

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTÈRE
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE

F0000060

INSTITUT SENEGALAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES

DÉPARTEMENT
DES RECHERCHES FORESTIÈRES
ET HYDROBIOLOGIQUES

F 250008
K 115
11/16/80

DESCRIPTION, CARACTERISATION ET DYNAMIQUE
DES PEUPLEMENTS FORESTIERS NATURELS
DE LA BASSE - VALLEE DU FLEUVE SENEGAL

APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Amadou Ibra NIANC

AVRIL 1983

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES
ROUTE DES PERES MARISTES
PARC FORESTIER DE HANN - B.P. 2312
DAKAR

Y O M M A I R E

	<u>Page</u>
<u>AVANT-PROPOS</u>	1
<u>INTRODUCTION</u>	2
PRÉSENTATION DE LA REGION D'ETUDE	
11 - <u>LOCALISATION GEOGRAPHIQUE</u>	4
12 - <u>ESQUISSES GEOLOGIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE</u>	4
13 - <u>ASPECTS HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE</u>	6
131 - HYDROLOGIE	6
131.1 - Régime des eaux du fleuve	6
132 - LES SOLS	7
14 - <u>ASPECTS CLIMATIQUES</u>	13
141 - REGIME DES PRECIPITATIONS	15
142 - LES TEMPERATURES	16
143 - HUMIDITE DE L'AIR ET EVAPORATION	21
144 - INDICES DE CARACTERISATION CLIMATIQUE ET NUANCES. CLIMATIQUES	22
MÉTHODE D'ÉTUDES ET RESULTATS	
21 - <u>ANALYSE DES DOCUMENTS EXISTANTS</u>	27
211 - DESCRIPTION DES FORMATIONS VEGETALES : RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE	27
212 - DOCUMENTS UTILISES POUR LE CHOIX DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE	29
212.1 - Documents cartographiques	29
212.2 - Photographies aériennes	31
22 - <u>PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE</u>	34
221 - LES PARCELLES D'ECHANTILLONNAGE - EMPLACEMENTS	34
222 - DIMENSIONS DES PARCELLES D'OBSERVATION	36
223 - NOMBRE D'UNITES DE SONDAGE	38
224 - LES VARIABLES RETENUES ET LES OBSERVATIONS EFFECTUEES DANS L'ECHANTILLON	38
23 - <u>TRAITEMENT DES DONNES ET RESULTATS</u>	41
24 - <u>CONCLUSIONS</u>	52

PROPOSITION D'UN PROGRAMME D'ÉTUDE DES FORÊTS NATURELLES DE LA VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL
--

APPROCHE METHODOLOGIQUE

1 -	<u>ÉTUDE DE LA RÉPARTITION ET DE LA COMPOSITION DES PEUPLEMENTS FORESTIERS</u>	54
2 -	<u>ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DES PEUPLEMENTS FORESTIERS</u>	55
31 -	ÉTUDE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE	55
22 -	ÉTUDE DES ACCROISSEMENTS DES PEUPLEMENTS FORESTIERS	56
23 -	ÉTUDE DES ESPACEMENTS ENTRE LES INDIVIDUS	56
24 -	ÉTUDE DU MODE D'ENRACINEMENT DES DIFFÉRENTS ESPÈCES	57
25 -	ÉTUDE DE LA NAPPE PHRÉATIQUE, DU RÉGIME DE CRUE ET DE L'HUMIDITÉ DU SOL	57
251 -	Les fluctuations de la nappe phréatique	57
252 -	Étude du régime des eaux de crue	58
253 -	Étude de l'humidité d.u sol	58
26 -	TRAVAIL D'IDENTIFICATION DES ESPÈCES OU SOUS-ESPÈCES CONNUES SOUS LE NOM D'ACACIA NILOTICA	59
	<u>MOYENS HUMAINS ET MATÉRIELS À METTRE EN ŒUVRE</u>	62

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

- Carte pédologique PODOR 1A
- Carte pédologique POOOR 2A
- 1 - Tableau de la pluviométrie annuelle recueillie de 1965 à 1961 dans 5 stations présentes dans la zone d'étude
- 2 - Tableau portant liste des forêts classées de la zone d'étude
- 3 - Techniques de dépouillement phytoécologique (a,b,c)
- 4 - Coefficient de similitude : formule de SORENSEN (1948)
- 5 - Coefficient de similirude : formule de JACCARD (1901)
- 6 - Classification automatique manuelle (CAILLIEZ, 1982)
- 7 - Fiche d'enquête phytoécologique

- AVANT - PROPOS -

Ce travail n'aurait pas vu le jour sans le soutien matériel et humain des antennes de l'ISRA (Centre de Richard-Toll, Programme du CNRF à Nianga), des Eaux & Forêts (Service départemental de Podor) et du GERSAR (Groupement d'Etudes et de Réalisations des Sociétés d'Aménagement Régional) à Saint-Louis,

Cette absence de moyens propres affectés à cette étude explique :

- les dimensions de la région étudiée (27 600 hectares) ;
- sa localisation (zone d'installation des stations de l'ISRA : Fanaye, Nianga, Guédié) ;
- l'insuffisance des relevés, le choix et, peut-être, l'imperfection de la méthode employée.

Nos remerciements s'adressent donc à :

MM. KHOUMA, Directeur du CRA/ISRA de Richard-Toll,
DUBUS, Chef du programme "plantations en irrigué" à Podor,
Mansour SARR, Chef du Secteur des Eaux & Forêts de Podor,
Bra MBAYE, Agent Technique des Eaux & Forêts en retraite
SEGUY, du GERSAR.

- INTRODUCTION -

La longue période de sécheresse de ces seize dernières années a eu des conséquences très graves sur les peuplements forestiers de la vallée, se traduisant par un éclaircissement du couvert végétal ligneux et la disparition de certaines forêts. A cette situation dramatique, s'ajoutent :

- la forte pression des populations sur ces écosystèmes forestiers pour satisfaire leurs besoins en produits ligneux ou fourragers ;
- l'absence d'un programme de régénération des peuplements forestiers due à une méconnaissance des techniques adaptées à cette zone.

L'installation des barrages hydroagricoles entraînera, à coup sûr, une perturbation de ces écosystèmes par la modification du régime des eaux de crue, l'extension des zones de culture et l'accroissement de la population.

C'est, pour toutes ces raisons, qu'il s'avère urgent de mettre en place un programme d'études de ces forêts naturelles de la vallée, visant à connaître leur état actuel et à "détecter" les agents moteurs de leur évolution, afin d'en tirer une technique d'aménagement plus rationnelle tenant compte aussi bien des besoins des populations locales (en produits ligneux et fourragers et en terrains de culture et de parcours), que de la possibilité de ces écosystèmes.

Ce programme doit s'insérer dans un programme national d'études des peuplements forestiers naturels. Il marquera une nouvelle orientation de la recherche forestière dans le domaine de la sylviculture des essences locales par la nouvelle approche que nous allons proposer et que nous avons utilisée dans cette étude.

Il s'agira, à partir des enquêtes phytoécologiques effectuées au niveau d'un réseau de parcelles d'observations, de cerner d'une façon plus précise les conditions écologiques préférentielles de certaines espèces locales principales, afin de mieux choisir le niveau d'approche des problèmes qui se posent à leur sylviculture et de permettre ainsi de mieux orienter les thèmes de recherche et de travailler dans une fourchette d'expérimentation plus étroite.

I - PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

11 - LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Notre région d'étude est située au nord du Sénégal, dans le Département de Podor . Elle couvre presque entièrement l'Arrondissement de Thillé Boubacar et la partie ouest de celui de Ndioum et concerne uniquement la zone touchée par les eaux de crue du fleuve. Elle est comprise, plus exactement, au sein des limites géographiques suivantes :

- Parallèles : $15^{\circ} 29'$ à $16^{\circ} 42'$ de latitude Nord,
- Méridiens : $14^{\circ} 35'$ à $15^{\circ} 15'$ de longitude Ouest

à l'exclusion de la zone se trouvant au nord du Marigot Le Gayo.

Elle a donc la forme d'un triangle dont les trois sommets seraient Fanaye Diéri, Podor et Ndioum, couvrant une superficie totale de l'ordre de 27 600 hectares répartie ainsi :

- 28 % occupés par les forêts classées ;
- 58 % occupés par les cultures. ;
- 14 % de forêts dites "protégées".

12 - ESQUISSE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE (P. MICHEL , 1969)

Les phases successives d'entaille des grès argileux du Continental Terminal (sédimentés au cours du tertiaire et puis coiffés d'une cuirasse ferrugineuse formée au Pliocène), de sédimentation alluviale marine ou éolienne et/ou de creusement fluvial au quaternaire, conséquences des variations climatiques et des oscillations du niveau de la mer, ont donné naissance à des microreliefs qui jouent un très grand rôle pendant la période des crues.

L'étude de ces unités géomorphologiques paraît intéressante au niveau de notre zone d'étude, eu égard à l'action prépondérante des eaux de crue sur leur évolution pédogénétique. Des modèles les plus anciens aux plus récents, nous rencontrons :

- des dunes rouges et dunes rouges arasées ou émoussées : ce sont de grands alignements longitudinaux de direction NNE-SSW, formés au cours de la dernière transgression marine, probablement entre 15 000 et 20 000 ans B P (1) . Quelques fragments subsistent à une vingtaine de kilomètres au. sud-est de Podor, entre Nianga et Taredji ;
- terrasse marine Nouakchottienne : elle est formée par des dépôts sableux sédimentés en milieu marin lors de la dernière transgression vers 5 500 B P, après que la mer ait envahi toute la basse vallée du fleuve. Cette unité se rencontre à la limite sud de notre zone d'étude ;
- système de levées post-nouakchottiennes :
 - . les hautes levées : ce sont des bourrelets de berge qui bordent le Sénégal et le Doué et accompagnent de nombreux bras morts et défluents du Sénégal. Elles sont constituées de sable et de limon fin bien compacté, de couleur jaune ou brun-rouge.
 - . le fluvio-deltaïque : peu représenté dans notre zone d'étude, un seul fragment subsiste au. sud de Leboudou-Doué. Même matériau que les autres levées, mais la sédimentation s'étant effectuée en milieu lagunaire, les dépôts ont incorporé une certaine quantité de sel ;
 - . les deltas de rupture de levée : ils juxtaposent les hautes levées ou prennent directement naissance sur les rives concaves du fleuve. Ils sont constitués d'un matériau identique à celui des hautes levées) mais à un degré de triage plus faible. Avec les hautes levées, ils sont largement représentés dans notre zone d'étude ;
 - . les petites levées 3 sont figurés en petites levées :
 - . les bordures des cuvettes argileuses,
 - . les parties basses des deltas de rupture de levée,
 - . les plus petits bourrelets des hautes levées.

(1) B P = *Before present*, c "est-à-dire avant 1950.

- les dépôts actuels et subactuels : le réseau de levées , formé par les hautes levées, les deltas de rupture de levées et les formations fluvio-deltaïques ont cloisonné le lit majeur, donnant naissance à une multitude de cuvettes de forme et de dimension variables. Les terres de ces cuvettes sont toujours argileuses .

13 - ASPECT HYDROLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE

D'après une étude effectuée en 1973 par la SEDAGRI pour le compte de l'OMVS : *"la pédogénèse dans la vallée est gouvernée par la cote relative des unités géomorphologiques... et elle est fonction de la fréquence et de la durée de l'inondation par les eaux de crue"*. Cette étude met en exergue le rôle prépondérant du régime des eaux de crue sur l'évolution et la différenciation des sols du Walo

131 - HYDROLOGIE

131.1 - Régime des eaux du fleuve

L'étude de ce régime présente un grand intérêt pour notre étude, car il permet de se faire une idée de l'ampleur des zones inondées et des types de terrains submergés par les eaux de crue.

Au niveau de la région étudiée, deux stations de relevés limnimétriques peuvent fournir une longue série de données :

- la Station de Podor sur le fleuve Sénégal, créée en 1903 ;
- la Station de Guédé, sur le Doué, installée en 1940.

Pour simplifier l'analyse de ces données , nous nous sommes référés uniquement à la Station de Podor et, plus précisément, aux relevés qui y ont été effectués entre 1966 et 1983.. Nous signalons que cette station est équipée d'éléments d'échelles limnimétriques et d'un limni-
graphe OTTX à rotation mensuelle.

Il ressort de l'analyse de ces données et de la recherche bibliographique, que :

- le régime général des eaux de la vallée est. du type Tropical pur", caractérisé par une seule période des hautes eaux et des débits élevés de Juin-juillet à octobre et une période des basses eaux de novembre-décembre à mi-juin ;
- l'onde de crue apparaît entre le 20 juin et le 20 juillet ;
- l'alimentation en eau des terres du Walo se fait, soit à partir du fleuve Sénégal , soit à partir du DOUE et du GAYO qui sont des défluent s et que c'est ce dernier qui approvisionne le Ngalanka. Ces quatre cours d'eau "sillonnent " notre zone d'étude d'Est en ouest;
- les plus hautes eaux sont atteintes à Podor, entre le 16 septembre et le 30 octobre (Tableau 1) ;
- les plus grandes hauteurs, atteintes annuellement à Podor pendant la période 1966-1981, varient entre 3,20 m IGN (1972) et 6,45 m IGN (1967) (Tableau 1 , Figure 3.).
- les variations inter-annuelles, aussi bien pour les hauteurs limnimétriques que pour la durée de l'inondation, sont considérables (Tableau 1, Figure 1)

132 LES SOLS

Nous pouvons classer les sols de la vallée à partir de deux éléments qui sont très influents sur la pédogénèse :

- la hauteur limnimétrique qui permet de se faire une idée des terres inondées, inondables ou submersibles et des terres qui ne le sont pas ;
- la durée de l'inondation qui a une influence directe sur les phénomènes d'hydromorphose.

Ce classement donne quatre unités de sol (cartes pédologiques de Podor 1A et Podor 2A et Figure 2) .

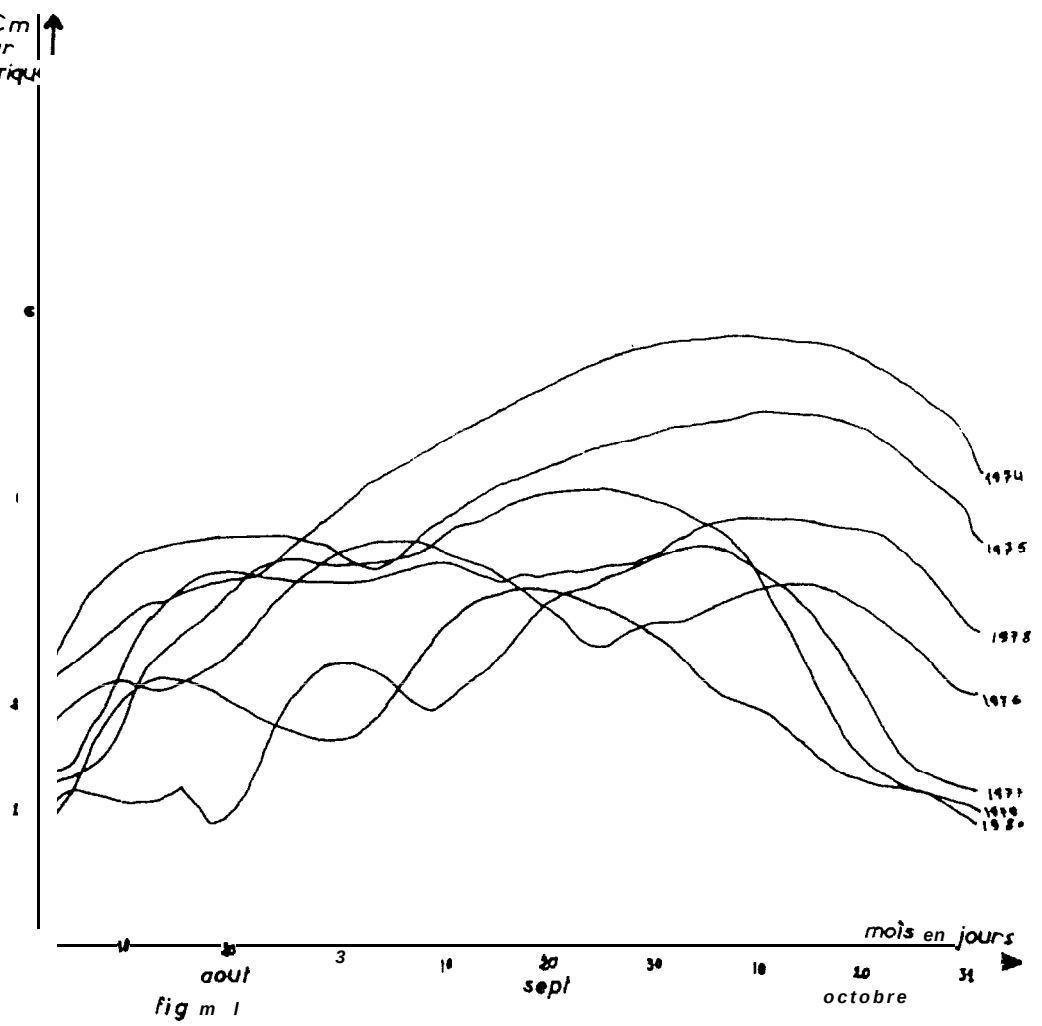
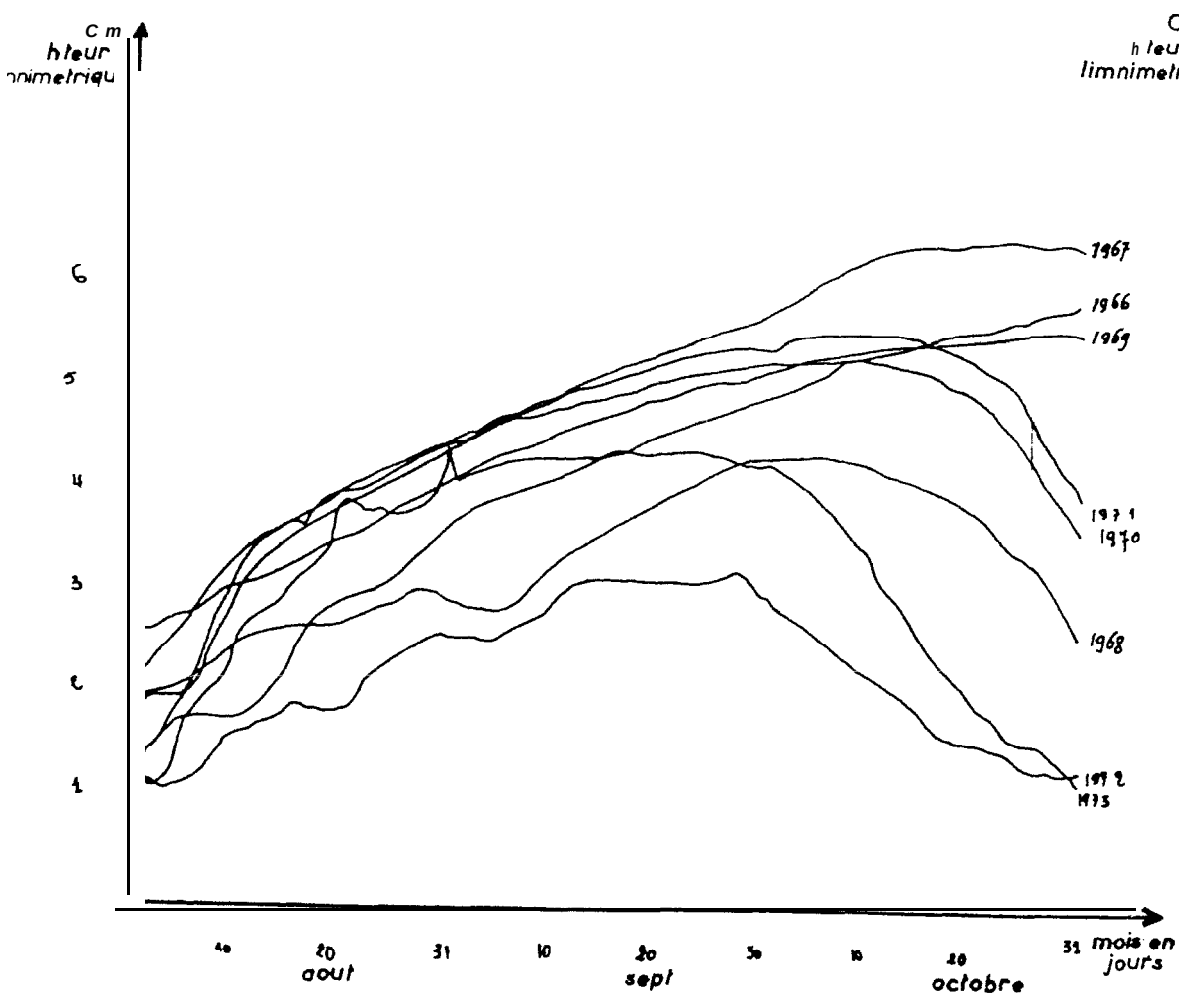


Fig. n° 1: variation des hauteurs limnométrique à la station de Podor 1966-1980

TABIEAU 1 : ALTITUDE DE L'ECHELLE LIMNIMETRIQUE A PODOR

<u>Année</u>	<u>Côte maximum</u>	<u>Date des maxima</u>
1966	587	31.10.
1967	645	20 au 25.10.
1968	438	04 au 06.10.
1969	558	26 au 30.10.
1970	532	05 au 08.10.
1971	558	08 au 10.10.
1972	320	25 au 26.09.
1973	443	18.09.
1974	589	04 au 06.10.
1975	515	09 au 12.10.
1976	346	12 au 13.10.
1977	381	05.10.
1978	413	07 au 09.10.
1979	342	16 au 17.09.
1980	438	23 au 25.09.
1981	442	19 au 20.09.

