

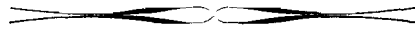
BURKINA FASO

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ouagadougou

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL

# Mémoire de Fin d'Etudes



Présenté en vue de l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur des Techniques  
du Développement Rural

OPTION : Eaux & Forêts

Thème:

Structure des Ligneux Bas dans les Formations Naturelles  
de Gampéla

Octobre 1987

Béréoudougou Honoré

# //          O M M A I R E

	Pages
REMERCIEMENTS	
INTRODUCTION — — — — —	1
1ERE PARTIE : LE MILIEU	
1.1. Situation géographique — — — — —	2
1.2. Climat — — — — —	2
1.3. Relief — — — — —	3
1.4. Les sols — — — — —	3
2EME PARTIE : METHODOLOGIE	
2.1. Objectif — — — — —	5
2.2. Protocole — — — — —	5
2.2.1. Principe — — — — —	5
2.2.2. Matériel — — — — —	5
2.2.3. Mode opératoire — — — — —	6
3EME PARTIE : ANALYSE DES DONNEES	
3.1. Analyse des données par milieu' — — — — —	13
3.1.1. Floristique — — — — —	13
3.1.2. Abondance et dominance des espèces — — — — —	17
3.1.3. Paramètres morphologiques des populations — — — — —	24
3.2. Analyse des données, tous milieux confondus — — — — —	31
3.2.1. Paramètres de la population — — — — —	31
3.2.2. Répartition des individus en classes de hauteur, diamètre et recouvrement — — — — —	31
3.3. Analyse des données de quelques populations d'espèce — — — — —	32
3.3.1. Répartition de la population de chaque espèce en classes de hauteur, diamètre et recouvrement — — — — —	32
3.3.2. Estimation des moyennes des paramètres — — — — —	33
3.3.3. Les espèces et leurs poids moyen en bois — — — — —	35

3.4.	Etudes de correlations — — — — —	37
3.4.1.	Correlation entre hauteurs et diamètres des espèces — — — — —	38
3.4.2.	Correlations entre le poids et quelques paramètres dimensionnels — — — — —	42
CONCLUSION GENERALE — — — — —		50
BIBLIOGRAPHIE — — — — —		52
LISTE DES FIGURES — — — — —		53



## EMERCIEMENTS

---

Ce mémoire que nous avons l'honneur de présenter est le fruit d'un stage de 6 mois.


A tous les professeurs du département des Eaux et Forêts de l'Institut du Développement Rural, en particulier

au Camarade ZOUNGRANA Issiaka

à Monsieur BLAISE Jean Marc

qui nous ont permis de mener à bien ce stage, nous leurs adressons notre profonde reconnaissance.

---

 INTRODUCTION  
=====

Les "ligneux bas", peuplement plus ou moins fermé, formé d'arbustes et de plantes suffrutescentes, occupent une importante place dans nos formations naturelles.

Quoique très souvent négligés lors des inventaires d'exploitation forestière, et détruits systématiquement lors des opérations de reboisement (débroussaillage), ils constituent la composante ligneuse la plus sollicitée dans nos communautés rurales.

Nos marchés ruraux, ne regorgent-ils pas de fagots de brindilles de bois, de meubles en bois tréssés tels les fauteuils, les lits, les cages à volaille, les paniers ? Et les produits de la pharmacopée traditionnelle, ne proviennent-ils pas pour la plupart des ligneux bas ?

Dans tous les cas, ils servent d'appoint fourrager non négligeable pour les animaux domestiques en saison sèche, et leur rôle primordial dans la conservation des eaux et des sols n'est plus à démontrer. Car l'importance de leur recouvrement, et l'abondance de leur systèmes racinaires protègent et maintiennent le sol en place.

Ceci révèle l'utilité culturelle, économique et écologique de ces peuplements, qui méritent alors une attention particulière. Et, c'est pour une meilleure connaissance de ces peuplements que nous avons été amenés à étudier leur structure dans les formations naturelles de "GAMPELA".

Ce sont les résultats de ces investigations que présente ce mémoire.

**P**REMIERE **P**ARTIE :

LE FILIEU

— oOo —

BURKINA FASO

echelle 1/5000000

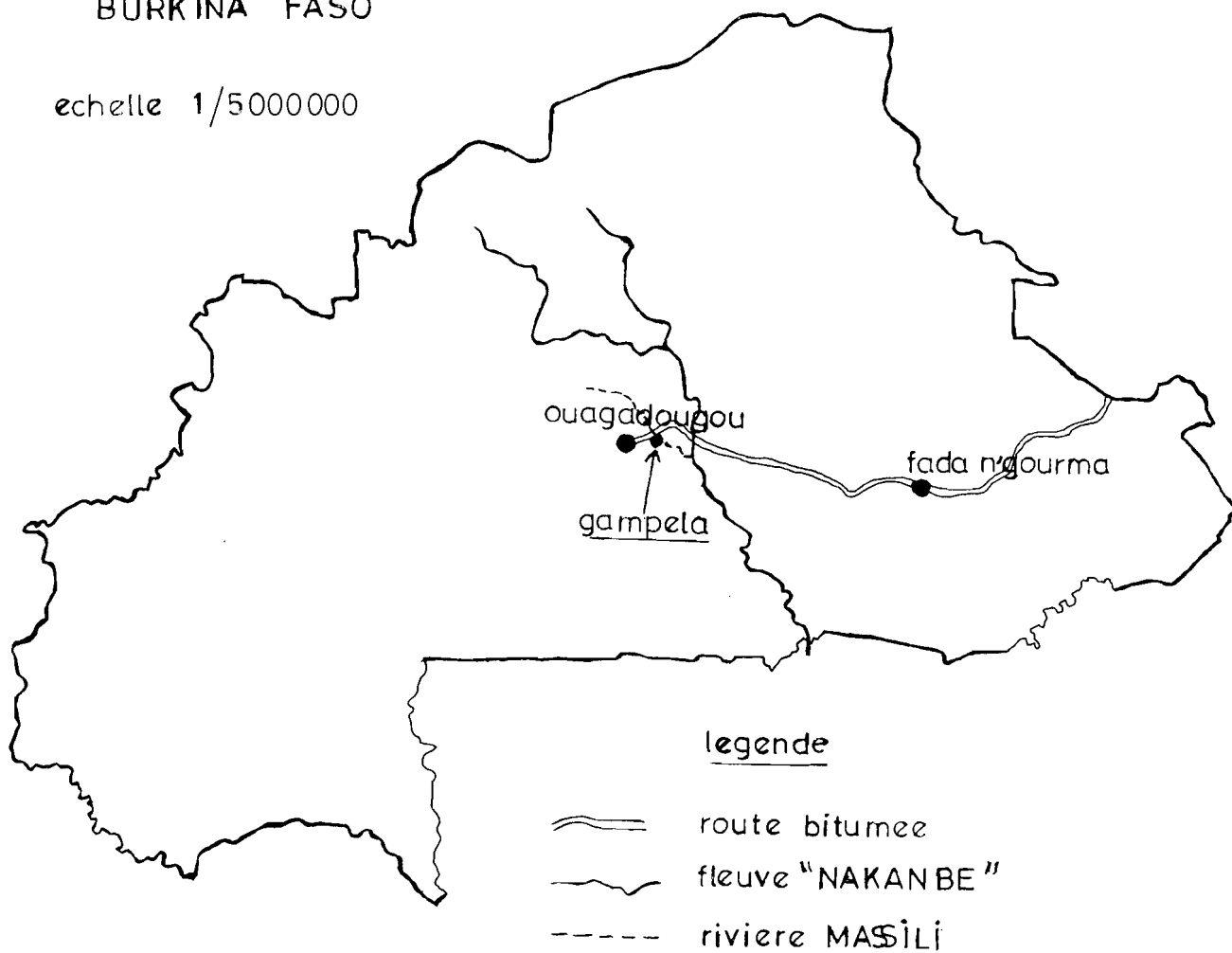


fig 1

situation de GAMPELA

### 1.1. Situation géographique

Le milieu d'étude concerné est celui du village de Gampèla, où subsistent encore de vieilles jachères de plus de vingt ans environ.

Un périmètre expérimental installé par l'Institut du Développement Rural (I.D.R) a contribué à la protection d'une partie de ces jachères, contre certaines activités dégradantes des hommes.

Ce village est situé à vingt et quatre kilomètres, sur l'axe routier Ouagadougou-Fada N'Gourma. La figure n° 1 illustre la situation du village par rapport au territoire national.

### 1.2. Climat

Le village est soumis au climat nord soudanien type tropical, caractérisé par une saison pluvieuse de cinq mois et une saison sèche s'étalant d'octobre en avril.

L'humidité demeure le facteur le plus déterminant pour le couvert végétal. Et concernant ce facteur, le village a reçu en moyenne pour les sept (7) dernières années, 671,5 mm d'eau par an en 63 jours.

En guise de synthèse climatique, nous présentons par la figure n° 2, la courbe ombrothermique de la période 1980-1986.



GAMPELA 1980-86  
(poste de ouagadougou)

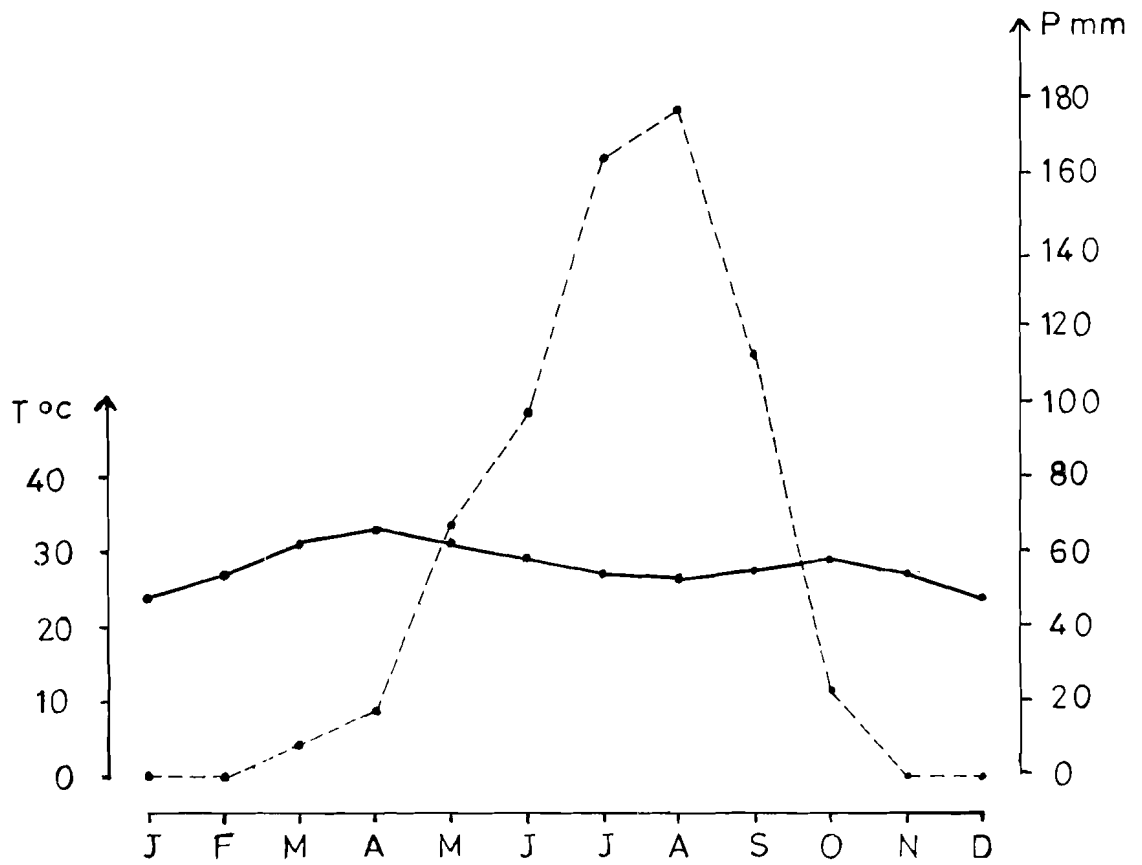


fig. 2 courbe ombrothermique

—•— T  
- - -•- P

### 1.3. Relief et zones d'étude

La géomorphologie du village se compose d'un vaste plateau légèrement incliné vers le MASSILI, et parsemé de part et d'autre de buttes cuirassées. Ce plateau communique avec une plaine alluviale (bas-fond) par des talus plus ou moins abrupts.

Mais une coupe topographique, obtenue à partir d'un plan topographique de la zone expérimentale de Gampèla, nous a permis de distinguer avec précision les détails altimétriques, parmi lesquels nous en avons retenu trois comme zones d'étude. (voir figure n° 3).

Comme toutes les autres strates végétales, la répartition des ligneux bas est fonction de l'humidité du sol et par conséquent de la topographie de ce dernier. Et c'est pour ce fait, que nous avons distingué trois zones d'études représentant chacune une toposéquence particulière. Ces zones sont :

- le bas-fond ou plaine alluviale
- la pente
- le haut de pente

Nous avons préféré le terme "haut de pente" parce que les transects y afférant sont situés à l'abord immédiat de la pente. Mais signalons que le haut de pente correspond à une partie du plateau.

### 1.4. Les sols

Selon les renseignements que nous avons pu obtenir auprès du Bureau National des Sols (BU.NA.SOL.) qui effectuait au même moment, des sondages pédologiques dans le périmètre expérimental, la portion que couvrent nos transects repose sur 5 types de sol.

ce sont :

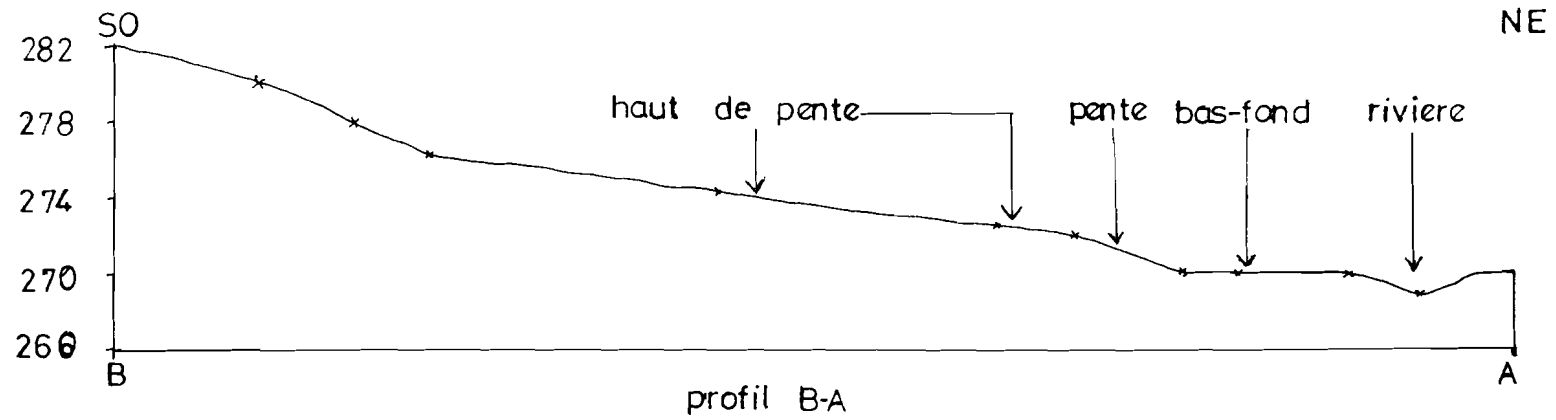
- sol peu évolué d'apport alluvial hydromorphe (P.E)
- sol hydromorphe à pseudogley d'ensemble (H)
- sol ferrugineux lessivé hydromorphe (F.L.H.)
- sol ferrugineux lessivé à concrétion (F.L.C.)

Le tableau n° 1 résume quelques caractéristiques de ces familles de sol.

Tableau n° 1 : Caractéristiques des sols

Source : BU.NA.SOL

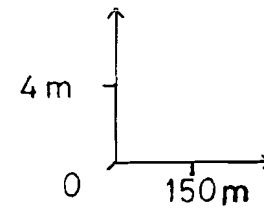
Famille de sol	Profondeur	Texture	Ferméabilité	Drainage	ruisselle-ment
P.E.	98 cm	Limono-argilo-sableuse	Modérément lente	Imparfait	Diffus
H.	106 cm	Limono-argileuse	modérément lente	imparfait	Nappe
F.L.C.	110 cm	Argilo-limono-sableuse+gravillon	normale	normale	rigoles
F.L.H.	98 cm	Limono-argilo-sableuse + gravillon	modérément lente	normal à l'imparfait	diffus
F.L.M.	103 cm	sablo-argilo-limoneuse	normale	normal	diffus



PERIMETRE EXPERIMENTAL

fig. 3 coupe topographique

echelle



**L**) E U X I E M E      **F**) A R T I E      :

M E T H O D O L O G I E

\_\_\_\_\_oO\_\_\_\_\_

## 2.1. Objectif

Le manque de données scientifiques sur les ligneux bas de nos formations naturelles justifie cette étude, dont l'objectif principal demeure la connaissance de certains paramètres de structure de l'ensemble des ligneux bas, toutes espèces confondues, puis de ceux de quelques populations d'espèce.

## 2.2. Le protocole

### 2.2.1. Principe

Il consiste dans un premier temps, à faire l'inventaire des ligneux bas sur des transects en bandes rectilignes de 10 mètres de large, mais de longueurs variables, de manière à relever par transect, au moins 60 individus de chacune des espèces dominantes du groupement. Et de faire des extensions qui consistent à parcourir le même groupement de part et d'autre du transect dans le but de noter les espèces qui auraient échappé à l'inventaire.

Puis dans un deuxième temps, il consiste à déterminer le poids d'un nombre d'individu, pour quelques populations d'espèces, dans le but de mettre en évidence les relations entre poids et paramètres morphologiques.

### 2.2.2. Matériel

Il se compose :

- d'un plan topographique d'échelle 1/5 000 de la zone expérimentale de GAPELA, de l'Institut Géographique du BURKINA, d'octobre 1986.

- d'une perche graduée de 3,5 mètres, que nous avons prolongée jusqu'à 5 mètres.

- d'un ruban gradué de 20 mètres
- d'un pied à coulisse
- d'une boussole
- d'une machette
- de 3 pesons de 1 ; 5 ; et 20 kilogrammes.
- d'un sécateur
- de cordelettes
- de fiches de relevé.

### 2.2.3. Mode opératoire

#### 2.2.3.1. L'inventaire

##### 2.2.3.1.1. Opérations préliminaires

Pour commencer, nous identifions sur le terrain, les séquences topographiques révélées par la coupe topographique. Une fois cela fait, nous procédons séquence par séquence.

Ainsi lorsque nous jugeons que nous sommes sur la séquence, nous la parcourons dans tous les sens, afin de repérer les différents groupements homogènes de ligneux bas. L'homogénéité était subjectivement jugée par la couleur et la taille d'ensemble de la végétation.

Chaque groupement ainsi défini était le lieu d'un transect d'inventaire. Donc, une fois qu'un groupement végétal est déterminé, nous tendons au dessus des ligneux bas, une cordelette de plus de 100 mètres de long, dans le sens de la plus grande dimension du groupement. Nous marquons au ruban colorié les extré-

mités de cette ligne, puis nous mesurons son azimut magnétique que nous reportons sur le plan.

#### 2.2.3.1.2. Les relevés

Ils sont faits sur des fiches dont un exemplaire est illustré et expliqué par les figures n° 4 et n° 5.

Sur les fiches de relevé, "R" représente le recouvrement surfacique du houppier, et est déterminé à partir de la formule :

$$R = \frac{\pi (d_1 + d_2)^2}{16} \text{ m}^2$$

Rappelons qu'à part les recouvrements, la hauteur et le diamètre à la base sont mesurés sur la tige principale uniquement, pour chaque individu.

Pour le remplissage des fiches de relevé, nous commençons par le côté (+), puis nous terminons par le côté (-) des 20 premiers mètres. Une fois terminé le recensement de tous les ligneux bas, des 20 premiers mètres, nous passons aux 20 mètres qui suivent en déplaçant le ruban gradué.

Aux 100 premiers mètres du transect, nous arrêtons l'inventaire, et comptons les individus des espèces dominantes. Si ce nombre est supérieur ou égal à 60 pour chacune des espèces dominantes, nous arrêtons définitivement l'inventaire sur ce transect.

Dans le cas contraire, nous poursuivons jusqu'à avoir 60 individus pour une ou deux espèces.

C'est compte tenu du terrain que nous avons fixé le nombre à 60. Car à 30, on avait du mal à distinguer les espèces dominantes tellement il y en avait. A 100 par contre, on avait du mal à avoir



une seule espèce dominante sur 100 mètres de transect.

Nous signalons que l'identification d'un certain nombre d'espèce a nécessité le concours des professeurs du laboratoire de biologie végétale de l'I.D.R.

Ainsi procédé, nous avons inventorié pour l'ensemble des 3(trois) stations, 10 transects d'une longueur totale de 1180 mètres correspondant à une surface inventoriée de 1,18 hectares. Le nombre de tiges principales mesurées s'élève à 1 827.

Le tableau n° 2 résume l'environnement des transects, tandis que la figure n° 6 illustre leur localisation sur le terrain. Signalons que les transects n° 9 et 10 n'y figurent pas pour la raison qu'ils se situent hors du périmètre expérimental.

Tableau n° 2 : Environnement des transects

Tansect	Longueur	Cote déuite du plan topo- graphique	Sols	Station
t1	200 m	270 m	P.E.	bas-fond
t2	140 m	268 m	H	
t4	100 m	271 m	FLC	
t9	100 m	-	-	
t3	100 m	273 m	FLC	Pente
t7	100 m	273 m	FLC	
t8	100 m	273 m	FLC	
t5	140 m	274 m	FLH + FIM	haut de pente
t6	100 m	274 m	FLH+FLC	
t10	100 m	-	-	
:	:	:	:	:

ETUDE des LIGNEUX BAS

date: 13/2/87

station: bas - fond

fiche N° 1

transect N° t<sub>1</sub>

especies	interception			parametres des individus					
	bornes (m) b1 ; b2	RL = b1-b2	D (m)	nombre de rejets	diametre a la base(cm)	hauteur totale (m)	recouvrement(R)		
							d1 (m)	d2 (m)	R m <sup>2</sup> )
<i>Guiera senegalensis</i>	7,9 ; 6,1	1,8	0,2	8	2,1	1,7	2	1,8	2,83
<i>Combretum aculea.</i>	—	—	-3	4	2,8	1,1	0,7	0,5	0,28

fig.4 fiche de releve

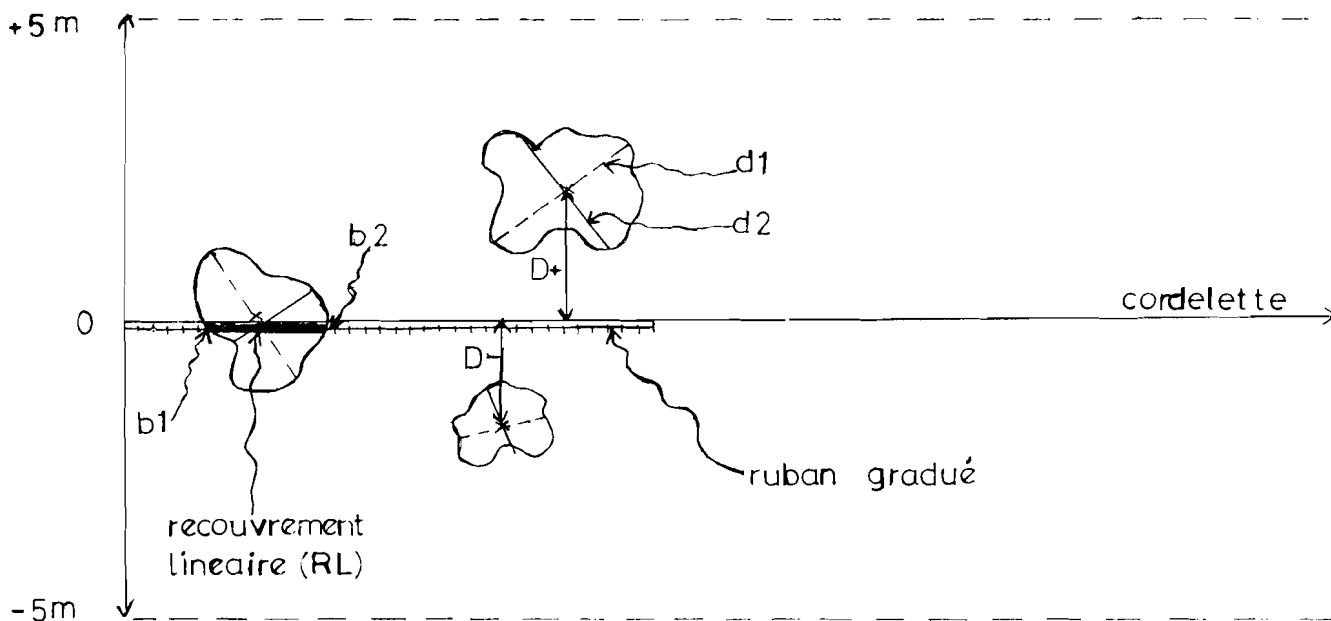
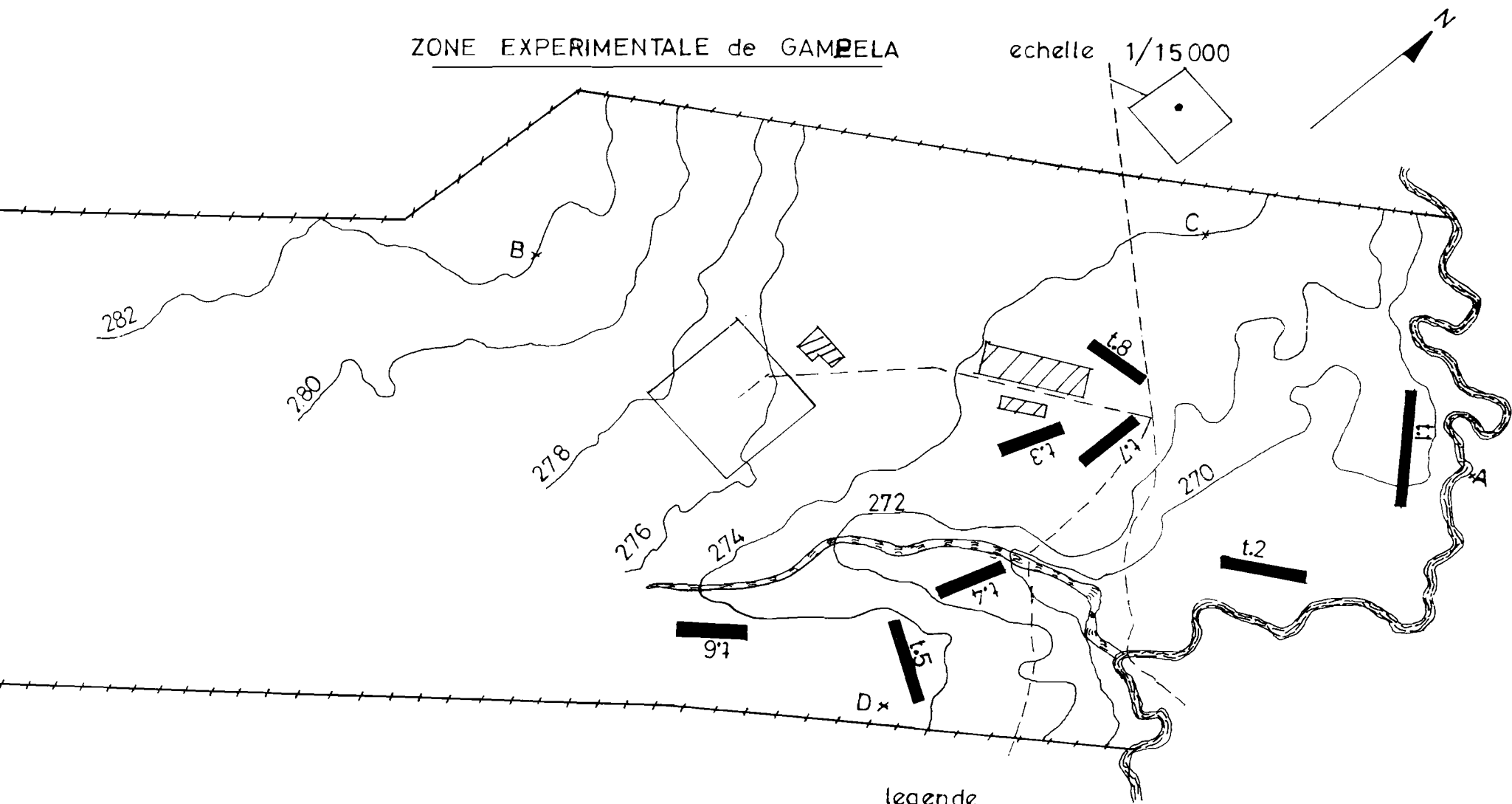


fig.5 schema explicatif

ZONE EXPERIMENTALE de GAMBELA

echelle 1/15 000



legende

- |  |                  |  |                  |
|--|------------------|--|------------------|
|  | riviere          |  | pistes           |
|  | affluent         |  | batiments        |
|  | courbe de niveau |  | t.5<br>transects |

fig. 6 localisation des transects

### 2.2.3.2. Les pesées

Elles sont entreprises dans le but de disposer de données relatives aux poids des individus d'une même espèce, selon leurs tailles et leurs grosseurs.

