arborée (h ≥ 2 m)	2,6	9	90
Total		2,8	10	100

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia senegal		0,8	3	37,5
Balanites aegyptiaca		0,4	2	25
Commiphora africana		0,4	1	12,5
Acacia raddiana		0,3	1	12,5
Leptadenia pyrotechnica		0,14	1	12,5
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,3	2	25
	arborée (h ≥ 2 m)	1,7	6	75
Total		2	8	100,0

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Commiphora africana		2,03	6	42,9
Acacia senegal		1,6	5	35,7
Maerua crassifolia		0,04	2	14,3
Balanites aegyptiaca		0,2	1	7,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,1	3	21,4
	arborée (h ≥ 2 m)	3,7	11	78,6
Total		3,8	14	100,0

Date : 16/05/86 Station : 2 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia senegal	1	11	34,4
Commiphora africana	1	9	28,1
Acacia laeta	0,3	3	9,4
Balanites aegyptiaca	0,2	3	9,4
Maerua crassifolia	0,08	3	9,4
Acacia raddiana	0,3	2	6,3
Leptadenia pyrotechnica	0,05	1	3
Strates arbustive (h < 2 m)	0,2	6	18,7
arborée (h ≥ 2 m)	2,7	26	81,3
Total	2,9	32	100,0
Acacia senegal +Commiphora africana +Acacia laeta +Balanites aegyptiaca	86,2	26	81,3

Date : 16/05/86 Station : 3 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca		2,3	12	38,7
Acacia raddiana		1,1	7	22,6
Acacia senegal		1,3	6	19,4
Pterocarpus lucens		0,9	2	6,4
Guiera senegalensis		0,1	2	6,4
Leptadenia hastata		0,1	2	6,4
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,5	16	51,6
	arborée (h ≥ 2 m)	4,3	15	48,4
Total		5,8	31	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		1,3	8	32
Acacia raddiana		0,8	4	16
Ziziphus mauritiana		0,3	2	8
Commiphora africana		0,2	2	8
Maerua crassifolia		0,1	2	8
Leptadenia hastata		0,1	2	8
Acacia senegal		0,05	1	4
Combretum glutinosum		0,3	1	4
Guiera senegalensis		0,05	1	4
Grewia bicolore		0,5	2	8
Strates	arbustive (h < 2 m)	1	12	48
	arborée (h ≥ 2 m)	2,7	13	52
Total		3,7	25	100

Date : 16/05/1986 Station : 3 B

Ligne 3

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca		2,1	5	18,6
Acacia senegal		1,1	9	33,3
Acacia raddiana		0,7	7	25,9
Guiera senegalensis		0,1	2	7,4
Leptadenia hastata		0,03	2	7,4
Pterocarpus lucens		0,1	1	3,7
Commiphora africana		0,1	1	3,7
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,1	14	51,9
	arborée (h ≥ 2 m)	3,1	13	48,1
Total		4,2	27	100,0

Cumul

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		1,9	25	30,1
Acacia raddiana		0,9	18	21,7
Acacia senegal		0,8	16	19,3
Leptadenia hastata		0,1	6	7,2
Guiera senegalensis		0,1	5	6,1
Commiphora africana		0,1	3	3,6
Pterocarpus lucens		0,3	3	3,6
Maerua crassifolia		0,03	2	2,4
Crewia bicolore		0,2	2	2,4
Combretum glutinosum		0,1	1	1,2
Ziziphus mauritiana		0,1	2	2,4
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,2	42	50,6
	arborée (h ≥ 2 m)	3,4	41	49,4
Total		4,6	83	100,0
Balanites aegyptiaca + Acacia raddiana + Acacia senegal + Pterocarpus lucens		84,8	62	74,7

Date : 17/05/1986 Station : 4 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia seyal		9,1	9	52,9
Acacia nilotica var adansonii		2,6	3	17,6
Acacia senegal		2,2	2	11,8
Ziziplus mauritiana		1,3	2	11,8
Commiphora africana		1,1	1	5,7
Strates	arbustive (h < 2 m)	0	0	0
	arborée (h ≥ 2 m)	16,3	17	100
Total		16,3	17	100

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia nilotica var adansonii		13,5	14	56
Acacia seyal		7,1	9	36
Balanites aegyptiaca		0,4	2	8
Strates	arbustive (h < 2 m)	0	0	0
	arborée (h ≥ 2 m)	21	25	100
Total		21	25	100

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia nilotica var adansonni		8,3	6	42,9
Balanites aegyptiaca		1,5	3	21,4
Acacia senegal		3,6	2	14,3
Acacia seyal		2,1	2	14,3
Ziziphus mauritiana		0,7	1	7,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,3	1	7,1
	arborée (h ≥ 2 m)	15,9	13	92,9
Total		16,2	14	100,0

Date : 17/05/1986 Station : 4 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia nilotica var adansonii	8,1	23	41,1
Acacia seyal	6,1	20	35,7
Balanites aegyptiaca	0,6	5	8,9
Acacia senegal	1,9	4	7,1
Ziziphus mauritiana	0,7	3	5,4
Commiphora africana	0,4	1	1,8
Strates arbustive (h < 2 m)	0,1	1	1,8
Strates arborée (h ≥ 2 m)	17,7	55	98,2
Total	17,8	56	100,0
+ Acacia nilotica var adansonii + Acacia seyal + Acacia senegal	90,5	47	83,9

Date : 18/05/1986 Station:: 5 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia raddiana		0,6	2	100
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,1	1	50
	arborée (h ≥ 2 m)	0,5	1	50
Total		0,6	2	100