0 de l'échelle = 0,44 m IGN.

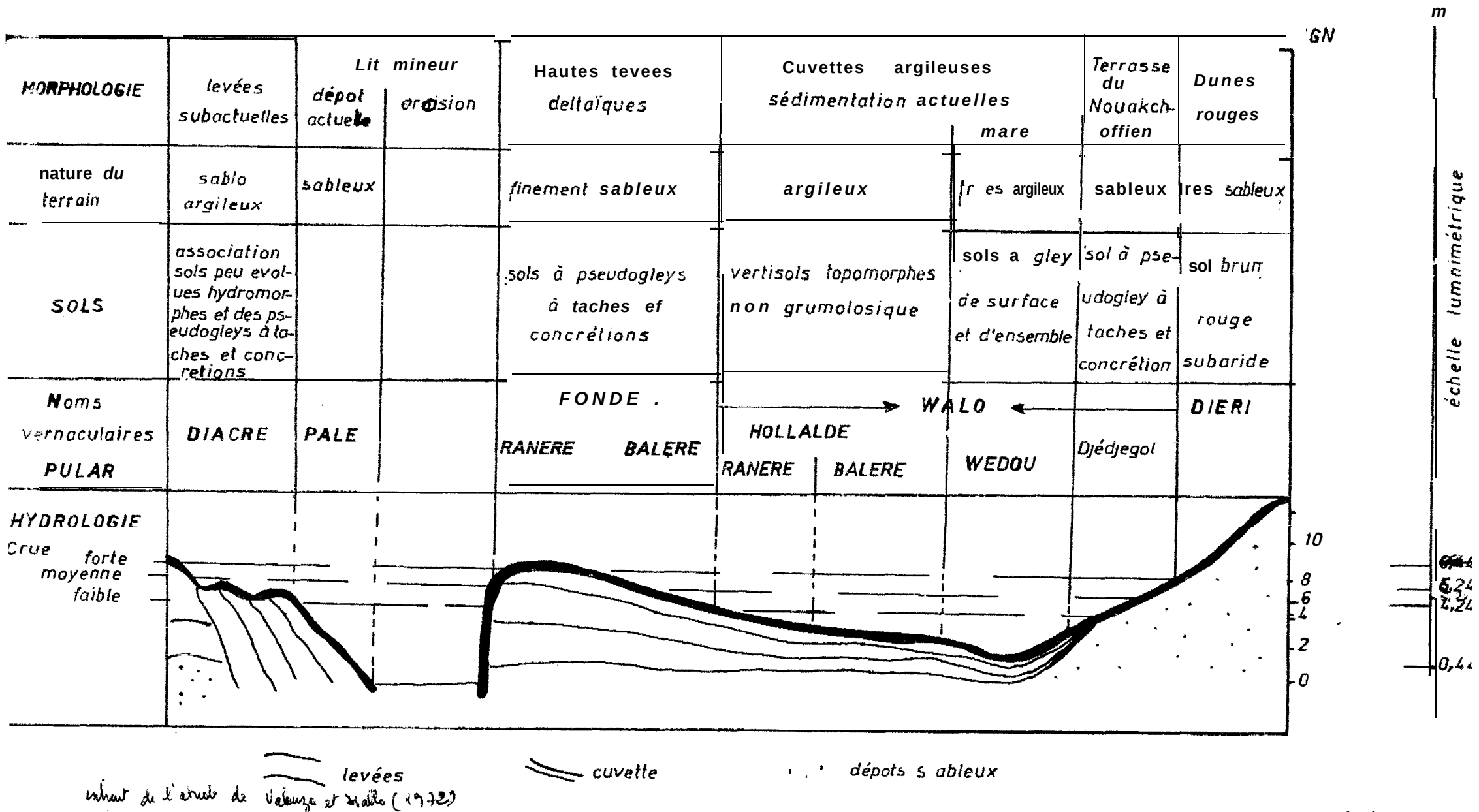


Fig. n°2: Les unités de sol de la vallée

Coupe schématique de la vallée du Sénégal dans le département de Podor

. unités jamais inondées

Ce sont des sols brun-rouges subarides issus des dunes rouges : arasées.

. unités rarement ou jamais submergées

Lors des crues moyennes ou fortes (5,2 m IGN et 6,2 m IGN), les hautes levées, les parties hautes des deltas de rupture de levée, ainsi que le fluvio-deltaï que sont inondés et, vu la texture moyenne ou grossière de ces formations, le sol se ressuie rapidement après le retrait de la crue et seuls les horizons sous-jacents où l'évacuation se fait mal subissent des phénomènes d'oxydo-réduction. Ces horizons présentent un aspect tacheté et les sols formés sont des sols peu évolués d'apport hydromorphe.

Le fluvio-deltaïque bas (envahi par l'eau salée) et les terrasses marines sont occupés par les sols halomorphes dont seul le groupe sols salins se rencontre dans notre zone d'étude avec les sous-groupes : sols salins à horizon superficiel friable, acidifiés non différenciés, acidifiés peu acides.

. unités inondées chaque année

Dans les parties basses de ces formations, l'eau du sol étant difficilement évacuée, l'hydromorphose se généralise, les phénomènes d'oxydo-réduction se manifestent faisant apparaître des tâches dès la surface et il se forme un sol à pseudogley à tâches et concrétions.

Sur les levées subactuelles ou actuelles formées de rides et de cuvettes, nous trouvons associés deux types de sol :

- sol peu évolué d'apport hydromorphe sur les rides ;
- sol à pseudogley à tâches et concrétions dans les cuvettes,

Au niveau des petites levées, nous trouvons généralement une association des vertisols topomorphes non grumosoliques et des pseudogleys à tâches et concrétions.

. unités longtemps inondées chaque année

Ce sont les cuvettes de décantation et les parties basses de ces cuvettes. Des sédiments très argileux, formés d'un mélange de Kaolinite, d'illite et de montmorillonite (qui leur donnent des propriétés de gonflement et de retrait) s'y décantent. Si l'eau est évacuée faiblement, une faible hydromorphose se manifeste et se traduit par l'apparition de petites tâches grisâtres et peu contrastées au niveau des horizons et il se forme un vertisol topomorphe non grumosolique.

Dans les cas où l'eau séjourne très longtemps (dans les parties basses des cuvettes généralement), l'hydromorphose se manifeste au maximum et à cause de la finesse des alluvions, les phénomènes de réduction dominant et il apparaît des sols à gley de surface et d'ensemble.

. estimation de la superficie occupée par les différents types de sol

L'estimation de la surface occupée par chaque type de sol a été effectuée à l'aide d'un papier quadrillé à mailles moyennes de 0,5 cm, placé sous un calque de la carte pédologique à 1/50 000

TYPES DE SOL	PODOR 1A (ha)	PODOR 1B (ha) (1)	TOTAUX (ha)
Sol peu évolué d'apport hydromorphe	4 800	2 300	7 100
Vertisols topomorphes non grumosoliques	4 470	2 640	7 110
Sols brun-rouges subarides		280	280
Sols hydromorphes à gley de surface et d'ensemble.	200	840	1 040
Sols hydromorphes à pseudogley à tâches et concrétions	-	2 925	2 925
Sols halomorphes (sols salés à horizon superficiel friable, acidifiés non différenciés, acidifiés peu acides)	-	300	300

(1) en annexe.

Association peu évoluée hydromorphe + quelques pseudogleys à tâches et concrétions	4 465		4 465
Association vertisol topomorphe t pseudogley à tâches et concrétions	3 600	750	4 350
	- -		
TOTAUX	1'7 535	10 035	27 570

La confrontation de ces différents types de sol et des hauteurs limnimétriques fait ressortir les remarques suivantes (tableau n° 3) :

- que les sols à gley et les vertisols ne sont inondés que deux fois (1980 et 1981) depuis 1976 et, chaque fois, pendant peu longtemps (13 à 23 jours) ;
- que les sols de Diacre et les parties basses des sols de Djedjegol ne sont pas inondés depuis 1972 (à l'exception de 1974) ;
- que les sols de Fondé et les parties ^{hautes} ~~basses~~ du Djedjegol n'ont pas reçu de crue depuis quatorze ans.

Ces tableaux ne reflètent pas parfaitement la réalité, mis ils donnent une idée de l'influence de la sécheresse de ces dernières années sur les phénomènes d'inondation au niveau de la vallée et permettraient, avec d'autres informations complémentaires, de se faire une idée de la cause de la mortalité de certains peuplements forestiers,

14 - ASPECT CLIMATIQUE

La région Nord du Sénégal est caractérisée par l'aridité de son climat, aridité qui se traduit par :

- l'influence prédominante des alizés ;
- des chaleurs élevées ;
- l'extrême irrégularité interannuelle des précipitations et la faiblesse des totaux annuels des pluies.

Tableau 3 : NOMBRE DE JOURS DE CRUE FAIBLE, MOYENNE ET FORTE (DU 1^e AOUT AU 31 OCTOBRE) DE 1966 A 1981

Année	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Sols inondés
4,24 (crue faible)	49	67	15	59	32	62	-	26	63	48					13	23	Sols des BELI, Hollaldé Baleré une partie des Hollaldé Ranéré, PALE
5,24 crue moyenne)	25	45		30	16	31			41								sols des Beli, Hollaldé Ranéré et Baleré, DIACRE, une partie des Djedjegol
6,24 (crue forte)		22															Tous les sols du WALO, FONDE DJEDJEGO, DIACRE et PALE.

141 - REGIME DES PRECIPITATIONS

Dans la zone étudiée, le régime des précipitations semble dépendre, essentiellement, du "conflit" entre deux masses d'air :

- *l'Alizé continental ou Harmattan* qui est un courant d'air chaud et très sec, originaire de l'anticyclone de Libye. Il accentue les phénomènes de dessiccation en abaissant l'état hygrométrique de l'air et en relevant les températures ;
- *l'Alizé austral*, souvent désigné sous le nom de "Mousson", engendré par l'anticyclone de Sainte-Hélène. Il est très riche en vapeur d'eau (15 à 18 g/cm³ d'air, GIFFARD, 1974) et alimente les précipitations pendant la saison des pluies.

Dans cette zone de "conflit" entre ces deux masses d'air, se trouve le FIT (Front Intertropical), élément générateur et régulateur des pluies tropicales (BALDY, 1981).

D'après POUPON (1980), le Front Intertropical se situerait au niveau de la Côte d'Ivoire en janvier. Il suit le mouvement apparent du soleil et se déplace progressivement vers le Nord et atteint le Sud du Sénégal, puis parcourt notre zone d'étude aux environs du mois de juin. La position la plus septentrionale est atteinte en août et se situe en Mauritanie. Il amorce son recul à partir du mois de septembre. Cette progression Sud-Nord du FIT n'est pas régulière pour toutes les années et il en résulte une irrégularité interannuelle des précipitations (BALDY, 1981).

141.1 - Quantités annuelles et répartition des pluies

Après analyse des données fournies par les cinq stations présentes dans notre zone d'étude (Annexe 1) :

- Fanaye Diéri : 16 années d'observations
- Podor et Guédi : 15 années d'observations
- Thillé Boubacar et Ndioum : 12 années d'observations

nous constatons

- que les précipitations annuelles dépassent rarement 300 mm, sauf pour deux années exceptionnelles, 1969 et 1978, où nous avons enregistré 431,4 mm (1969) et 358,4 mm (1978) à Podor ; 384,7 mm à Fanaye et 493,9 mm à Guédé pour l'année 1969 et 304,6 mm pour Thillé-Boubacar en 1978 ;
- une concentration des pluies entre juillet et octobre (figure 3) correspondant aux moments de passage du FTT ;
- que le mois d'août est , en général, le plus arrosé ;
- que les moyennes annuelles se situent à 218,9 mm à Fanaye, 214,4 mm à Podor, 212,6 mm à Guédé et 204,2 mm à Ndioum (Figure 4) (l'OMM ne considérant valables que les moyennes calculées sur 40 années d'observations, ces moyennes ne peuvent être considérés qu'à titre indicatif) .
- que la variabilité interannuelle est forte comme le montre la figure n° 4
- que les années 1969 et 1978 ont été des années très excédentaires, 1972 et 1977 déficitaires et 1975 et 1976 d'assez bonnes années (figure 4) ;
- que la variation spatiale des pluies entre les cinq stations, que ce soit en longitude qu'en latitude, existe et est très difficile à cerner vu l'exigüité de la zone d'étude.

142 - LES TEMPERATURES

Les températures sont généralement élevées. Les moyennes mensuelles des températures maximales et minimales ont été calculées, pour la Station de Podor, pendant la période 1975 - 1981 (tableau 4).

La courbe des maxima moyens présente deux sommets : 1 en juin (45°C 2) et 1 autre en octobre (42°C 62) . Celle des minima moyens présente un maximum entre juillet et septembre (21°C 28 - 21°C 72) et un minima en décembre-janvier (11°C 98 - 12°C 61) (figure 5) .

Fig n°3 Répartition des précipitations mensuelles à Podor de 1970 à 1981

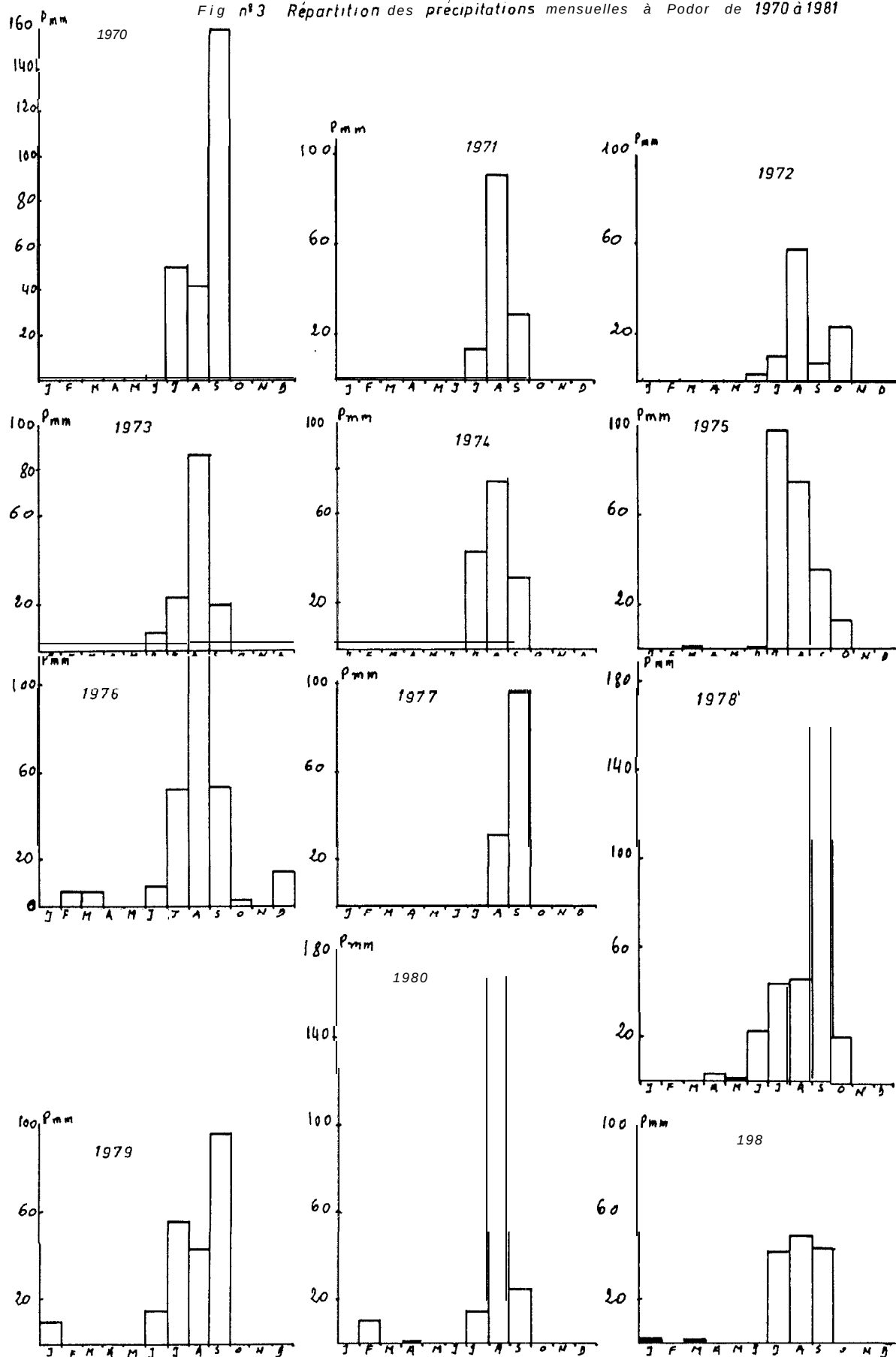
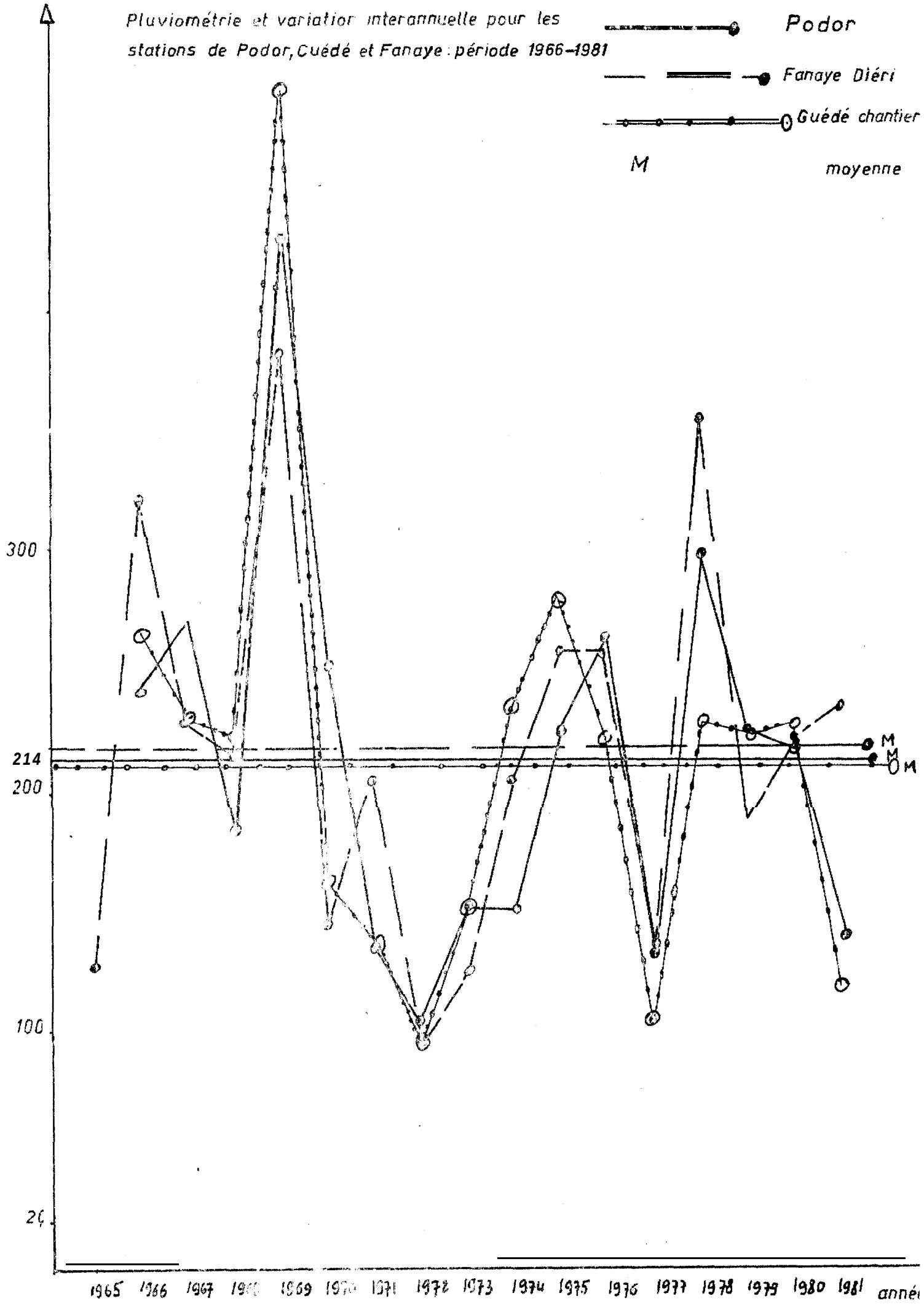
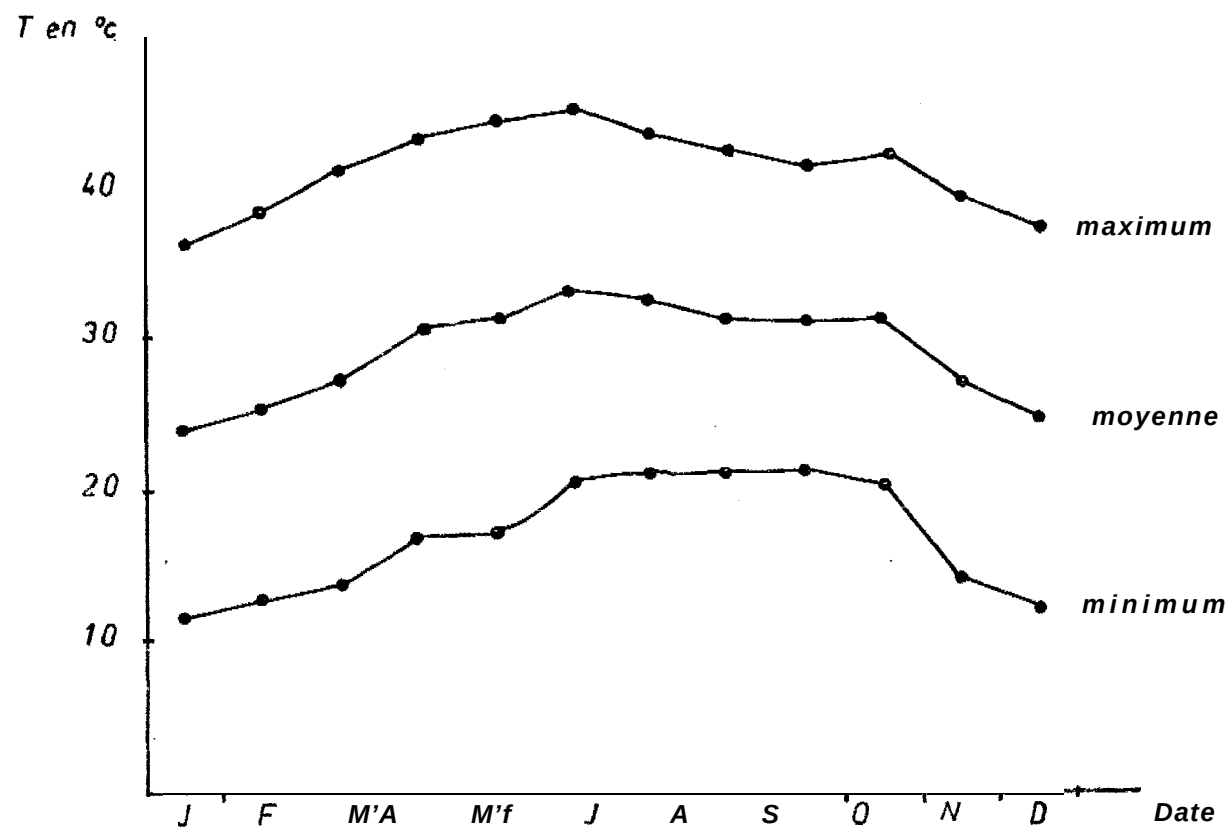