Seules les populations d'espèces les plus abondantes sont concernées. Et selon les résultats, de l'inventaire ce sont :

- Guiera senegalensis avec 309 pieds
- Piliostigma reticulatum avec 199 pieds
- Combretum micranthum avec 192 pieds
- Ziziphus mauritiana avec 166 pieds
- Combretum aculaetum avec 156 pieds
- Acacia seyal avec 128 pieds
- Acacia mocrostachya avec 93 pieds
- Securinega virosa avec 79 pieds
- Balanites aegyptiaca avec 72 pieds

Afin d'éviter la destruction massive de la végétation, nous avons procédé à la constitution d'un échantillon par population d'espèce. Et ces échantillons devaient à la fois être les plus représentatifs avec des effectifs minimums.

Pour cela nous constituons pour chaque espèce, sa population, en tirant des fiches d'inventaires, toutes stations confondues, tous les individus appartenant à cette espèce, ainsi que les paramètres dimensionnels leur afférant.

Puis au sein de chaque population ainsi constituée, nous procédons à une distribution double de tous les individus selon leur hauteur et leur diamètre à la base.

---

C'est-à-dire que sur des tableaux à doubles entrées, comportant toutes les classes de hauteur d'une part et toutes les classes de diamètres d'autre part, nous inscrivons le nombre d'individu appartenant à chaque couple de classes. Nous obtenons ainsi des couples de classes vides, puis un ensemble de couple non vide.

En guise d'exemple, voir le tableau n° 3 ci-joint, représentant la distribution double de l'Acacia seyal.

Cette distribution double nous permet de percevoir efficacement les limites dimensionnelles des populations. L'ensemble des couples de classes non vides est ainsi représentatif de la population en ce sens qu'il couvre toutes les dimensions possibles de hauteur et de diamètre à la base.

C'est alors de chaque ensemble de couples de classes non vides que nous déduisons chaque échantillon. C'est-à-dire, l'effectif, qui correspond au nombre de couples de classes non vides, ainsi que les limites des classes de l'échantillon. Par exemple, pour l'Acacia seyal, nous avons un échantillon de 37 individus soit un individu par classe.

Après cette phase, nous nous rendons sur le terrain, où nous recherchons les individus répondant aux critères (hauteur et diamètre) de chaque classe de l'échantillon.

Lorsque nous retrouvons ces individus, nous coupons leurs tiges principales à ras, puis nous les dépouillons autant que possible de leurs feuilles, et nous les pesons une à une.

Afin de déduire le poids sec de chaque individu, nous déterminons pour chaque espèce le taux d'humidité. Pour cela,

---

nous prélevons dans l'ensemble des tiges coupées, un échantillon de tige dont nous déterminons le poids frais, puis le poids sec après 20 jours de séchage à l'étuve.

Les résultats de toutes ces mesures sont reportés sur des fiches de relevé, et en guise d'exemple, nous présentons par la figure n° 7, celle de l'Acacia seyal.

Nous pensons avoir récolté, suivant ce protocole, une quantité appréciable de données en sacrifiant le moins possible de végétation, lesquelles données nécessitent des traitements appropriés pour être exploitables.

---

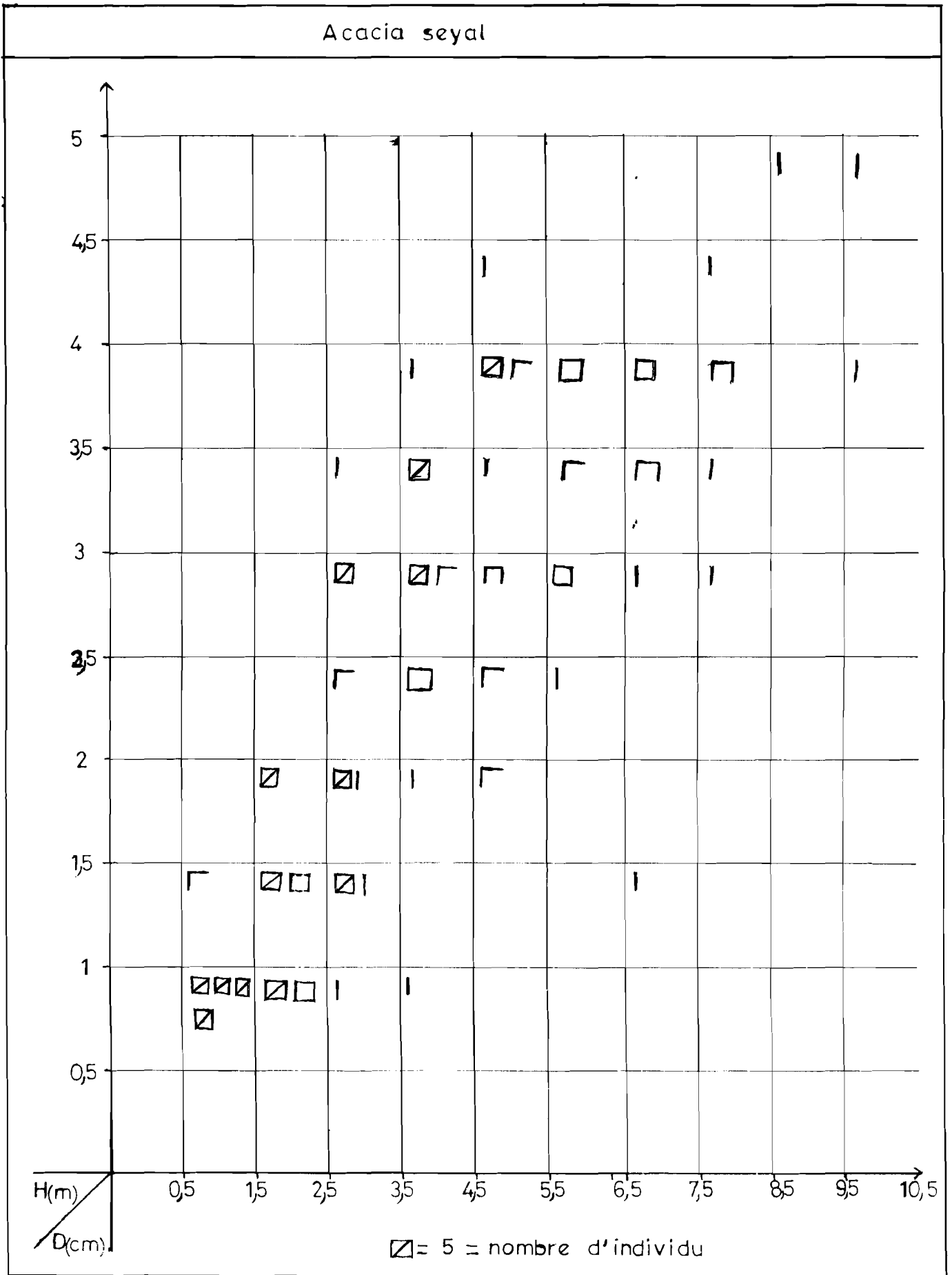


tableau N° 3 couples de classes de diamètre et de hauteur

FICHE de RELEVÉ

espece : *Acacia seyal*

pois frais (echant.) 820 g

date : 17/4/87

pois sec (echant.) 470 g

taux d humidité 43 %

5									4,8 9 27200	4,8 10 31800	
4,5	hauteur(m)				4,3			4,3			
	diametre(cm)				5,3			8			
	pois frais(g)				9600			20600			
4				3,6 4 4000	4,0 5,2 8900	4 5,7 10600	4 7,3 17400	3,6 7,6 18000		3,6 9,1 24400	
3,5			3,2 3 2800	3,2 3,9 3500	3,3 4,9 6000	3,5 6,4 11000	3,5 7,3 16400	3,4 7,6 17000			
3			2,6 3,4 2200	2,6 3,9 3200	3 4,6 4600	3,2 6 8200	2,7 6,6 11600	2,8 7,6 13400			
2,5			2,3 2,9 2000	2,4 4,2 4300	2,5 5,5 4400	2,5 5,7 6900					
2		1,6 2,2 700	2 2,7 1800	2 4,3 4200	1,8 4,6 4200						
1,5		1,5 1,5 240	1,5 2 560	1,5 2,7 1600							
1		1 1,4 220	1 2 300	1 2,7 1500	1 3,6 1600						
0,5											
H(m)	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
D(cm)											

fig.7 fiche de releve de l'Acacia seyal



/// TROISIEME PARTIE :

ANALYSE DES DONNEES

\_\_\_\_\_oOo\_\_\_\_\_

Pour la clarté de l'analyse, nous regroupons les données de trois façons.

Tout d'abord les données de toutes les espèces confondues par station.

Puis les données de toutes espèces et stations confondues, et enfin les données de quelques populations d'espèce, tirées de toutes les stations confondues.

### 3.1. Analyse des données par milieu

#### 3.1.1. Analyse floristique

Nous n'avons pas la prétention de faire une analyse phytosociologique, qui requiert d'autres méthodes de collecte que celles que nous avons utilisées. Nous voulons tout simplement comparer la ressemblance floristique entre les différents milieux.

##### 3.1.1.1. Flores des différentes stations

(voir tableau n° 4)

##### 3.1.1.2. Richesse spécifique

Concernant les espèces effectivement relevées, nous comptons pour le bas-fond 31 espèces, pour la pente 33 espèces, et pour le haut de pente 31 espèces. Il y a 18 espèces communes aux 3 milieux.

Par ailleurs, il existe des espèces que les transects n'ont pas permis de relever, mais que les extensions ont permis d'observer.

Tableau n° 4 : Flores des différents milieux

	Espèces	bas- fond	pente	haut de pente
1	Acacia dudgeoni		+	+
2	Acacia gourmaensis	+	+	+
3	Accacia macrostachya	+	+	+
4	Acacia nilotica	+	+	+
5	Acacia pennata		+	+
6	Acacia seyal	+	+	+
7	Albizia chevalieri	+	+	+
8	Anogeissus leiocarpus	+		+
9	Balanites aegyptiaca	+	+	+
10	Boscia senegalensis	+	+	+
11	Butyrospermum paradoxum		+	+
12	Cadaba farinosa		+	
13	Capparis corymbosa	+	+	+
14	Cassia sieberiana	+	+	+
15	Cassia singueana		+	+
16	Combretum aculeatum	+	+	+
17	Combretum glutinosum	+	+	+
18	Combretum micranthum	+	+	+
19	Commiphora africana		+	
20	Crossopterix febrifuga	+		
21	Dichrostachys glomerata	+	+	+
22	Diospiros mespiliformis	+	+	+
23	Entada africana		+	
24	Gardenia erubescens	+	+	+

Ce sont : le Pimosa pigra ; l'Annona senegalensis ; pour le bas-fond, puis le Ficus spp ; le Saba senegalensis et le Feretia apodanthera pour les autres milieux

Ainsi nous constatons que c'est la pente qui héberge le plus d'espèces.

### 3.1.1.3. Comparaison des milieux

La méthode de comparaison est celle du coefficient de similitude de Jaccard.

$$J \% = \frac{c}{a+b-c} \times 100$$

où a est le nombre d'espèce du premier milieu

b est le nombre d'espèce du deuxième milieu

c est le nombre des espèces communes aux deux milieux.

En comparant les milieux deux à deux, nous obtenons les résultats contenus dans le tableau n° 5.

Tableau n° 5 : Comparaison des milieux

Milieux comparés	a	b	c	J %
bas-fond et pente	31	33	24	60 %
pente et haut de pente	33	31	23	56 %
haut de pente et bas-fond	31	31	21	51 %

Tableau n° 4 (suite)

25	<i>Grewia bicolor</i>	:	:	:	+
26	<i>Guiera senegalensis</i>	:	+	:	+
27	<i>Hollarhena africana</i>	:	+	:	+
28	<i>Lanea microcarpa</i>	:	+	:	+
29	<i>Maytenus senegalensis</i>	:	:	:	+
30	<i>Mitragyna inermis</i>	:	+	:	+
31	<i>Piliostigma reticulatum</i>	:	+	:	+
32	<i>Piliostigma thoningii</i>	:	+	:	+
33	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	:	:	:	+
34	<i>Sclerocarya birrea</i>	:	+	:	+
35	<i>Securidaca longepedunculata</i>	:	:	:	+
36	<i>Securinega virosa</i>	:	+	:	+
37	<i>Stereospermum kunthianum</i>	:	:	:	+
38	<i>Strychnos spinosa</i>	:	:	:	+
39	<i>Terminalia avicennoides</i>	:	+	:	:
40	<i>Terminalia macroptera</i>	:	+	:	:
41	<i>Vitex diversifolia</i>	:	+	:	:
42	<i>Ximenia americana</i>	:	+	:	+
43	<i>Ziziphus mauritiana</i>	:	+	:	+
44	<i>Ziziphus mucronata</i>	:	+	:	+

Le signe "+" indique que l'espèce a été relevée.

Ainsi comparés deux à deux, nous constatons que le bas-fond et la pente sont les milieux qui se ressemblent le plus, tandis que le haut de pente et le bas-fond sont ceux où les flores se ressemblent le moins.

### 3.1.2. Abondance et dominance des espèces

L'abondance d'une espèce est le nombre d'individus de cette espèce sur une surface donnée.

La dominance quant à elle, exprime la surface couverte par l'espèce.

#### 3.1.2.1. Les résultats

En regroupant les fiches des transects appartenant à chaque milieu, puis en recensant dans chaque lot de fiche tous les individus d'une même espèce, nous obtenons l'abondance des espèces pour chaque milieu. Et en sommant les recouvrements de tous les individus de chaque espèce par lot de fiche, nous obtenons les dominances de chaque espèce pour chaque milieu.

Ce sont les résultats d'une telle procédure que nous présentons dans les tableaux n° 6 ; 7 et 8.

#### 3.1.2.2. Commentaires

L'examen des résultats nous donne une idée des espèces les plus intéressantes du point de vue abondance et dominance selon les milieux. (voir tableau n° 9).

Tableau n° 6 : Abondance et dominance  
dans le milieu bas-fond

Espèces	Abondance		Dominance m <sup>2</sup>
	individus	rejets	
<i>Acacia gourmaensis</i>	1	3	0,30
<i>Acacia macrostachya</i>	13	30	39,47
<i>Acacia nilotica</i>	3	3	1,65
<i>Acacia seyal</i>	93	141	280,36
<i>Albizia chevalieri</i>	5	10	10,25
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	5	17	19,45
<i>Balanites aegyptiaca</i>	68	141	80,65
<i>Boscia senegalensis</i>	1	1	0,19
<i>Capparis corymbosa</i>	4	10	1,2
<i>Cassia sieberiana</i>	4	17	16,53
<i>Combretum aculeatum</i>	40	170	38,69
<i>Combretum glutinosum</i>	13	44	10,51
<i>Combretum micranthum</i>	49	257	61,96
<i>Crossopterix febrifuga</i>	39	177	44,02
<i>Dichrostachys glomerata</i>	14	21	32,25
<i>Diospiros mespiliformis</i>	1	1	3,97
<i>Gardenia erubescens</i>	1	1	0,07
<i>Guiera senegalensis</i>	113	579	176,57
<i>Hollarhena africana</i>	1	3	0,44
<i>Lanea microcarpa</i>	1	3	1,88
<i>Litragyna inermis</i>	33	240	117,04
<i>Piliostigma reticulatum</i>	67	208	147,19
<i>Piliostigma thoningii</i>	6	18	11,17

Tableau n° 6 : Abondance et dominance dans le milieu "bas-fond". (suite).

Espèces	Abondance		Domi- nance (m <sup>2</sup> )
	Individus	rejets	
<i>Sclerocarya birrea</i>	1	2	4,9
<i>Securinega virosa</i>	8	19	6,02
<i>Terminalia avicennoides</i>	3	3	0,45
<i>Terminalia macroptera</i>	2	8	4,09
<i>Vitex diversifolia</i>	1	2	0,95
<i>Ximena americana</i>	7	12	9,13
<i>Ziziphus mauritiana</i>	7	22	17,92
<i>Ziziphus mucronata</i>	1	1	1,76
	605	2 164	1 141



Tableau n° 7 : Abondance et dominance des espèces dans le milieu "Pente"

Espèces	Abondance		Dominance m <sup>2</sup>
	Individus	Rejets	
<i>Acacia dudgeoni</i>	2	2	8,79
<i>Acacia gourmaensis</i>	4	5	4,41
<i>Acacia macrostachya</i>	32	81	60
<i>Acacia nilatica</i>	14	17	2,83
<i>Acacia pennata</i>	1	4	7,06
<i>Acacia seyal</i>	25	38	38,22
<i>Albizia chevalieri</i>	1	1	3,97
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2	2	2,20
<i>Boscia senegalensis</i>	1	2	0,07
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	3	7	8,13
<i>Caesalpinia farinosa</i>	10	47	7,88
<i>Capparis corymbosa</i>	10	25	11
<i>Cassia sieberiana</i>	6	8	11,3
<i>Cassia singueana</i>	2	8	6,43
<i>Combretum aculeatum</i>	94	282	101,25
<i>Combretum glutinosum</i>	6	11	3,48
<i>Combretum micranthum</i>	35	200	71,5
<i>Commiphora africana</i>	6	16	18,72
<i>Dichrostachys glomerata</i>	4	6	10,32
<i>Diospiros mespiliformis</i>	2	5	1,08
<i>Entada africana</i>	1	3	2,98
<i>Gardenia erubescens</i>	2	2	1,06

Tableau n° 7 : Abondance et dominance des espèces dans le milieu "Pente". (Suite)

Espèces	Abondance		Dominance (m <sup>2</sup> )
	Individus	Rejets	
<i>Guiera senegalensis</i>	96	270	93,48
<i>Mitragyna inermis</i>	1	2	1,22
<i>Piliostigma reticulatum</i>	95	360	150,76
<i>Piliostigma thoningii</i>	10	26	10,71
<i>Sclerocarya birrea</i>	21	40	54,1
<i>Securidaca longepedunculata</i>	2	5	2,04
<i>Securinega virosa</i>	30	129	31,84
<i>Stereospermum kunthianum</i>	6	7	1,09
<i>Ximenia americana</i>	3	6	1,13
<i>Ziziphus mauritiana</i>	30	82	16,96
<i>Ziziphus mucronata</i>	2	4	1,76
	559	1 703	747,8

Tableau n° 8 : Abondance et dominance des espèces  
dans le milieu "haut de pente".

Espèces	Abondance		Dominance (m <sup>2</sup> )
	Individus	Rejets	
<i>Acacia dudgeoni</i>	3	3	2
<i>Acacia gourmaensis</i>	10	10	20,1
<i>Acacia macrostachya</i>	48	150	90,03
<i>Acacia pennata</i>	1	3	1,22
<i>Acacia seyal</i>	10	14	9,71
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	35	105	61,7
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2	4	4,8
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	4	6	2,41
<i>Capparis corymbosa</i>	2	6	1,6
<i>Cassia sieberiana</i>	12	52	23,17
<i>Cassia singueana</i>	1	1	0,15
<i>Combretum aculeatum</i>	23	90	33,62
<i>Combretum glutinosum</i>	17	41	11,96
<i>Combretum micranthum</i>	108	503	176,02
<i>Dichrostachys glomerata</i>	22	31	29,03
<i>Diospiros mespiliformis</i>	5	13	4,84
<i>Gardenia erubescens</i>	2	4	4,05
<i>Grewia bicolor</i>	1	3	1,76
<i>Guiera senegalensis</i>	100	242	87,47
<i>Hollarhena africana</i>	2	5	1,39
<i>Lanea microcarpa</i>	16	27	29,82
<i>Laytenus senegalensis</i>	5	12	4,1
<i>Piliostigma reticulatum</i>	37	113	47,91

Tableau n° 8 : Abondance et dominance des espèces  
dans le milieu "haut de pente"  
 (suite).

Espèces	Abondance		Dominance (m <sup>2</sup> )
	Individus	Rejets	
<i>Piliostigma thoningii</i>	3	9	2,94
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1	1	1,76
<i>Securidaca longepedunculata</i>	1	9	1,76
<i>Securinega virosa</i>	41	97	25,79
<i>Stereospermum kunthianum</i>	3	4	6,21
<i>Strychnos spinosa</i>	3	12	6,32
<i>Ximena americana</i>	16	41	27,36
<i>Ziziphus mauritiana</i>	129	363	166,78
	662	1 983	887,8

Tableau n° 9 : Espèces abondantes et dominantes par milieu

Milieux	: l'espèce la plus abondante	: l'espèce la plus dominante	: l'espèce rejetant le mieux
Bas-fond	: Guiera senegalensis	: Acacia seyal	: Combretum micranthum
Pente	: Guiera senegalensis	: Filiostigma reticulatum	: Combretum micranthum
Haut de pente	: Ziziphys mauritiana	: Combretum micranthum	: Combretum micranthum

Quant à la densité par milieu, le tableau n° 10 relève que, contrairement à ce que l'on pourrait penser, le bas-fond est le moins garni, pendant que le haut de pente est le plus garni en ligneux bas.

Tableau n° 10 : Densité totale toutes espèces confondues

Milieux	: Bas-fond	: Pente	: Haut de pente
Nombre d'individus/ha	: 1 120	: 1 863	: 1 946
Nombre de rejets/ha	: 4 006	: 5 676	: 5 830
Recouvrement total du sol	: 21 %	: 24,9 %	: 26 %
Recouvrement linéaire	: 20 %	: 28,7 %	: 24,5 %

### 3.1.3. Paramètres morphologiques

Nous procéderons dans un premier temps, à la répartition des individus de toutes les espèces confondues

de chaque milieu, en classe de hauteur, de diamètre à la base, et de recouvrement. Dans un second temps, nous comparerons ces structures.

### 3.1.3.1. Répartition des individus en classes

C'est compte tenu des faibles amplitudes de variations des paramètres, que nous avons choisi de petits intervalles pour les classes.