Ligne 2

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia raddiana		0,2	3	50
Balanites aegyptiaca		0,5	2	33,3
Commiphora africana		0,05	1	16,7
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,3	4	60,7
	arborée (h ≥ 2 m)	0,5	2	33,3
Total		0,8	6	100,0

Ligne 3

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Leptadenia hastata		0,3	4	57,1
Balanites aegyptiaca		0,7	2	28,6
Acacia raddiana		0,1	1	14,3
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,4	5	71,4
	arborée (h ≥ 2 m)	0,7	2	28,6
Total		1,1	7	100,0

Date : 13/05/1986 Station : 6 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca		0,9	5	55,6
Acacia raddiana		0,6	3	33,3
Calotropis procera		0,04	1	11,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,5	6	66,7
	arborée (h ≥ 2 m)	1	3	33,3
Total		1,5	9	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		1	5	62,5
Acacia raddiana		0,06	2	25
Combretum glutinosum		0,4	1	12,5
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,26	3	37,5
	arborée (h ≥ 2 m)	1,2	5	62,5
Total		1,5	8	100,0

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		2,3	7	77,8
Acacia raddiana		0,8	1	11,1
Calotropis procera		0,4	1	11,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,02	1	11,1
	arborée (h ≥ 2 m)	3,48	8	88,9
Total		3,5	9	100,0

Date : 18/05/1986 Station : 5 B

Cumul

Espèces		Recouvrement (%)	Fréuqence spécifique	Contribution Spécifiques (%)
Acacia raddiana		0,3	6	40
Balanites aegyptiaca		0,4	4	26,7
Leptadenia hastata		0,1	4	26,7
Commiphora africana		0,02	1	6,6
Strates	arbustive ($h < 2$ m)	0,3	10	66,7
	arborée ($h \geq 2$ m)	0,5	5	33,3
Total		0,8	15	100,0
Acacia raddiana + Balanites aegyptiaca		87,5	10	66,7

Date : 13/05/1986 Station : 6 B

Cumul

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca		1,4	17	65,4
Acacia raddiana		0,5	6	23,1
Calotropis procera		0,2	2	7,7
Combretum glutinosum		0,1	1	3,8
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,3	10	38,5
	arborée (h ≥ 2 m)	1,9	16	61,5
Total		2,2	26	100,0
Balanites aegyptiaca + Acacia raddiana		86,4	23	88,5

Date : 17/05/1986 Station : 7 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca		2	7	53,8
Guiera senegalensis		0,4	4	30,8
Combretum glutinosum		0,5	1	7,7
Calotropis procera		0,02	1	7,7
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,5	5	38,5
	arborée (h > 2 m)	2,4	8	61,5
Total		2,9	13	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		1,4	6	60
Leptadenia hastata		0,3	1	10
Guiera senegalensis		0,2	1	10
Combretum glutinosum		0,3	1	10
Calotropis procera		0,01	1	10
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,5	4	40
	arborée (h > 2 m)	1,7	6	60
Total		2,2	10	100

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca		1,5	7	43,80
Combretum aculeatum		0,4	4	25
Combretum glutinosum		1,5	2	12,5
Guiera senegalensis		0,4	2	12,5
Leptadenia hastata		0,01	1	6,2
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,7	9	56,2
	arborée (h > 2 m)	3,1	7	43,8
Total		3,8	16	100,0

Date : 17/05/1986 Station : 7 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca	1,6	20	51,3
Guiera senegalensis	0,3	7	17,9
Combretum glutinosum	0,8	4	10,3
Combretum aculeatum	0,1	4	10,3
Calotropis procera	0,01	2	5,1
Leptadenia hastata	0,1	2	5,1
Strates arbustive ($h < 2$ m)	0,6	18	46,2
Strates arborée ($h \geq 2$ m)	2,4	21	53,8
Total	3	39	100,0
Balanites aegyptiaca +Combretum glutinosum +Guiera senegalensis	90	31	79,5

Date : 15/05/1986 Station : 8 B

Ligne 1

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca	5,6	21	53,8
Acacia raddiana	1,5	5	12,8
Acacia laeta	0,6	3	7,7
Acacia nilotica var adansonii	0,2	2	5,1
Ziziphus mauritiana	0,3	2	5,1
Combretum glutinosum	0,1	2	5,1
Combretum aculeatum	0,04	1	2,6
Acacia senegal	0,1	1	2,6
Leptadenia hastata	0,01	1	2,6
Maerua crassifolia	0,1	1	2,6
Strates arbustive (h < 2 m)	0,9	12	30,8
Strates arborée (h ≥ 2 m)	7,65	27	69,2
Total	8,56 ≃ 9	39	100,0

Ligne 2

Espèces	R (%)	F.S	C.S (%)
Balanites aegyptiaca	8,5	40	70,1
Acacia seyal	2,1	6	10,5
Acacia nilotica var adansonii	0,9	5	8,8
Bauhinia rufescens	0,3	2	3,5
Acacia senegal	0,5	2	3,5
Acacia raddiana	0,4	1	3,5
Ziziphus mauritiana	0,03	1	1,8
Strates arbustive (h < 2 m)	1,6	18	31,6
Strates arborée (h ≥ 2 m)	11,1	39	68,4
Total	12,7	57	100,0