Fig n°4



M O i s	M a x.	M i n.	$\frac{\text{Max} + \text{Min}}{2} = \text{MOY.}$
Janvier	36,14	11,98	24,19
Février	38,60	13,35	25,97
Mars	41,50	14,47	27,98
Avril	43,90	16,92	30,41
Mai	44,34	17,67	31,00
Juin	45,20	20,73	33,07
Juillet	43,55	21,61	32,58
Août	42,50	21,38	31,94
Septembre	41,41	21,72	31,56
Octobre	42,62	20,04	31,33
Novembre	39,70	15,72	27,71
Décembre	37,31	12,61	24,96
Moyennes annuelles	41,42	17,36	29,39

Tableau 4 : Moyennes mensuelles des températures maximales (Max) et minimales (Min) enregistrées à la Station de Podor pour la période de 1975 - 1981



Figne-5 Evolution des tempérufures mensuelles à Podor (de janvier 1975 à janvier 1981)

143 - HUMIDITE DE L'AIR ET EVAPORATION

Déjà GALABERT et BIROT (1974), étudiant l'évapotranspiration réelle au niveau d'une parcelle d'*Eucalyptus crebra*, entre 1967 et 1969, dans la forêt de Gonse en Haute-Volta, ont démontré que :

- pendant la saison sèche, la transpiration stomatique ne se faisait qu'aux heures où l'ETP était suffisamment basse, cela pour mettre "en jeu des débits instantanés faibles, sans risque de rupture de lien capillaire" ;
- au cours de la saison pluvieuse où l'ETP est faible et le sol mieux alimenté en eau, la transpiration est peu élevée, bien que les stomates soient ouverts.

Cette étude met en lumière la permanente régulation de la transpiration par la plante en fonction de la demande climatique et de la disponibilité de l'eau dans le sol.

A défaut de données récentes sur l'ETP, disponibles au niveau des stations ISRA de Fanaye et de Guédé, nous reportons ici les observations faites à Podor et extraites de l'étude de VALENZA et DIALLO (1972) :

P O D O R			
Mois	Hm	HM	E
Janvier	19	56	6.8
Février	17	55	8.1
Mars	12	53	10.2
Avril	11	53	12.2
Mai	14	59	13.4
Juin	22	74	11.4
Juillet	36	84	8.2
Août	47	89	5.5
septembre	49	91	4.1
Octobre	39	81	5.5
Novembre	30	70	5.9
Décembre	25	62	5.5
Année	26.4	68.9	8.1

1951 - 1960

Hm = humidités relative:: moyennes mensuelles minimales en %
 HM = humidités relatives moyennes mensuelles maximales en %
 E = évaporation moyenne quotidienne en mm.

a.44 - INDICES DE CARACTERISATION CLIMATIQUE ET NUANCES CLIMATIQUES

Beaucoup d'auteurs géographes ou bioclimatologistes ont tenté, par des formules (le plus souvent faisant intervenir les précipitations et les températures) de définir le climat d'une station. Nous pouvons citer les indices de DEMARTONNE (1932), les zones de vie de HOLDRIDGE, les diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN (1951), indices expliqués d'une façon très détaillée par GIFFARD (1974).

Il y a aussi l'indice des saisons pluviométriques d'AUBREVILLE (1950) et le bilan mensuel pluviométrique de BRIGAUD (POUPON, 1980) que nous appliquerons ici à la Station de Podor :

- l'indice des saisons pluviométriques d'AUBREVILLE (1950) nous permet de répartir les douze mois de l'année en trois groupes :
 - . mois dont le total pluviométrique dépasse 100 mm ;
 - . mois dont le total est compris entre 30 et 100 mm ;
 - . mois dont le total des pluies est inférieur à 30 mm.

Cet indice, appliqué aux données recueillies à la Station de Podor et de Cuédé-chantier, donne les tableaux 5 et 6. Et d'après AUBREVILLE, cette répartition 0-1-11 ; 1-0-11 ; 1-1-10 ; 0-3-9 ; 1-2-8 ; 1-3-8, ainsi que l'existence d'un indice pluviométrique de 100 - 400 mm et d'un maxima de pluie en août, permettraient de classer notre zone d'étude dans le climat sahélo-saharien qui est un climat sub-désertique de transition entre le climat sahélo-soudanais et le climat saharien ;

- le bilan mensuel pluviométrique de BRIGAUD (POUPON, 1980) :
Si AUBREVILLE ne fait intervenir que les précipitations, BRIGAUD, lui, intègre dans ses formules les précipitations et les températures. Ces formules, appliquées à la Station de Podor, donnent le tableau 7 qui montre :
 - . l'importance des "mois arides" : plus de 3.0 mois par an
 - . la rareté des "mois pluvieux ou secs" : 1 mois par an
 et, par conséquent, l'aridité de notre zone d'étude.

Années	$P > 100 \text{ mm}$	$30 \text{ mm} > P < 100 \text{ mm}$	$P < 30 \text{ mm}$
1974	0	3	9
1975	0	3	9
1976	1	2	9
1977	0	2	10
1978	1	2	9
1979	0	3	9
1980	1	0	11
1981	0	3	9

Tableau 5 : Indice des saisons pluviométriques (en nombre de mois)
d'après AUBREVILLE (1949), appliqué à la Station de Podor

Années	$P > 100 \text{ mm}$	$30 \text{ mm} > P < 100 \text{ mm}$	$P < 30 \text{ mm}$
1972	0	1	11
1973	0	1	11
1974	1	1	10
1975	1	2	9
1976	0	3	9
1977	0	2	10
1978	1	3	8
1979	1	3	8
1980	0	2	10
1981	0	2	10

Tableau 6 : Indice des saisons pluviométriques (en nombre de mois)
d'après AUBREVILLE (1949), appliqué à la Station de Guédé-Chantier

Tableau 7 : Bilan mensuel pluviométrique (d'après BRIGAUD, 1965 établi à Podor

Années	Pluvieux	Humides	Secs	Arides
1975		7	8	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
1976		8	7	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
1977		9		1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12
1978	≥			1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12
1979		9		1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12
1980	8			1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12
1981				1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

$$\text{Mois pluvieux} = P \frac{T2}{10} + T + 30$$

$$\text{Mois sec} = P \frac{T2}{10} - T + 10$$

P = précipitations mensuelles en mm

T = température moyennes mensuelles en degré centigrade

Les chiffres indiquent les mois de l'année d'après leur numéro d'ordre.

II - METHODE D'ETUDE ET RESULTATS

21 - ANALYSE DES DOCUMENTS EXISTANTS

211 - DESCRIPTION DES FORMATIONS VEGETALES - RAPPEL BIBLIOGRAPHIQUE

Les écosystèmes forestiers de la Vallée, de par la forte densité des gonakeraies et leur particularité d'être inondées annuellement pendant près de trois mois, ont, depuis longtemps, attiré l'attention des botanistes, géographes, forestiers et pastoralistes étudiant la flore du domaine sahélien sénégalais.

TROCHAIN (1940), dans son étude monographique de la végétation du Sénégal, rattachait notre zone d'étude au secteur sahélo-saharien du domaine sahélien (de la région saoulano-congolaise de l'empire floral paléotropical) avec les circonscriptions floristiques suivantes :

- la limite NORD de l'aire de *Combretum glutinosum* ;
- la limite SUD de *Capparis decidua*, *Maerua crassifolia* et *Acacia seyal*.

Ru niveau de la vallée, il distinguait, à partir des critères "édapho-climatiques", trois groupements végétaux :

- les "boisements à *Acacia scorpioides* et la savane à *Vetiveria nigritana* des sols walo". Ces boisements colonisent les hollaldé, leur colmatage aurait, comme conséquence, l'installation d'une nouvelle végétation, tandis que leur défrichement amène le développement de *Vetiveria nigritana*;
- la "pseudo-steppe à *Bergia suffruticosa* et *Indigofera oblongifolia*" et "le pseudo-climax à *Acacia stenocarpa* et ses paratypes de substitution" des sols fondés. Ce dernier groupement est un groupement de transition entre ceux du walo et du Diéri et comporte des *Acacia raddiana* et *Acacia stenocarpa*.

TOUPET, MICHEL et NAEGELE (1968) distinguaient, au niveau de notre zone d'étude, trois types de formation :

- la forêt à *Acacia nilotica* dans les dépressions et dont le défrichement permet l'installation d'une Vétiveraie (*Vetiveria nigritana*);

- la saulaie ripicole des berges du lit mineur caractérisée par une colonisation monospécifique de *Salix coluteoides* ;
- la forêt mixte marginale, formation de transition de la forêt à *Acacia nilotica* et de la savane arbustive claire du Diéri.

VALENZA et DIATLO (1972), étudiant les pâturages naturels du Nord Sénégal, distinguent trois groupements végétaux, ou "parcours" au niveau de notre zone d'étude, groupements définis à partir des conditions géomorphologiques, édaphiques et hydrologiques :

- parcours sur sol exondé à *Roreria verticillata* et *Panicum anabaptistum*, qui correspondrait aux groupements des "Fondé" de TROCHAIN et à la forêt mixte marginale de TOUPET, MICHEL et NAEGELE (1968). Ce groupement occupe donc les sols "fondé" et comporte des espèces forestières comme *Acacia sieberiana*, *Acacia nilotica* var. *tomentosa*, *Maytenus senegalensis*, *Mitragyna inermis*, *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma reticulata*, *Faidherbia albida*, *Salvadora persica*, *Acacia raddiana*, *Ziziphus mucronata*, *Balanites aegyptiaca*, *Capparis decidua* et, comme espèces herbacées, nous rencontrons *B. verticillata*, *Indigofera oblongifolia*, *Bergia suffruticosa* ;
- parcours sur sol temporairement inondé à *Acacia nilotica*, qui correspondrait aux "boisements denses à *Acacia scorpioides* et la savane à *Vetiveria nigritana*" de TROCHAIN et la forêt à *Acacia nilotica* de TOUPET, MICHEL et NAEGELE. Ce groupement occupe, préférentiellement, les sols "hollaldé" et il est caractérisé par des peuplements denses d'*Acacia nilotica* à cimes jointives et au sous-bois complètement dépourvu d'herbes. *Ziziphus mucronata* accompagne souvent ces peuplements de gonakiés et le déboisement de ces peuplements a pour conséquence l'installation de *Vetiveria nigritana*, *Oryza barthii* ou *Echinochloa* ssp.;
- parcours sur cuvette de décantation à *Nymphaea* et *Cyperaceae*. Ce parcours colonise les parties basses des cuvettes de décantation occupées par des sols hydromorphes à gley. Des *Acacia nilotica* bordent ces cuvettes à l'intérieur desquelles nous rencontrons des *Nymphaea* et des *Cyperaceae*.

GIFFARD (1974), synthétisant les travaux de TROCHAIN (1940) et de Paul BENDA (1970), distinguait trois types de peuplements végétaux :

- les peuplements fermés des "fondé" avec *Acacia raddiana*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Acacia sieberiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Celtis integrifolia*, *Diospyros mespiliformis* et *Mitragyna inermis* ;
- la pseudo-galerie des "Palé" constituée par *Salix coluteoides* ;
- les peuplements d'*Acacia nilotica* des "hollaldé".

CONCLUSION

Il se dégage de cette analyse bibliographique, l'existence de quatre groupements végétaux au niveau de la vallée :

- . les peuplements d'*Acacia nilotica* des hollaldé ;
- . les formations mixtes des fondé
- . les groupements à *Nymphaea* et *Cyperaceae* des gleys (ou Vindow)
- . la saulaie ripicole des berges du lit mineur (ou Palé).

212 - DOCUMENTS UTILISES POUR LE CHOIX DU PLAN D'ECHANTILLONNAGE

212.1 - Les documents cartographiques

Deux cartes (pédologiques, géomorphologiques et d'aptitudes culturales de la Vallée et du Delta du Sénégal au 1/50 000), éditées par la SEDAGRI en 1969 pour le compte de l'OMVS, ont été étudiées. Notre zone d'étude figure sur les feuilles DAGANA 4b, PODOR 3a et PODOR 3b. Ces cartes sont des documents en couleur sur lesquels sont clairement portés le réseau hydrographique, les villages ainsi que le réseau de communication (pistes, routes).

La carte pédologique et géomorphologique

L'étude de cette carte constitue la première phase de notre stratification. Elle a permis de définir huit types de sol dont :

- cinq à l'état pur :

- . sol peu évolué d'apport hydromorphe ;
- . vertisol topomorphe non grumolosique
- . sol brun rouge subaride ;
- . pseudogley à taches et concrétions ;
- . gley de surface et d'ensemble

- deux associations

- . pseudogley à taches et concrétions + sol peu évolué d'apport hydromorphe ;
- . pseudogley à taches et concrétions + vertisol topomorphe non grumolosique

- et un autre type de sol dit "sol halomorphe" qui regroupe :

- . les sols salins à horizon superficiel friable
- . les sols salins acidifiés nondifférenciés
- . les sols salins acidifiés peu acides .

Les unités géomorphologiques qui figurent sur cette carte n'ont pas été prises en compte parce que nous avons pensé que le facteur sol reflète mieux les conditions locales en intégrant aussi bien la géomorphologie que l'hydrologie.

La carte d'aptitudes culturales

Si l'objectif de cette carte n'est pas identique à celui de cette étude, il n'en demeure pas moins que certains renseignements y figurant peuvent avoir un grand intérêt pour notre travail.

L'objectif de cette carte étant de déterminer les "zones où, il sera possible d'installer des périmètres irrigués", trois types d'informations y sont regroupés :

- le classement des terres selon des instructions du BRM (Bureau of Reclamation Manual -- USDI, 1953) adaptées aux conditions locales à partir des éléments comme la texture, le pH, la salinité, etc...

- les déficiences do:: terres (drainage, excès de sel, . . .) ;
- l'occupation actuelle des terrains : cinq types d'occupation du sol ont été définis :

- . les forêts de gonakiés
- . les vétivers
- . ~~les~~ graminées
- . les broussailles
- . les cultures.

De cette carte d'aptitudes cult urales, nous n'avons retenu , pour les besoins de notre stratification, que le volet occupation du sol et nous avons regroupé les cinq types cités plus haut en trois :

- , les zones de culture,
- , les broussailles qui intègrent les vétivers et les graminées,
- , les forêts de gonakiés .

Cela nous a permis d'avoir une idée de la superficie occupée par les zones de cult ure j usqu' en 1969 .

La superposit ion de la. carte pédologi que et géomorphologi que à la carte d'aptit udes culturales a permis d 'établir une carte de base 1 et de voir la distribution de ces trois zones au niveau des différents types de sol et puis de constater la localisation préférentielle des forêts de gonakiés et des cultures sur les vertisols topomorphes non grumolosiques, mettant ainsi en évidence le caractère concurrentiel de ces deux modes d'occupation du sol pour les vertisols .

212.2 - Les photographies aériennes

Vu leur ancienneté, les cartes consultées reflètent mal l'état actuel de la couverture végétale . En of fêt, depuis 1969 , date de leur édition, une sécheresse grave a sévi, l'affectant qualitativement et quantitativement.

L'observation des photoaériennes assez récentes (couvert ure janvier 1980) et ayant la même échelle que les cartes (1/50 000) a permis :

- de réactualiser notre carte de base- en tenant compte de l'extension des zones de culture ;
- de compléter les informations fournies par les cartes , en intégrant un autre élément qui est celui de la densité des Couronnes .

Identification et délimitation des types homogènes

L'analyse de ces photos (dont, les caractéristiques sont résumées dans le tableau 8), fait constater, qu'à cette échelle et au moment de la prise de vue :

- les zones de cultures. sont difficilement différenciables par rapport aux zones nues (probablement occupées par les formations herbacées), sauf pour les zones aménagées par la SAED dont le tracé géométrique apparaît très clairement ;
- les Couronnes des arbres apparaissent assez clairement sous me couleur rougeâtre ;
- les arbres morts ou en défeuillaison se présentent sur la photo sous forme de points sombres .

L'examen stéréoscopique ne nous a pas permis, à cette échelle, de compter les couronnes des arbres.