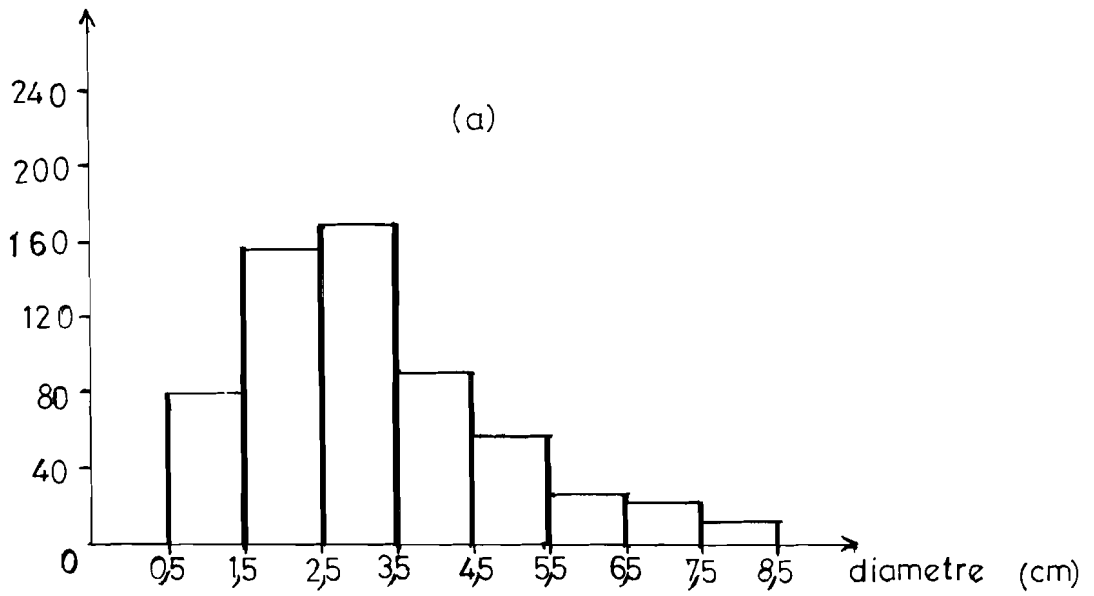
Pour une certaine commodité nous présentons ces répartitions sous forme de graphiques. (voir les figures n° 8 ; 9 et 10.

L'examen de ces graphiques révèle que **les grandes proportions** des individus appartiennent aux petites classes quels que soient le paramètre et le milieu. Ce qui semble traduire la juvénilité des groupements.

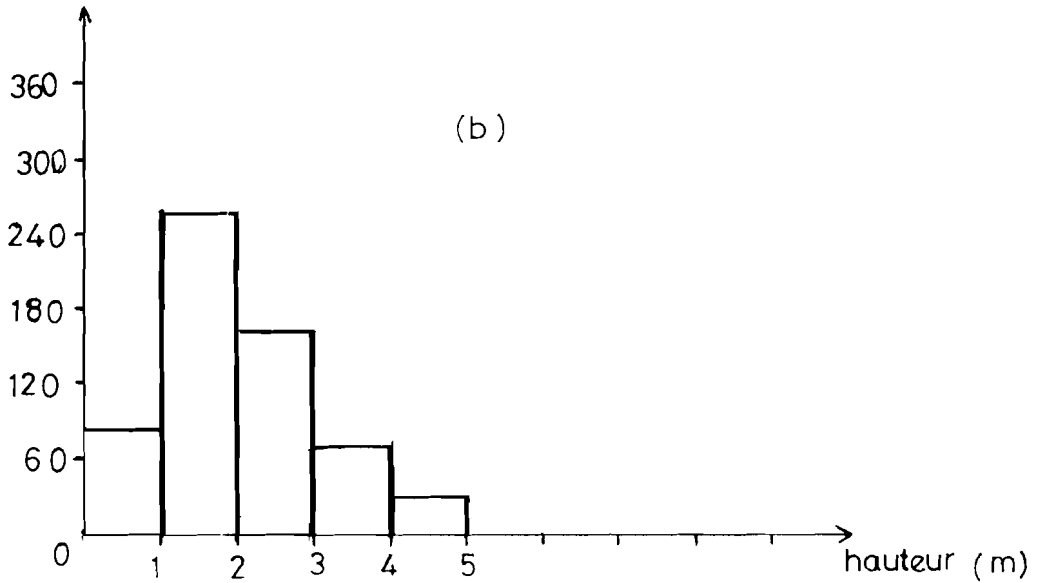
---

fig.8 BAS - FOND

effectif



effectif



effectif

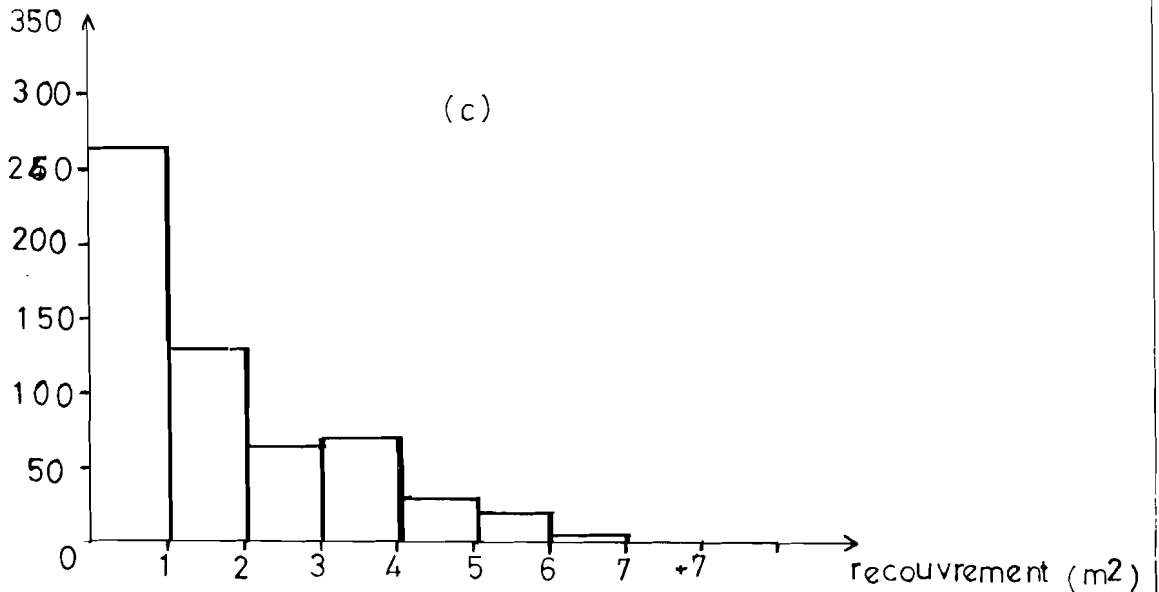


fig.9 PENTES

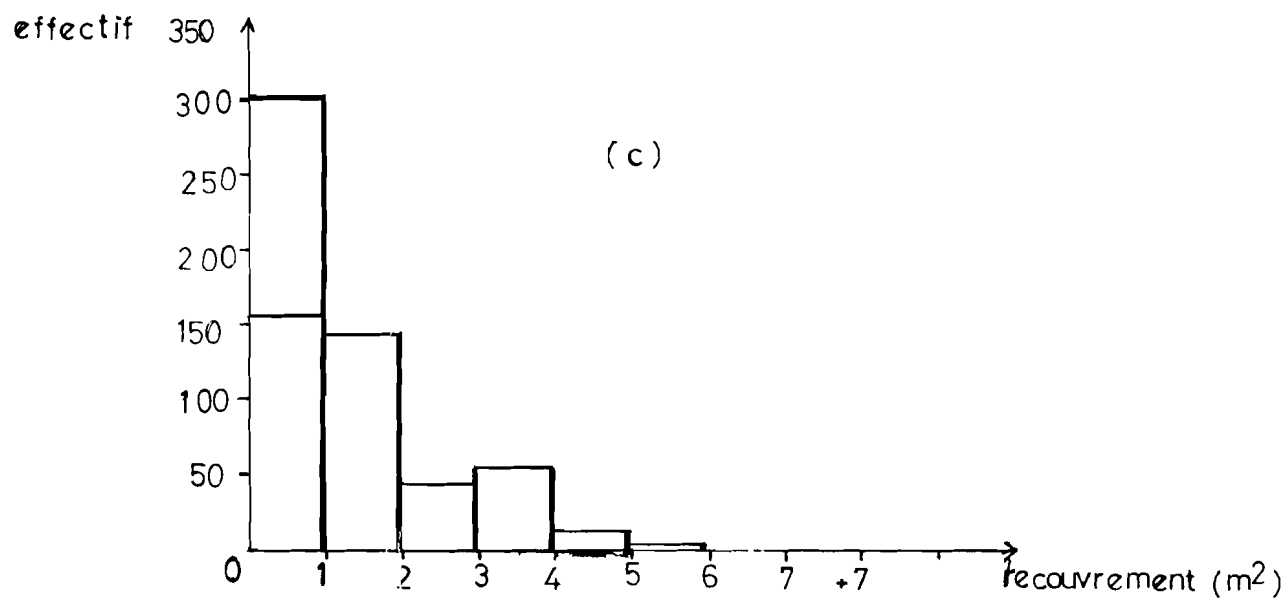
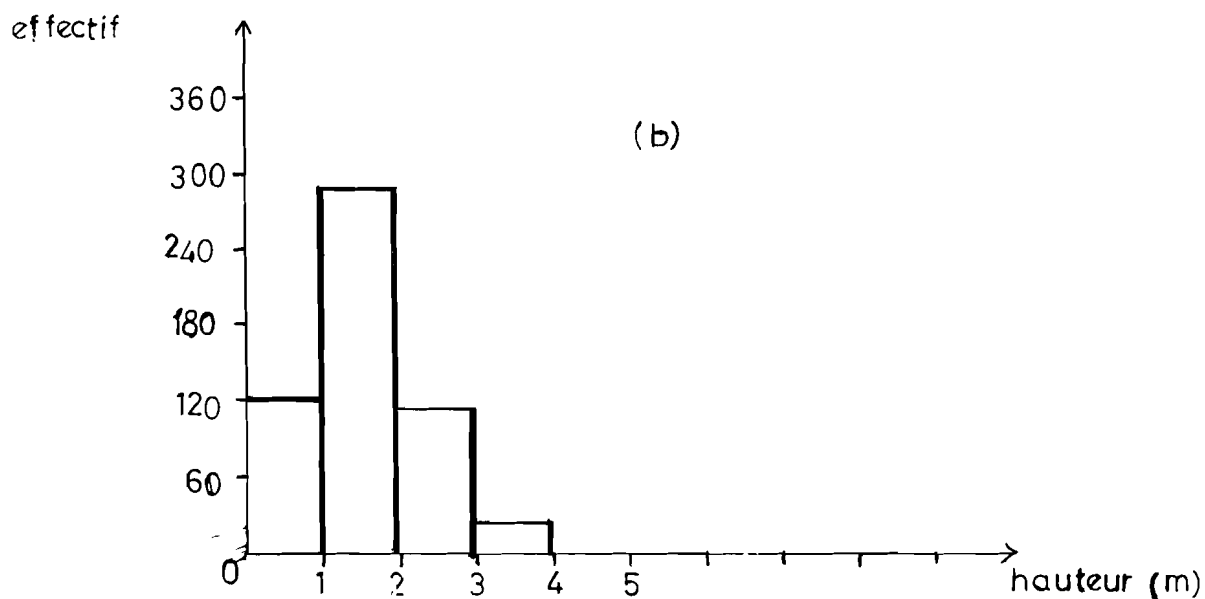
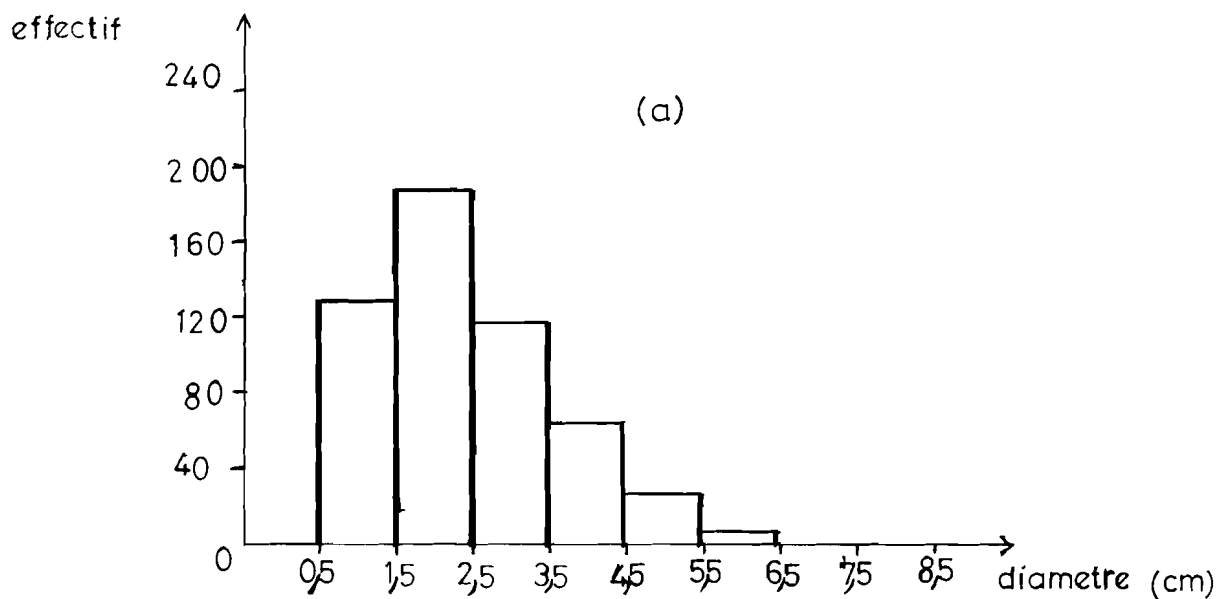
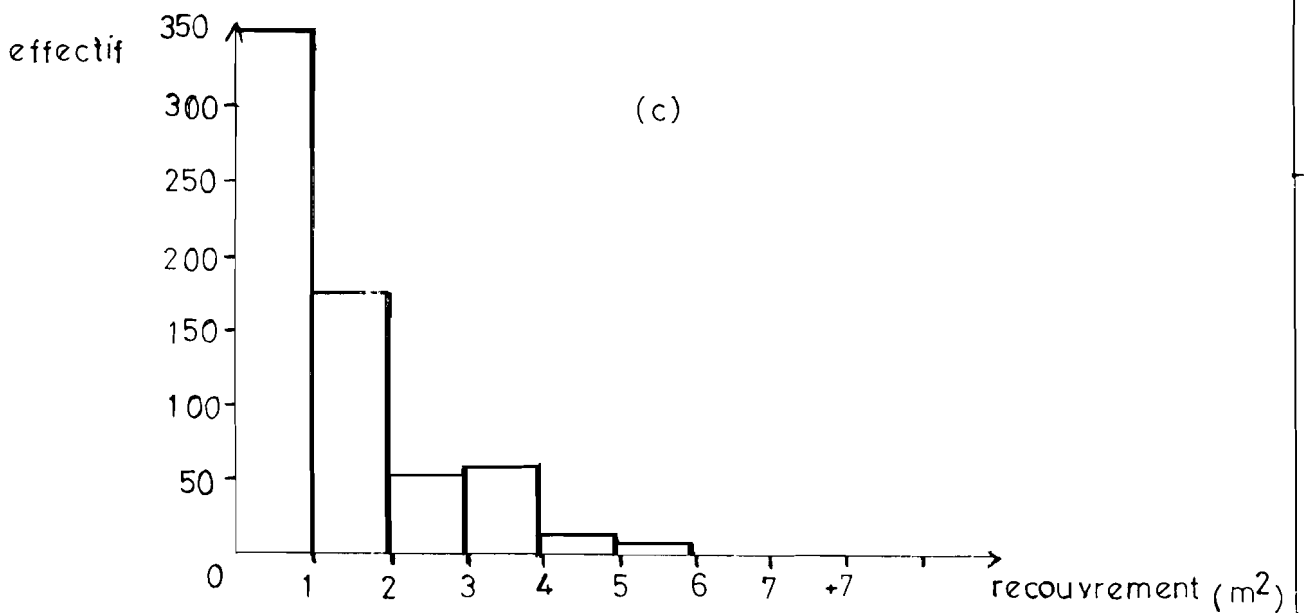
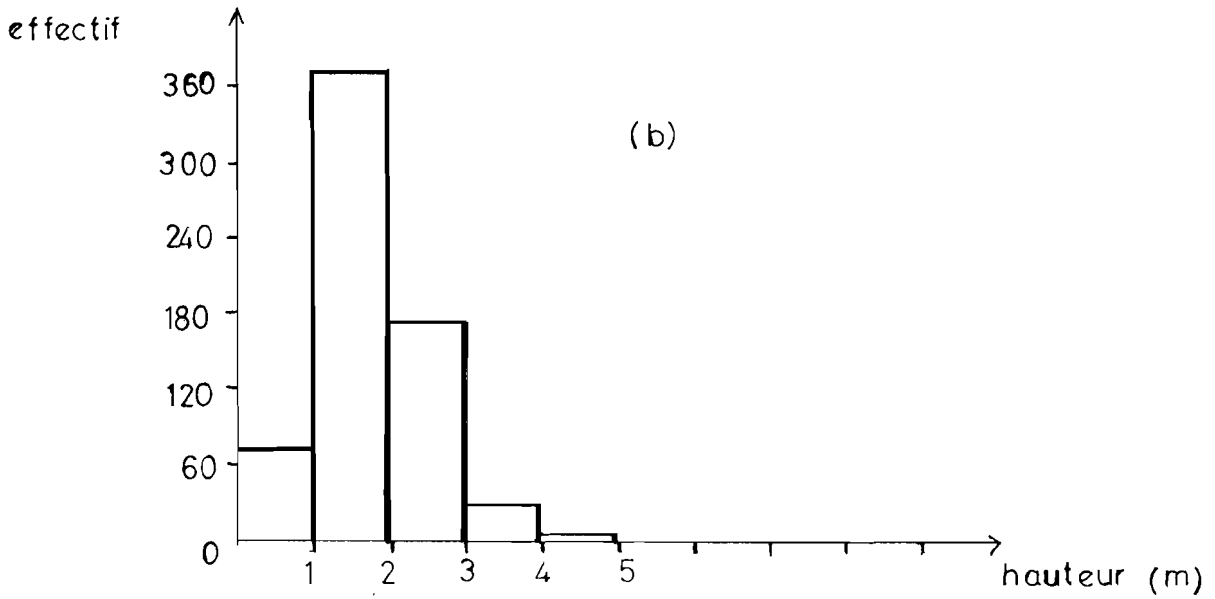
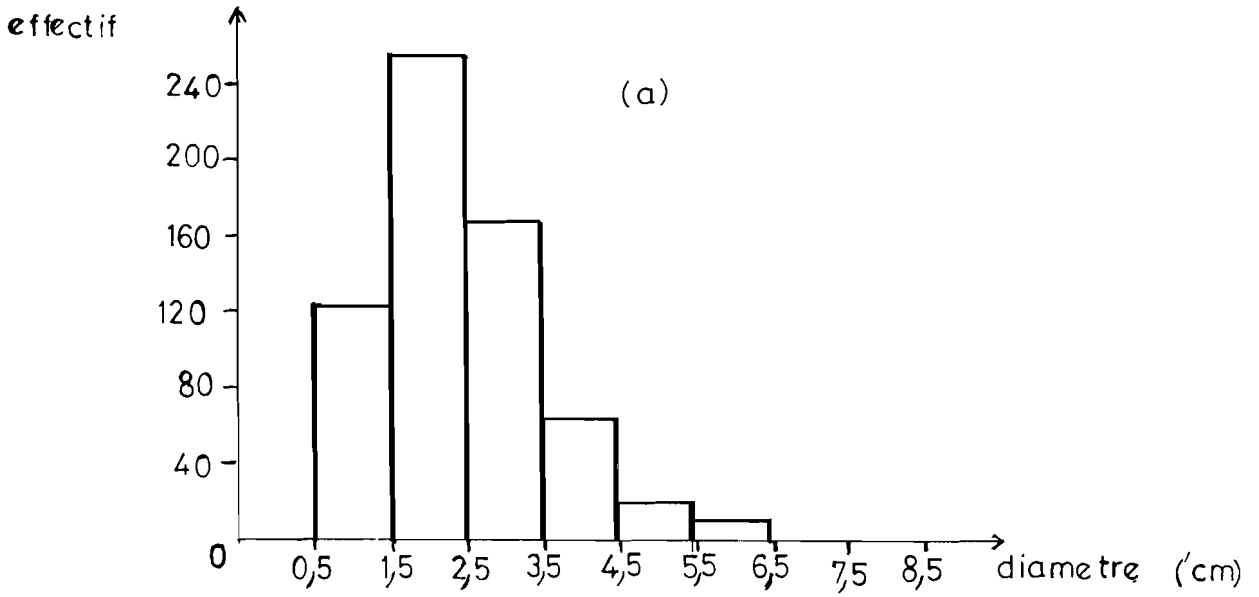




fig.10 HAUT de PENTE



### 3.1.3.2. Comparaison des milieux

Il s'agit de comparer ici les milieux par les moyennes de leurs paramètres.

De tous ces paramètres, le diamètres à la base nous paraît le plus fiable pour une comparaison, car contrairement à la hauteur et au recouvrement, il est beaucoup moins affecté par les activités d'ébranchage et de pâture.

#### 3.1.3.2.1. Estimations des moyennes

C'est la détermination des moyennes des hauteurs et des diamètres à la base, ainsi que l'estimation des erreurs, par l'application de la loi de Student.

$$P \left( \bar{X} - t \frac{S}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{X} + t \frac{S}{\sqrt{n}} \right) = \gamma$$

où P = la probabilité

$\bar{X}$  = moyenne arithmétique du paramètre

$\bar{D}$  = diamètre moyen

$\bar{H}$  = hauteur moyenne

t = valeur donné par la table de Student

S = écart type

n = effectif de la population

$\gamma$  = coefficient de confiance (99 % dans notre cas)

$\mathcal{D}$  = degré de liberté (infini dans notre cas)

Si nous appliquons cette loi à nos données, nous obtenons les résultats consignés dans les tableaux n° 11 et 12.

---

Tableau n° 11 : Estimation des diamètres moyens ( $\bar{D}$ )

Milieux	n	t	S	$\bar{D}$ (cm)	Erreur au niveau 99%
Bas-fond	606	2,33	1,8	3,20	$\pm$ 0,17
Pente	555	2,33	1,41	2,49	$\pm$ 0,14
Haut de pente	660	2,33	1,17	2,43	$\pm$ 0,11

Tableau n° 12 : Estimation des hauteurs moyennes ( $\bar{H}$ )

Milieux	n	t	S	$\bar{H}$ (m)	Erreur au niveau 99%
Bas-fond	606	2,33	0,92	1,80	$\pm$ 0,08
Pente	555	2,33	0,66	1,43	$\pm$ 0,06
Haut de pente	660	2,33	0,64	1,59	$\pm$ 0,06

### 3.1.3.2.2. Comparaison des variances

C'est le test (F) de FISHER-SNEDECOR, en supposant que les populations sont normales.

$$F = \frac{\hat{S}_1^2}{S_2^2}$$

avec au numérateur la variance ( $\hat{S}^2$ ) la plus grande. Ce test appliqué à nos milieux pris deux à deux, nous donne pour la hauteur et le diamètre à la base, les résultats des tableaux n° 13 et 14.

Tableau n° 13 : Test (F) des variances des diamètres à la base

Milieux comparés	$S_1^2$	$S_2^2$	F	$F_{0,99}$
Bas-fond & pente	3,24	1,98	1,63	1,00
Pente & haut de pente	1,98	1,36	1,45	1,00
Haut de pente & bas-fond	1,36	3,24	2,38	1,00

Tableau n° 14 : Test (F) des variances des hauteurs

Milieux comparés	$S_1^2$	$S_2^2$	F	$F_{0,99}$
( Bas-fond & pente	0,92	0,66	1,39	1,00
Pente & haut de pente	0,66	0,54	1,03	1,00
Haut de pente & bas-fond	0,64	0,92	1,43	1,00

Les "F" calculés sont, dans tous les 2 tableaux, supérieurs aux "F" théoriques niveau 99 % ( $F_{0,99}$ ). Ce qui traduit des différences hautement significatives dans tous les cas de variances comparées.

### 3.1.3.2.3. Comparaison des moyennes des paramètres

Avec des variances de différences très marquées, comme c'est notre cas, seuls quelques tests sont utilisés pour la comparaison des moyennes. Parmi ces tests, on a celui de SNEDECOR-COCHRAN ( $t'$ ) avec

$$t' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{K_1 + K_2}} \quad \text{et} \quad t'_{0} = \frac{K_1 a_1 + K_2 a_2}{K_1 + K_2}$$

où  $t'_{0} = t'$  théorique aux différents niveaux de confiance

$$K1 = S_1^2/n1$$

$$K2 = S_2^2/n2$$

$$S^2 = \text{variance}$$

$n$  = effectif total des populations

$\bar{X}$  = moyenne arithmétique des séries de données

$a_1$  = valeur donnée par la table de Student, et fonction du degré de liberté  $u = n1 - 1$ .

Appliqué à notre cas, ce test a donné les résultats consignés dans les tableaux N° 15 et 16.

Tableau n° 15 : Résultats du test ( $t'$ ) des diamètres moyens

Milieus comparés	$t'$	$-t'_{0,995}$	$-t'_{0,975}$	$t'_{0,975}$	$t'_{0,995}$
Bas-fond & Pente	7,8	-2,58	-1,96	1,96	2,58
Pente & Haut de pente	0,85	-2,58	-1,96	1,96	2,58
Haut de pente & bas-fond	-9	-2,58	-1,96	1,96	2,58

Tableau n° 16 : Résultats du test ( $t'$ ) des hauteurs moyennes

Milieus comparés	$t'$	$-t'_{0,995}$	$-t'_{0,975}$	$t'_{0,975}$	$t'_{0,995}$
Bas-fond & Pente	7,4	-2,58	-1,96	1,96	2,58
Pente & haut de pente	-4	-2,58	-1,96	1,96	2,58
Haut de pente & bas-fond	-4,3	-2,58	-1,96	1,96	2,58

Tableau n° 17 : Normes d'interprétation suivant que t' se situe dans tel ou tel intervalle

	-t'0,995		-t'0,975		t'0,975		t'0,995	
↑		↑		↑		↑		↑
différence hautement significative		différence significative		Pas de différence		différence significa- tive		différence hautement signifi- cative

Selon les normes d'interprétation résumées par le tableau n° 17, nous avons pour les diamètres moyens, des différences hautement significatives entre le bas-fond et la pente puis entre le bas-fond et le haut de pente.

Entre la pente et le haut de pente, il n'y a pas de différence significative.

Pour les hauteurs moyennes, l'analyse révèle des différences hautement significatives dans tous les cas de comparaison.

De ces comparaisons, nous retiendrons que par rapport à ces paramètres, on peut classer les ligneux bas en deux catégories : ceux des bas-fonds les plus hauts et gros, puis ceux des deux autres milieux.