Date : 15/05/1986 Station : 8 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca	7,1	61	63,6
Acacia nilotica var adansonii	0,6	7	7,3
Acacia seyal	1,05	6	6,3
Acacia raddiana	1	6	6,3
Acacia laeta	0,3	3	3,1
Acacia senegal	0,3	3	3,1
Ziziphus mauritiana	0,2	3	3,1
Baubinia rufescens	0,2	2	2,1
Combretum glutinosum	0,05	2	2,1
Combretum aculeatum	0,02	1	1
Maerua crassifolia	0,05	1	1
Leptadenia hastata	-	1	1
Strates arbustive (h < 2 m)	1,2	30	31,3
arborée (h > 2 m)	9,6	66	68,7
Total	10,8	96	100,0
Balanites aegyptiaca + Acacia seyal + Acacia raddiana	84,7	73	76

Date : 15/05/1986 Station Dunaire : 9 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Guiera senegalensis		0,94	8	50
Balanites aegyptiaca		1,40	5	31,3
Leptadenia hastata		0,09	2	12,5
Acacia senegal		0,34	1	6,2
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,18	11	68,7
	arborée (h ≥ 2 m)	1,59	5	31,3
Total		2,77	16	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S %
Guiera senegalensis		0,7	7	77,8
Acacia senegal		0,4	1	11,1
Balanites aegyptiaca		0,2	1	11,1
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,2	3	33,3
	arborée (h ≥ 2 m)	1,1	6	66,7
Total		1,3	9	100,0

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S %
Guiera senegalensis		0,8	7	46,7
Balanites aegyptiaca		1	5	33,3
Leptadenia hastata		0,12	2	13,3
Acacia nilotica var adansonii		0,31	1	6,7
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,7	8	53,3
	arborée (h ≥ 2 m)	1,5	7	46,7
Total		2,2	15	100,0

Date : 19/05/1986 Station Dunaire : 9 B

Cumul

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Guiera senegalensis		0,81	22	55
Balanites aegyptiaca		0,9	11	27,5
Leptadenia hastata		0,07	4	10
Acacia senegal		0,25	2	5
Acacia nilotica var adansonii		0,10	1	2,5
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,7	22	55
	arborée (h ≥ 2 m)	1,43	18	45
Total		2,13	40	100,0
sp retenues	Guiera senegalensis + Balanites, aegyptiaca	80,3	33	82,5

Date : 12/05/1986 Station : 10 B

Cumul

Espèces	Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Balanites aegyptiaca	2	22	33,9
Acacia raddiana	1,3	18	27,7
Leptadenia pyrotechnica	0,4	12	18,5
Leptadenia hastata	0,1	7	10,8
Combretum glutinosum	0,7	5	7,7
Acacia senegal	0,1	1	1,5
Strates arbustive (h < 2 m)	0,7	31	47,7
Strates arborée (h ≥ 2 m)	3,9	34	52,3
Total	4,6	65	100,0
Balanites aegyptiaca + Acacia raddiana + Combretum glutinosum	87	45	69

Date : 12/05/1986 Station : 10 B

Ligne 1

Espèces		Recouvrement (%)	Fréquence spécifique	Contribution spécifique (%)
Acacia raddiana		1,8	8	44,4
Balanites aegyptiaca		2,6	6	33,3
Leptadenia pyrotechnica		0,2	3	16,7
Combretum glutinosum		0,3	1	5,6
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,3	7	38,9
	arborée (h ≥ 2 m)	4,6	11	61,1
Total		4,9	18	100,0

Ligne 2

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia raddiana		0,7	03	13,5
Balanites aegyptiaca		2,4	11	50,0
Leptadenia pyrotechnica		0,3	3	13,6
Combretum glutinosum		1	2	9,1
Leptadenia hastata		-	2	9,1
Acacia senegal		0,3	1	4,6
Strates	arbustive (h < 2 m)	0,7	9	40,9
	arborée (h ≥ 2 m)	4,0	13	59,1
Total		4,7	22	100,0

Ligne 3

Espèces		R (%)	F.S	C.S (%)
Acacia raddiana		1,6	7	28
Leptadenia pyrotechnica		0,8	6	24
Leptadenia hastata		0,2	5	20
Balanites aegyptiaca		1,1	5	20
Combretum glutinosum		0,7	2	8
Strates	arbustive (h < 2 m)	1,2	15	60
	arborée (h ≥ 2 m)	3,2	10	40
Total		4,4	25	100,0

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
26/06/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	93,3	-	-	-
23/07/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	16,7	83,3	-	-	-
05/09/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	13,3	86,7	-	-	-
23/10/1986	Acacia raddiana	-	-	60	33,3	6,7	-
	Balanites aegyptiaca		13,3	86,7	-	-	-

Site 1 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
26/06/1986	Acacia raddiana	20	-	6,7	-	-	73,3
	Balanites aegyptiaca	26,7	26,7	-	-	-	46,7
23/07/1986	Acacia raddiana		25	-	25	-	50
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	-	-	100
05/09/1986	Acacia raddiana	13,3	-	13,3	13,3	26,7	33,3
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	-	-	-	93,3
23/10/1986	Acacia raddiana	-	-	6,7	-	26,7	66,7
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	-	-	100

Sites 1 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
26/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100
23/07/1986	Acacia raddiana	25	-	-	75
	Balanites aegyptiaca	-	16,7	-	83,3
05/09/1986	Acacia raddiana	13,3	33,3	-	53,3
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100
23/10/1986	Acacia raddiana	-	20	40	40
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100

Site 1 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
26/06/1986	Acacia senegal	-	7,1	92,9	-	-	-
	Commiphora africana	6,7	13,3	80	-	-	-
21/07/1986	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Commiphoro africana	6,7	-	93,3	-	-	-
27/08/1986	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Commiphora africana	-	6,7	93,3	-	-	-
24/10/1986	Acacia senegal	-	-	-	66,7	33,3	-
	Commiphora africana	-	-	-	-	80	20