L'identification des zones isophènes et leur délimitation ont pu être faites grâce à des grilles de points posées sur les photos et reportées sur la carte de base I . Ces grilles de points nous ont permis d'estimer le taux de couverture du sol par les couronnes des arbres. Ainsi, quatre types homogènes (sur le plan de la densité des couronnes), que j'appellerai "formations boisées", ont été identifiés et délimités sur cette carte :

- Type 1 ou formation boisée très dense : taux de couverture du sol : 75 à 100 %. Ce type regroupe, par exemple, les peuplements de gonakiés à cimes jointives ou comportant quelques trouées qui laissent apercevoir le sol ;

Tableau 8 : CARACTERISTIQUES DES PHOTOGRAPHIES UTILISEES

Rol	Line	N° photos	Dates	Emulsions	(cm)	Echelle
506	21	501113 à 501128	02.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000
508	23	501348 à 501351	06.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000
510	23 A	501717 à 501729	11.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000
510	22 A	501730 à 501742	11.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000
512	29	502072 à 502075	24.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000
510	22	501565 à 501571	10.01.1980	Infra rouge couleur	23 x 23	1/50.000

Nb : ces photos ont été prises pour le compte de L'OMVS

- Type II ou formation boisée dense : 50 à 75 % de couverture
- Type III ou formation boisée claire : 25 à 50 % de couverture
- Type IV ou formation boisée très claire : 0 à 25 %.

Ce dernier type regroupe les faciès très dégradées (par une intervention humaine ou des mortalités naturelles) ou les formations herbacées des sols à gley.

Le contrôle sur le terrain des observations recueillies sur photos a permis de mieux délimiter les zones de cultures, de les exclure de notre zone d'étude et puis de parfaire notre zonage selon les critères déjà énumérés. Il a permis de constater également, qu'à une forte densité de couronnes sur photoaérienne, ne correspond pas forcément une forte densité d'individus sur le terrain. Cela n'est vrai que pour les jeunes peuplements. Chez les vieux peuplements, où les cimes sont étalées et jointives, le type 1 correspond généralement à de faibles densités ,

22 - PLAN D'ECHANTILLONNAGE

Le type d'échantillonnage utilisé est l'échantillonnage stratifié. Les critères de stratification étant :

- . le type de sol ;
- . le mode de gestion des peuplements forestiers : forêts classées ou protégées,
- . la densité des couronnes.

Trente deux strates ont été définies et délimitées sur la carte de base I (tableau 9). Ces strates constituent des blocs irréguliers et discontinus.

221 LES PARCELLES D'ECHANTILLONNAGE : EMLACEMENT

Un quadrillage de la carte de base 1 a été effectué, délimitant des rectangles de 3. x 2 km et il était initialement prévu de placer les unités de sondage au niveau de chaque noeud. Il n'a pas ^{toujours} été possible de le faire eu égard aux nombreux problèmes d'accessibilité, mais nous avons essayé de faire nos relevés aux endroits les plus proches de ces noeuds.

Tableau 9 : STRATES ET CRITERES DE STRATIFICATION

MODE DE GESTION	FORMES CLASSEES				FORMES CLASSEES			
Unités homogènes	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Sols								
Sols peu évolués d'apport	1	2	3		13	14	15	16
hydromorphe	x	x	x		x	x	x	x
vertisol to morphe		4				17	18	19
Non grumolisé		x				x	x	x
Sol brun rouge au aride							20	
Sol halomorphe						21		
Sol hydromorphe			5		22		23	24
gley de surface et d'ensemble			x		x		x	x
Hydromorphe pseudogley à	6	7	8	9	25	26	27	28
tâches et concrétions	x	x	x	x	x	x	x	x
Association peu évolué								29
d'apport hydro + pseudogley								x
Association vertisol +	x	x	x			30	31	32
pseudogley	10	11	12			x	x	x

n = nombre des strates.

Il serait possible de déterminer le nombre d'unités d'échantillonnage par le calcul du coefficient de variation après pré-enquête mais, pour des raisons matérielles, nous avons préféré adopter la méthode SCHUMACHER, F.X. et CHAPMAN, R. A (1954) qui préconise, dans le cas d'un échantillonnage stratifié, de faire au moins deux relevés au niveau de chaque strate. Les strates n'étant pas des blocs d'un seul tenant, nous avons choisi de mettre deux parcelles de sondage au niveau de chaque sous-bloc au lieu de deux par strate (ou bloc). Finalement, la répartition des relevés entre les strates est la suivante (figure 6, .

222 - DIMENSIONS DES PARCELLES D'OBSERVATION

Le problème de représentation structurale et floristique de l'échantillon et, plus particulièrement, de la surface minimale (ni trop grande, ni trop petite) permettant d'avoir une idée correcte de la communauté végétale, a toujours préoccupé les phytosociologues ou phyto-écologues. Certaines méthodes plus ou moins empiriques ont été utilisées dans l'étude des formations herbacées et, plus précisément, des prairies comme celles de l'aire minimale quantitative ou qualitative: la première tenant compte des espèces et de leurs proportions quantitatives et la seconde uniquement de la présence des espèces. L'aire minimale étant déterminée, dans ce cas, par la projection du point de courbure maximale de la courbe aire-espèce.

Cette méthode, appliquée en Haute Volta, donne, pour les formations sahéliennes, une surface minimale d'observation de 1 à 2 hectares, tandis que les forestiers de la zone tropicale travaillent dans des parcelles de 1 à 2 hectares pour les forêts hétérogènes (probablement dans forêts denses humides) et 0,04 et 0,08 hectare pour les forêts homogènes.

Dans notre zone d'étude, se rencontrent aussi bien des peuplements homogènes monospécifiques de gonakiés où l'application de la courbe aire-espèce donne un échantillon de quelques mètres carrés que des peuplements assez hétérogènes des Fondés où l'aire minimale dépasse parfois 1 hectare.

nbre de relevés

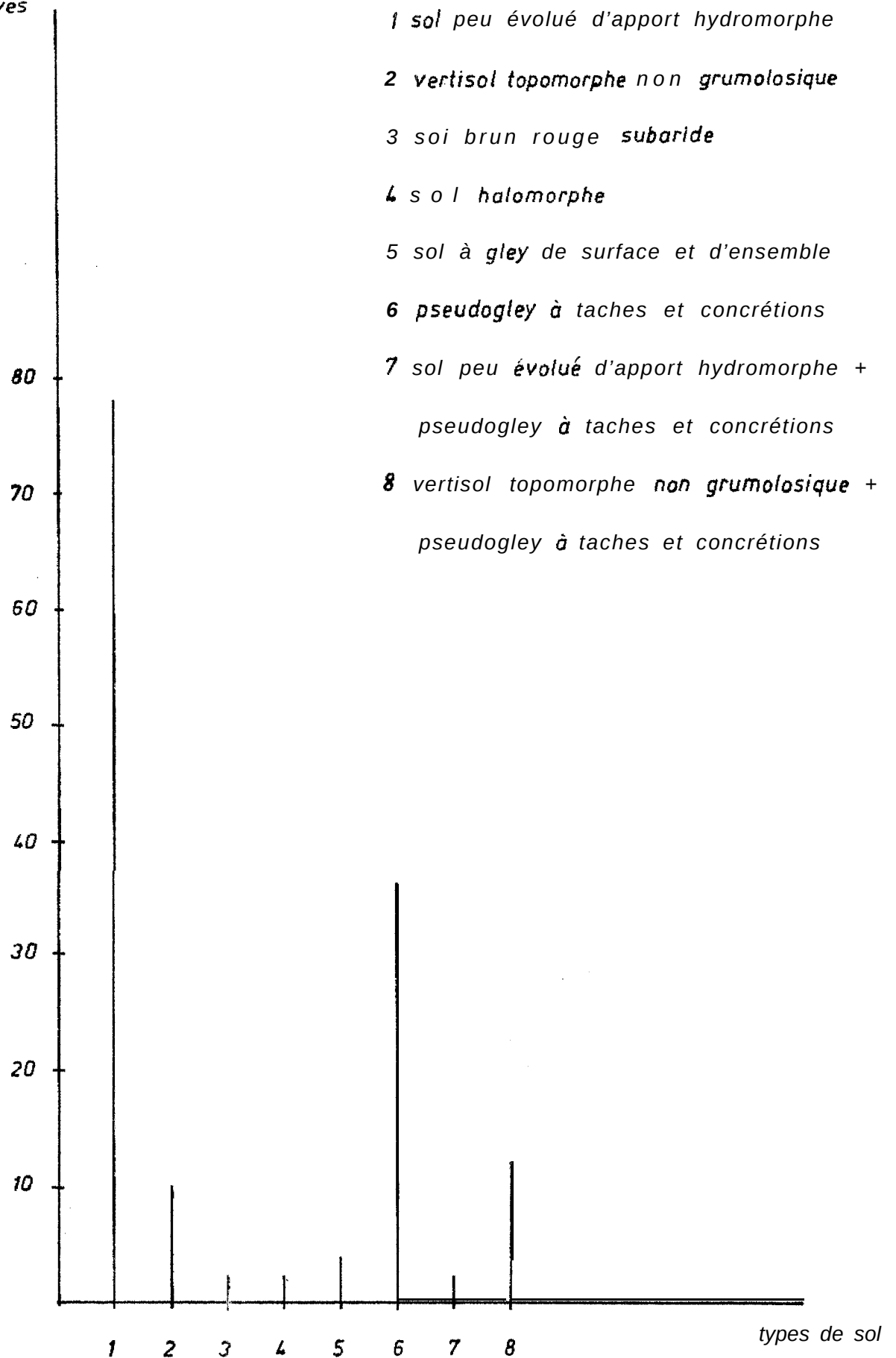


Fig n° 6: Répartition des relevés entre les différents types de sol

Nous nous sommes donc proposés de prendre 1 hectare comme surface de la parcelle d'observation et avons préféré choisir une forme rectangulaire (200 m x 50 m) pour deux raisons :

- . facilité de matérialisation sur le terrain des parcelles,
- . un souci de mieux se rapprocher de l'état de la couverture ligneuse qui, le plus souvent, se présente sous forme de lambeaux.

223 - NOMBRE D'UNITES DE SONDAGE

150 relevés ont été effectués pour l'ensemble de la région étudiée. Des relevés ont été faits dans chaque sous-bloc et placés dans les limites du possible au niveau des noeuds. Dans le cas où certains blocs sont sous-échantillonnés (0 ou 1 noeud), un quadrillage plus fin a été effectué et, après numérotage, deux noeuds ont été tirés au sort. La même procédure a été utilisée dans le cas où nous avons plus de deux noeuds.

La répartition des relevés par type de sol (figure 6) ou par strate (figure 7), met en évidence l'insuffisance du nombre de relevés effectués dans les types de sol peu représentés (sols halomorphes et brun-rouge sub-arides).

224 - LES VARIABLES RETENUES ET LES OBSERVATIONS EFFECTUEES DANS L'ECHANTILLON

Initialement, nous avons prévu de relever les variables suivantes :

- . le degré d'hydromorphie du profil.,
- . l'inondabilité et la submersibilité ,
- . l'aspect topographique,
- . le degré d'ouverture des strates,
- . le nombre d'individus par espèce,
- . la hauteur et le diamètre des arbres,
- . le comptage des arbres morts sur pied et des souches,

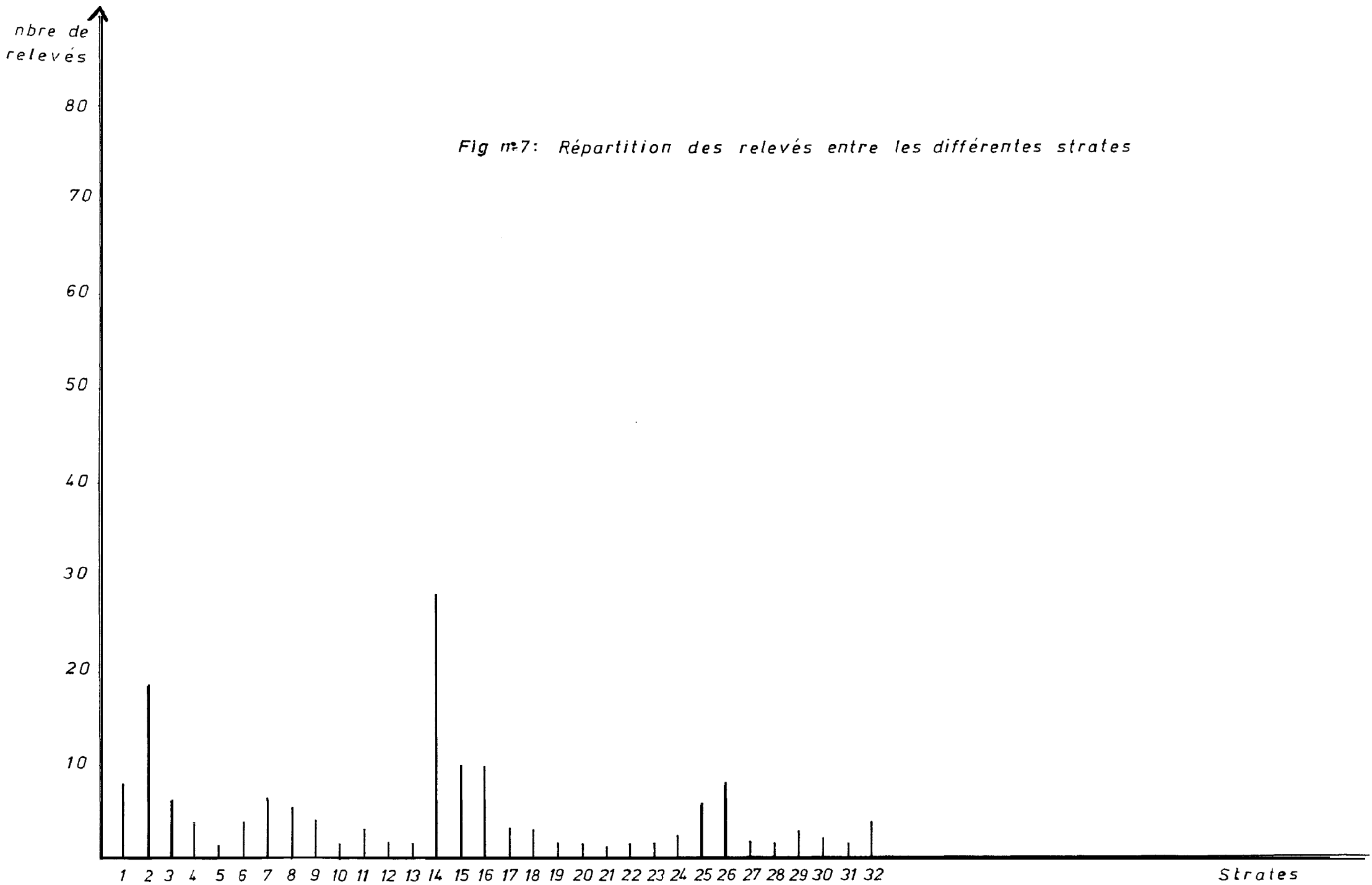


Fig n°7: Répartition des relevés entre les différentes strates

- . 1 relevé de la flore herbacée par la technique de "double mètre" décrite par DAGET et POISSONNET (1969) (le nombre de points relevés devant être un multiple de 2, d'après GODRON 1971).

A l'issue de la recherche bibliographique et vu les moyens dont nous disposons et l'époque à laquelle les enquêtes phyto-écologiques ont été effectuées (du 7 au 30 juin 1982), certaines variables ont été regroupées, d'autres tout simplement écartées. Finalement, ont été retenus les paramètres suivants :

- . comptage du nombre d'individus par espèce,
- . type de sol dans lequel le relevé a été effectué.

La hauteur de précomptage des individus retenus est de 1 m, hauteur qui correspondrait à des arbres de 10 cm de diamètre, d'après PRUPON (1980). Les types de sol. ont été reconnus et notés grâce aux cartes pédologiques (Podor 1A et 2A).

Pour le dépouillement, les variables, mode de gestion des forêts (classées ou non) et densité, n'ont pas été prises en compte pour les raisons suivantes :

- . insuffisance du nombre de relevés pour qu'on puisse en tirer une information fiable ;
- . disparition presque entière de toutes les forêts classées aménagées, faute d'une régénération des peuplements après leur exploitation (Annexe II)
- . une intervention généralisée de l'homme sur toutes les forêts, qui se traduit par des prélèvements opérés :
 - par des exploitants forestiers qui devraient se limiter au simple nettoyage des bois morts (mais qui passent outre pour des raisons de facilité d'attache et une insuffisance de moyens de surveillance),
 - par les populations rurales qui, pour satisfaire leurs besoins essentiels, se reportent de plus en plus sur la vente du bois.

23 - TRAITEMENT DES DONNEES ET RESULTATS

Les techniques de dépouillement habituellement employées par les phytoécologues et phytosociologues peuvent se résumer ainsi (voir annexe IIIa,b,c). Compte tenu du petit nombre de variables prélevées et du nombre insuffisant de relevés, trois méthodes seulement ont été appliquées à nos données :

- . la méthode sigmatiste ou système de PRAUN BLANQUET,
- . les coefficients de similitude
- . la méthode des groupes écologiques.

La méthode sigmatiste

Cette méthode, élaborée par BRAUN BLANQUET et ses élèves (1954), décrite d'une façon très détaillée par ELLENBERG (1956)*, est basée sur la comparaison des relevés au moyen des tableaux dit "bruts", de présence ou partiel. Cela permet de détecter des espèces différentielles qui sont "des groupes d'espèces qui se rencontrent généralement ensemble dans une partie des relevés et généralement simultanément absentes des autres" et les espèces qui n'appartiennent pas à ces groupes sont appelées "espèces compagnes".

La procédure employée pour appliquer cette méthode à nos données s'est effectuée de la manière suivante :

- les relevés sont regroupés par strate, donc dans chaque strate, nous avons noté les espèces présentes et leur abondance-dominance en adoptant l'échelle suivante :

. espèce très rare (+)	1 à 5 pieds par hectare
. espèce peu abondante (3.)	6 à 15 " " "
. espèce assez abondante (2)	15 à 25 " " "
. espèce abondante (3)	25 à 50 " " "
. espèce très abondante (4)	plus de 50 pieds par hectare
. peuplement pur (5)	par exemple pour les peuplements mono-spécifiques d' <i>Acacia nilotica</i> .

* cité par GOUNOT (1969)

Cela nous a permis d'établir un tableau brut avec :

- . en colonne, les strates , c'est-à-dire les relevés,
- . en ligne, les espèces présentes
- . et à l'intersection de la ligne et de la colonne, la cote
abondance-dominance.

De ce tableau brut, nous avons tiré un tableau de présences (Tab. 10) en ordonnant les espèces suivant leur degré de présence décroissant, c'est à-dire du nombre de strates dans lesquelles elles sont présentes et en ne conservant que les espèces dont la présence est comprise entre 12 et 60 %, seuils donnés par ELLENBERG, 1956, cité par GOUNOT (1969) .

De ce fait, l'*Acacia nilotica*, dont le degré de présence est très élevé, a été écarté ainsi que 11 autres espèces considérées comme très rares. Sur ce tableau de présences, nous n'avons pu détecter qu'un seul groupe de différentielles (~~tableau 10~~), malgré l'utilisation des informations disponibles à travers les strates . Si ce tableau n'a pas pu mettre en évidence plusieurs groupements végétaux, il donne d'importants renseignements sur l'influence des types de sol sur la distribution des espèces, plus particulièrement, du regroupement de presque toutes les espèces au niveau des sols peu évolués d'apport hydromorphe.

L'application de cette méthode sur nos données soulève deux types de question :

- cette absence de discernement de plusieurs groupements végétaux est-elle due à une insuffisance de relevés ?
- ou bien, cette méthode n'est-elle pas appropriée pour distinguer les groupements végétaux au niveau de notre zone d'étude ?

L'utilisation des autres méthodes semble confirmer cette deuxième hypothèse.

Les coefficients de similitude

Les coefficients, tous dérivés de la méthode mise au point par CZEKANOWSKI (1909) pour des recherches anthropologiques, ont pour but de caractériser le degré de ressemblance de deux listes d'espèces au moyen du pourcentage d'espèces qu'elles ont en commun.

Pour l'étude de la végétation, les formules suivantes sont généralement utilisées :

- le coefficient de JACCARD (1901) avec P étant le coefficient de similitude ou coefficient de communauté ou coefficient d'affinité :

$$P = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$
 - le coefficient de KULCZINSKI (1928)

$$P = \frac{(c/a) + (c/b)}{2} \times 100$$
 - le coefficient de SORESENSEN (1948)

$$P = \frac{2c}{a + b} \times 100$$
 - l'indice d'ODDUM

$$P = \frac{a - b}{a + b} \text{ variant de } -1 \text{ à } +1$$
- a = nombre d'espèces dans la liste A
b = nombre d'espèces dans la liste B
c = nombre d'espèces communes aux deux listes.