Et contrairement à la floristique où la pente ressemblait beaucoup plus au bas-fond, ici elle ressemble beaucoup plus au haut de pente (diamètres moyens).

3.2. Analyse des données de tous milieux et espèces confondus

3.2.1. Paramètres de la population

Ainsi considérés, c'est-à-dire tous milieux et espèces confondus, les ligneux bas présentent au total, et selon les données de l'inventaire.

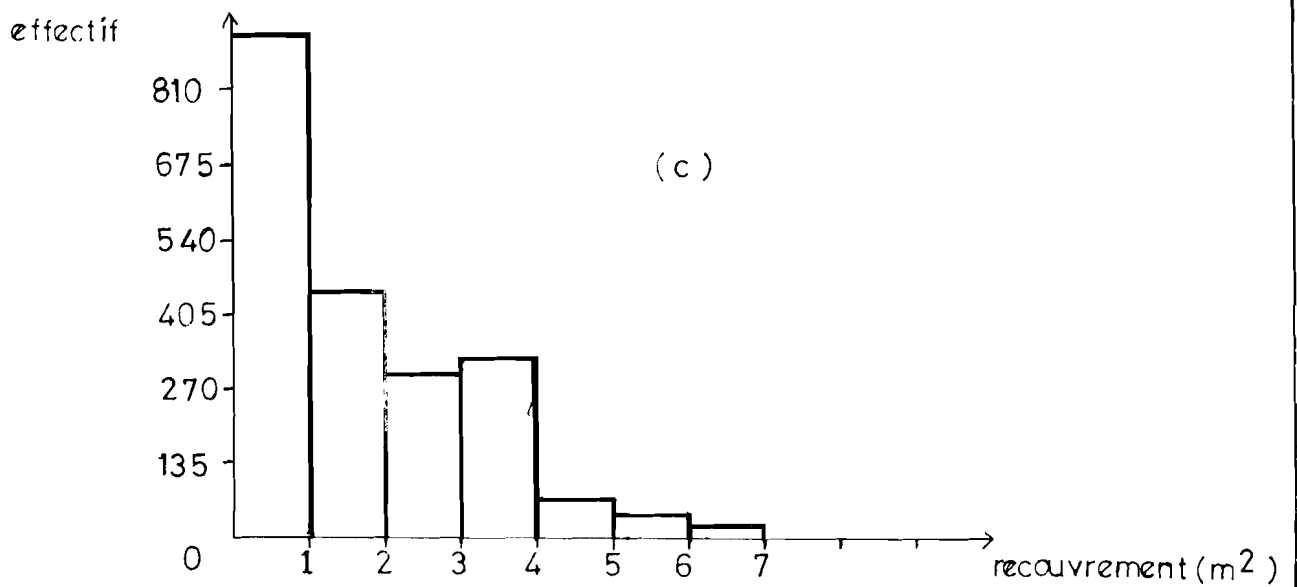
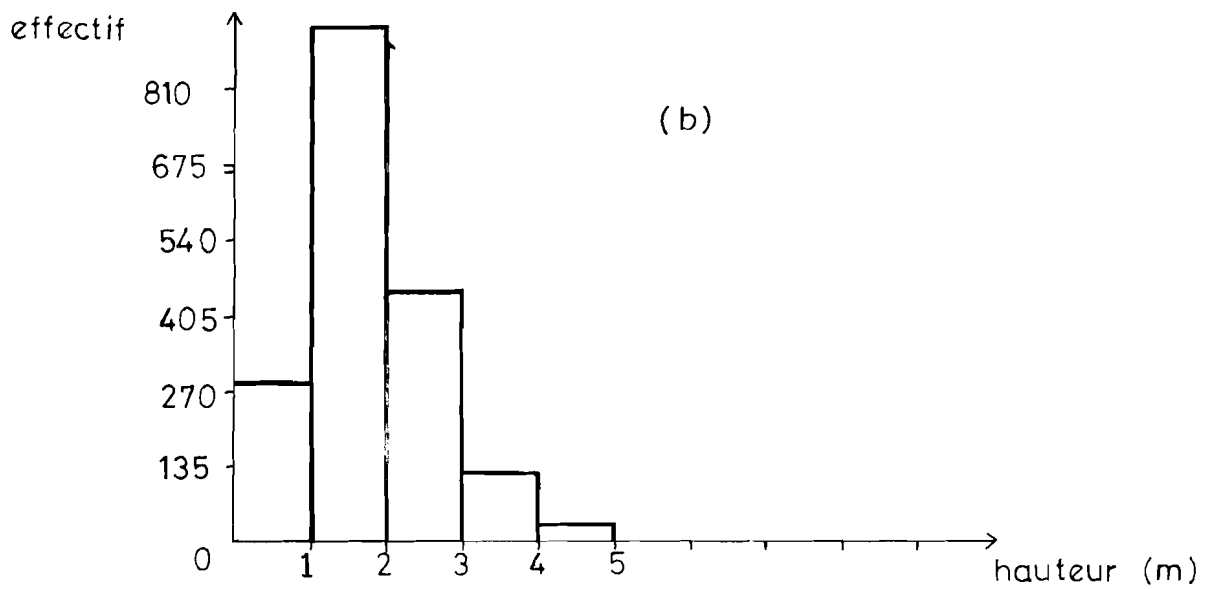
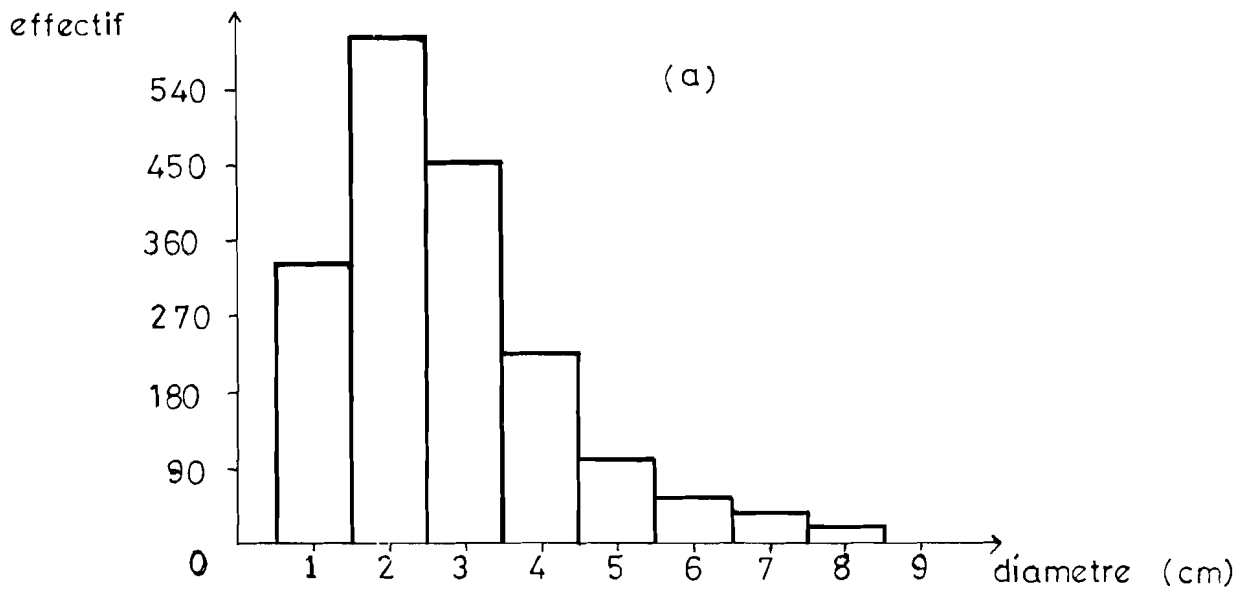
- une richesse spécifique de 44 espèces
- une densité de 1 547 individus par hectare
- une densité de 3 411 rejets par hectare
- une densité de recouvrement du sol de 23,5 %
- une hauteur moyenne de  $1,60 \pm 0,23$  mètres
- un diamètre à la base moyen de  $2,7 \pm 0,12$  centimètres.

3.2.2. Répartition des individus en classes de hauteur, de diamètre et de recouvrement

Pour la commodité, nous présentons ces répartitions sous forme de graphiques. (voir la figure n° 11).

fig.11

repartition en classes, tous milieux et especes confondus





### 3.3. Analyse de quelques populations d'espèces

Nous quittons la population de l'ensemble de toutes les espèces confondues, pour nous intéresser à chaque population des espèces retenues. Le critère de choix de ces espèces est l'abondance. C'est ainsi qu'ont été retenues, l'Acacia macrostachya ; l'Acacia seyal ; le Balanites aegyptiaca le Combretum aculeatum ; le Combretum micranthum ; le Guiera senegalensis ; Piliostigma reticulatum ; Securinega virosa et le Ziziphus mauritiana.

#### 3.3.1. Répartition de la population de chaque espèce en classe de diamètre, de hauteur et de recouvrement

Nous présentons ces répartitions sous forme de graphiques par les figures n° 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 et 20. Chaque figure concerne une espèce, et présente en (a) les classes de diamètres, en (b) les classes de hauteurs et en (c) les classes de recouvrement.

fig.12 *Acacia macrostachya*

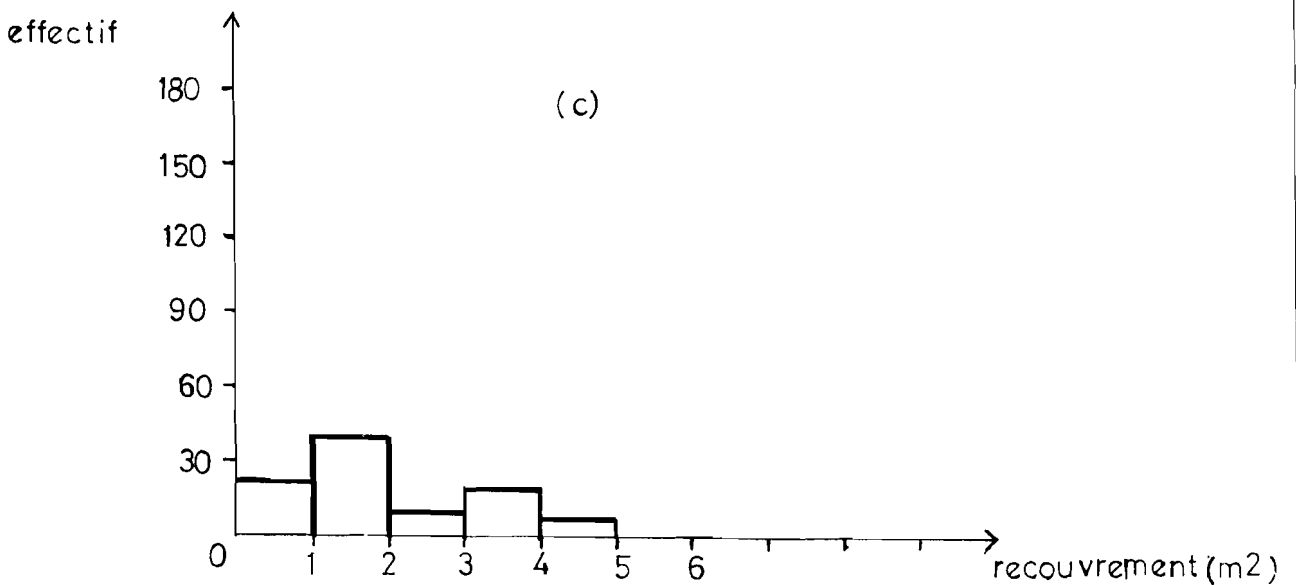
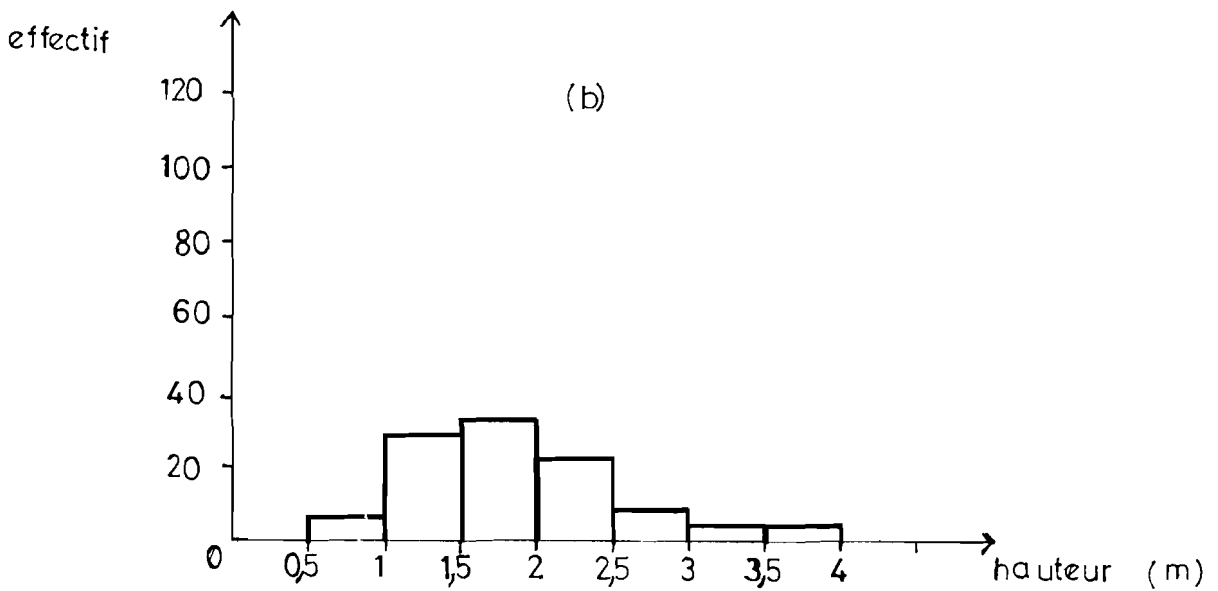
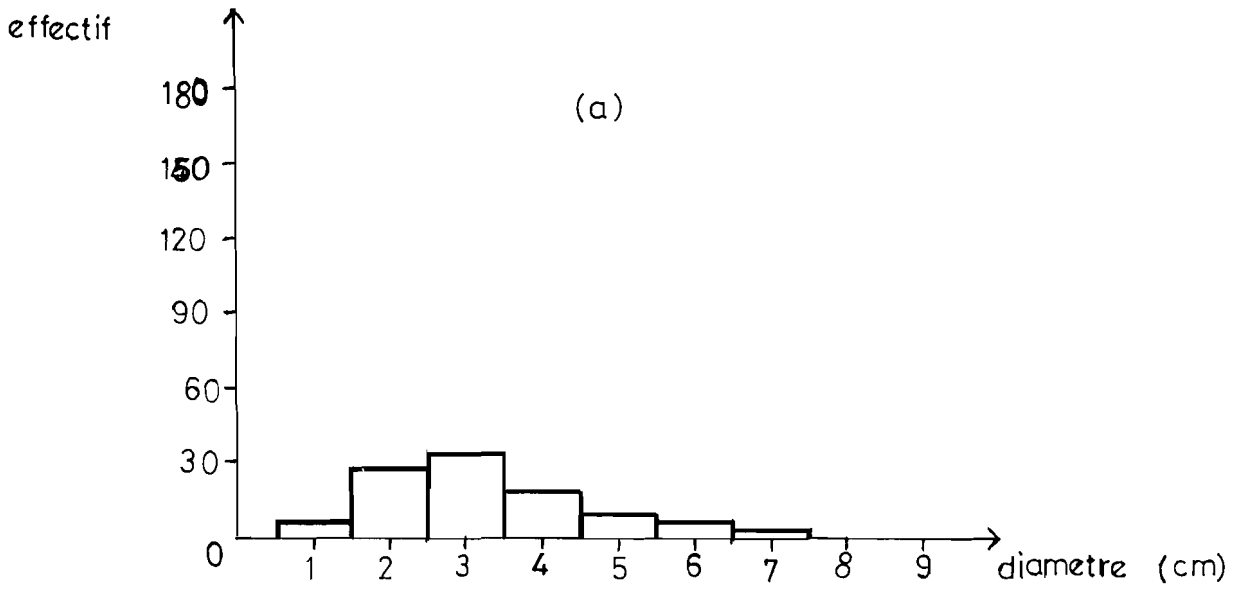


fig.13 *Acacia seyal*

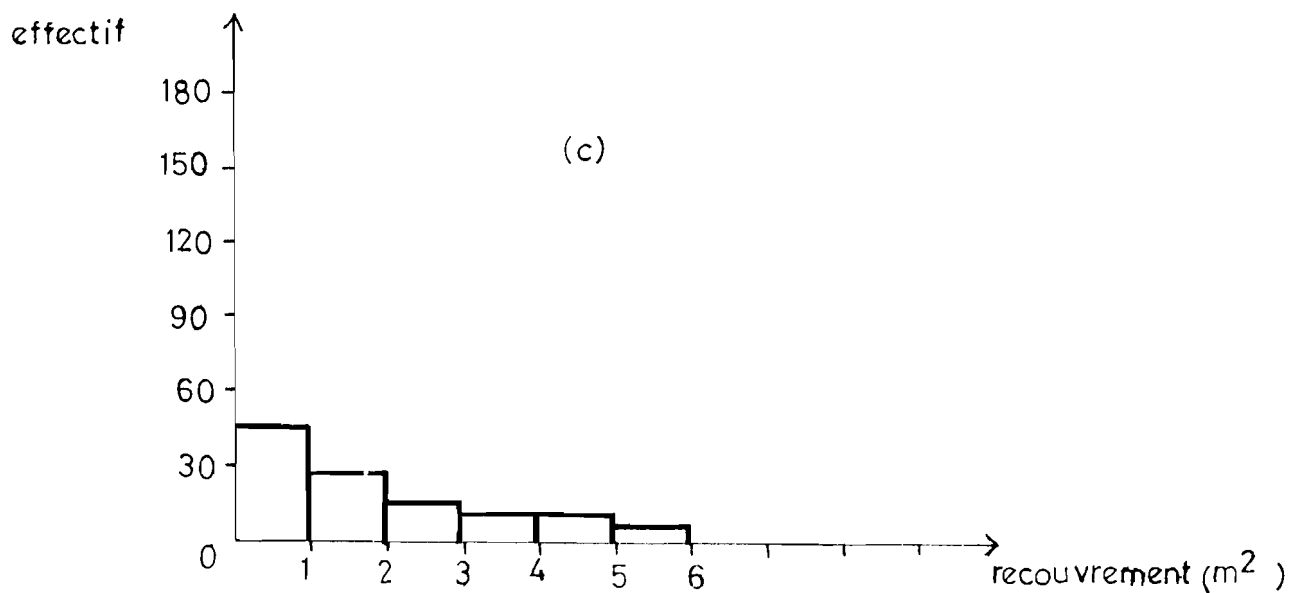
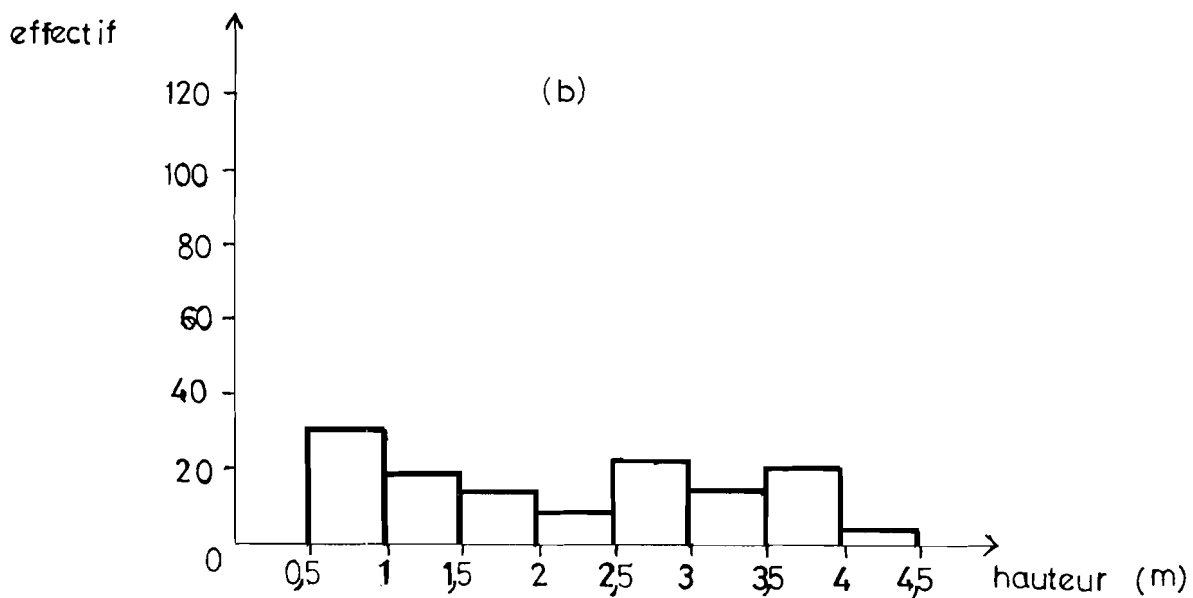
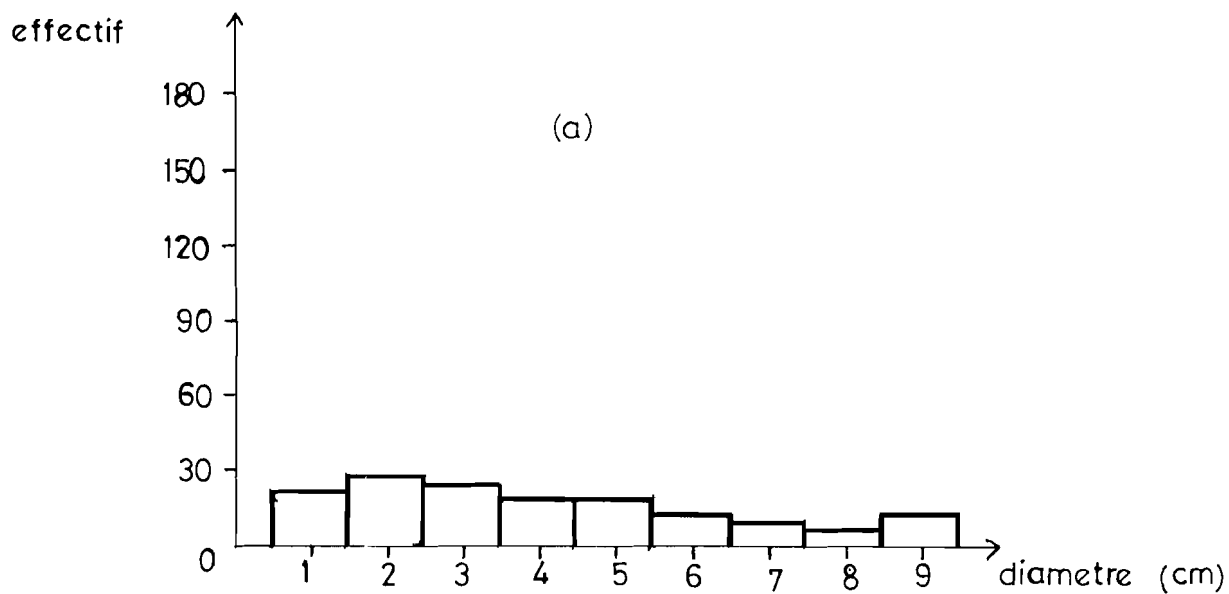