Site 2 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
26/06/1986	Acacia senegal	-	-	-	-	-	
	Commiphora africana	-	-	-	-	-	100
21/07/1986	Acacia senegal	53,3	-	-	-	-	46,7
	Commiphora africana	-	-	-	-	-	100
27/08/1986	Acacia senegal	-	13,3	6,7	46,7	-	33,3
	Commiphora africana	-	-	-	-	-	100
24/10/1986	Acacia senegal	-	-	-	-	-	100
	Commiphora africana	-	-	-	20	26,7	53,3

Sites2 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
26/06/1986	Acacia senegal	-	-	-	100
	Commiphora africana	-	-	-	100
21/07/1986	Acacia senegal	-	-	-	100
	Commiphora africana	-	-	-	100
27/08/1986	Acacia senegal	13,3	6,7	-	80
	Commiphora africana	-	-	-	100
24/10/1986	Acacia senegal	-	-	26,7	73,3
	Commiphora africana	33,3	20	-	46,7

Site 2 B: Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
24/06/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Acacia senegal	-	13,3	86,7	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	53,3	46,7	-	-	-
22/07/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Acacia senegal	-	6,7	93,3	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	20	80	-	-	-
09/09/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	20	80	-	-	-
26/10/1986	Acacia raddiana	-	-	6,7	33,3	60	-
	Acacia senegal	-	-	-	26,7	73,3	-
	Balanites aegyptiaca	-	26,7	73,3	-	-	-

Site 3 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
24/06/1986	Acacia raddiana	13,3	-	6,7	-	-	80
	Acacia senegal	-	6,7	-	--	-	93,3
	Balanites aegyptiaca	33,3	6,7	6,7	6,7	-	46,7
22/07/1986	Acacia raddiana	26,7	13,3	-	6,7	-	53,3
	Acacia senegal	20	6,7	-	-	-	73,3
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	-	-	-	93,3
09/09/1986	Acacia raddiana	-	-	20	33,3	20	26,6
	Acacia senegal	13,3	26,7	20	6,7	-	33,3
	Balanites aegyptiaca	13,3	13,3	-	-	-	73,3
26/10/1986	Acacia raddiana	-	-	-	-	-	100
	Acacia senegal	-	-	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	-	-	100

Site 3 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
24/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Acacia senegal	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100
22/07/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Acacia senegal	6,7	-	-	93,3
	Balanites aegyptiaca	13,3	-	-	86,7
09/09/1986	Acacia raddiana	20	46,7	-	33,3
	Acacia senegal	6,7	6,7	-	86,7
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100
26/10/1986	Acacia raddiana	-	-	40	60
	Acacia senegal	-	6,7	6,7	86,7
	Balanites aegyptiaca	-	-	6,7	93,3

Site 3 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
05/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	3,3	96,7	-	-	-
	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Acacia seyal	-	-	100	-	-	-
29/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	-	100	-	-	-
	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Acacia seyal	-	-	100	-	-	-
03/09/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	-	100	-	-	-
	Acacia senegal	-	-	100	-	-	-
	Acacia seyal	-	--	100	-	-	-
25/10/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	-	26,7	63,3	10	-
	Acacia senegal	-	-	13,3	60	26,7	-
	Acacia seyal	-	-	-	-	100	-

Site 4 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
05/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	43,3	3,3	-	-	-	53,3
	Acacia senegal	-	-	20	80	-	-
	Acacia seyal	-	-	-	-	-	100
29/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	13,3	6,7	3,3	66,7	-	10
	Acacia senegal	-	-	-	100	-	-
	Acacia seyal	-	-	-	-	-	100
03/09/1986	Acacia nilotica var adansonii	6,7	6,7	-	66,7	16,7	3,3
	Acacia senegal	-	-	-	13,3	86,7	-
	Acacia seyal	-	-	-	-	-	100
25/10/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	-	-	-	73,3	26,7
	Acacia senegal	-	-	-	-	20	80
	Acacia seyal	-	-	-	-	-	100

Site 4 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
05/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	-	-	100
	Acacia senegal	-	-	-	100
	Acacia seyal	-	-	-	100
29/07/1986	Acacia nilotica var adansonii	53,3	-	-	46,7
	Acacia senegal	53,3	46,7	-	-
	Acacia seyal	-	-	-	100
03/09/1986	Acacia nilotica var adansonii	16,7	66,7	-	16,7
	Acacia senegal	-	46,7	53,3	-
	Acacia seyal	-	-	-	100
25/10/1986	Acacia nilotica var adansonii	-	30	50	20
	Acacia senegal	-	-	100	-
	Acacia seyal	-	-	-	100

Site 4 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
25/06/1986	Acacia raddiana	6,7	6,7	86,7	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
21/07/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
01/09/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
01/11/1986	Acacia raddiana	-	-	6,7	80	13,3	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-

Site 5 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
25/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	20	6,7	-	-	-	73,3
21/07/1986	Acacia raddiana	46,7	-	-	-	-	53,3
	Balanites aegyptiaca	20	13,3	-	-	-	66,7
01/09/1986	Acacia raddiana	20	26,7	6,7	-	-	46,7
	Balanites aegyptiaca	6,7	33,3	6,7	-	-	53,3
01/11/1986	Acacia raddiana	-	-	-	-	46,7	53,3
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	-	-	-	93,3

Site 5 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
25/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	-	-	100
21/07/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	-	93,3
01/09/1986	Acacia raddiana	-	13,3	-	86,7
	Balanites aegyptiaca	26,7	-	6,7	66,7
01/11/1986	Acacia raddiana	-	26,7	40	33,3
	Balanites aegyptiaca	20	20	6,7	53,3