La méthode χ^2 est aussi employée :

$$P = \frac{a \times b}{N}$$

N étant Le nombre de relevés

Si $P > C$: les deux espèces s'excluent

$P = C$: les deux espèces sont réparties au hasard

$P < C$: les deux espèces ont tendance à cohabiter.

Pour savoir à quelle probabilité cette cohabitation n'est pas due au hasard de l'échantillonnage et correspond à quelque chose de réel, on calcule la valeur de :

$$\chi^2 = \frac{N^3}{ab(N-a)(N-b)} (C - P)^2$$

Si $\chi^2 > 3,84$, il y a 95 % de chance pour que la cohabitation ne soit pas due au hasard ;

Si $\chi^2 < 6,64$, la probabilité est de 99 % .

Pour simplifier l'analyse de ces données et pour tenir compte de l'information tirée de la méthode des tableaux (information mettant en relief l'impact important des types de sol), nous avons tout simplement recenser, au niveau de chaque type de sol, les espèces rencontrées ; ce qui nous a donné 8 listes d'espèces pour les 8 types de sol.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>Balanites aegypt.</i>	3	2	2					3					1	1	2	3					3				+		+				
<i>Bauhinia rufescens</i>	+	1	+			+	1		+					1	+					+							1				
<i>Ziziphus maurit.</i>		1	1			+								+	+	+				+							+				
<i>Acacia albida</i>	1	2		+							+			2	+												2				
<i>Acacia raddiana</i>	1	3	+										4	2	1	1															
<i>Maytenus senegal.</i>		2	+			+	1								3	+															
<i>Salvadora persica</i>	+	1	2					+						+	+	+															
<i>Acacia sieberiana</i>	+	+	+											+		+											2				
<i>Capparis decidua</i>		1	+											+	+	+															
<i>Piliostigma retic.</i>	1	3												1																	
<i>Ziziphus micronata</i>		1	1			+	+							+	+	+				+							+	+			
<i>Acacia senegal</i>			+											1	1	1															

Tableau 10 : PRESENCE DES ESPECES

En utilisant cette méthode, nous avons comme objectif de voir s'il y a possibilité de regrouper, en un seul ou plusieurs groupements végétaux, les espèces relevées au niveau des types de sol, c'est-à-dire, de voir si cette différenciation pédologique se reflète au niveau de la végétation, ou bien, si l'installation des espèces répond à des critères autres que ceux du sol.

Nous avons appliqué les deux premières formules aux mêmes données, cela nous amène à la constatation suivante :

- la ressemblance des listes n'est pas toujours révélée de la même façon en appliquant la formule de SORENSEN (1948) ou celle de JACCARD (1901) (Annexes IV et V) . Cela révèle le caractère quelque peu empirique de ces formules.

L'identification des groupement végétaux, à partir du seul coefficient de SORENSEN (1948), s'est effectuée en essayant de regrouper les coefficients de similitude à partir des seuils suivants :

0 %
 1 - 20 %
 21 - 30 %
 31 - 40 %
 41 - 50 %
 51 %

et l'application de la classification automatique manuelle (CAILLIEZ, 1982) (Annexe VI) permet de mieux saisir les groupements que cette méthode de regroupement visuel.

Ainsi, 3 à 4 groupements peuvent être définis :

- le groupement à *Balanites aegyptiaca*, sur sol brun rouge subaride et sur association de sol peu évolué d'apport hydromorphe et de sol à pseudogley à tâches et concrétions . Il est caractérisé par l'abondance de *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiaca* et *Bauhinia rufescens* ,

La forte ressemblance, au plan floristique, de ces deux types de sol très différents, peut être due :

- , à l'insuffisance des relevés dans ces zones : 2 dans sol brun-rouge subaride et 2 dans l'association sol peu évolué d'apport hydromorphe + pseudogley ;

, ou à une évolution de la flore du deuxième type de sol qui est resté longtemps sans aucune inondation entraînant la disparition probable des espèces liées à l'inondation.

L'intensification des relevés au niveau de ces 2 types de sol permettra de confirmer ou non l'une ou l'autre de ces deux hypothèses . En tout cas , seul l'*Acacia nilotica*, présent dans l'association de sols, semble différencier la composition floristique de ces deux types de sol.

- le groupement monospécifique d'*Acacia nilotica* sur sol longtemps inondé.
Ce groupement occupe, préférentiellement, les vertisols topomorphes grumolosiques ou borde les cuvettes occupées par les gleys. Les peuplements étaient denses comme l'atteste la multiplicité des souches. On y rencontre parfois *Acacia albida* dans les jachères.
- le groupement à *Acacia nilotica*, *Ziziphus mauritiana* et *Bauhinia rufescens*
sur sols à pseudogley et halomorphe. Ce groupement est dominé par la présence de *Acacia nilotica* (3), *Bauhinia rufescens* (2), *Ziziphus mauritiana* (2) et *Balanites aegyptiaca*. On trouve aussi :

- . *Boscia senegalensis* + (en bordure des Djedjegol)
- . *Acacia raddiana* +
- . *Maytenus senegalensis* (2)
- . *Salvadora persica* (1)
- . *Acacia sieberiana* (2)
- . *Piliostigma reticulata* (2)
- . *Acacia albida* +

- le groupement à *Acacia nilotica* et *Balanites aegyptiaca* sur sol peu évolué d'apport hydromorphe. Ce groupement pourrait être rattaché au troisième. Plus de 90 % des espèces rencontrées au niveau de notre zone d'étude se retrouvent dans ce groupement. On y rencontre :

- . *Acacia raddiana* (3)
- . *Balanites aegyptiaca* (3)
- . *Bauhinia rufescens* (2)
- . *Ziziphus mauritiana* (2)
- . *Salix coluteoides* +
- . etc..

La comparaison de ces groupements aux parcours définis en 1972 par VALENZA et DIALLO, fait ressortir les constatations suivantes :

- . le groupement monospécifique d '*Acacia nilotica* correspondrait aux parcours sur sol temporairement inondé à *Acacia nilotica* et sur cuvettes de décantation à *Nymphaea* et *Cyperaceae*, tandis que les deux derniers groupements, que nous avons définis, correspondraient aux parcours sur sol exondé à *Borreria verticillata* et *Panicum anabaptistum* ;
- . le groupement à *Balanites* sur sol brun rouge n'a pas été pris en compte. Les raisons peuvent être d 'ordre méthodologique (étude du tapis herbacé et du couvert ligneux par une approche qualitative par VALENZA et DIALLO) et d'échelle de travail (1/200 000 par VALENZA et DIALLO).

La méthode des groupes écologiques

Deux conceptions s'affrontent pour la définition de cette notion de groupe écologique :

- la conception synécologique de DUVIGNEAUD (1946) mettant l'accent sur "l'affinité sociologique" que peuvent avoir les espèces en fonction des facteurs écologiques, géographiques ou autres ;
 - la conception auto-écologique de DUCHAUFOR (1950), ELLENBERG, (1954), (GEUNOT, 1969) qui définit les groupes écologiques à un rassemblement d'espèces qui concordent leur comportement vis-à-vis des facteurs de la station.
- Une notion intermédiaire, dite d'ensemble écologique, a été proposée par NEGRE (1956) et IONESCO (1957).

Quelle que soit l'une ou l'autre de ces notions, elles ont en commun cette mise sur le même pied d'égalité dans l'étude, les facteurs écologiques et les facteurs floristiques.

L'application de cette méthode à nos données s'est tout simplement limitée à bâtir des profils écologiques pour voir l'amplitude écologique de quelques unes de ces espèces en fonction du facteur type de sol.

Les profils ainsi établis se présentent sous forme d'histogrammes où, en ordonnée, nous avons les fréquences relatives (nombre de relevés où l'espèce est présente par rapport au nombre de relevés total effectués dans le type de sol) et, en abscisse, les 8 différents types de sol. Cette représentation graphique pour *Acacia nilotica* (figure 8) et *Balanites aegyptiaca* (figure 9) fait ressortir la corrélation qui existe entre la présence et l'abondance de l'*Acacia nilotica* et de *Balanites aegyptiaca* et l'inondabilité et la durée de l'inondation.

En ce qui concerne l'*Acacia nilotica*, sa présence est observée sur tous les sols inondables. Il est largement représenté sur les sols longtemps inondés (où il peut constituer des peuplements purs) et absent sur les sols jamais atteints par les crues.

Par contre, pour le *Balanites aegyptiaca*, s'il est bien représenté sur les sols non atteints par les crues, présent sur les sols inondables, il n'est jamais rencontré sur les sols longtemps inondés.

Ces profils écologiques mettent en relief le chevauchement de ces deux espèces, voire leur disposition en écaille qui semble dépendre du degré d'hydromorphie du profil (figure 10).

Cette méthode semble être plus appropriée pour la définition des groupements végétaux de notre région d'étude où les communautés végétales ont l'allure d'un continuum. Cette méthode, appliquée sur un nombre de relevés plus importants en utilisant des techniques d'analyses par ordinateur, permet de détecter les groupes d'espèces indicatrices ainsi que les facteurs actifs.

Fréquence relative

1

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

1 sol peu évoluée d'apport hydromorphe

2 vertisol topomorphe non grumolosique

3 sol brun rouge subarrde

4 sol haïomorphe

5 sol à gley de surface et d'ensemble

6 pseudogley à taches et concrétions

7 peu évoluée d'apport hydromorphe

+

pseudogley à taches et concrétions

8 vertisol topomorphe non grumolosique

+

pseudogley à taches et concrétions

5

2

8

6

7

1

4

3

Types de sol

Fig n°8: Profil écologique d'*Acacia nilotica* en fonction du facteur type de sol

Fréquence

relative

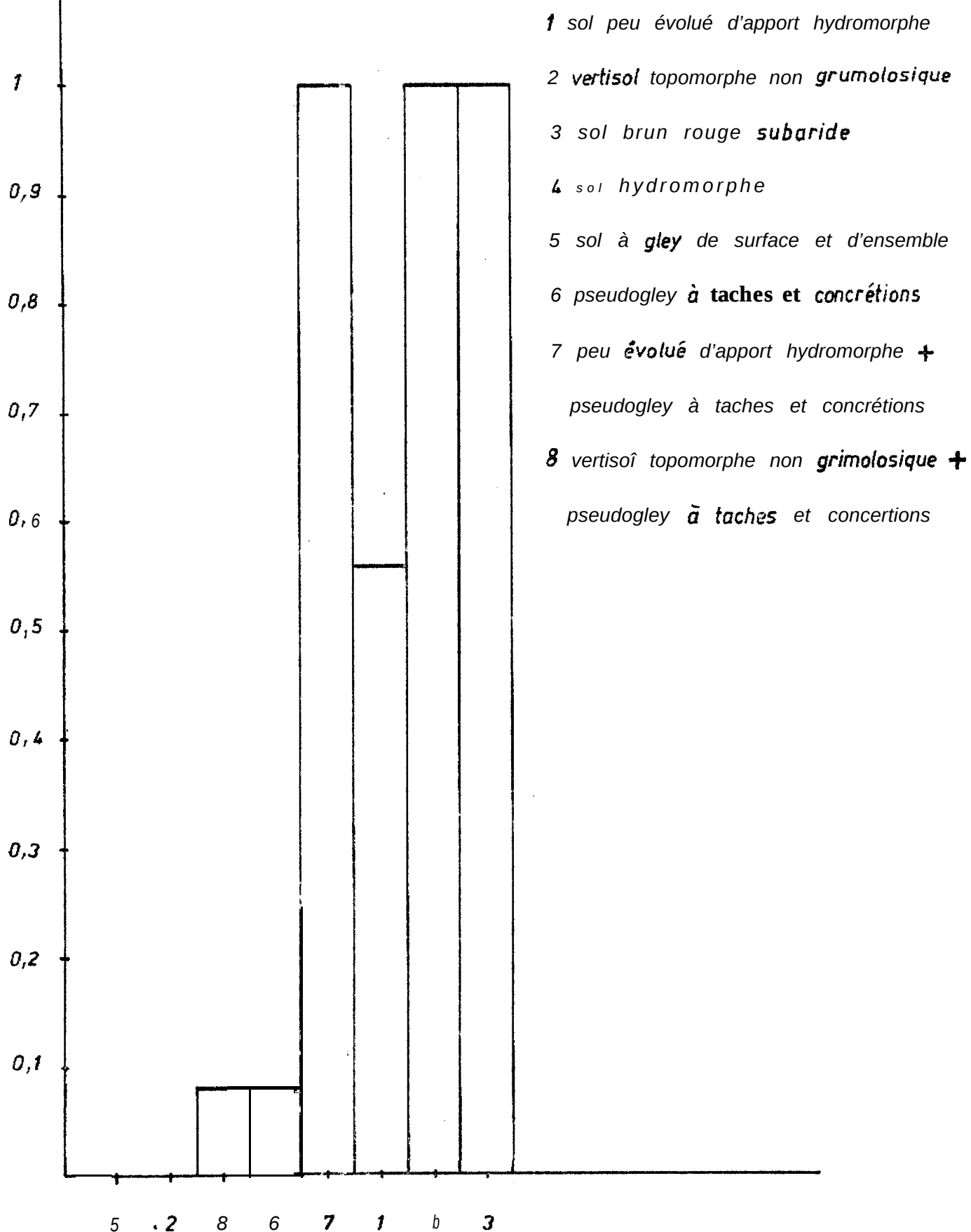
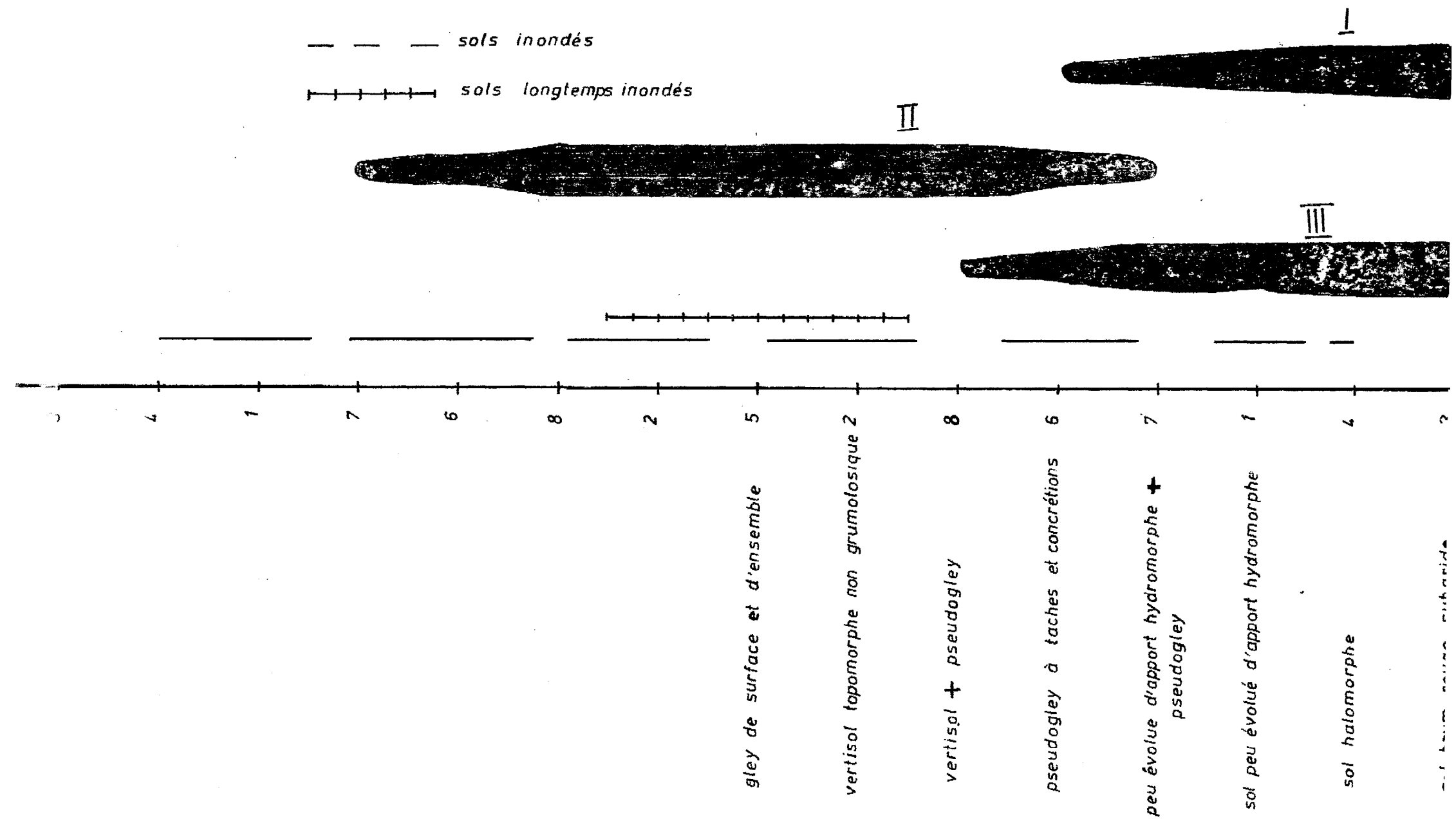


Fig n° 9: Profil écologique de *Balanites aegyptiaca* en fonction du facteur type de sol

Fig n° 10: Schema de la disposition en écaïlles de *Bauhinia rufescens* (I) *Acacia nilotica* (II) et *Balanites aegyptiaca* (III) en fonction des facteurs: inondabilité et durée de l'inondation



24 - CONCLUSION

A l'issue de ce travail, nous pouvons dire que la distribution des espèces ligneuses dans la Vallée est intimement liée aux facteurs inondabilité et durée de l'inondation et, par conséquent, du facteur hydromorphie du profil.

Les fortes mortalités constatées dans les forêts naturelles de la Vallée, pendant ces 16 années de sécheresse, pourraient laisser supposer une modification du degré d'hydromorphie du sol.

Il est, **tout** de même, difficile de faire cette affirmation pour les raisons suivantes :

- . la non uniformisation de ce phénomène sur tous les peuplements ;
- . une étude de l'hydromorphie du profil n'a pas été effectivement faite ;
- . d'après les observations effectuées, nous avons remarqué la localisation préférentielle des jeunes peuplements bien vigoureux sur les anciennes zones de culture ou d'exploitation.

Cela nous amène à nous poser un certain nombre de questions : cette différence de comportement est-elle due à :

- l'existence de conditions locales particulières (nappe phréatique par exemple) ?
- une plus grande sensibilité des vieux peuplements à la sécheresse, voire au vieillissement de ces peuplements ?
- une modification des conditions d'eau dans le sol, entraînant une modification de la flore comme certains le supposent ?

Le programme que nous allons définir permettra, même partiellement, de répondre à la plupart de ces questions de mieux saisir le comportement de ces peuplements forestiers et d'avoir une idée assez précise sur la sylviculture de quelques unes des espèces forestières de la zone étudiée.

PROPOSITION D'UN PROGRAMME
D'ETUDE DES FORETS NATURELLES DE LA VALLEE
DU FLEUVE SENEGAL

Le programme d'étude des forêts naturelles de la vallée du fleuve Sénégal que nous allons proposer, viendra compléter les expérimentations, en cours à Nianga, sur le comportement en irrigué de quelques essences locales et exotiques. Il aura pour objectif de connaître, avec plus de précision, l'état actuel des peuplements forestiers (répartition, composition, capital sur pied) et de leur fonctionnement (évolution quantitative et qualitative). Il permettra, en outre :

- d'asseoir une technique d'aménagement plus appropriée pour chaque type de forêt basée sur leur possibilité ;
- de mieux cadrer nos expérimentations portant sur la sylviculture des espèces locales, de leur amplitude écologique et de leur sociabilité.
- de mieux saisir l'évolution de la flore actuelle (conservation ou transformation) ;
- de définir des relations allométriques (diamètre du houppier - diamètre du fût ou hauteur totale - hauteur du fût par exemple) > afin d'établir des tarifs de cubage ou de déterminer facilement la croissance des individus à partir de la connaissance d'une grandeur.

APPROCHE METHODOLOGIQUE

Ce programme comportera deux volets de recherche :

1 - ETUDE DE LA REPARTITION ET DE LA COMPOSITION DES PEUPLEMENTS FORESTIERS

La démarche méthodologique sera identique à celle déjà employée dans ce travail :

- analyse de la documentation existante (cartes et photographies aériennes) appuyée de travaux de contrôle sur le terrain des éléments tirés des documents afin de dégager des strates ;
- distribution des parcelles d'observations temporaires au niveau des strates, mais intensification des échantillons et diminution de la surface de la parcelle. (vu l'homogénéité des strates) 0,5 hectare (50 x 100) au lieu de 1 hectare ;

- relevé d'un plus grand nombre de variables (voir fiche relevé, annexe 7), tout en insistant plus particulièrement sur les éléments suivants :

- . présence ou absence de l'espèce,
- . nombre d'individus par espèce,
- . âge du peuplement végétal (jeune, moyen, vieux),
- . mode de gestion des forêts(classées ou protégées),
- . type de formation végétale,
- . taux de couverture du sol par la végétation.