fig.14 *Balanites aegyptiaca*

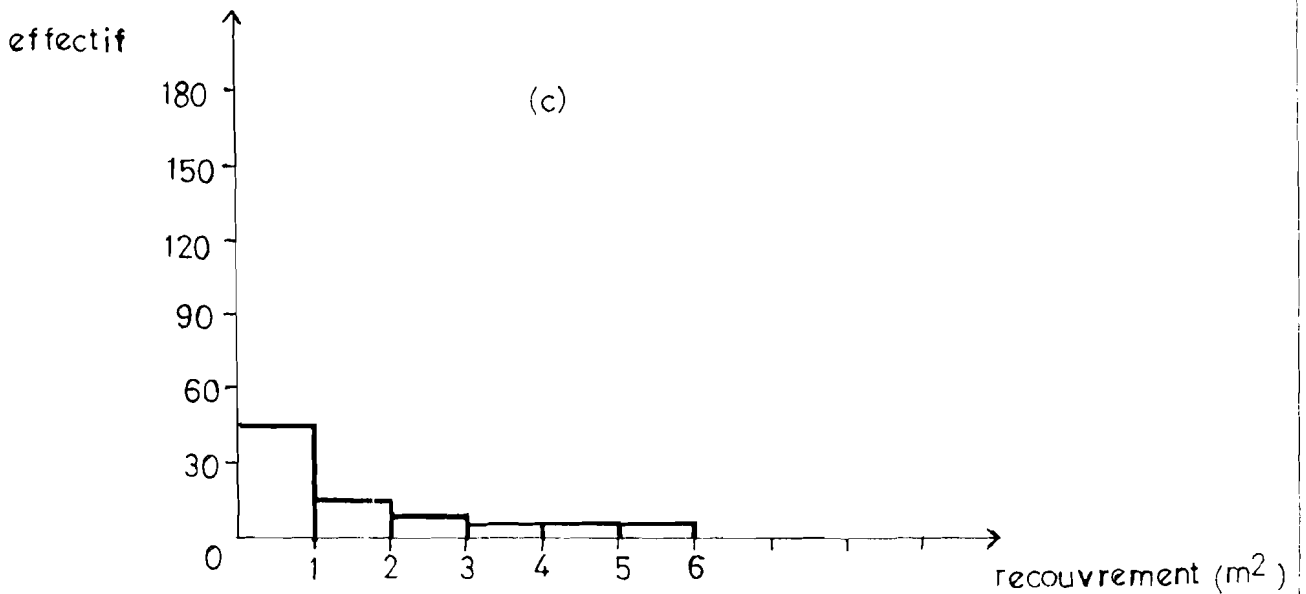
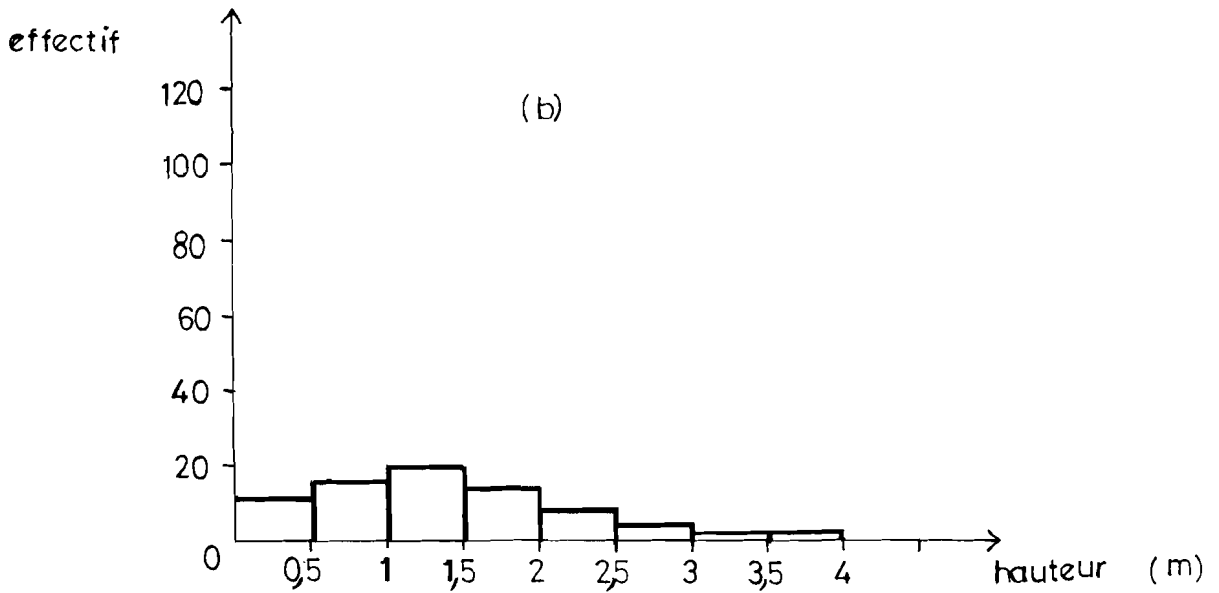
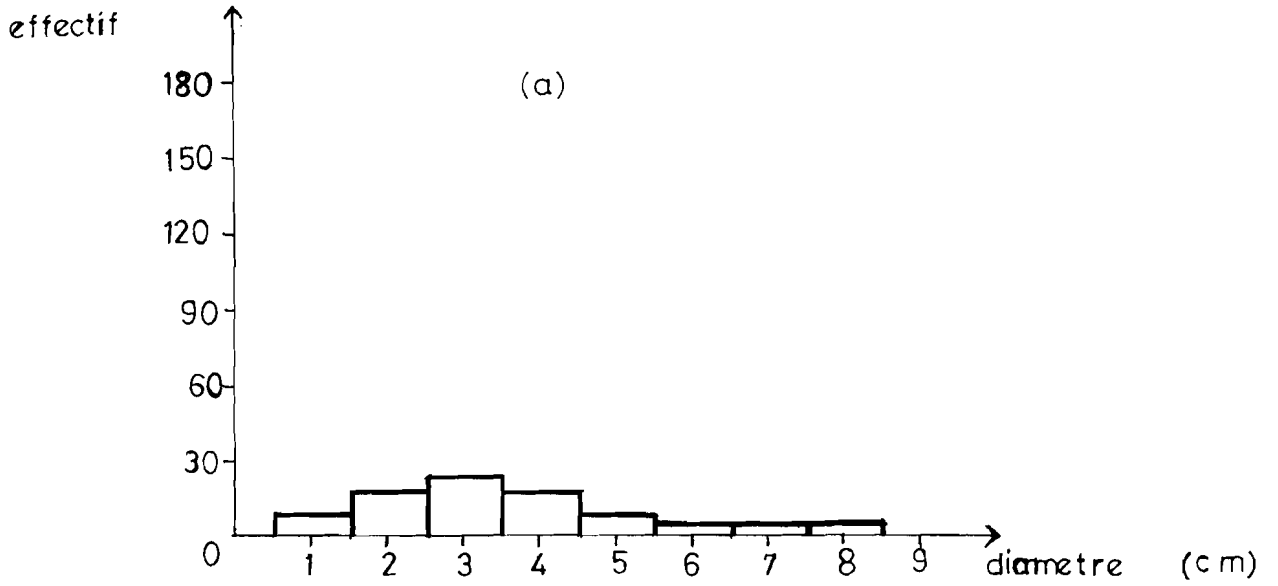


fig.15 *Combretum aculeatum*

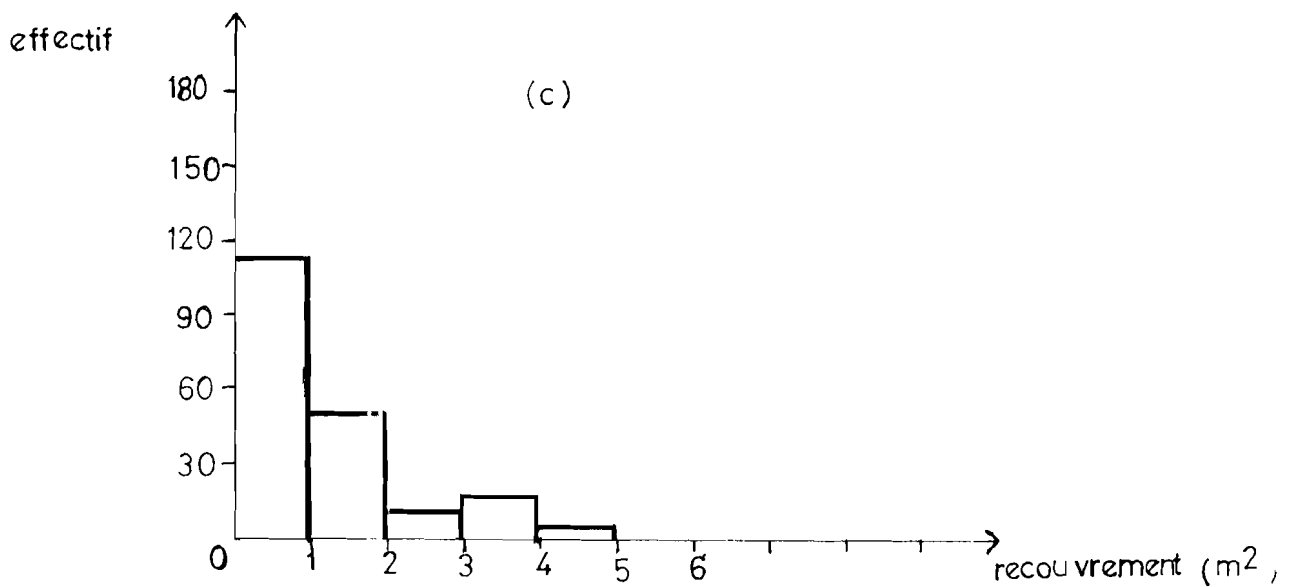
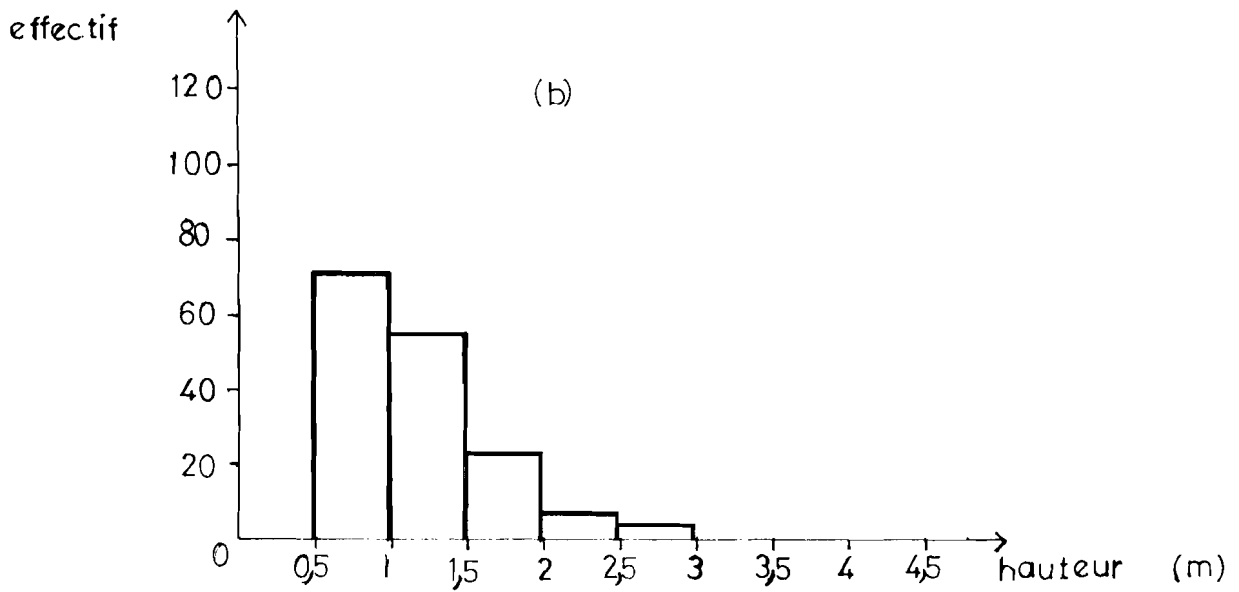
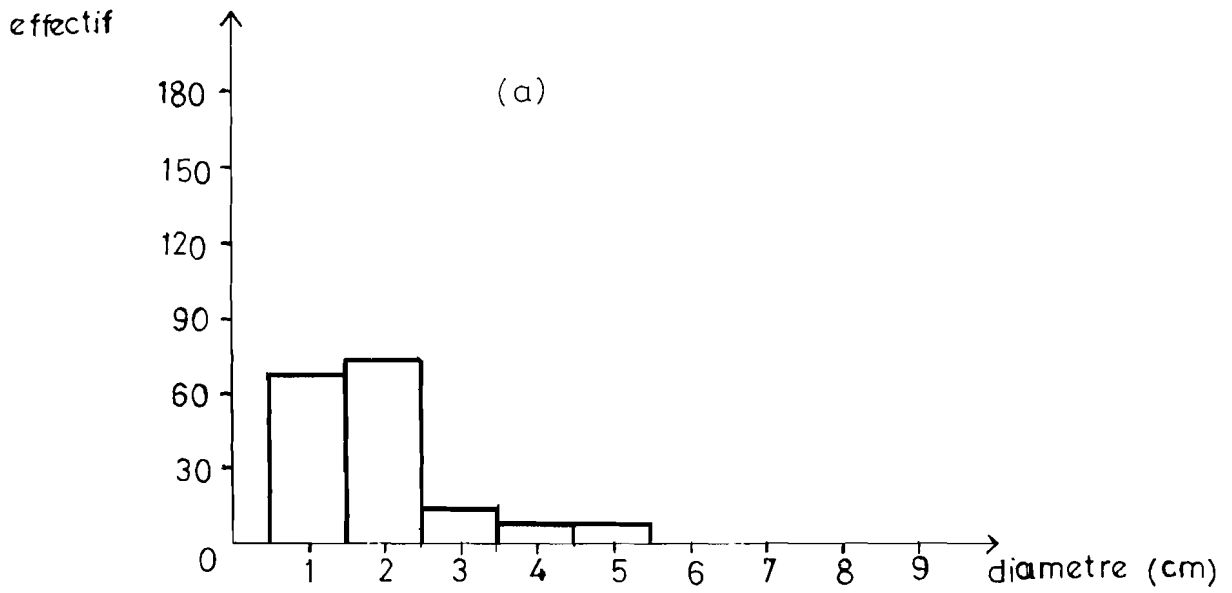


fig.16 Combretum macrocarpum

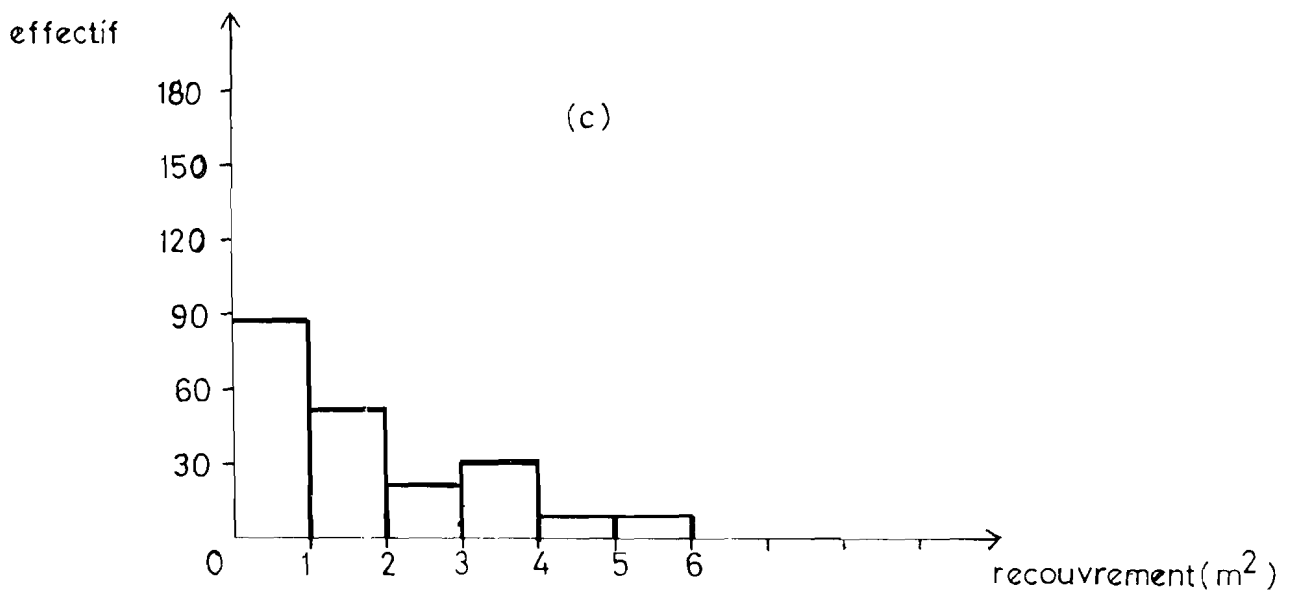
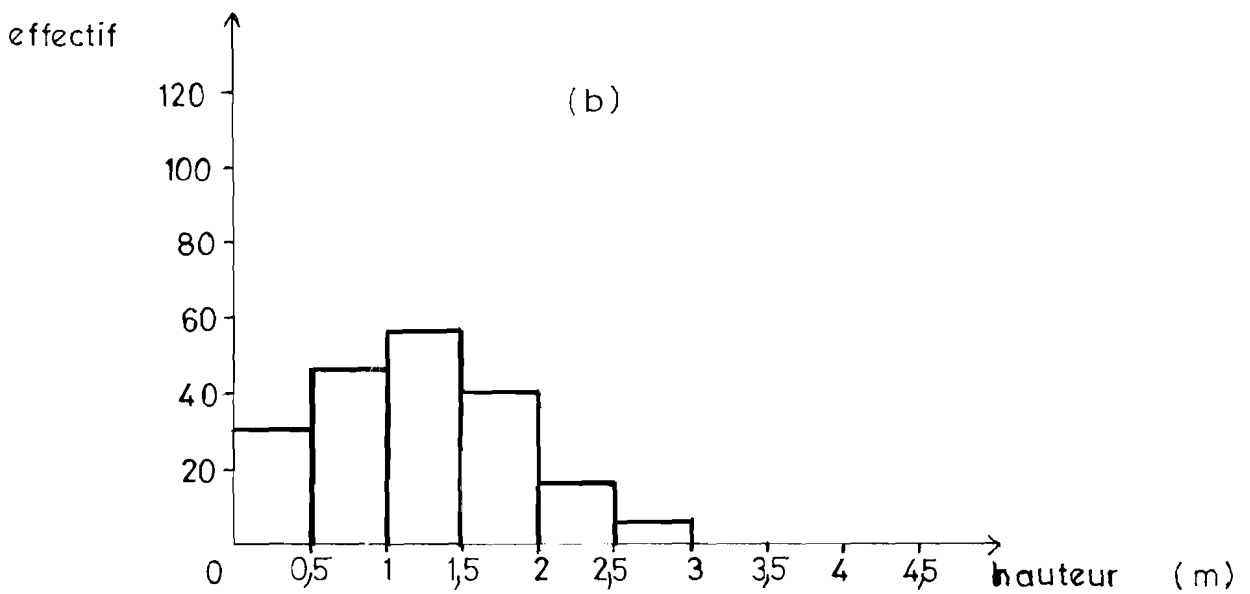
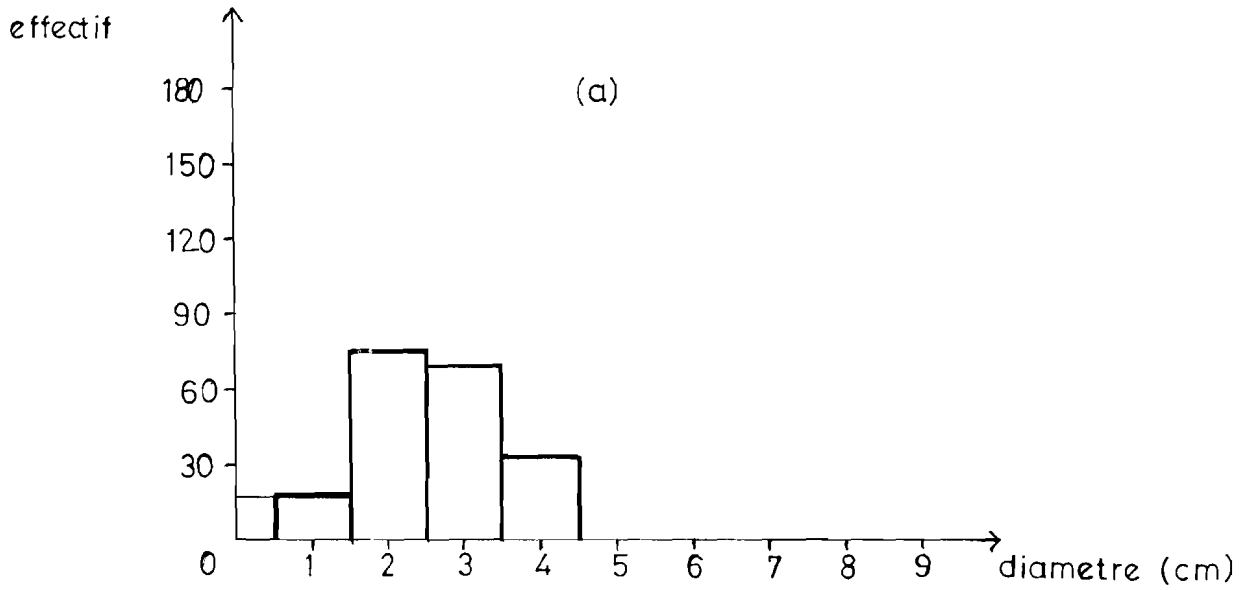


fig.17 *Guiera senegalensis*

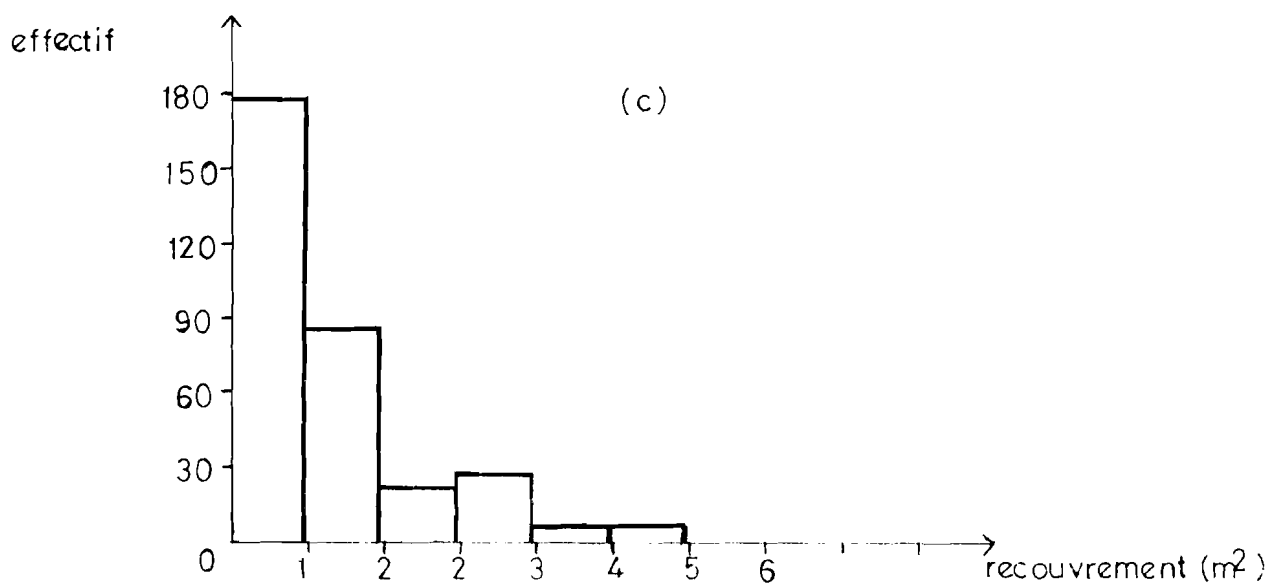
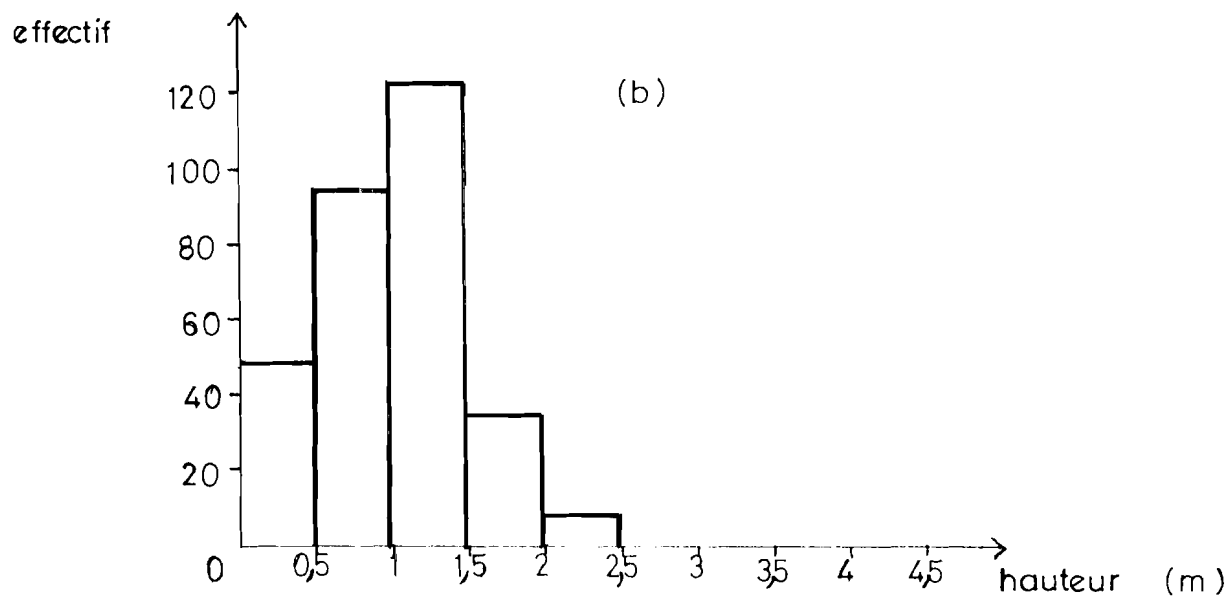
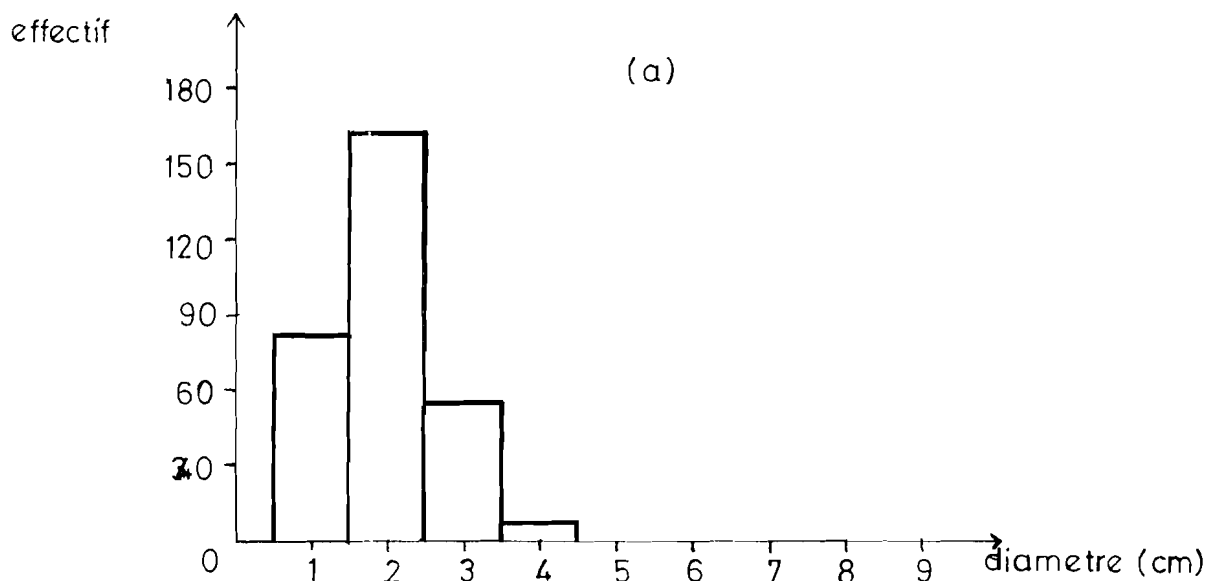