Site 5 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
27/06/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	13,3	86,7	-	-	-
26/07/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	93,3	-	-	-
06/09/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	86,7	6,7	-	-
27/10/1986	Acacia raddiana	-	-	30	70	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	6,7	93,3	-	-	-

Site 6 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
27/06/1986	Acacia raddiana	-	20	20	30	-	30
	Balanites aegyptiaca	20	20	6,7	-	-	53,3
26/07/1986	Acacia raddiana	-	-	10	70	-	20
	Balanites aegyptiaca	-	-	13,3	6,7	-	80
06/09/1986	Acacia raddiana	-	-	10	10	60	20
	Balanites aegyptiaca	6,7	13,3	20	-	-	60
27/10/1986	Acacia raddiana	-	-	-	-	60	40
	Balanites aegyptiaca	6,7	-	-	-	-	93,3

Site 6 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
27/06/1986	Acacia raddiana	10	-	-	90
	Balanites aegyptiaca	-	-	6,7	93,3
26/07/1986	Acacia raddiana	80	-	-	20
	Balanites aegyptiaca	26,7	-	-	73,3
06/09/1986	Acacia raddiana	-	80	-	20
	Balanites aegyptiaca	13,3	6,7	-	80
27/10/1986	Acacia raddiana	-	-	90	10
	Balanites aegyptiaca	-	20	20	60

Site 6 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Combretum glutinosum	-	-	100	-	-	-
25/07/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Combretum glutinosum	-	-	100	-	-	-
07/09/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Combretum glutinosum	-	-	100	-	-	-
28/10/1986	Balanites aegyptiaca	-	6,7	93,3	-	-	-
	Combretum glutinosum	-	-	90	10	-	-

Site 7 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	6,7	20	-	6,7	60
	Combretum glutinosum	-	10	10	-	-	80
25/07/1986	Balanites aegyptiaca	20	26,7	6,7	-	-	46,7
	Combretum glutinosum	-	20	10	-	-	70
07/09/1986	Balanites aegyptiaca	-	13,3	20	-	-	66,7
	Combretum glutinosum	-	-	30	-	-	70
28/10/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	-	-	-	-	93,3
	Combretum glutinosum	-	-	-	-	-	100

Site 7 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	33,3	6,7	53,3
	Combretum glutinosum	-	-	10	90
25/07/1986	Balanites aegyptiaca	20	20	13,3	46,7
	Combretum glutinosum	20	-	-	80
07/09/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	13,3	26,7	53,3
	Combretum glutinosum	-	-	-	100
28/10/1986	Balanites aegyptiaca	-	6,7	40	53,3
	Combretum glutinosum	-	-	40	60

Site 7 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
27/06/1986	Acacia raddiana	10	10	80	-	-	-
	Acacia seyal	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	13,3	86,7	-	-	-
27/07/1986	Acacia raddiana	10	-	90	-	-	-
	Acacia seyal	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	13,3	86,7	-	-	-
03/09/1986	Acacia raddiana	10	-	90	-	-	-
	Acacia seyal	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	20	80	-	-	-
31/10/1986	Acacia raddiana	-	-	30	40	20	10
	Acacia seyal	-	-	20	30	50	-
	Balanites aegyptiaca	-	20	80	-	-	-

Site 8 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
27/06/1986	Acacia raddiana	20	-	30	10	-	40
	Acacia seyal	10	10	30	10	-	40
	Balanites aegyptiaca	6,7	6,7	13,3	6,7	-	66,7
27/07/1986	Acacia raddiana	-	10	10	50	-	30
	Acacia seyal	-	10	30	40	-	20
	Balanites aegyptiaca	20	13,3	-	6,7	-	60
03/09/1986	Acacia raddiana	10	-	-	50	20	20
	Acacia seyal	-	10	-	70	10	10
	Balanites aegyptiaca	-	46,7	-	6,7	-	46,7
31/10/1986	Acacia raddiana	-	-	-	-	40	60
	Acacia seyal	-	-	-	-	20	80
	Balanites aegyptiaca	6,7	13,3	-	-	-	80

Site 8 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
27/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Acacia seyal	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	20	-	20	60
27/07/1986	Acacia raddiana	40	-	-	60
	Acacia seyal	40	-	-	60
	Balanites aegyptiaca	13,3	6,7	20	60
03/09/1986	Acacia raddiana	-	70	-	30
	Acacia seyal	30	60	-	10
	Balanites aegyptiaca	20	6,7	20	53,3
31/10/1986	Acacia raddiana	-	10	70	20
	Acacia seyal	-	30	60	10
	Balanites aegyptiaca	6,7	-	33,3	60

Site 8 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Guiera senegalensis	-	3,3	96,7	-	-	-
24/07/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Guiera senegalensis	-	-	100	--	-	-
06/09/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Guiera senegalensis	-	-	100	-	-	-
30/10/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
	Guiera senegalensis	-	-	30	66,7	3,3	-

Site 9 B : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	53,3	-	6,7	-	-	40
	Guiera senegalensis	13,3	3,3	-	73,3	-	10
24/07/1986	Balanites aegyptiaca	13,	6,7	-	-	-	80
	Guiera senegalensis	-	3,3	6,7	-	-	90
06/09/1986	Balanites aegyptiaca	-	20	6,7	-	-	73,3
	Guiera senegalensis	20	3,3	6,7	10	6,7	53,3
30/10/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	-	6,7	-	93,3
	Guiera senegalensis	-	-	3,3	-	80	16,7