2 - ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION DES PEUPEMENTS FORESTIERS

Les éléments, tirés du premier volet de cette étude, permettront d'affiner les strates. Les observations seront effectuées au niveau des parcelles d'observation permanentes dont la surface serait égale ou supérieure à 1 hectare. Ces parcelles seront placées au niveau de chaque strate (ou type de forêt). Leur nombre sera à déterminer.

La même fiche de relevé sera utilisée et toutes les variables du milieu et de la végétation seront relevées dans la mesure du possible. Les opérations de recherches suivantes y seront menées :

21 - ÉTUDE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE

Après détermination de la dimension de précomptage et selon les moyens disponibles, l'une de ces deux méthodes d'étude sera utilisée :

- dénombrement systématique de tous les semis pour chaque espèce ;
- subdivision de la parcelle d'observation en quadrats dont la surface sera à déterminer et comptage des semis au niveau des quadrats choisis au hasard.

Ces données, comparées à celles fournies par les observations effectuées sur le peuplement adulte de l'échantillon, permettront d'apprécier la capacité de régénération du peuplement végétal, de voir si le système se conserve (stabilité) ou se transforme (substitution).

22 - ETUDE DES ACCROISSEMENTS DES PEUPLEMENTS FORESTIERS

La détermination des accroissements, en volume des peuplements, peut se faire sous deux approches :

- par la mesure des accroissements individuels de toutes les espèces rencontrées dans la parcelle : mensuration de la hauteur totale de l'arbre ou de la longueur du fût, du diamètre à 1,50 m ou à 5 cm du collet pour les espèces multicaules et marquage, à la peinture, des endroits mesurés (toutes les mesures de circonférence devant être effectuées aux mêmes endroits);
- marquages périodiques des arbres en imprimant dans le bois des dates après incision de l'écorce précédée de mensuration de la circonférence. Récolte de ces bois marques pour l'étude de la nature des couches d'accroissement délimitées par les cicatrices datées,

Cette étude pourrait se faire en dehors des parcelles permanentes car sa mise en oeuvre demande la destruction d'un certain nombre de matériel végétal.

23 - ETUDE DES ESPACEMENTS ENTRE LES INDIVIDUS

Cette étude permettra de connaître l'évolution de la "sociabilité" des différentes espèces et d'avoir une idée de la densité optimale d'un peuplement forestier en équilibre.

La forte intervention de l'homme, ainsi que les mortalités élevées au niveau des forêts de la vallée ne permettent pas d'appréhender facilement ces notions. Il serait nécessaire, pour être plus proche de la réalité, de comptabiliser les souches issues des coupes ou d'arbres morts naturellement.

Quatre méthodes d'étude peuvent être employées : elles ont toutes été utilisées par COTTAM et CURTIS (1956) et bien décrites par GOUNOT (1969). Il s'agit des méthodes suivantes :

- de l'individu le plus proche
- du plus proche voisin

- des paires au hasard
- des quadrats centres sur le point,

Les relations entre la densité et l'espacement ont été démontrées et des formules établies par MORISTA, CLARK et EVANS (GOUNOT, 1969). Ces méthodes sont valables dans le cas où la distribution des espèces est aléatoire. Cela étant rarement vrai, il semble plus utile d'appliquer des tests de grégarité dont la plupart suppose connue la densité (SKELLAM, 1951 ; MOORE, 1954) d'où le choix de notre méthode d'étude.

24 - ETUDE DU MODE D'ENRACINEMENT DES DIFFERENTES ESPECES

Ce travail sera effectué en dehors des parcelles permanentes et doit tenir compte du milieu dans lequel se trouve les individus à étudier (par exemple, type de sol) mais aussi de leur âge et de la densité du peuplement végétal.

Il consiste à creuser tout autour du collet, en évitant de couper les racines, pour voir l'architecture du système racinaire et l'importance de la zone prospectée par les racines. Cette étude sera à mettre en relation avec la profondeur de la nappe phréatique.

25 - ETUDE DE LA NAPPE PHREATIQUE, DU REGIME DES EAUX DE CRUE ET DE L'HUMIDITE DU SOL

251 - Les fluctuations de la nappe phréatique

La plupart des essences locales peuvent s'alimenter en eau directement à partir de la nappe phréatique. L'une des hypothèses avancées pour expliquer la mortalité des gonakiés, c'est l'abaissement de cette nappe. Les observations que nous préconisons permettront de suivre la fluctuation de la nappe et de chercher les relations entre profondeur nappe et système d'enracinement.

Le dispositif à mettre en place est le suivant :

- Installation de piézomètres dans chaque parcelle d'observation ou dans chaque type de forêt ou strate.

Ces piezomètres seront équipés de sondes (HWK à sifflet OTT.) qui permettront de lire facilement le niveau de la nappe. Ce dispositif doit tenir compte de l'aspect inondabilité de cette zone pour éviter les erreurs liées à la pénétration des eaux de crue à travers les tubes.

252 - Etude du régime des eaux de crue

La hauteur et la durée des eaux de crue sont des données très importantes pour, non seulement avoir une idée de l'hydromorphologie du profil, mais aussi pour suivre l'évolution des gonakeraies.

Les observations à recueillir seront :

- *Dates d'arrivée et de disparition des eaux de crue, ainsi que la hauteur limnimétrique durant la période d'inondation.*

Ces données seront à mettre en relation avec celles recueillies au niveau du fleuve Sénégal et de Doué.

Comme appareils de mesure, nous pouvons utiliser un limnigraphe avec des supports fixes dans toutes les parcelles, ou même des instruments plus simples (perches graduées), l'essentiel étant :

- de faire les mesures toujours aux mêmes endroits ;
- de trouver les éléments de correction par rapport à la topographie et aux données limnimétriques recueillies sur le fleuve Sénégal ou sur le Doué.

253 - Etude de l'humidité du sol

Il s'agira, dans cette action de recherche, de voir les conditions d'humidité du sol dans les différentes parcelles d'observations, surtout pendant la saison sèche et les années de faible crue.

Cette étude permettra donc de connaître les possibilités d'alimentation en eau des arbres pendant les périodes d'absence d'eaux de crue et de pluie aux endroits ou époques où les racines ne seraient pas accessibles à la nappe.

26 - TRAVAIL D'IDENTIFICATION DES ESPECES OU SOUS-ESPECES CONNUES
SOUS LE NOM D'ACACIA NILOTICA

Du point de vue botanique systématique, un point d'accord reste à chercher sur l'existence d'une ou plusieurs ~~variétés~~ variétés d'*Acacia nilotica*. Des botanistes, comme F.W. ANDREWS (dans son ouvrage intitulé "*Flowering plants of the Anglo Egyptian Sudan*"), se basant sur les caractères des fruits, distinguent les espèces suivantes :

- *Acacia nilotica* (L.) Willd ex Del (gousses moniliformes et légèrement tomenteuses) ;
- *Acacia arabica* (LAM.) Willd var. *adansonii* DUBARD (gousses moniliformes mais légèrement resserrées entre les graines) ;

CHEVALIER distingue deux variétés :

- *Acacia scorpioides* var. *pubescens* (BENTH) ;
- *Acacia scorpioides* var. *astringens* (BENTH)

alors que J.D.N. BRENNAN, dans *KEW BULLETIN* (1957), décrit trois sous-espèces :

- *Acacia nilotica* (L.) Del subsp. *nilotica*
- *Acacia nilotica* (L.) Del subsp. *tomentosa* (BENTH) BRENNAN)
- *Acacia nilotica* Del subsp. *adansonii* (G. et P) BRENNAN)

Sur le plan écologique, deux espèces ou sous-espèces peuvent être nettement distinguées :

- *Acacia nilotica* ou gonakié (en ouoloff) qui s'installe sur les terres du walo (hollaldé, Fondé et Diacré) ;
- *Acacia adansonii* ou neb-neb, qui se rencontre dans les dépressions temporairement inondées de la zone sylvo-pastorale.

La variété ou sous-espèce qui nous intéresse dans notre étude est celle qui se trouve dans le Walo et qui est nommée Gonakié (en ouoloff), *Acacia nilotica* (L.) subsp. *nilotica* et *tomentosa* ou *Acacia scorpioides* (A. CHEVA) subsp. *pubescens*.

Cette non identité de vue des botanistes et la différence de comportement des gonakiés constatés pendant nos travaux d'observations montrent qu'un travail effectif de détermination doit être fait pour être fixé sur l'existence d'une espèce ou sous-espèce(s), cela en relation avec les conditions microécologiques de la vallée du fleuve Sénégal.

Ce travail consistera à étudier, d'une façon plus approfondie, les caractères des fruits, fleurs, écorces et anatomiques du bois (plan ligneux), ainsi que les périodes de feuillaison, floraison et de fructification.

Dates et périodicité des mesures

Nous pouvons fixer ainsi les dates et l'intervalle entre deux mesures :

<u>Type d'étude</u>	<u>Périodicité des mesures</u>	<u>Date</u>
1 -Etude de la régénération naturelle	1 fois par an ou tous les deux ans	fin saison des pluies
2 -Etude de la nappe phréatique	3 fois par an	fin et milieu saison sèche, fin saison des pluies
3 -Etude du régime des eaux de crue	3 à 4 fois par an	entre juillet et octobre
4 -Etude de l'humidité du sol	a)-1 à 3 fois par an pendant année crue normale b)-3 à 5 fois pendant année crue non observée c)-4 à 5 fois dans les parcelles non atteintes par les crues	qq. semaines après retrait crue, en milieu saison sèche, avant arrivée saison des pluies mêmes dates que a) et 2 fois au cours de la période pluvieuse

Etude des espacements entre individus.-.

Les résultats peuvent être obtenus
soit :

- . en comparant les données tirées des différents types de forêts (ou strates)
" méthode synchronique "
- . en faisant des observations tous les 5 ans ou plus dans les parcelles de la strate peuplement jeune très dense localisé dans les différents types de milieu " méthode diachronique "

Et trie du mode d ' enracinement

Traitement des données

Les données obtenues à l'issue des enquêtes doivent être traitées par ordinateur. L'existence d'un système informatique au CRODT rend possible l'utilisation de ce procédé.

Il serait préférable, pour une uniformisation du langage et pour faciliter les travaux de traitement des données par ordinateur, que le CNRF et le LNERV, ainsi que les autres Centres de l'ISRA concernés, mettent en place un système de codification de toutes les variables du milieu et de la végétation.

MOYENS HUMAINS ET MATERIELS A METTRE EN ŒUVRE

1 - MOYENS HUMAINS

L'ensemble de ces recherches se fera sur une longue période et sera mené par une équipe comprenant :

- 1 chercheur forestier, spécialisé en écologie forestière
- 2 Ingénieurs des travaux des Eaux & Forêts
- 2 Agents Techniques des Eaux & Forêts,

l'exécution de ce programme se fera en deux étapes :

1° - ETUDE DE LA REPARTITION ET DE LA COMPOSITION DES PEUPEMENTS FORESTIERS ET IDENTIFICATION - CHOIX DEFINITIF DES PARCELLES D'OBSERVATION

Cette première étape se fera pendant les deux premières années. En plus de l'équipe citée plus haut, les interventions suivantes sont souhaitées :

- 1 photointerprète
- 1 pédologue
- 1 hydraulicien
- 1 hydrogéologue.

Leur travail consistera, non seulement à aider à la définition des strates et au choix des parcelles d'observations, mais aussi à la mise en place des dispositifs d'étude et à initier l'équipe des forestiers au prélèvement des variables du sol, de la nappe et à leurs traitements.

2° - ETUDE DE L'EVOLUTION DES PEUPEMENTS FORESTIERS

L'équipe déjà formée se chargera de la collecte et de l'exploitation de toutes les observations faites dans les parcelles,

Récapitulation

	<u>1^o année</u>	<u>2^o année</u>	<u>3^o année et t</u>
<u>1^o - Personnel de recherche</u>			
Ecologiste forestier	12/12	12/12	12/12
Photointerprète	6/12	1/12	-
Pédologue	3/12	1/12	-
Hydrogéologue	2/12	1/12	-
Hydraulicien		1/12	

2^o - Personnel technique et d'exécution

2 ITEF	à temps plein
2 ATEF	à temps plein

Des manoeuvres temporaires seraient employés à chaque fois que l'équipe se rendra sur le terrain pour aider à la collecte des observations.

2 - MOYENS MATERIELS.. MATERIELS EXISTANTS ET DISPONIBLES A LA STATION DE PODOR

- . Matériels de topographie (niveau cercle pour mesure pente, altitude et distance)
- . Humidimètre à neutron (bientôt disponible)

- MATERIELS NOUVEAUX A ACQUERIR. Matériels de délimitation des parcelles

- . 2 à 3 rubans de 50 m
- . des cordeaux

. Matériels de mesure et de marquage des arbres

- . 2 relascopes de BITTERLICH
- . 2 dendromètres BLUMLEISS, CHRISTEN, HAGANCU SUNNTO.
- . 2 à 3 jeux de porches emboitables graduées de 12 m de long.
- . 2 à 3 compas classiques ou finlandais
- . des rubans dendrométriques

- . des mètres de couturière
- . des griffes de marquage
- . des pots de peinture blanche et rouge
- . Matériel de récolte de graines
 - . 1 échelle forestière
- . Matériel d'abattage et de creusage
 - . 2 tronçonneuses
 - . 2 scies à élaguer
 - . des pioches et des pelles
- . Autres matériels
 - . Matériels de camping
 - . Matériels de photographie
 - . Matériels de transport
 - + 1 véhicule LAND ROVER tous terrains
 - + 1 camionnette bâchée (genre 504 Peugeot)
 - + 1 vedette

Ce programme pourra utiliser les locaux du CNRF à Richard-Toll ou à Podor.

Les dépenses de fonctionnement seront à prévoir et doivent tenir compte du lieu d'implantation du programme.

Ce programme, spécifique à la vallée, doit s'intégrer, comme nous l'avons souligné plus haut, dans un programme national d'étude des peuplements forestiers naturels dont les principaux objectifs peuvent être résumés ainsi :

- connaissance de l'état du capital forestier (en quantité et en qualité) et de sa dynamique ;
- appréhension de la répartition des principales espèces locales et de leur comportement phénologique, en fonction des différents facteurs du milieu (type de sol, pluviométrie, température, ...).

Les raisons qui justifient la définition et la mise en oeuvre d'un tel programme de recherche sont les suivantes :

- aucune étude n'a été effectuée au niveau des peuplements forestiers pour connaître leur productivité et les facteurs et contraintes qui agissent sur cette productivité ;
- les aspects concernant la répartition spatiale des principales espèces locales, ainsi que les problèmes liés à leur cycle végétatif dans le milieu naturel, n'ont jamais été abordés ;
- la nécessité d'avoir un calendrier de récoltes de graines plus cohérent et, donc, de connaître les dates de fructification pour certaines espèces locales, se fait de plus en plus sentir ;
- les "clefs" qui permettent une meilleure définition et une orientation plus précise des thèmes de recherche en matière de sylviculture des espèces autochtones, ne peuvent être trouvées qu'à travers une observation approfondie des forêts naturelles.

Cette étude permettra de faire un diagnostic assez précis des problèmes qui se posent à nos écosystèmes forestiers naturels et de proposer, pour chacune d'elles, des méthodes d'aménagement plus rationnelles, qui tiennent compte aussi bien de leurs capacités de production annuelle

que des contraintes liées à leur environnement physique et humain. Elle aura également, comme avantage pratique, de repérer les dates de récolte des graines pour chaque espèce et chaque zone écologique et de mieux orienter le choix des zones d'introduction des essences locales.

DISPOSITIF D'ETUDE

Le schéma général d'étude doit s'appuyer sur un réseau de parcelles d'enquêtes phytoécologiques permanentes et temporaires, bien réparties dans des types de forêts définis au préalable. La démarche méthodologique qui permettrait de délimiter et de caractériser ces types de forêt, ou unités homogènes (ou encore strates), pourrait être exposée de la façon suivante :

A - Collectes d'informations et traitement des documents

La technique d'échantillonnage conseillée pour ce type d'étude est l'échantillonnage stratifié. La stratification demande un travail de recherche bibliographique assez important, mais elle permet de minimiser les travaux de terrain et, par conséquent, de réduire sérieusement le coût final de l'étude.

Les critères qui semblent être significatifs pour servir à la définition et la distinction de ces strates, sont les suivants :

- .. les types de sol,
- .. le climat (la pluviométrie, les températures, l'ETP, . . .) ;
- l'importance et la nature de l'action humaine sur le peuplement végétal (classement, protection, culture, feux de brousse, . . .)
- .. le paramètre "végétation " étant le résultat concret de la synthèse des variables énumérées ci-dessus.

L'approche proposée pour dégager les strates, ou types de forêt, peut se dérouler en deux phases qui se suivent logiquement :

+ une approche globale

L'utilisation de cette approche est intéressante quand la zone d'étude couvre une superficie de plusieurs milliers d'hectares (niveau d'une région ou d'un pays). Le principe consiste à établir une carte de synthèse dégagant de grands ensembles homogènes à partir de la superposition des différentes cartes suivantes (cartes disponibles à 1/100 000, à 1/50 000, ...), tout en faisant attention aux problèmes de niveau de perception, voire d'échelle de ces cartes :

- cartes topographiques ;
- cartes géomorphologiques et morphopédologiques ;
- cartes des isohyètes et isothermes réactualisées ;
- cartes administratives, physiques, IGN (genre touristique) ;
- etc..

+ une approche sectorielle

Certaines régions du Sénégal, pour des raisons économiques, géographiques, ou même politiques, sont plus étudiées que les autres. Une multitude d'informations existe donc pour ces régions (Fleuve, Casamance). Cette approche consisterait à affiner les grands ensembles dégagés dans la première phase (pour créer des sous-ensembles plus homogènes) à partir des éléments de stratification complémentaires tirés des sources d'information suivantes :

- photographies aériennes pour les zones couvertes (exemple : Vallée du fleuve Sénégal, 1/50 000 ; zone de Kamobeul en Casamance, 1/50 000 et 1/20 000) :
 - . densité du couvert végétal ;
 - . espèces dominantes ;
 - . zones de culture
- des cartes de synthèse, comme les cartes d'affectation des terres ou d'aptitudes culturales, qui peuvent être très utiles pour les forestiers ;

.. de la bibliographie ; archives

- . dates de défrichement ;
- . dates de classement, surfaces classées ;
- . etc. .

Au bout de ces deux phases, une carte de synthèse est établie dans laquelle sont caractérisés et délimités de grands ensembles homogènes (pour les régions les moins étudiées) et de petites unités plus homogènes (pour les régions très étudiées).

L'utilisation des photos aériennes nécessitera des tournées de contrôle, ou de vérification, qui viendront appuyer l'ensemble des travaux d'étude bibliographique et de traitement des documents. Ce canevas ne peut être suivi que dans le cas où un programme d'ensemble est défini pour l'ensemble du pays et que des moyens adéquats lui sont affectés.

Les difficultés de trouver des moyens financiers pour un tel programme et la nécessité, dans tous les cas, de démarrer ces recherches, font que la meilleure façon de contourner ces problèmes est de procéder par une étude sectorielle.

C - - Les parcelles d'observation et les enquêtes phytoécologiques

La deuxième étape de cette étude. consiste à placer des parcelles d'observation dans chaque unité homogène. Les dimensions, le nombre et la distribution (au hasard ou systématique) de ces parcelles resteront à déterminer. Les relevés phytoécologiques qui y seront effectués porteront sur :

- l'arbre ;
- l'espèce ;
- le peuplement
- et les variables du milieu (voir fiche d'enquêtes phytoécologiques).

L'aspect dynamique de ces peuplements forestiers ne peut être étudié que dans le cadre d'un dispositif expérimental comportant des parcelles d'observations permanentes.

C - Traitement des données

Eu égard à la multiplicité des variables étudiées, il paraît plus judicieux d'employer des méthodes de traitement par ordinateur.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1969
Vademecum pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu.
Extrait du Code pour le relevé végétation et du milieu
CNRS/CEPE Louis Emberger - Montpellier

ANONYME,
Mémento du forestier - 2ème édition revue et corrigée
Ministère de la Coopération Française

ANONYME, 1972
Etude préalable à l'inventaire des ressources ligneuses du Mali
Centre Technique Forestier Tropical

ANONYME, 1977
Incidences sur la pêche de l'aménagement hydroagricole du bassin du Sénégal
Fascicules I et II
Centre Technique Forestier Tropical/FAO/PNUD

ANONYME, 1977
La Stratégie forestière au Sénégal
Bulletin de l'Afrique Noire n° 933

ANONYME, 1981
Plan directeur de développement forestier au Sénégal
Ministère du Développement Rural - Secrétariat d'Etat aux Eaux & Forêts
CTFT / SCET International.