fig.18 *Ptilostigma reticulatum*

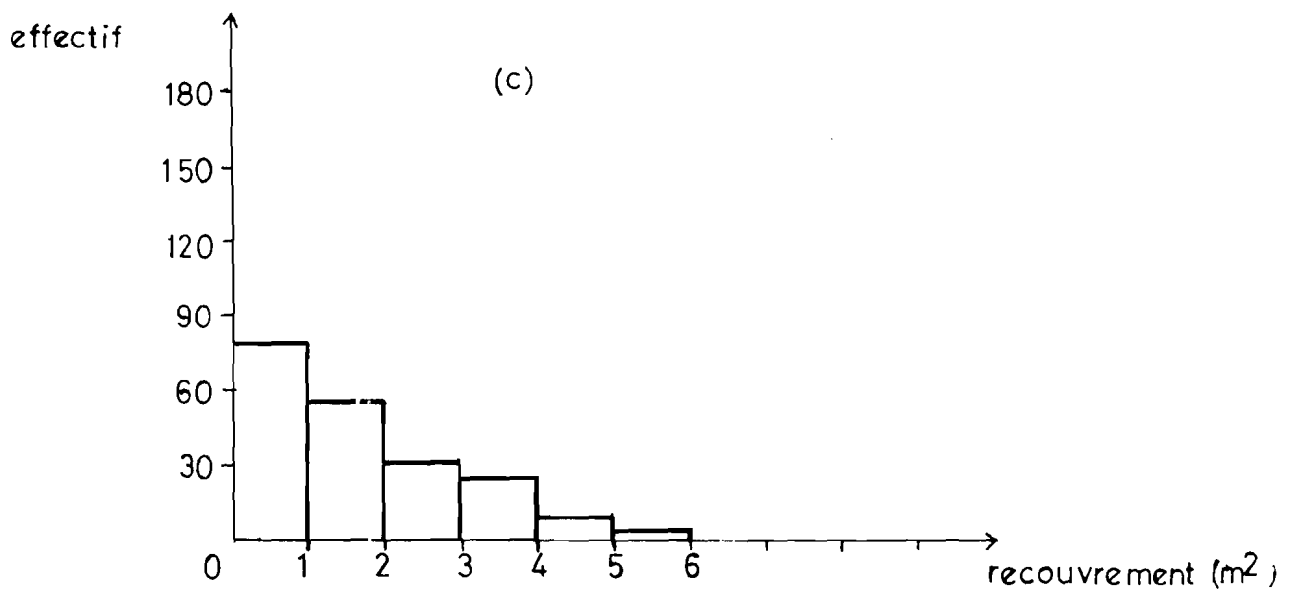
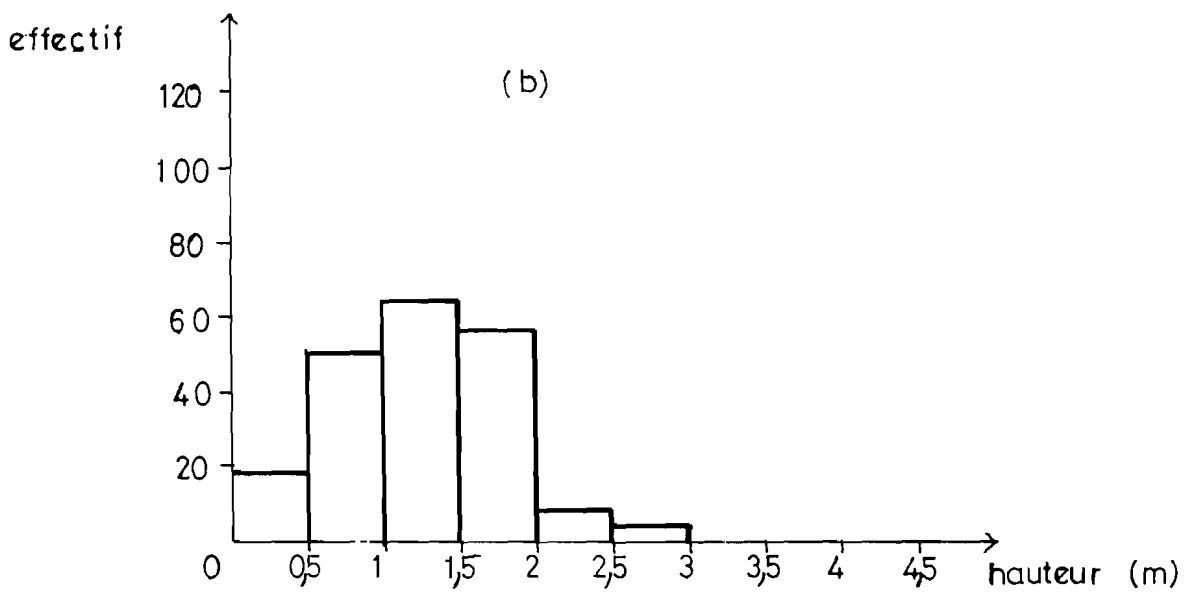
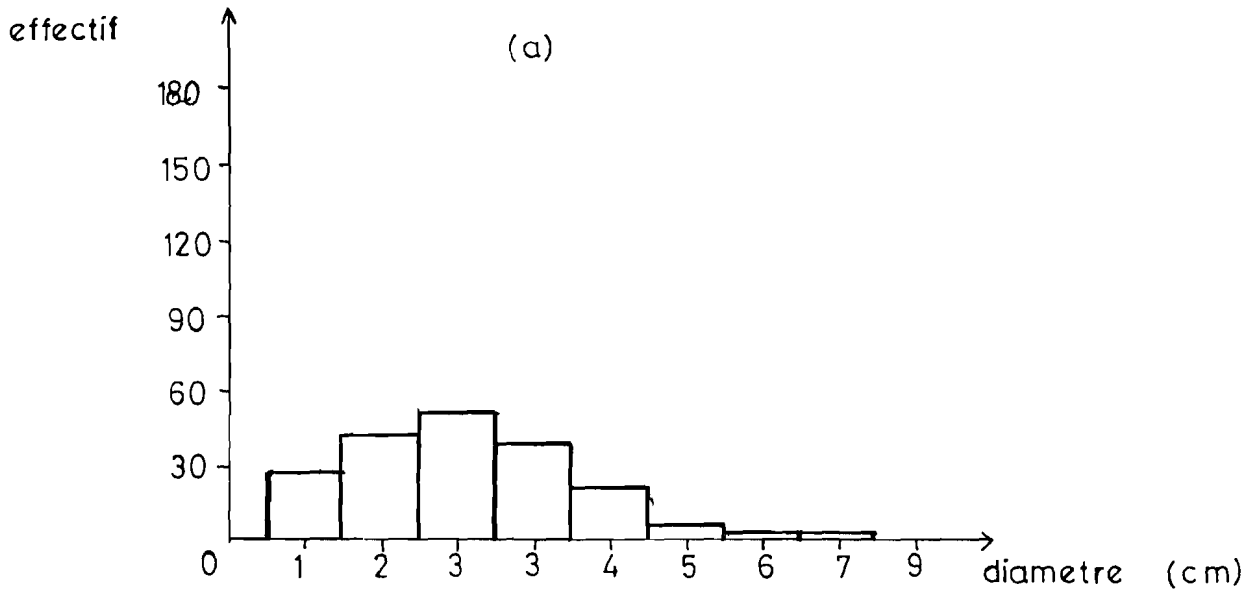
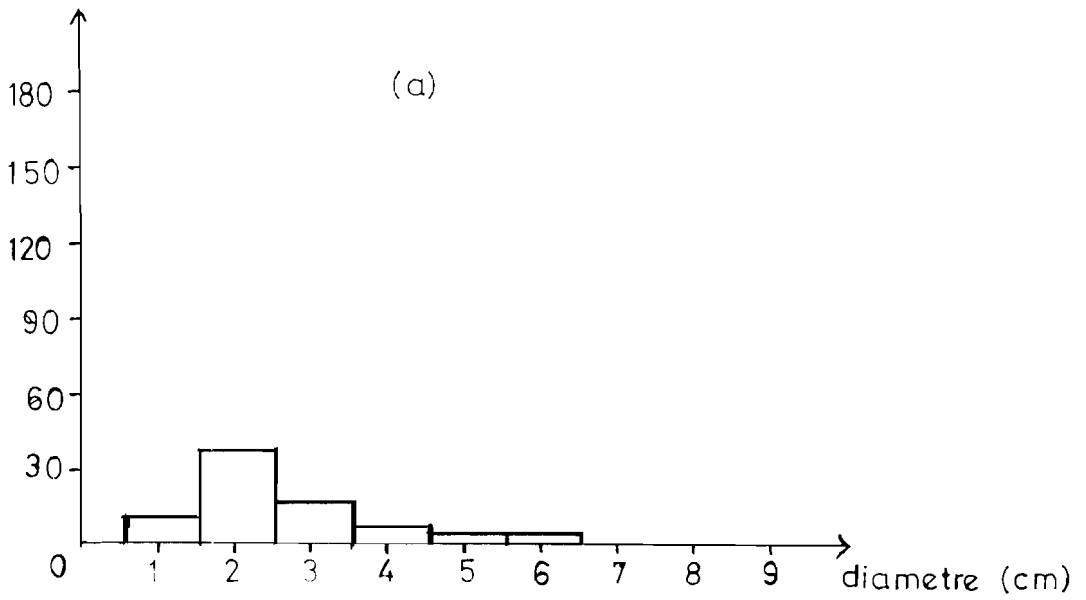


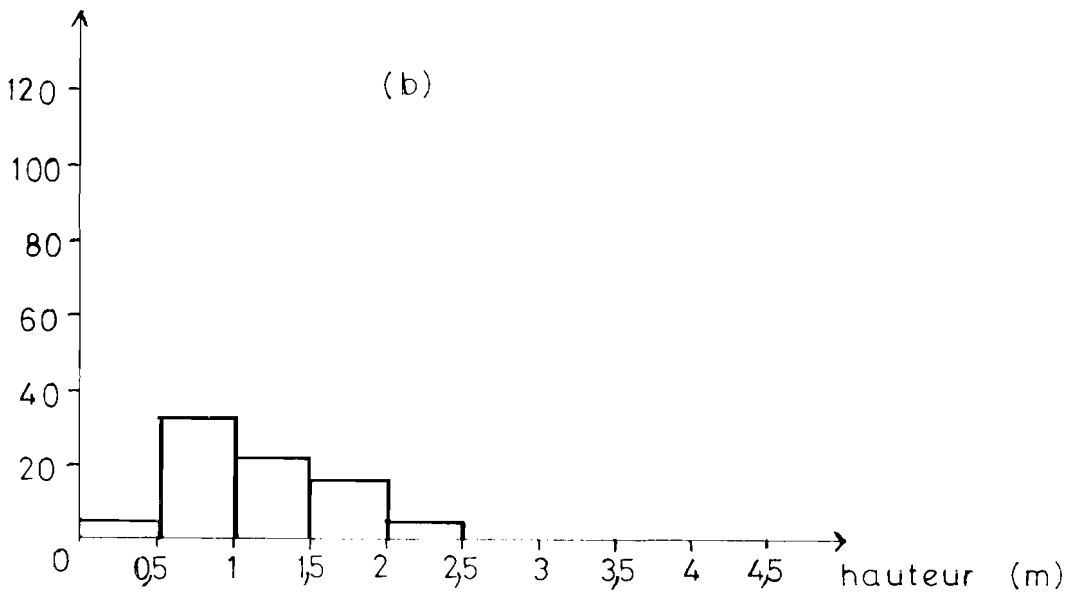


fig.19 *Securinega virosa*

effectif



effectif



effectif

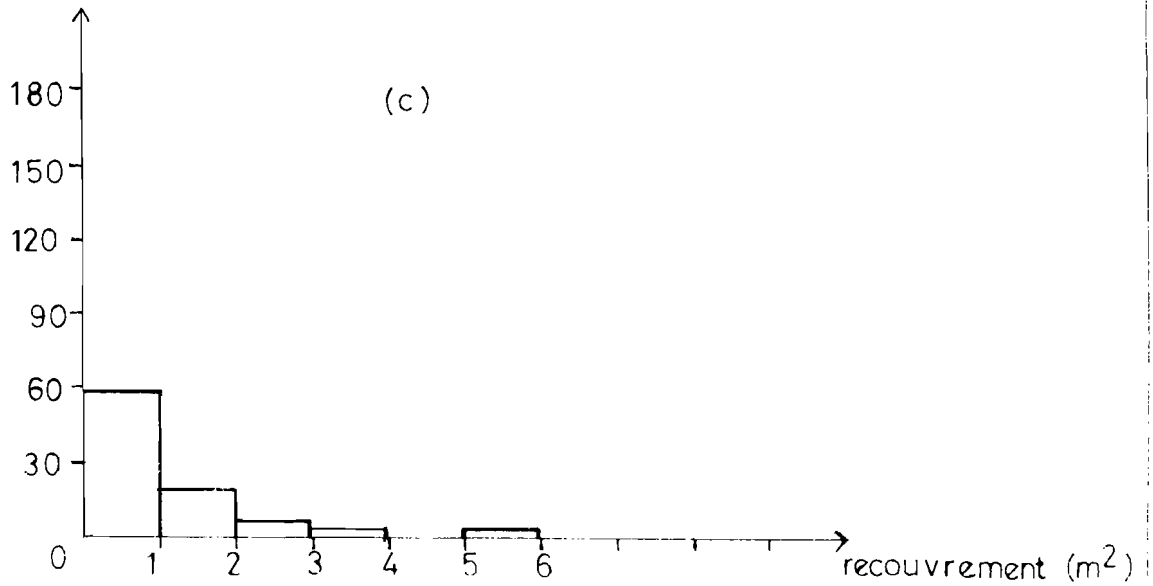
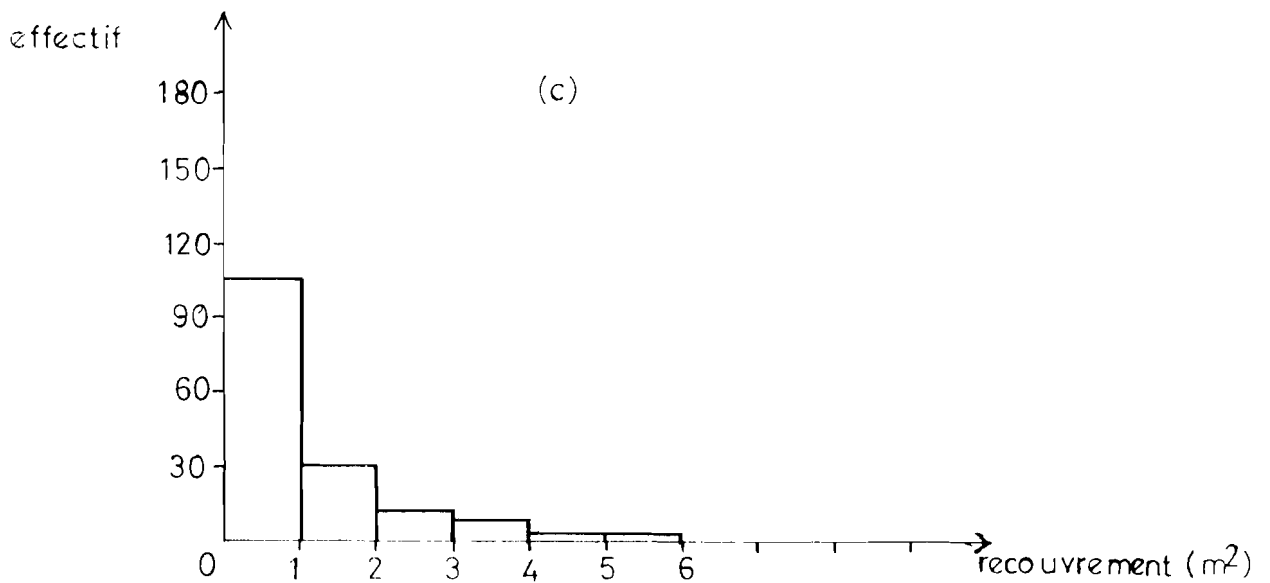
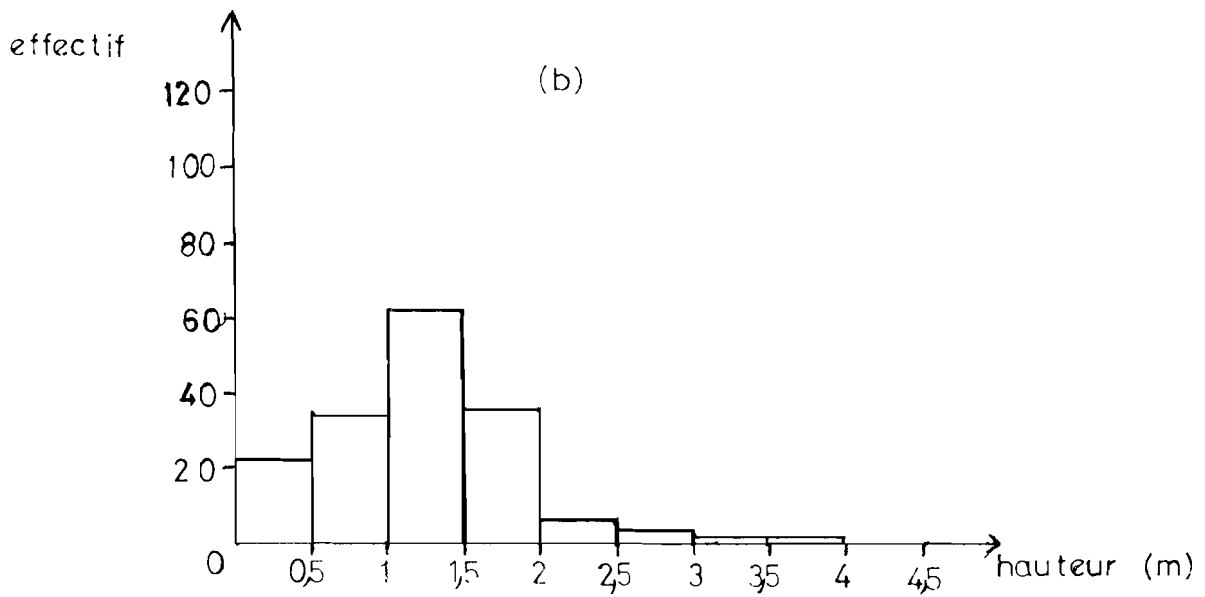
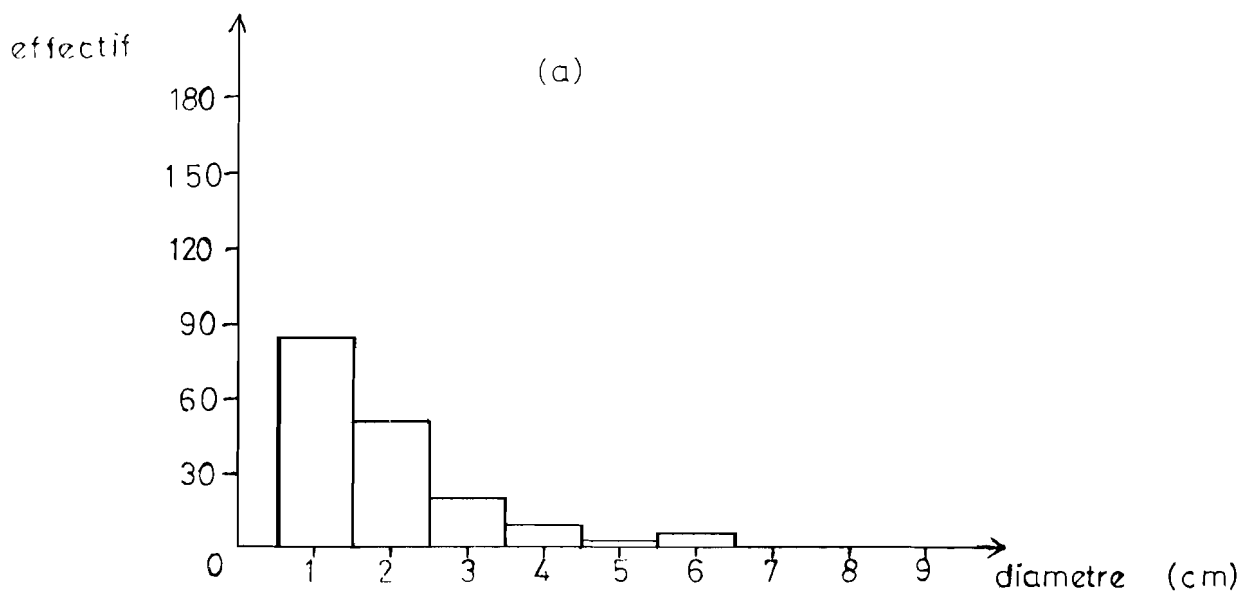


fig.20 Ziziphus mauritiana



3.3.2. Estimation des moyennes des paramètres

C'est la détermination pour chaque population d'espèce, de son diamètre moyen, de sa hauteur moyenne, et de son recouvrement moyen, ainsi qu'à l'estimation des erreurs par la loi de Student.

(voir tableaux n° 18, 19 et 20 pour les résultats de ces estimations.

Tableau n° 18 : Estimation des diamètres moyens ( $\bar{D}$ )

Espèces	Diamètre moyen (cm)				
	n	t	S	$\bar{D}$	Erreur au seuil 0,99
Acacia macrostachya	93	2,33	1,34	3,28	$\pm 0,32$
Acacia seyal	128	2,33	2,16	3,89	$\pm 0,44$
Balanites aegyptiaca	72	2,33	1,68	3,42	$\pm 0,46$
Combretum aculeatum	157	2,33	0,67	1,77	$\pm 0,12$
Combretum micranthum	192	2,33	0,77	2,61	$\pm 0,12$
Guiera senegalensis	308	2,33	0,72	2,01	$\pm 0,09$
Piliostigma reticulatum	200	2,33	1,56	3,25	$\pm 0,25$
Securinega virosa	79	2,33	0,87	2,37	$\pm 0,22$
Ziziphus mauritiana	166	2,33	1,02	1,79	$\pm 0,18$

Tableau n° 19 : Estimation des hauteurs moyennes ( $\bar{H}$ )

Espèces	Hauteur moyenne (n)				
	n	t	S	$\bar{H}$	Erreur au seuil 0,99
<i>Acacia macrostachya</i>	93	2,33	0,60	1,93	$\pm 0,14$
<i>Acacia seyal</i>	128	2,33	1,21	2,39	$\pm 0,24$
<i>Balanites aegyptiaca</i>	72	2,33	0,86	1,50	$\pm 0,23$
<i>Combretum aculeatum</i>	157	2,33	0,51	1,28	$\pm 0,09$
<i>Combretum micranthum</i>	192	2,33	0,64	1,79	$\pm 0,10$
<i>Guiera senegalensis</i>	308	2,33	0,50	1,61	$\pm 0,06$
<i>Piliostigma reticulatum</i>	200	2,33	0,57	1,37	$\pm 0,09$
<i>Securinea virosa</i>	79	2,33	0,56	1,27	$\pm 0,14$
<i>Ziziphus mauritiana</i>	166	2,33	0,63	1,32	$\pm 0,11$

Tableau n° 20 : Estimation des recouvrements moyens ( $\bar{R}$ )

Espèces	Recouvrement moyen (m <sup>2</sup> )				
	n	t	S	$\bar{R}$	Erreur au seuil 0,99
<i>Acacia macrostachya</i>	93	2,33	1,56	2,03	$\pm 0,37$
<i>Acacia seyal</i>	128	2,33	2,58	2,56	$\pm 0,53$
<i>Balanites aegyptiaca</i>	72	2,33	1,38	1,21	$\pm 0,37$
<i>Combretum aculeatum</i>	157	2,33	0,94	1,09	$\pm 0,17$
<i>Combretum micranthum</i>	192	2,33	1,35	1,61	$\pm 0,22$
<i>Guiera senegalensis</i>	308	2,33	1,08	1,16	$\pm 0,14$
<i>Piliostigma reticulatum</i>	200	2,33	1,43	1,72	$\pm 0,23$
<i>Securinea virosa</i>	79	2,33	0,81	0,80	$\pm 0,21$
<i>Ziziphus mauritiana</i>	166	2,33	1,59	1,21	$\pm 0,21$

3.3.3. Les espèces et leurs poids moyens en bois

Comme le paragraphe précédent, c'est la détermination et l'estimation des erreurs pour chaque espèce du poids sec moyen de bois par tige.

(voir les résultats sur le tableau n° 21)

Tableau n° 21 : Estimation des poids moyens en bois sec ( $\bar{P}$ )

Espèce	Poids moyen (g)				
	$n$	$t$	$S$	$\bar{P}$	Erreur au seuil 0,99
Acacia macrostachya	24	2,5	1 126	1 275	$\pm 574$
Acacia soyal	37	2,43	4 696	4 731	$\pm 1 876$
Balanites aegyptiaca	26	2,48	1 506	1 311	$\pm 732$
Combretum aculeatum	15	2,62	925	845	$\pm 620$
Combretum micranthum	17	2,58	354	505	$\pm 214$
Guiera senegalensis	14	2,65	488	506	$\pm 339$
Piliostigma reticulatum	25	2,49	1 566	1 858	$\pm 751$
Securinea virosa	17	2,58	724	733	$\pm 430$
Ziziphus mauritiana	18	2,57	1 136	930	$\pm 669$

Pour ces poids moyens, signalons que les écarts types restent très élevés du fait qu'ils proviennent de populations échantillons représentant presque toutes les tailles et grosseurs. Ce qui veut dire que les mesures sont très dispersées autour de la moyenne d'où les importantes erreurs d'estimations trouvées.

De cette analyse nous retiendrons que :

- Les populations d'Acacia seyal et de Ziziphus mauritiana présentent des signes de prélèvement importants. (trous dans les classes de diamètre).
- La population d'Acacia seyal présente les paramètres moyens les plus élevés. Elle est suivie du Piliostigma reticulatum puis de l'Acacia macrostachya et du Balanites aegyptiaca pour le poids moyen de bois.

Quant au diamètre moyen, le Balanites vient en deuxième position suivi de l'Acacia macrostachya puis du Piliostigma reticulatum.

---

### 3.4. Etude de corrélations

Cette étude portera sur quelques populations d'espèces. Ces espèces sont les mêmes que celles étudiées dans le chapitre précédent.

Son but est la mise en évidence de relations entre les différents paramètres morphologiques et pondéraux des espèces retenues.