Site 9 B : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
24/06/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	20	-	73,3
	Guiera senegalensis	10	30	10	50
24/07/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	6,7	6,7	80
	Guiera senegalensis	16,7	-	26,7	56,7
06/09/1986	Balanites aegyptiaca	6,7	-	6,7	86,7
	Guiera senegalensis	3,3	13,3	-	83,3
30/10/1986	Balanites aegyptiaca	-	-	13,3	86,7
	Guiera senegalensis	13,3	6,7	56,7	23,3

Site 9 B : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
28/06/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
28/07/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
02/09/1986	Acacia raddiana	-	-	100	-	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-
29/10/1986	Acacia raddiana	-	-	33,3	66,7	-	-
	Balanites aegyptiaca	-	-	100	-	-	-

Site 10 : Pourcentages des stades de feuillaison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
28/06/1986	Acacia raddiana	6,7	53,3	13,3	-	-	26,7
	Balanites aegyptiaca	6,7	26,7	-	-	-	66,7
28/07/1986	Acacia raddiana	-	6,7	13,3	73,3	-	6,7
	Balanites aegyptiaca	20	20	13,3	-	-	46,7
02/09/1986	Acacia raddiana	-	-	-	26,7	73,3	-
	Balanites aegyptiaca	6,7	13,3	-	6,7	-	73,3
29/10/1986	Acacia raddiana	6,7	-	-	-	40	53,3
	Balanites aegyptiaca	6,7	6,7	6,7	-	-	80

Site 10 : Pourcentages des stades de floraison par espèce et par observation

Dates d'observation	Espèces Stades (%)	F_1	F_2	F_3	F_4
28/06/1986	Acacia raddiana	-	-	-	100
	Balanites aegyptiaca	-	26,7	13,3	60
28/07/1986	Acacia raddiana	66,7	-	-	33,3
	Balanites aegyptiaca	6,7	46,7	6,7	40
02/09/1986	Acacia raddiana	26,7	73,3	-	-
	Balanites aegyptiaca	6,7	26,7	26,7	40
29/10/1986	Acacia raddiana	-	-	73,3	26,7
	Balanites aegyptiaca	-	-	40	60

Site 10 : Pourcentages des stades de fructification par espèce et par observation

ANNEXES DU CHAPITRE V.

P. 13 à 14 Recouvrement linéaire des différents états de surface sur chaque site.

Station : 1 B

Date : 11/06/1986

ANNEXES V.

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L_1	L_2	M	L_1	L_2	M	L_1	L_2	M
1 B1	24,31	20,71	22,51	20,72	5,75	13,23	45,03	26,46	35,75
1 B_2	20,04	16,34	18,19	-	19,38	9,79	20,04	35,92	27,98
1 B_3	11,44	7,50	9,47	23,49	30,12	26,81	34,93	37,62	36,25
TOTAL	55,79	44,55	50,17	44,21	55,45	49,83	100	100	100

Date : 10/05/1986

Station : 2 B

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral	Végétal	Total
2 B2	15,1	1,3	16,4
2 B1	30,1	13,9	44,0
2 B4	0,8	21,3	22,1
2 B3	17,6	0	17,6
T O T A L	63,6	36,5	100

1 B = Premier site

L1 = Première ligne

L2 = Deuxième ligne

M = Moyenne des deux lignes

$1B_1$ = Première surface élémentaire du 1 B.

Organisations pédologiques superficielles

Tableaux des pourcentages des longueurs des unités par site.

Date : 11/06/1986 Station : 3 B

ANNEXES V. (suite)

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
3 B5	34,89	26,85	30,87	-	-	-	34,89	26,85	30,87
3 B1	9,40	21,21	15,30	0,25	-	0,13	9,65	21,21	15,43
3 B2	11,15	6,48	8,82	-	-	-	11,15	6,48	8,82
3 B3	6,06	-	3,03	-	-	-	6,06	-	3,03
3 B4	-	-	-	38,25	45,46	41,85	38,25	45,46	41,85
T O T A L	61,50	54,54	58,02	38,50	45,46	41,98	100	100	100

Date : 11/06/1986 Station : 4 B.

Recouvrement (%) / Unités dessurface	Minéral			Végétal			Total		
	L_1	L_2	M	L_1	L_2	M	L_1	L_2	M
4 B_1	2,58	0,90	1,74	71,58	66,96	69,27	74,06	67,86	72,27
4 B_2	1,48	8,06	4,77	1,08	-	0,54	2,56	8,06	2,65
4 B_3	12,14	16,92	14,53	3,34	-	1,67	12,48	16,92	14,94
4 B_4	3,04	5,22	5,13	2,86	1,84	2,35	7,90	7,06	7,48
TOTAL	21,14	31,20	26,17	78,86	68,80	73,83	100	100	100

Date : 11/06/1986 Station : 5 B

ANNEXES V. (suite)

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
5 B_1	6,11	-	3,05	23,53	35,39	29,47	29,64	35,39	32,52
5 B3	27,11	15,46	21,28	-	-	-	27,11	15,46	21,28
5 B4	35,41	47,31	41,36	-	-	-	35,41	47,31	41,36
5 B2	3,03	1,84	2,44	4,81	-	2,40	7,84	1,84	4,84
T O T A L	71,66	64,61	68,13	28,34	35,39	31,87	100	100	100

Date : 10/06/1986 Station : 6 B

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
6 B_1	3,50	3,37	3,43	-	-	-	3,50	3,37	3,43
6 B_2	14,45	6,21	10,33	66,61	77,64	72,12	81,06	83,85	82,46
6 B_3	10,63	5,45	8,04	4,81	7,33	6,07	15,44	12,78	14,11
T O T A L	28,58	15,03	21,80	71,42	84,97	78,19	100	100	100