BALDY, Ch. M., 1978
Utilisation d'une relation simple entre le bac classé A et la formule
de Perman pour l'estimation de l'ETP en zone soudano-sahélienne
Ann. Agron. 29 (5) pp. 439-452 - INRA Avignon

BALDY, Ch. M., 1981
Notes de cours : Bioclimatologie tropicale
INRA Montpellier/Avignon

BENDA, F., 1970
Etude hydroagricole du bassin du fleuve Sénégal
Rapport de mission forestière préliminaire
OMVS

BENE, J.G., H.W. BEALL, A. COTE
Les arbres dans l'aménagement des terres sous les tropiques :
une solution à la faim
CRDI, Nairobi, Kenya

BERHAUT, J., 1967
Flore du Sénégal - 2ème édition
Clairafrique - Dakar

ADAM, J.G., 1953

Contribution à l'étude floristique des pâturages du Sénégal dans
"Eléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais" :
les conditions du milieu, le milieu vivant et la végétation.
Service des Eaux & Forêts - Dakar - Ronéo.

ADAM, J.G., 1957

Eléments de politiques sylvo-pastorale au Sahel sénégalais.
10 fascicules. Service des Eaux & Forêts Fleuve -
Saint-Louis

AUBERT, G., 1954

La classification des sols utilisés par les pédologues français
en zone tropicale ou aride
Afr. Sols ; Vol. IX, n° 1 - pp. 97 - 105

AUBERT, G. et BOULAIN, J.

La pédologie
Que sais-je, 3ème édition
Presses Universitaires de France

AUBREVILLE, A., 1938

La forêt coloniale : les forêts de l'Afrique Occidentale Française
Annale de l'Académie des Sciences Coloniales = Tome IX, 245 p.
Société d'Editions Géographiques Maritimes et Coloniales - Paris

AUBREVILLE, A., 1949

Climats - Forêts et Désertification de l'Afrique Tropicale
Société d'Editions Géographiques Maritimes et Coloniales - Paris

AUBREVILLE, A., 1950

Flore forestière soudano-guinéenne - AOF - Cameroun
ORSTOM - Société d'Editions Géographiques Maritimes et Coloniales
Paris,

AUBREVILLE, A., 1957

Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation
Bois et Forêts des Tropiques n° 51 - Janvier-Février 1957
CIFR - Nogent-sur-Marne

ANONYME, 1962

Carte géologique du Sénégal au 1/500 000
4 feuilles - Notice, 36 p.
BRGM/Service des Mines et de la Géologie de la République du Sénégal

ANONYME, 1969

Etude hydrogéologique en vue du développement pastoral dans le Ferlo
et la région du Lac de Guiers (Textes + cartes)
Direction de l'Elevage et des Industries Animales - Dakar

BERHAUT, J., 1971 ; 1974 ; 1975
Flore illustrée du Sénégal - Tome 1, 2, 3
Clairafrique, Dakar

BERTIN, J., 1977
La graphique et le traitement graphique de l'information
Nouvelle bibliothèque scientifique
Flammarion

BIJLE, J.C. et POUFON, H., 1972
Recherches écologiques sur une savane sahélienne du ferlo septentrional
Sénégal : description de la végétation
Terre et Vie 26, pp. 351 - 365

BIROT, Y. et GALABERT, J., 1972
Bioclimatologie et dynamique de l'eau dans une plantation d'eucalyptus
Cahiers scientifiques n° 1 - Complément Bois et Forêts des Tropiques
CTFT

BOUDET, G., DEWISPELAERE, G., 1976
Classification des pâturages tropicaux et niveaux de télédétection.
IEMVT - Maisons-Alfort, Paris

BOUDET, G., 1980
Systèmes de production d'élevage au Sénégal : Etude du couvert herbacé
1ère campagne - Annexes
IEMVT-Maisons-Alfort, Paris

BOYER, J., GROUZIS, M., 1977
Etude écophysiological de la productivité de quelques graminées fourragères
au Sénégal - 2 parties, illust.
I : 12 (4) : pp. 249 - 267 ; II : pp. 269 - 282
ORSTOM - Dakar

CAILLIEZ, F. et J. DOAT, 1982
Rapport de mission d'appui au programme de recherches forestières au Sénégal
(du 23 juin au 3 juillet 1982)
CTFT - Paris

CATINOT, R., 1973
Contribution à l'étude de la désertification de l'Afrique tropicale sèche
Bois et Forêts des Tropiques n° 148
CTFT

CISSOKHO, C., 1980
Communication sur la politique forestière au Sénégal
Réalisationset perspectives
Conseil National du Parti Socialiste du 19 juillet 1980
Dakar

CORNET, A. et POUPON, H., 1977

Description des facteurs du milieu et de la végétation dans 5 parcelles d'un gradient climatique en zone sahélienne au Sénégal

ORSTOM - Dakar

COCHENE, J. et FRANQUIN, F., 1967

Une étude d'agroclimatologie de l'Afrique sèche au sud du Sahara en Afrique Occidentale

World. Meteor. Org. Techn. Report (36)

COTTAM, G., CURTIS, J.T. et HALE, B.W., 1953

Some sampling characteristics of population of Mandomby dispersed individuals Ecology 34

COTTAM, G. et CURTIS, J.T., 1956

The use of distance measures in phytosociological sampling

Ecology 37 : 451 - 460

DAGET, Ph. et POISSONNET, J., 1969

Principes d'une technique d'analyse quantitative de la végétation des formations herbacées "OR semi-méthodes d'inventaire méthodes d'inventaire prairies permanentes" - Montpellier, mars 1969, Document n° 56

CNRS-CEPE, 85 - 100

DAGET, Ph., GODRON, M., et GUILLERM, J.L., 1972

Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. -- Bericht über das Internationale Symposium der Internationalen Vereinigung für vegetationskunde 1.970 in Rinteln - GRUNDFRAGEN UN METHODEN IN DER PFLANZENSOZIOLOGIE (Basic problems and methods in Phytosociology)

Verlag Dr. W. JUNK, N.V. - DEN HAAG, 1972

DAGET, Ph. et POISSONNET, J., 1973

Mode d'évaluation pratique du potentiel pastoral à partir de l'inventaire écologique régional

in Bratislava 1973 - CNRS/CEPE Louis Emberger, Montpellier.

DAGET, Ph. et POISSONNET, J.,

Quelques résultats sur les méthodes d'études phyto-écologiques : la structure, la dynamique et la typologie des prairies permanentes

CNRS-CEPE, Montpellier

DAGET, Ph. et GODRON, M., 1979

Vocabulaire d'Ecologie

Hachette, Paris

DEBUSSCHE, M., GODRON, M., HUBERT, D. et ROMANE, F., 1978

L'évolution de l'occupation des terres à Barre-des-Cévennes (Lozère)

Approche phytoécologique et socio-économique.

Etudes rurales, juil.-déc. 1978, 71-72, pp. 187-192

CNRS/CEPE, Montpellier

DECOURT, N., GODRON, M., ROMANE, F. et TOMASSONE, R., 1969
Comparaison de diverses méthodes d'interprétation statistique de liaison
entre le milieu et la production du pin sylvestre en Sologne
Annales des Sciences forestières n° 26 (4), pp. 413 - 444
INRA, Paris

DELAUNAY, G., 1975
Bref aperçu de la climatologie du Sénégal
CDH, Cambérène, Dakar

GIFFARD, P.L., 1971
Evolution des peuplements forestiers au Sénégal
Ranéo, CTFT, Dakar

GIFFARD, P.L., 1974
L'arbre dans le paysage sénégalais : sylviculture en zone tropicale sèche
Rapport ranéo, CTFT
Dakar

GODRON, M., 1967
Les groupes écologiques imbriqués "en écailles"
Oecol. Plant. Vol. 2, PP. 217 - 226

GODRON, M., 1968
Quelques applications de la notion de fréquences en écologie végétale
Oecol. Plant. 3 : 185 - 212

GODRON, M., 1973
Quelques réflexions sur les "modèles écologiques" applicables à l'aménagement
du territoire
in Analyse socio-économique de l'environnement, pp. 75 - 85
Paris-La Haye

GODRON, M. et LEFART, J., 1973
Sur la représentation de la dynamique de la végétation au moyen de
matrices de succession
Actes du 16^e symposium de l'Association internationale de phytosociologie,
Rinteln/Weser, in W. SCHMIDT, cd., Berichte der internationalen
Vereinigung für Vegetationskunde, Sukzessionsforschung. Vaduz,
Hrsgb. R. Tüxen : 269 - 287

GOUNOT, M., 1969
Méthodes d'études quantitatives de la végétation
Masson Paris, 314 p.

GUELEC, J., 1977
Cours de photo-interprétation
CTFT, Paris

GURLEC, J.,

Introduction à la photo-interprétation et la cartographie en inventaire forestier
CITF, Paris

GUINOCHET, M., 1955

Logique et dynamique du peuplement végétal
1 vol., Masson & Cie
Paris

GUINOCHET, M., 1973

Phytosociologie
Masson & Cie, Paris

GROSMAIRE, 1957

Eléments de politique sylvo-pastorale au Sahel sénégalais
Service des Eaux & Forêts, Inspection forestière du Fleuve - 10 fasc.
Saint-Louis

IMBERT, D., RANC, J.L. et NIANG, A.I., 1981

Contribution à l'étude de la répartition et de l'écologie du Pin sylvestre
sur le versant NW du Mont Aigoual
CNRS/CEPE Louis Emberger, Montpellier

JACQUARD, P., 1968

Manifestation et nature des relations sociales chez les végétaux supérieurs
Oecol. Plant. III P. 137 - 138

JACQUARD, P., 1975

Concurrence intraspécifique et potentialité de rendement
Ann. Amélior. Plantes n° 25 (1) pp. 3 - 24

JACQUARD, P. et CAPUTA, J.

Comparaison de trois modèles d'analyse des relations sociales entre
espèces végétales,
INSRA, Paris

KILIAN, J., 1974

Etude du milieu physique en vue de son aménagement - Conceptions de travail
Méthodes cartographiques
Agronomie tropicale, Vol. XXIX, n° 2 - 3 - Février-Mars 1974

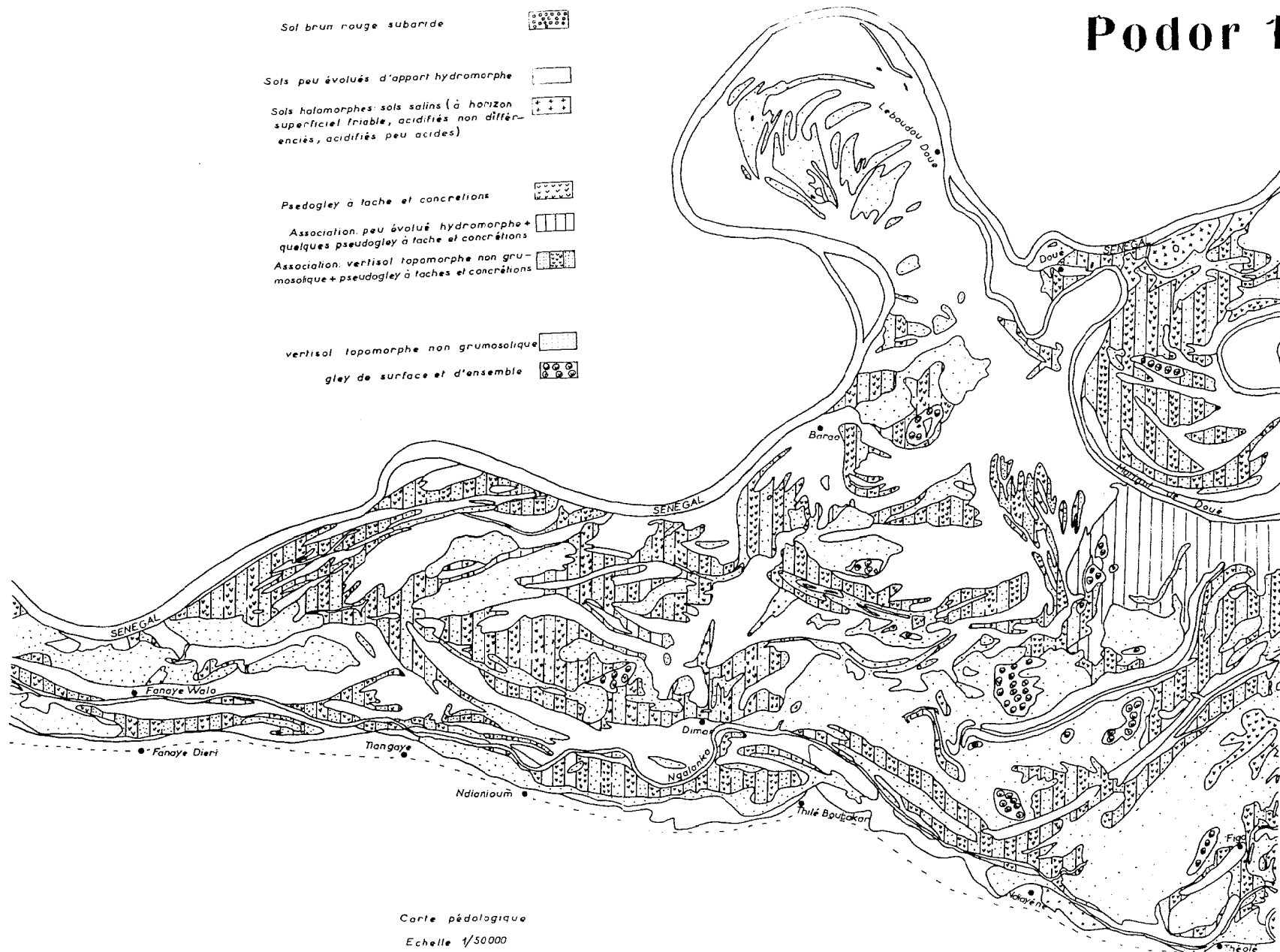
LAMOTTE, M., 1948

Introduction à la biologie quantitative - Présentation et Interprétation
statistique des données numériques.
Annales de l'Université de Lyon, 368 p.
Masson & Cie, Paris

LEMEE, G., 1978

Précis d'écologie végétale,
Masson, Paris

Podor 1A

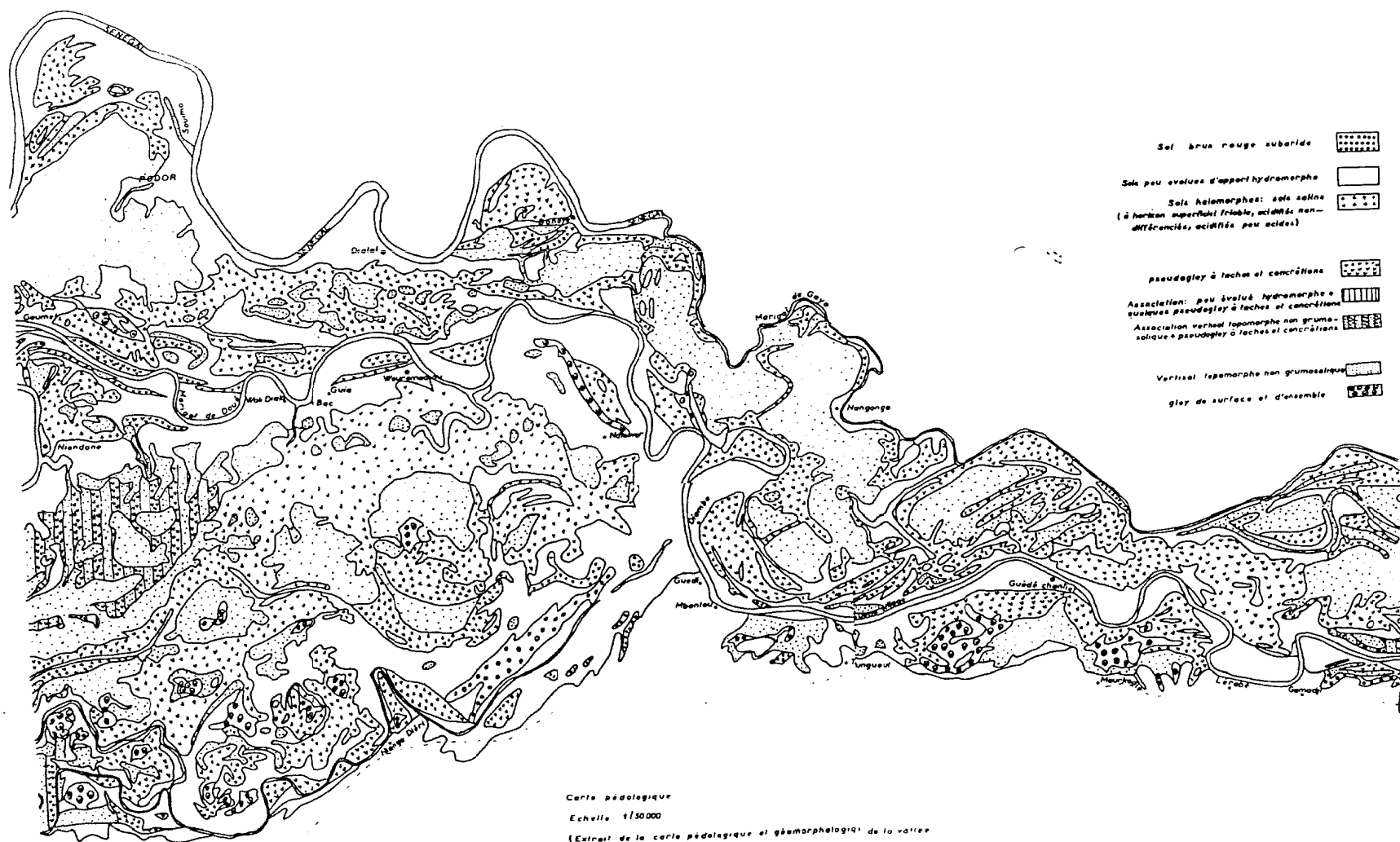


Carte pédologique

Echelle 1/50 000

(Extrait de la carte pédologique et géomorphologique de la vallée
et du delta Senegal fleuve DAGANA 32 réalisée en 1969 par la SEDAGRI
pour le compte de l'INVS)

Podor 2A



Carte pédologique

Echelle 1/50 000

(Extrait de la carte pédologique et géomorphologique de la vallée

et du delta du fleuve Sénégal (Podor) et 3b réalisée en 1969 par l'IN SEDAGRI

pour le compte de l'OMVS)

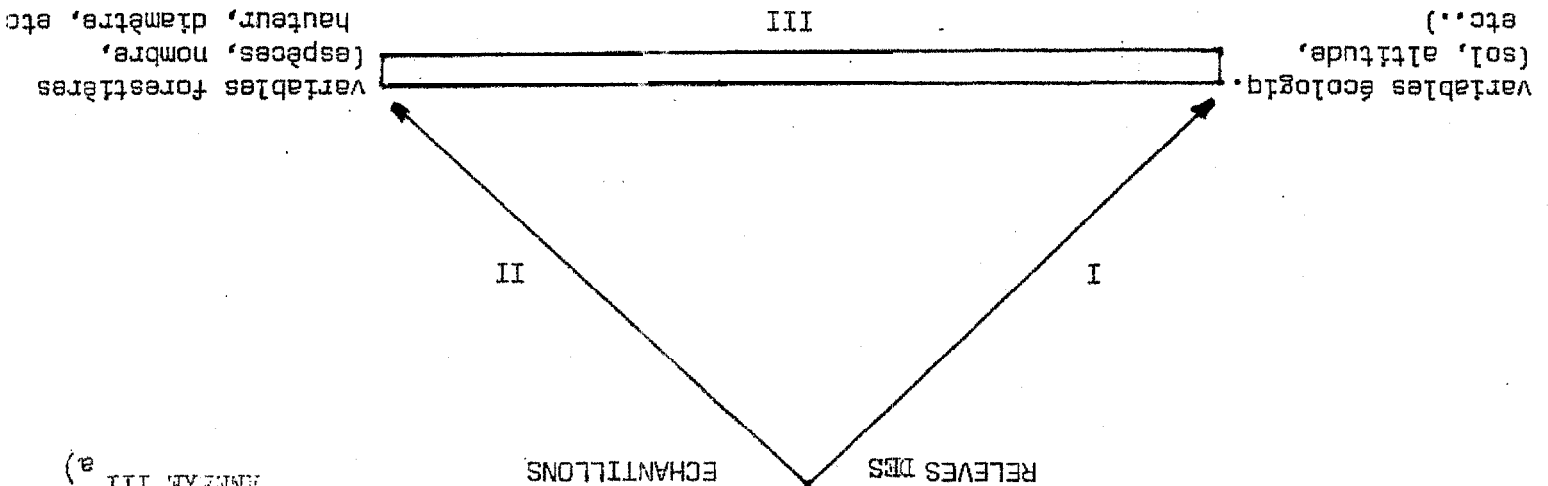
PLUVIOMETRIES ANNUELLES (en mm) RECUEILLIES
DE 1965 A 1981, DANS LES CINQ STATIONS
PRESENTES DANS LA ZONE ETUDIEE