Avant d'entamer ce travail proprement dit, nous voulons d'ores et déjà, expliquer quelques signes mathématiques qui apparaîtront lors de l'étude.

- $r$  et  $R^2$  : coefficients de corrélation simple et multiple
- $a, b, c$  : coefficients de proportionnalité ou constante
- $x_i, y_i$  : valeurs du couple  $i$  de données ( $H, D, p$ )
- $H$  : hauteur totale de l'individu
- $D$  : Diamètre à la base de l'individu
- $P$  : Poids sec du bois total de l'individu
- $V$  : Volume fictif ( $D^2H$ ) de la tige de l'individu
- $\bar{x}, \bar{y}$  : moyenne arithmétique des séries de données
- $n$  : effectif des séries de données
- $\hat{Y}$  : courbe théorique
- $\sigma$  : écart type des séries de données de  $n$
- $S$  : écart type des séries de données  $n-1$
- $X_i = x_i - \bar{x}$
- $Y_i = y_i - \bar{y}$
- $X_1 = H_i - \bar{H}$
- $X_2 = D_i - \bar{D}$
- $Y = P_i - \bar{P}$
- $g$  : gramme
- $m$  : mètre
- $\sum$  : signe de sommation
- $\chi$  : degré ou niveau de confiance
- $S^2$  : variance.

### 3.4.1. Correlations entre Hauteurs et Diamètre à la base des espèces

En examinant les nuages de points :

- Hauteur fonction du diamètre  $H = f(D)$
- Recouvrement fonction de la hauteur  $R = f(H)$
- Recouvrement fonction du diamètre  $R = f(D)$

établis pour chaque population d'espèce, nous constatons que quelle que soit l'espèce, ce sont les nuages de points traduisant la relation hauteur-diamètre qui possèdent les formes les plus exploitables, contrairement aux autres qui présentent des formes aux contours circulaires.

Pour être plus concret, nous présentons sur les figures n° 21, 22, et 23 des exemples de nuages de points (hauteur-diamètre).

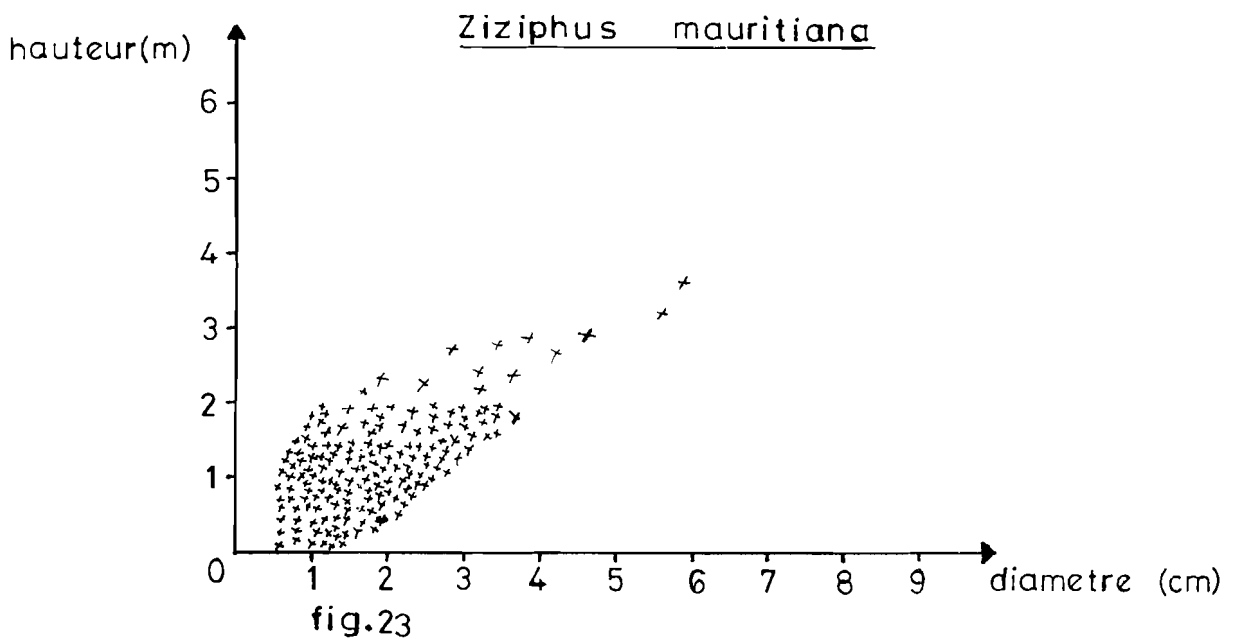
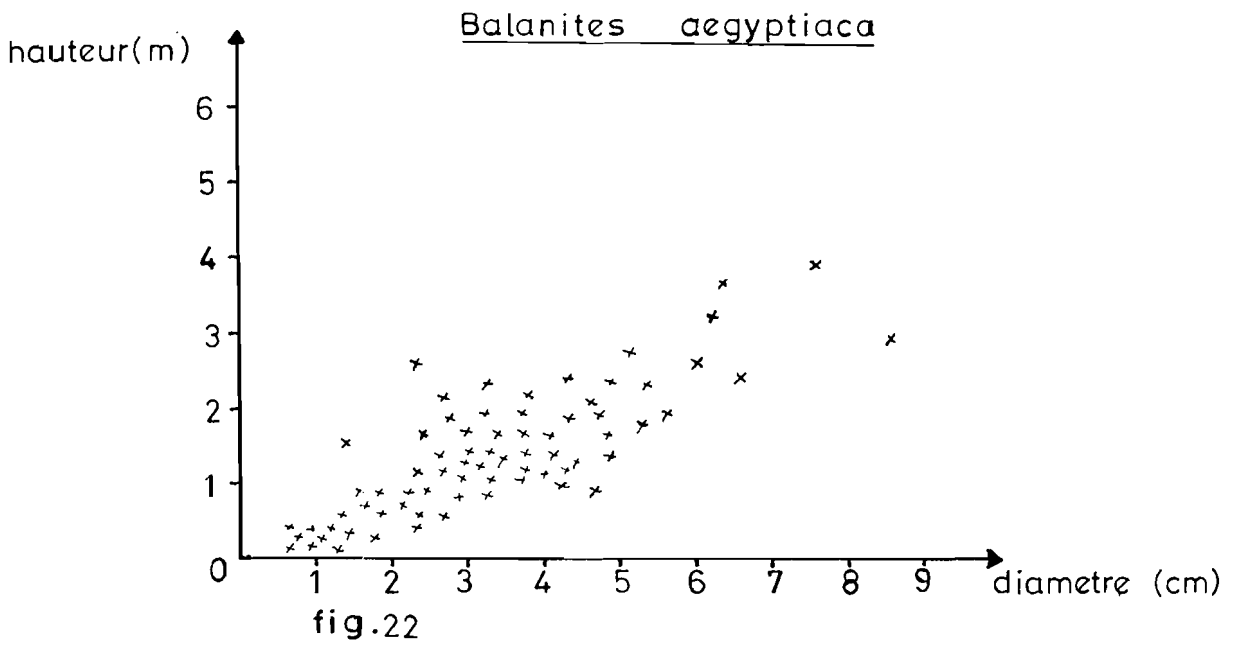
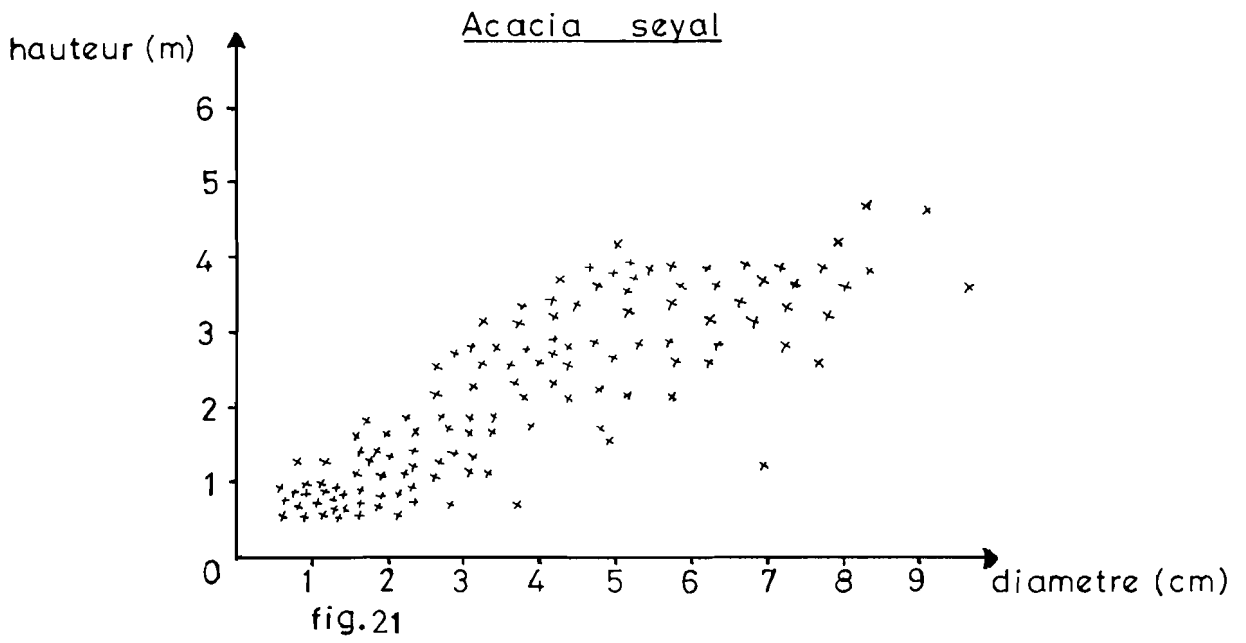
C'est compte tenu de ces observations que nous avons choisi d'étudier uniquement la régression hauteur-diamètre pour chaque espèce.

Pour cela, et les nuages de points aidant, nous supposons à priori, l'existence de relations linéaires, dont nous vérifierons les qualités.

Le coefficient de corrélation ( $r$ ) permet à lui seul d'apprécier objectivement les qualités des ajustements. Mais nous examinerons en plus de ce coefficient, le coefficient d'indétermination qui représente le pourcentage des variations de  $y$  qui ne sont pas expliquées par les variations de  $x$  ( $y$  étant la variable dépendante et  $x$ , la variable indépendante), puis le seuil de signification des regressions.

---





La méthode de détermination du coefficient de corrélation, ainsi que des autres constantes servant à l'établissement des équations mathématiques, est celle des moindres carrés, dont le principe est de rendre minimum, puis de résoudre le système d'équation  $(Y_i - \hat{Y})^2$ , pour aboutir aux formules d'applications. Pour mémoire nous rappelons ces formules.

$$a = \frac{\sum (X_i \cdot Y_i)}{\sum X_i^2}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum [(X_i \cdot Y_i)]}{\sigma^x \cdot \sigma^y}$$

Le coefficient d'indétermination est quant à lui défini par la relation  $1 - r^2$

Pour les seuils de signification, nous procéderons au test de signification des régressions par l'application de la formule :

$$\mu = \frac{a \sum [(x - \bar{x}) \cdot (y - \bar{y})]}{s^2}$$

avec

$$- s^2 = \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n-2}$$

-  $H_0$  :  $a = 0$

-  $H_1$  :  $a \neq 0$

- rejet de  $H_0$  si  $\mu > F(1, n-2) ; (1 - \gamma)$

-  $\gamma = 0,05$  en général

Le tableau n° 22 résume les différents coefficients et seuils de signification de la régression linéaire diamètre hauteur. Résultats obtenus par l'application numérique des formules citées plus haut, à chaque population d'espèce, et cela, à l'aide d'une calculatrice appropriée.

Tableau n° 22 : Coefficients et seuils de signification  
des regressions hauteur-diamètre

Espèces	H = aD + b						
	n	a	b	r	1 - r <sup>2</sup>	$\mu$	F(1, n-2) ; 0,95
Acacia macrostachya	93	0,31	0,80	0,70	0,51	18,6	3,84
Acacia seyal	128	0,47	0,55	0,84	0,29	312,8	3,84
Balanites aegyptiaca	72	0,41	0,009	0,79	0,37	6	3,84
Combretum aculeatum	157	0,46	0,46	0,60	0,64	86	3,84
Combretum micranthum	192	0,49	3,62	-0,05	0,99	-0,29	3,84
Guiera senegalensis	308	0,48	0,64	0,69	0,52	995	3,84
Piliostigma reticulatum	200	0,28	0,45	0,77	0,40	180	3,84
Securinega virosa	79	0,41	0,27	0,65	0,57	26,4	3,84
Ziziphus mauritiana	166	0,53	0,36	0,86	0,26	356,6	3,84

L'examen des coefficients de corrélation ( $r$ ) montre qu'aucun d'eux ne se rapproche de  $+1$  ou  $-1$  qui sont les valeurs maximums de  $r$  lorsque l'ajustement est parfait.

A part Combretum micranthum, les " $F$ " des autres espèces sont aux " $F(1, n-2) ; 0,95$ ". Ce qui veut dire que les regressions des autres espèces sont significatives au seuil  $0,95$ .

Quant aux coefficients d'indétermination, ils varient de  $0,26$  à  $0,99$ . Ce qui veut dire que dans le meilleur des cas, c'est-à-dire celui du Ziziphus ici, nous avons  $26\%$  des variations de la hauteur qui ne sont pas expliquées par les variations du diamètre à la base, au seuil  $0,95$ . La valeur ( $26\%$ ) semble inacceptable étant donné qu'elle est supérieure à  $20\%$ . Cela traduit les mauvaises qualités de ces ajustements et démontre en d'autres termes qu'il n'existe pas de relations linéaires satisfaisantes entre les hauteurs et les diamètres des espèces étudiées.

### 3.4.2. Correlation entre le poids et quelques paramètres dimensionnels

C'est pour ces relations que des populations échantillons ont été constituées pour chaque espèce, où l'on a mesuré pour chaque individu échantillon, la hauteur totale, le diamètre à la base, puis le poids sec de bois écorce comprise. Voir le paragraphe 2.2.3.2.

Nous voulons alors, avec <sup>Ces</sup> trinômes de valeurs, corréler le poids avec chacun des autres paramètres, puis avec l'ensemble des autres paramètres.

Les nuages de points ( $P = f(H)$  ;  $P = f(D)$  ; et  $P = f(D^2H)$ ) préalablement établis pour chaque espèce, laissent apparaître des arrangements de points plus ou moins alignés. De ce fait nous supposons l'existence de relations linéaires entre le poids et les autres paramètres, dont nous vérifierons la "force" ou la qualité par <sup>le</sup> calcul des coefficients de corrélation ( $r$  ou  $R^2$ ). Signalons que en plus des régressions linéaires simples, nous vérifierons aussi la qualité d'une régression linéaire multiple.

#### 3.4.2.1. Regressions simples de type $y = ax+b$

Il s'agit de déterminer pour chaque espèce et pour chacune des régressions suivantes :

- Hauteur (H) en poids (P) :  $P = aH + b$
- Diamètre (D) en poids (P) :  $P = aD + b$
- Volume (V) en poids (P) :  $P = aD^2H + b$

Leur équation et leur coefficient de corrélation.

Signalons que ici, le volume n'est pas celui réellement mesuré sur le terrain, ou théoriquement déterminé à partir de mesures appropriées.

C'est la dénomination donnée au terme ( $D^2H$ ) pour un changement de variable, dans le but de pouvoir regresser simultanément  $D^2$  et  $H$  en poids.

La méthode de détermination des équations et des coefficients de corrélation est la même que celle utilisée précédemment. Et nous consignons dans le tableau n° 23, les résultats.

#### 3.4.2.2. Regression multiple de type

$$\hat{Y} = aX_1 + bX_2 + c \text{ ou encore } P = aH + bD + c$$

La méthode d'étude est encore celle des moindres carrés où la résolution du système  $(Y_i - \hat{Y})^2$  aboutit aux formules pratiques qui sont :

$$a = \frac{(\sum YX_1)(\sum X_2^2) - (\sum YX_2)(\sum X_1X_2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2}$$

$$b = \frac{(\sum YX_2)(\sum X_1^2) - (\sum YX_1)(\sum X_1X_2)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1X_2)^2}$$

$$c = \bar{y} - a\bar{x}_1 - b\bar{x}_2$$

$$R^2(y, \hat{y}) = \frac{a(\sum YX_1) + b(\sum YX_2)}{\sum Y^2}$$

Faute de machine appropriée, nous avons effectué les calculs à la main. Pour cela, avant l'application numérique de ces formules, nous réunissons dans un tableau pour chaque espèce toutes les données nécessaires. Et cela par des calculs intermédiaires faits à l'aide d'une calculatrice.

Tableau n° 23 : Equations et coefficients de corrélation  
des regressions simples

Espèces	Effectif des échan- tillons	P = aH + b			P = aD + b			P = a(D <sup>2</sup> H) + b		
		a	b	r	a	b	r	a	b	r
Acacia macrotachya	24	1061	-957	0,73	528	-744	0,96	19	370	0,96
Acacia seyal	37	3373	-4714	0,78	1937	-4936	0,94	41	455	0,98
Balanites aegyptiaca	26	1214	-1057	0,81	631	-1368	0,90	20	98	0,99
Combretum aculeatum	15	809	-500	0,53	726	-825	0,92	58	85	0,99
Combretum micranthum	17	368	-147	0,78	320	-304	0,95	21	176	0,97
Guiera senegalensis	14	512	-416	0,68	406	-470	0,93	34	-3,6	0,98
Piliostigma reticulatum	25	1536	-728	0,65	639	-836	0,96	32	360	0,98
Securinega virosa	17	964	-701	0,85	514	-759	0,90	33	116	0,98
Ziziphus mauritiana	18	1016	-1069	0,85	621	-934	0,92	25	105	0,99

Voir le tableau n° 24 représentant celui du Combretum aculeatum. Et c'est en procédant ainsi pour toutes les espèces que nous avons obtenu les résultats du tableau n° 25, ci-joint.

Tableau n° 24 : Procédure pour le calcul de  $R^2$

Combretum aculeatum					
H (m)	D(10 <sup>-2</sup> m)	P (g)	Hi- $\bar{H}$ (X1)	Di- $\bar{D}$ (X2)	Pi - $\bar{P}$ (Y)
0,8	0,9	42,2	-0,96	-1,4	-801,7
1,1	1,0	87,7	-0,66	-1,3	-756,2
1,6	1,0	117,0	-0,16	-1,3	-727,0
2,2	1,1	198,2	+0,44	-1,2	-645,7
1,0	1,8	221,0	-0,76	-0,5	-623,0
1,3	1,8	240,5	-0,46	-0,5	-603,5
1,7	2,0	481,0	-0,06	-0,3	-363,0
2,3	2,0	539,5	+0,54	-0,3	-304,5
2,6	2,2	890,5	+0,84	-0,1	+46,5
1,3	2,8	721,5	-0,46	+0,5	-122,5
1,7	2,9	1202,5	-0,06	+0,6	+358,5
2,3	2,9	1417,0	+0,54	+0,6	+573,0
2,7	3,0	1508,0	+0,94	+0,7	+664,0
1,4	4,0	1397,5	-0,26	+1,7	+553,5
2,4	5,1	3607,5	+0,64	+2,8	+2763,5
$\bar{H} = 1,76$	$\bar{D} = 2,3$	$\bar{P} = 844$	$\sum X_1^2 = 5,29$	$\sum X_2^2 = 19,66$	$\sum Y^2 = 11995279,94$
$n = 15$	$\sum (X_1 \cdot X_2) = 4,16$		$\sum (X_1 \cdot X_2)^2 = 7,27$		
$\sum (Y \cdot X_1) = 4286,29$			$\sum (Y \cdot X_2) = 14275,62$		

Application numérique

$$a = \frac{(4286,29 \times 19,66) - (14275,62 \times 4,16)}{(5,29 \times 19,66) - 7,27} = 257$$

$$b = \frac{(14275,62 \times 5,29) - (4286,29 \times 4,16)}{(5,29 \times 19,66) - 7,27} = 596$$

$$R^2(P, \hat{P}) = \frac{(4286,29 \times 257) + (14275,62 \times 596)}{11995279,94} = 0,801$$



Tableau n° 25 : Résultats de la regression multiple  
Hauteur (H), Diamètre D et Poids (P)

Espèces	Coef. a	Coef. b	Coef. $R^2(P, \hat{P})$
Acacia macrostachya	156	281	0,575
Acacia seyal	158,5	694	0,352
Balanites aegyptiaca	808	120	0,598
Combretum aculeatum	257	596	0,801
Combretum micranthum	44,4	140,7	0,476
Guiera senegalensis	-9,3	202,9	0,423
Filiostigma reticulatum	52,9	373,2	0,559
Securinega virosa	219,5	163,3	0,426
Ziziphus mauritiana	-1,7	101,2	0,139

### 3.4.2.3. Synthèse

Afin de permettre une comparaison aisée, nous présentons tous les coefficients calculés par espèce dans le tableau n° 26.

Tableau n° 26 : Coefficients de corrélation de toutes  
les regressions

Espèces	simples			multiple
	$T=aH+b$ r	$P=aD+b$ r	$P=aV+b$ r	$P=aH+bD+c$ $R^2(P, \hat{P})$
Acacia macrostachya	0,737	0,964	0,969	0,575
Acacia seyal	0,787	0,948	0,989	0,352
Balanites aegyptiaca	0,814	0,908	0,993	0,598
Combretum aculeatum	0,537	0,929	0,992	0,801
Combretum micranthum	0,782	0,958	0,971	0,476
Guiera senegalensis	0,681	0,930	0,983	0,423
Filiostigma reticulatum	0,656	0,964	0,988	0,559
Securinega virosa	0,856	0,903	0,983	0,426
Ziziphus mauritiana	0,859	0,929	0,992	0,139

L'observation des différentes colonnes du tableau n° 26 révèle que la 2ème et la 3ème colonnes présentent des coefficients peu variables suivant l'espèce, et supérieurs à 0,9 donc se rapprochant de 1 pour toutes les espèces. Les 2 autres colonnes ont quant à elles des coefficients tous inférieurs à 0,9 et fluctuant beaucoup suivant l'espèce.

Ce qui veut dire à priori, que c'est seulement entre le diamètre et le poids puis entre le "volume" et le poids qu'existent des relations linéaires étroites quelle que soit l'espèce. Et nous déterminons pour ces deux types de régression, les seuils de signification et les coefficients d'indétermination. (voir tableau n° 27)

Tableau n° 27 : Coefficient d'indétermination et seuil de signification de quelques régressions

Espèces	$F(1, n-2);$	$P = aD + b$		$P = a(D^2H) + b$	
	0,95	$1-r^2$	$H$	$1-r^2$	$H$
Acacia macrostachya	4,28	0,08	294,3	0,08	350
Acacia seyal	4,03	0,11	315,8	0,04	1642
Balanites aegyptiaca	4,22	0,19	114	0,02	1696
Combretum aculeatum	4,40	0,15	75,8	0,02	860,1
Combretum micranthum	4,41	0,10	169,7	0,06	250,2
Guiera senegalensis	4,60	0,13	77	0,04	339,8
Piliostigma reticulatum	4,22	0,08	306,6	0,04	934
Securinega virosa	4,41	0,19	66,5	0,04	432,7
Ziziphus mauritiana	4,41	0,15	100,7	0,02	1017,6

Les résultats du tableau n° 27 montrent que quelles que soient l'espèce et la regression, on a  $F(1, n-2) > 0,95$ . Ce qui veut dire que toutes ces regressions sont significatives au seuil 0,95.

Selon les différents coefficients d'indétermination  $(1-r^2)$ , ce sont les regressions de type  $F = a(D^2H) + b$  qui présentent les meilleurs ajustements. Par exemple pour le Balanites aegyptiaca, le Combretum aculeatum et le Ziziphys mauritiana, seulement 2 % des variations de F ne sont pas expliquées par les variations de  $(D^2H)$  au seuil de probabilité 0,95.

Mais l'ajustement de types  $F = aD + b$  avec leurs coefficients d'indétermination inférieurs à 20 % semblent aussi valides. Nous présentons sur les figures n° 24 à 32 les graphiques de ces 2 types de regressions. Chaque figure présente pour chaque espèce le graphique de  $F = aD+b$  en (a) et celui de  $F = a(D^2H) + b$  en (b).

Ces regressions peuvent, d'un point de vue pratique, servir d'abaques facilement utilisables pour l'estimation des masses de bois des espèces considérées dans des conditions semblables. Mais il reste à déterminer quelle est la précision de chaque type d'équation, ou en termes statistiques, quelle est à un seuil de probabilité donné (0,95 en général), l'erreur à craindre sur la masse d'un individu ou d'un peuplement, due à la seule application des équations.

Selon (1), si on suppose qu'il n'y a aucune erreur sur les mesures des individus de l'échantillon, et si l'on suppose que les populations sont normalement distribuées, l'erreur due à l'application d'un tarif de type  $y = ax \pm b$  au seuil 0,95 est

---

(1) Les tarifs de cubage : par J. P. LANLY, ingénieur de recherches au C.T.F.T. - dans Revue Bois et Forêts des Tropiques, n° 100, Mars-Avril 1965.