Date : 10/06/1986 Station : 7 B

ANNEXES V. (suite)

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
7 B_1	3,83	8,33	6,08	-	4,80	2,40	3,83	13,13	8,48
7 B_2	-	-	-	91,33	82,28	86,81	91,33	82,28	86,81
7 B_3	3,41	2,47	2,94	1,43	2,12	1,77	4,84	4,59	4,71
T O T A L	7,24	10,80	9,02	92,76	89,20	90,98	100	100	100

Date : 10/06/1986 Station : 8 B

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
8 B_1	3,77	10,81	7,29	-	-	-	3,77	10,81	7,29
8 B_2	21,08	11,08	16,08	22,52	28,69	25,61	43,6	39,77	41,69
8 B_3	17,74	23,53	20,64	9,92	14,95	12,44	27,66	38,48	33,07
8 B_4	16,52	10,94	13,73	6,82	0	3,41	23,34	10,94	17,14
8 B_5	1,63	0	0,82	-	-	-	1,63	-	0,82
T O T A L	60,74	56,36	58,56	39,26	43,64	41,46	100	100	100

Date : 20/07/1986 Station : 9 B

ANNEXES V. (suite)

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
9 B2	-	-	-	81,67	91,47	86,57	81,67	91,47	86,57
9 B1	5,86	2,16	4,01	4,95	2,11	3,53	10,81	4,27	7,54
9 B_3	7,02	0,97	4,0	0,5	3,29	1,9	7,52	4,26	5,89
T O T A L	12,88	3,13	8,01	87,12	96,87	92	100	100	100

Date : 11/06/1986 Station : 10 B

Recouvrement (%) / Unités de surface	Minéral			Végétal			Total		
	L1	L2	M	L1	L2	M	L1	L2	M
10 B_1	12,61	26,39	19,50	-	-	-	12,61	26,39	19,50
10 B_2	-	-	-	82,60	62,47	72,54	82,60	62,47	72,54
10 B_3	-	6,57	3,28	-	-	-	-	6,57	3,28
10 B_4	-	-	-	4,79	4,57	4,68	4,79	4,57	4,68
T O T A L	12,61	32,96	22,78	87,39	67,04	77,22	100	100	100

ANNEXE DU CHAPITRE VI.