Années	STATIONS				
	<u>Panaye Di éri</u>	<u>Thill é Boubacar</u>	<u>Podor</u>	<u>Guédé Chant</u>	<u>M'Dioula</u>
1965	127,40				
1966	325		242,8	267,4	
1967	228,70		271	231	
1968	217		183,80	222,60	
1969	384,70		431,40	493,90	
1970	143,20		253,70	161,40	218,70
1971	206,40		135,50	137,20	121,80
1972	95,20		104,90	90,9	64,80
1973	125,70		150,70	150,50	224,60
1974	207,40		150,90	235,2	232,70
1975	235,9	33	225,50	280,1	299,2
1976	258,4	138,3	264	221,9	259,8
1977	137,6	142,3	132	104,3	93
1978	358,4	304,6	298,9	331,6	219,4
1979	188,0	239,5	226,6	224,2	220,8
1980	222,3	235,3	219,60	228,2	220,8
1981	236,3	152,4	139,50	119,2	161,9

LISTE DES FORÊTS CLASSEES DE LA ZONE ETUDIEE

FORETS CLASSEES	Superficie en ha	Arrêtés de Classement	Observations
DONAYE	338	2563 du 10.7.48	Forêt assez bien conservée
DARA SALAM	140	2696 du 31.7.41	Aménagée en 1968 et presque entièrement exploitée.
GOUREL NI NIANG	225	3198 du 4.9.43	Forte mortalité des gonakiens peuples des Forêts moins touchés
COLETTE	501	2732 du 22.6.42	Peuplement entièrement décimé
LAN NADIE	1650	577 du 4.12.38	Aménagée en 1969
LAN N'YO	85	2695 du 31.7.47	Forêt assez bien conservée
MAMA TOGUY	165	577 du 14.12.38	Disparition presque entière des peuplements forestiers
P'GACULE	505	2231 du 22.6.42	Aménagée en 1967 et disparition des peuplements forestiers
N'DIAYAC	600	2697 du 31.7.47	Aménagée en 1968 et fermée à l'exploitation en 1977
N'DIOUE WALO	2690	97 du 12.1.39	Forte mortalité des Gonakiens
N'DIAWARA	790	2572 du 31.7.42	Forte mortalité des Gonakiens

7793 ha de forêt aménagés ont presque tous disparus par une absence de régénération naturelle.



I - ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES VARIABLES ECOLOGIQUES

Cette partie nous concerne peu, cette étude est tout de même intéressante car elle permet de synthétiser certaines variables écologiques.

II - ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES ESPÈCES BASÉE SUR LA PRÉSENCE, ABSENCE OU LA FRÉQUENCE DES ESPÈCES

Les techniques de dépouillement utilisées habituellement sont :

- les indices de similitude
- la méthode de BRAUN BLANQUET
- Analyse en composantes principales ACP
- Analyse factorielle des correspondances AFC

III - ETUDE DES RELATIONS ENTRE LES ESPÈCES BASÉE SUR LES VARIABLES ECOLOGIQUES

Les techniques d'exploitation des données sont :

A) - Méthode d'analyse multivariée :

n_{ij} = nombre de relevés où l'espèce i a été trouvée dans l'état de variable j .

espèces i

(0 si espèce i absente dans le relevé j , 1 si elle est présente dans le relevé j .)

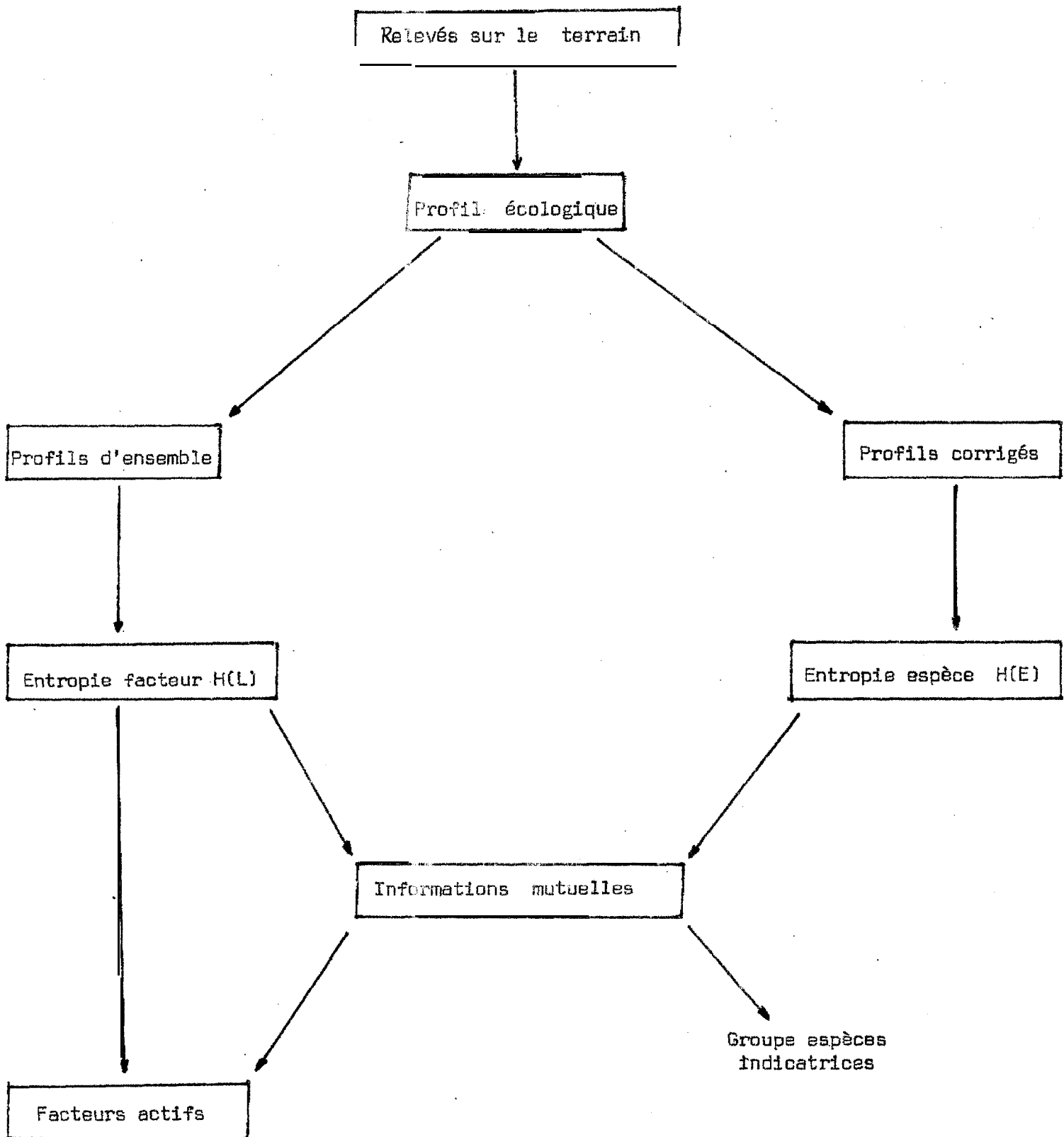
n'ij = fréquence de l'espèce i dans le relevé j

		ACP + AFC

espèces i

		ACP + AFC

espèces i

a) Démarches méthodologiques

Renseignement sur la qualité de l'échantillonnage

b) - Méthodes de calcul des profils écologiques

Classes	1	2	K	NK	Total
Profils d'ensemble	R (1)	R (2)	R (k)	R (NK)	$NR = \sum_{k=1}^{NK} R(k)$
Profil brut	(Présence) U (1)	U (2)	U (k)	U (NK)	$\sum_{k=1}^{NK} U(k) = U(E)$
	(Absence) V (1)	V (2)	V (k)	V (NK)	$\sum_{k=1}^{NK} V(k) = V(E)$
Profil corrigé	(Présence) $\frac{U(1)}{R(1)} \frac{NR}{V(E)}$	$\frac{U(2)}{R(2)} \frac{NR}{U(E)}$	$\frac{U(K)}{R(K)} \frac{NR}{V(E)}$	$\frac{U(NK)}{R(NK)} \frac{NR}{U(E)}$	
	(Absence) $\frac{V(1)}{R(1)} \frac{NR}{V(E)}$	$\frac{V(2)}{R(2)} \frac{NR}{U(E)}$	$\frac{V(K)}{R(K)} \frac{NR}{V(E)}$	$\frac{V(NK)}{R(NK)} \frac{NR}{U(E)}$	

N = Nombres de relevés

U(1) = espèce présente U fois dans classe 1

V(1) = espèce absente V fois dans classe 1

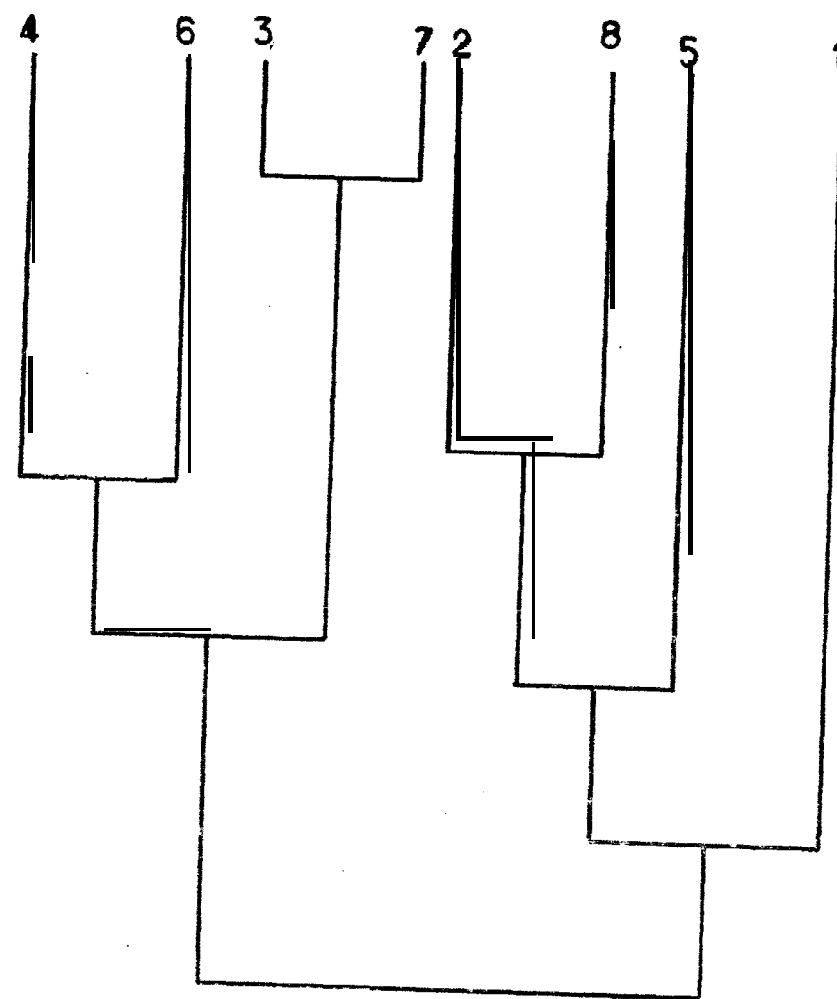
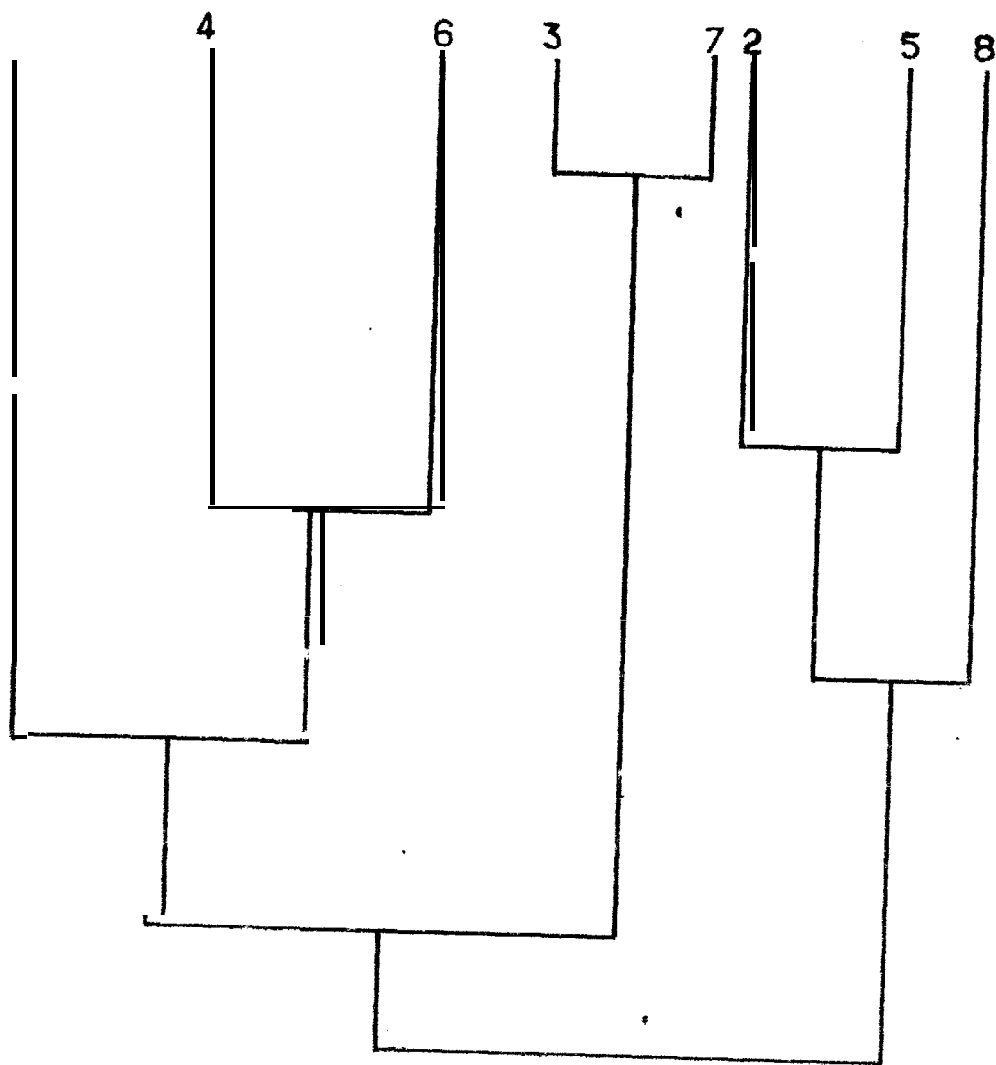
Fréquence relative présence $\frac{U(1)}{R(1)}$ Fréquence relative absence $\frac{V(1)}{R(1)}$ Entropie espèce (HE) = $\frac{U(E)}{NR} \log_2 \frac{NR}{U(E)} + \frac{V(E)}{NR} \log_2 \frac{NR}{V(E)}$ Entropie facteur (HL) = $\sum_{k=1}^{NK} \frac{RK}{NR} \log_2 \frac{NR}{RK}$ Information mutuelle = H(L.E) = $\sum_{k=1}^{NK} \frac{U(K)}{NR} \log_2 \frac{U(K)}{R(K)} \frac{NR}{U(E)} + \sum_{k=1}^{NK} \frac{V(K)}{NR} \log_2 \frac{V(K)}{R(K)} \frac{NR}{V(E)}$

INDICE DE JACCARD (1901)

$$Pj = \frac{C}{a+b-c} \times 100$$

	1	2	3	4	5	6	7	8
1		0,9	0,13	0,26	0,45	0,40	0,18	0,18
2			0	0,12	0,50	0,22	0,20	0,50
3				0,42	0	0,33	0,75	0,16
4					0	0,40	0,37	0,22
5						0,11	0,25	0,25
6							0,44	0,30
7								0,33
8								

- 1 - Sol peu évolué d'apport hydromorphe
- 2 - vertisol topomorphe non grumolosique
- 3 - Sol brun rouge subaride
- 4 - Sol -halomorphe
- 5 - Sol à gley de surface et d'ensemble
- 6 - Sol à pseudogley à taches et concrétions
- 7 - Sol peu évolué d'apport hydromorphe + pseudogley
- 8 - Vertisol topomorphe non grumolosique + pseudogley.



Classification automatique manuelle

FICHE D'ENQUETE PHYTOECOLOGIQUE

NOM DE LA CARTE :

RELEVÉ N° :

NUMÉRO DE LA CARTE :

OBSERVATEUR :

AUTEUR :

DATE :

DATE :

SURFACE PARCELLE

D'OBSERVATION

LOCALISATION DE LA PARCELLE D'OBSERVATION

LONGITUDE :

LATITUDE :

Altitude :

PREFECTURE, DÉPARTEMENT :

I - VARIABLE DU MILIEU

- VARIABLES TOPOGRAPHIQUES

Altitude

Pente

Position topographique

. Terrain plat

. Haut-versant

. Replat

. Bas-versant

. Dépression

- CARACTÈRES GÉOLOGIQUES

- Nature de la roche-mère

- Âge de la roche-mère

- INONDATION - SUBMERSION

- Station apparemment jamais inondée

- Station exceptionnellement inondable

- Station annuellement submergée

. moins de 3 mois

. plus de 3 mois

. eau circulante

. eau stagnante

- HAUTEUR DE LA COUCHE D'EAU DE SUBMERSION
 - Pas d'eau de submersion
 - Fauteur eau de submersion
 - Hauteur non déterminée
 - Hauteur très variable d'un point à un autre
 - Profondeur nappe phréatique
 - Nappe non observée
- DEGRE D'HYDROMORPHIE DU PROFIL
 - Non déterminé
 - Non hydromorphe
 - Temporairement hydromorphe sans submersion
 - Temporairement hydromorphe avec submersion
 - A hydromorphie permanente sans submersion
 - A hydromorphie permanente avec submersion
- DRAINAGE EXTERNE
 - Nul
 - Lent
 - Moyen
 - Rapide
- DRAINAGE INTERNE
 - Excessif
 - Bon
 - Moyen
 - Imparfait
 - Mauvais

III - OBSERVATIONS AU NIVEAU DES ESPECES

Strate	I	-	0 - 25 cm
	II	-	25 - 50 cm
	III	-	50 - 1 m
	IV	-	1 - 5 m
	V	-	5 - 10 m
	VI	-	> 10 m

[illegible]

TYPE DE SCLS

profondeur du sol

II - OBSERVATIONS DU PEUPEMENT FORESTIER

- FORMATION

- Formation forestière ligneuse dense
- Formation ligneuse claire
- Formation herbacée
- Complexe herbacé - ligneux
- Zone à végétation très claire ou nulle

- DEGRE D'OUVERTURE DES STRATES

- | | |
|----------------|------------|
| - Fermé | 75 à 100 % |
| - Assez ouvert | 50 à 75 % |
| - Ouvert | 25 à 50 % |
| - Très ouvert | 0 à 25 % |

- MODE DE GESTION ET D'EXPLOITATION DES PEUPEMENTS FORESTIERS

- Forêt classée
 - . Aménagée
 - . Non aménagée
- Forêt protégée
- Cimetière
- Peuplement non exploité
 - . Protection intégrale
 - . Pâturé
- Peuplement exploité
 - . anarchiquement
 - . coupe rase
 - . (coupe d'éclaircie)
 - . nettoyage des arbres morts.

OBSERVATIONS AU NIVEAU DE L'INDIVIDU

ESPECE :

[illegible]

Pour les espèces buissonnantes (*Boscia*, *Salvadora*), prendre les circonférences de tous les brins 3 à 5 cm du collet et noter le % de recouvrement.

Observations annexes

- nombre d'arbres morts sur pied
- nombre de souches par espèce, si possible
-
-
-
-