P. 143 Carte des pluviométries (d'après J.M. LAMACHERE)

P. 144 Phytomasses moyennes et teneur en eau par site et par observation.

P. 145 Evolution du recouvrement herbacé par site.

P. 146 Répartition du phytovolume par strate à la biomasse maximale sur chaque site.

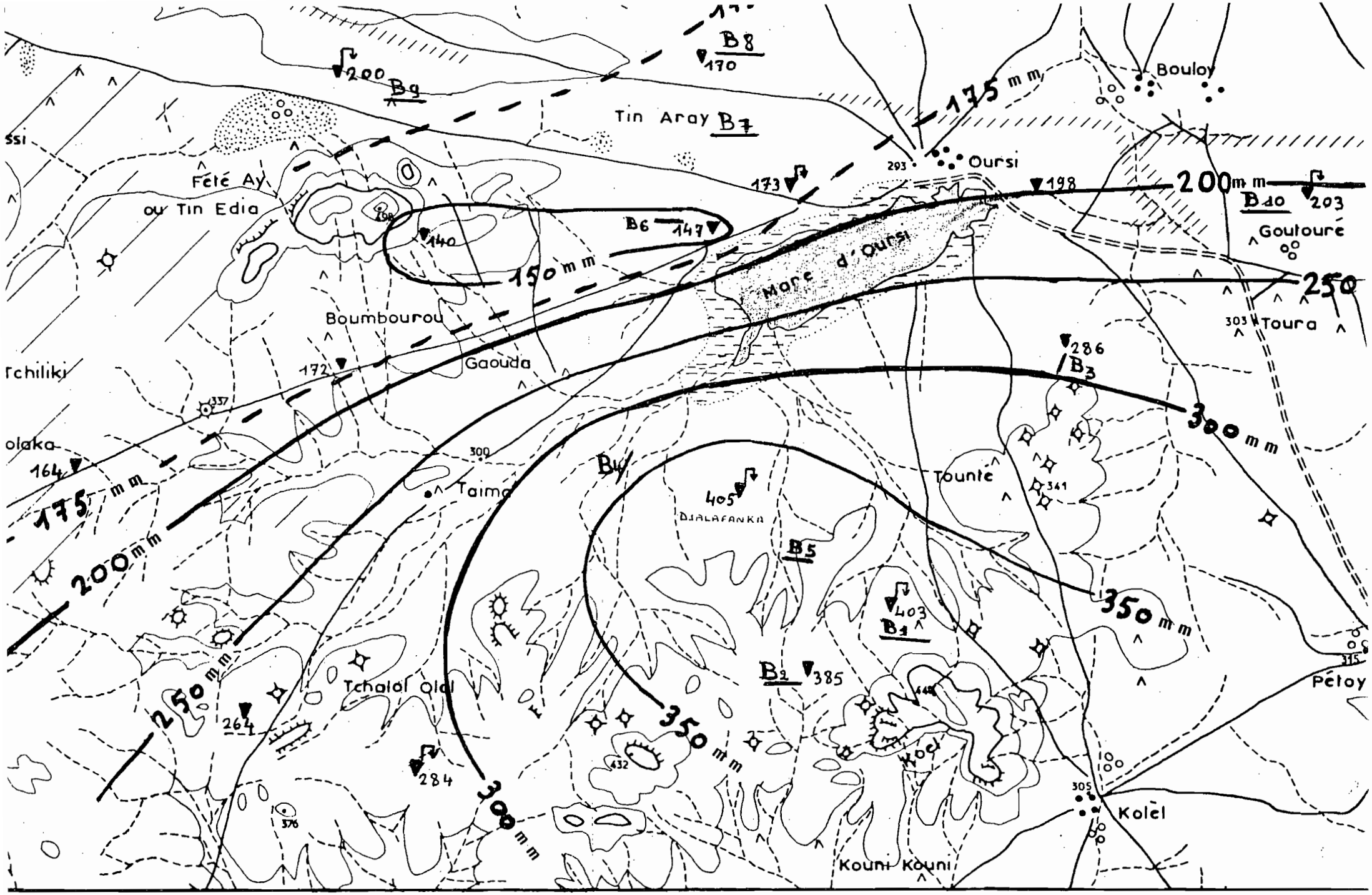


figure n° Pluviométries annuelles observées en 1986 sur le bassin de la mare d'OURSI

Observation	du 24/06 au 05/07/86		du 21 au 29/07/1986		du 27/08 au 09/09/1986		du 23/10 au 01/11/1986	
Sites	PM(g.Ms/m^2)	T.e (%)	PM(g.Ms/m^2)	T.e (%)	PM(g.Ms/m^2)	T.e (%)	PM(g.Ms/m^2)	T.e (%)
1 B	12,7	62,7	12,6	65,2	96,8	57,5	111,7	4,1
2 B	7,7	43,2	12,2	56,2	57,9	51,56	58,7	2,35
3 B	4,2	56,1	17,23	64,9	65,9	53,7	31,3	24,8
4 B	51	73,5	162,5	53,2	117,7	70,6	89,5	1,2
5 B	6,3	31,3	4,7	61,9	84,8	22,8	42,5	4,4
6 B	25,6	48,7	73,4	70,5	58,7	39,6	45,5	6,9
7 B	28,3	40	102,7	67,7	81,5	24,7	90,9	5,1
8 B	5,5	53	49	71	77,9	56	50	5,7
9 B	18,1	59,6	19,3	68,2	40,9	49,1	37,9	4,7
10 B	37,4	20,7	157,4	58,4	101,9	48,1	110,9	14,4

- Phytomasses moyennes et teneur en eau par site et par observation.

P.M. (g.Ms/m^2) = phytomasses moyennes (en grammes de matière sèche par mètre carré).

T.e. (%) = teneur en eau (en pourcent.

R(%)	du 24/6 au 05/7/1986			du 21 au 29/07/1986			du 27/08/au 09/09/86			du 23/10 au 01/11/86		
Site	MS(%)	MV(%)	T (%)	MS	MV	T	MS	MV	T	MS	MV	T
1 B	4,1	20,2	24,3	1,6	31,3	32,9	6,2	25,5	31,7	53	-	53
2 B	15,2	33	48,3	2,3	33	35,3	2,9	31,4	34,3	36,3	-	36,3
3 B	13,8	16,5	30,3	2,5	25	27,5	5,6	24,7	30,3	33,6	0,1	33,7
4 B	3,8	69,5	73,3	6,2	68,2	74,4	17,3	54,4	71,7	70,3	-	70,3
5 B	8,8	9,9	18,7	1,5	19,4	20,9	4,7	29,6	34,3	46,7	-	46,7
6 B	4,1	54,9	59	0,8	75,2	76	22,7	26,6	49,3	52	-	52
7 B	8,1	58,6	66,7	0,3	86	86,3	27,9	28,4	56,3	69	-	69
8 B	5,2	68,8	74	0,1	75,6	75,7	39,8	31,9	71,7	60,3	-	60,3
9 B	6,4	67,9	74,3	5,8	61,2	67	23,2	23,5	46,7	50	0,3	50,3
10 B	8,3	54	62,3	0,3	77	77,3	32,1	27,2	59,3	65,2	0,1	65,3

Tableau VI.1 : - Evolution du recouvrement herbacé par site.

T = recouvrement total
M.S = recouvrement assuré par la matière sèche.
M.V = recouvrement assuré par la matière verte.

Nombre de points par strate	Strate 1		Strate 2		Strate 3		Strate 4		Strate 5	
Sites	Total	Sec	Total	Sec	Total	Sec	Total	Sec	Total	Sec
1 B	69	18	76	14	66	8	16	2	1	-
2 B	83	19	137	6	50	2	19	-	-	-
3 B	77	33	76	14	78	10	52	2	10	-
4 B	61	12	80	8	501	27	19		10	-
5 B	95	23	69	10	34	1	14	-	5	-
6 B	43	-	419	5	14	-	-	-	-	-
7 B	2	-	427	2	256	-	12	-	-	-
8 B	154	110	100	44	148	66	146	82	16	12
9 B	138	49	30	4	3	-	6	-	-	-
10 B	2		223		261		54		-	-

Répartition du phytovolume par strate à la biomasse maximale sur chaque site.

ERRATA.

P. 5 : ligne 9 : lire fig. 1C au lieu de fig. 16.

Pages 18 (ligne 23); 20 (ligne 18); 25 (ligne 3 : lire Gorom-Gorom au lieu de Djibo.

P. 35 : ligne 15 : lire fig. 6 bis au lieu de fig. 8.

P. 69 : ligne 22 : lire 15 carrés de 1 m^2 au lieu de 15 carrés de 1 mètre.