$\pm 2 \sqrt{y,x}$  pour un individu et

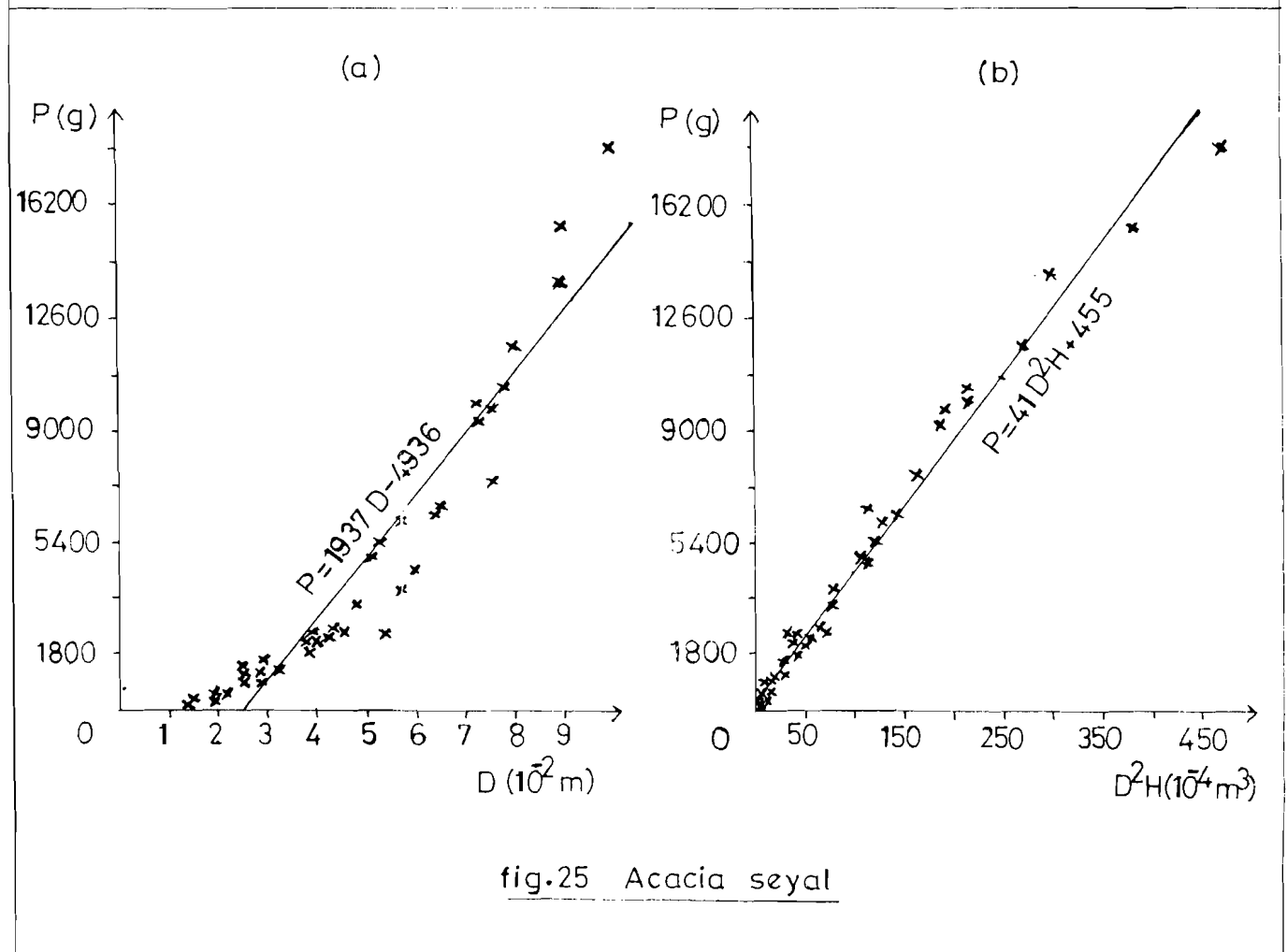
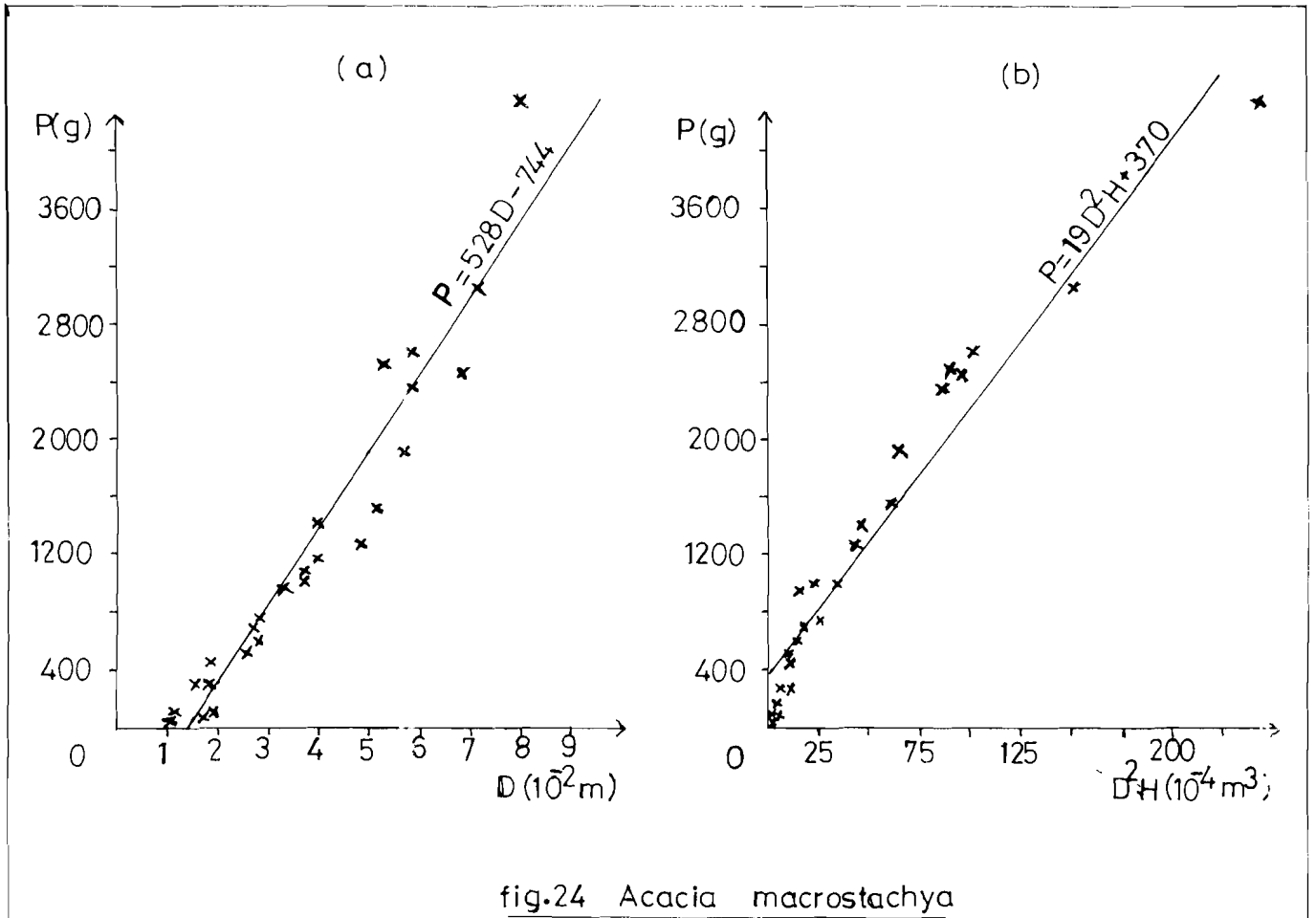
$\pm \frac{2}{\sqrt{q}} \sqrt{y,x}$  pour un peuplement de q individus.

avec  $\sqrt{y,x} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n-1}}$

A partir de ces considérations, nous donnons dans le tableau n° 28 l'erreur (au seuil 0,95) due à l'application des équations à un individu.

Tableau n° 28 : Estimation des erreurs des équations

Espèces	$\pm 2 \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{n-1}}$ au seuil 0,95	
	P = aD + b	P = a(D <sup>2</sup> H) + b
Acacia macrostachya	1,2 %	4,06 %
Acacia seyal	3,5 %	4,6 %
Balanites aegyptiaca	1,6 %	11,0 %
Combretum aculeatum	5,3 %	4,9 %
Combretum micranthum	1,6 %	3,5 %
Guiera senegalensis	2,0 %	5,6 %
Piliostigma reticulatum	2,6 %	4,2 %
Securinega virosa	2,4 %	5,7 %
Ziziphus mauritiana	2,2 %	4,8 %



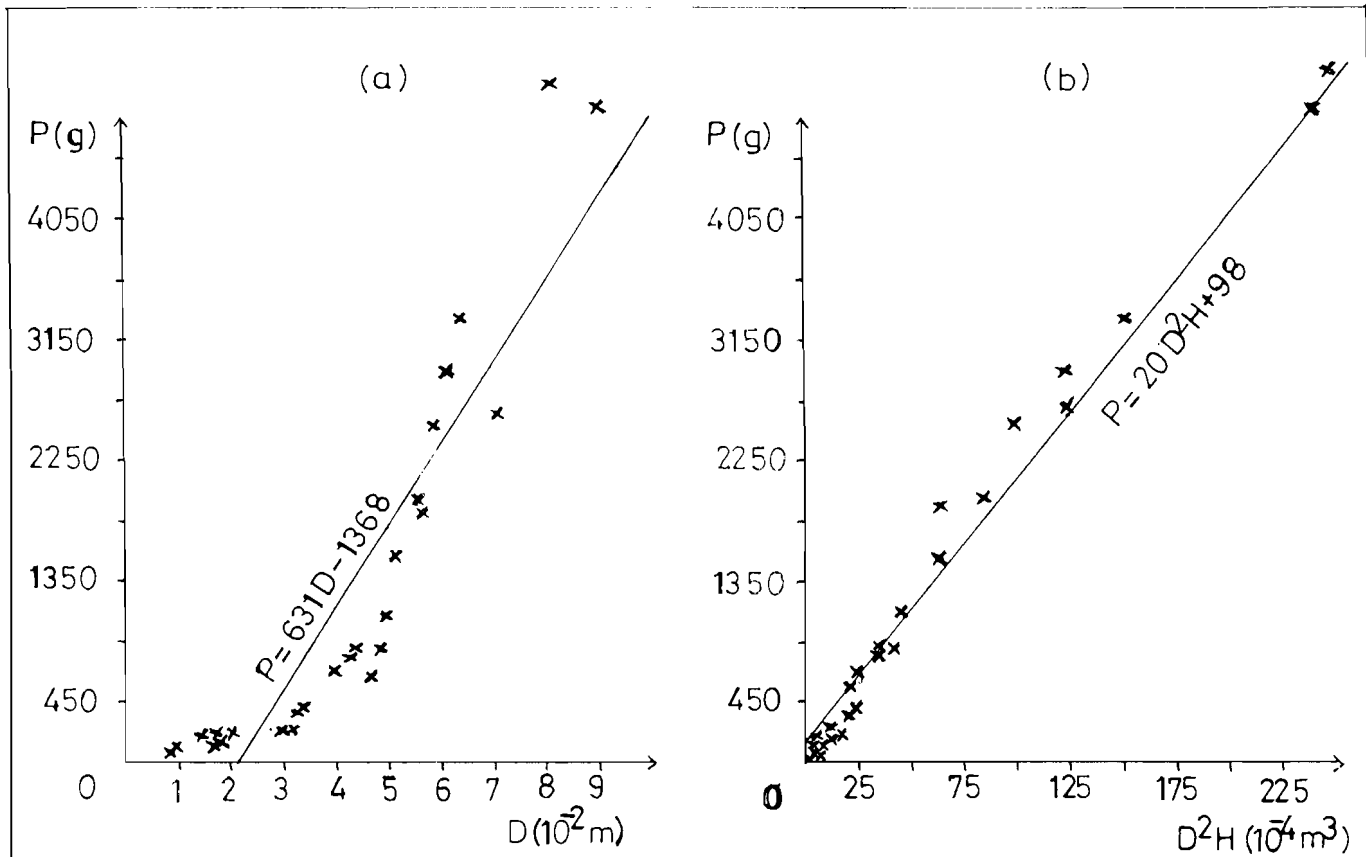


fig.26 *Balanites aegyptiaca*

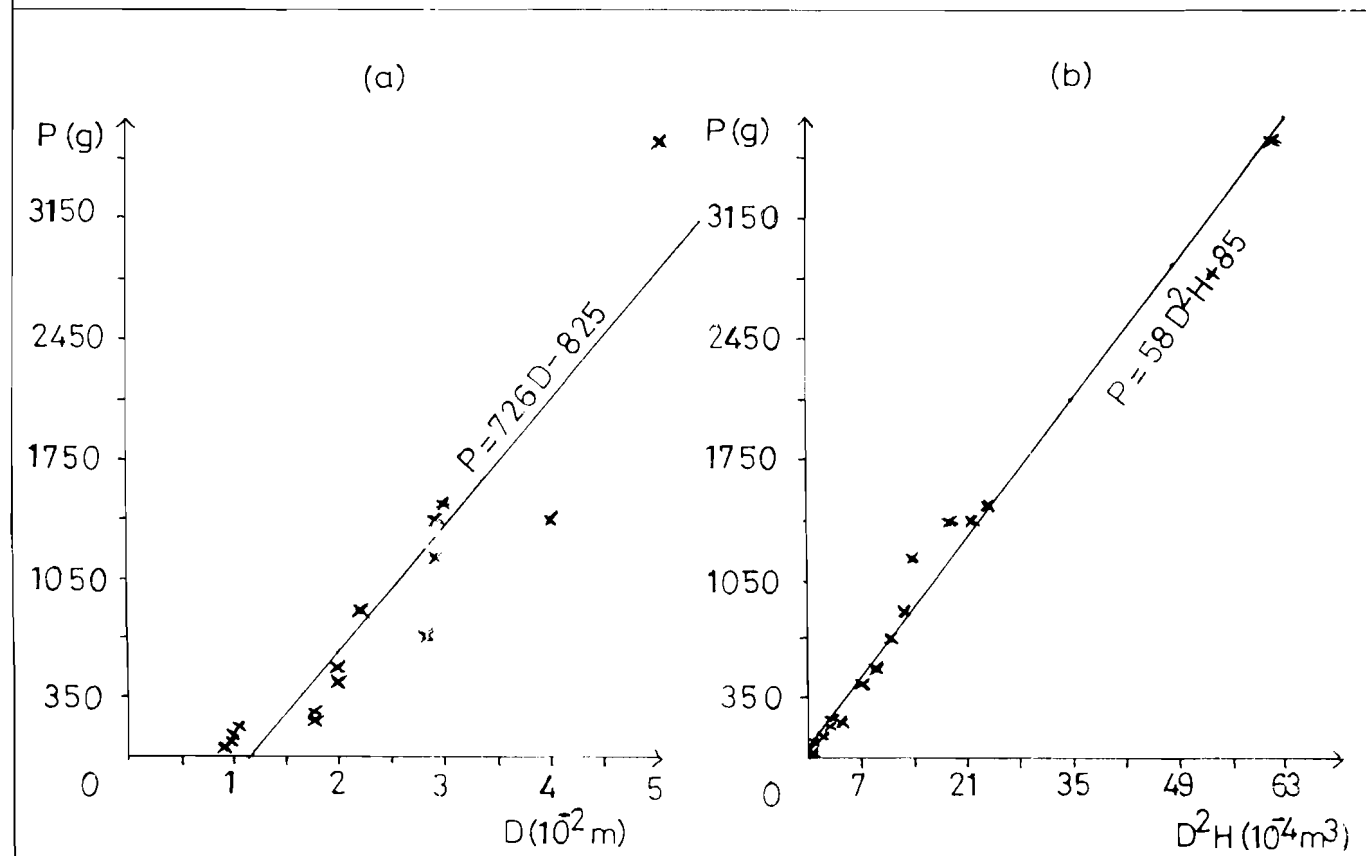


fig 27 *Combretum aculeatum*

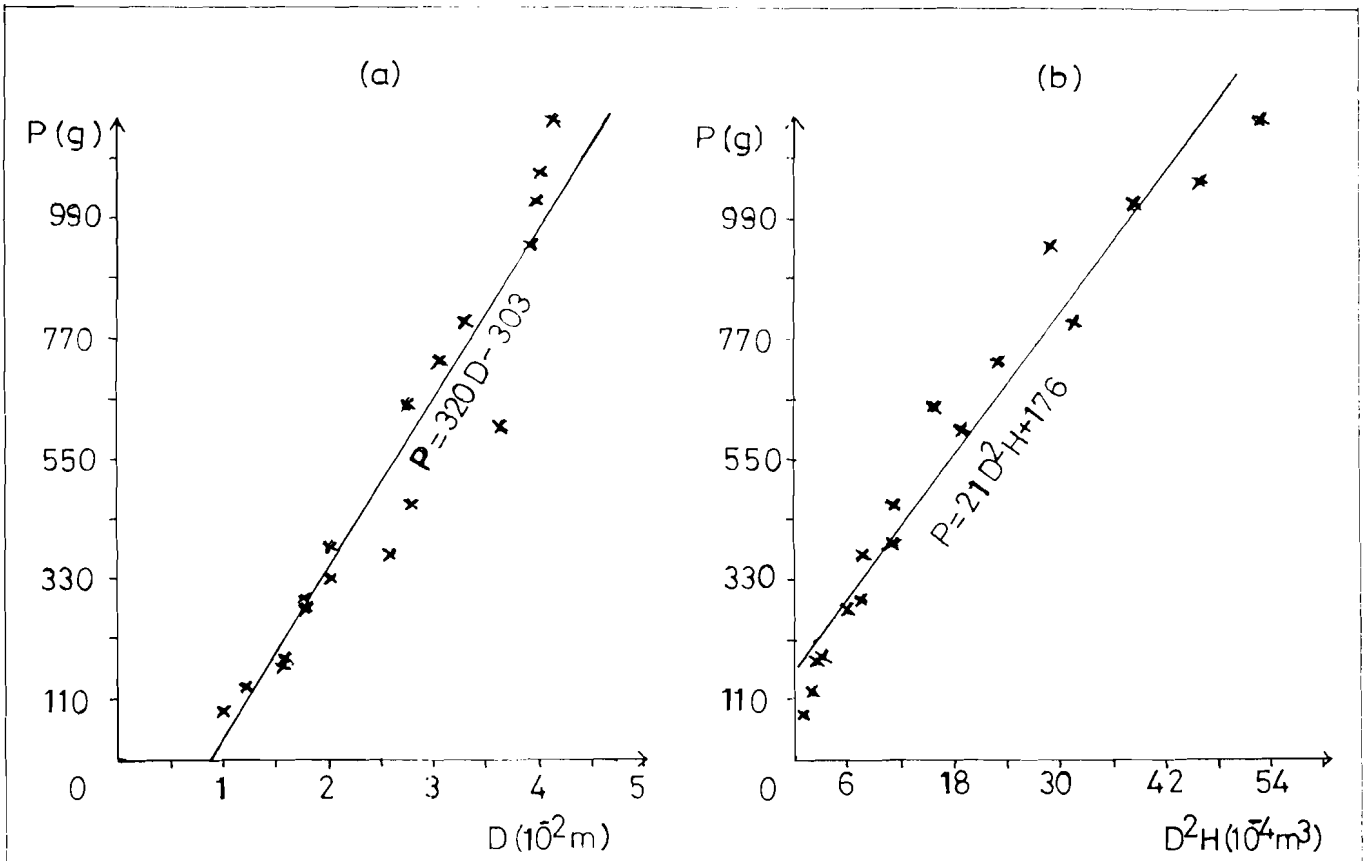


fig.28 *Combretum micranthum*

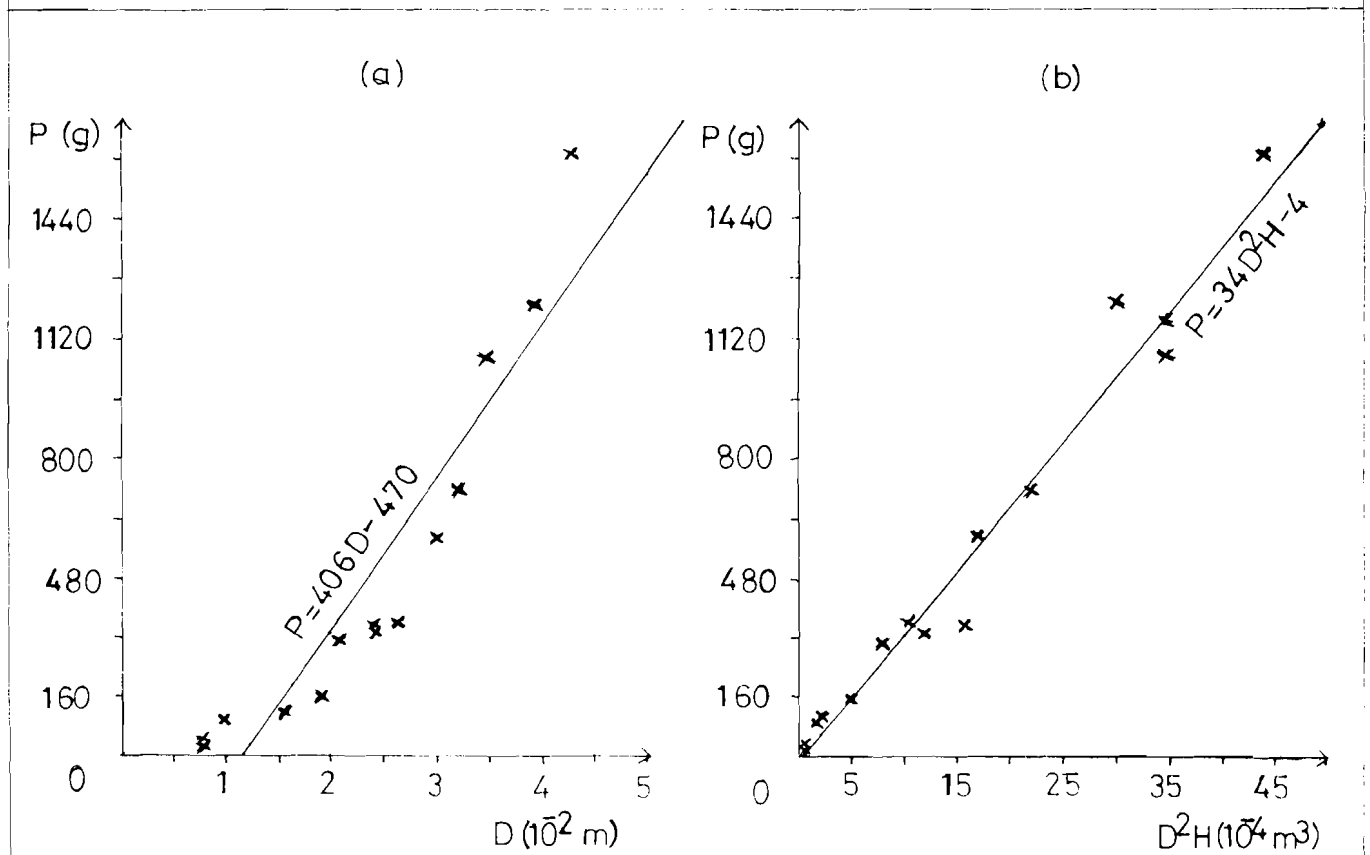


fig.29 *Guiera senegalensis*

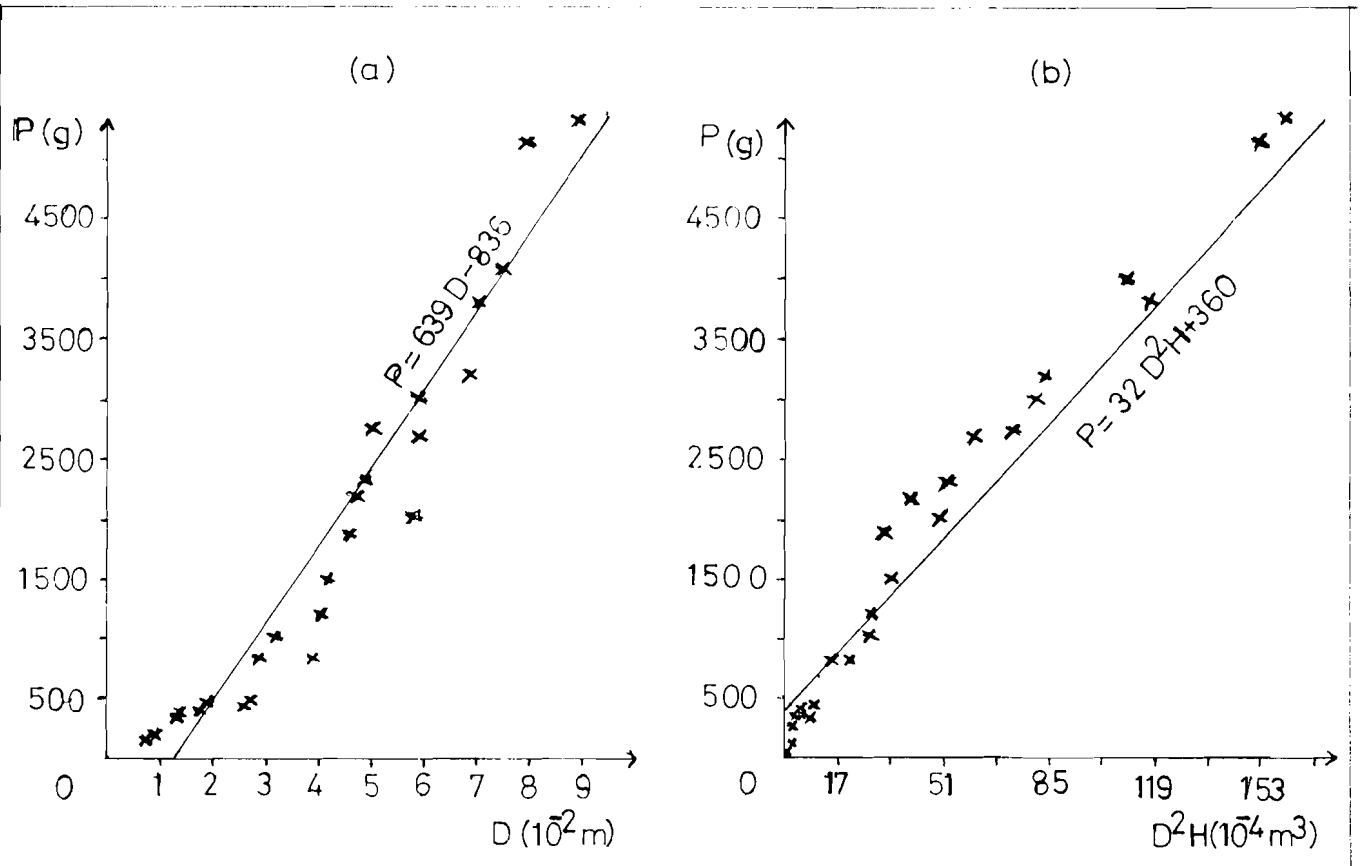


fig.30 *Piliostigma reticulatum*

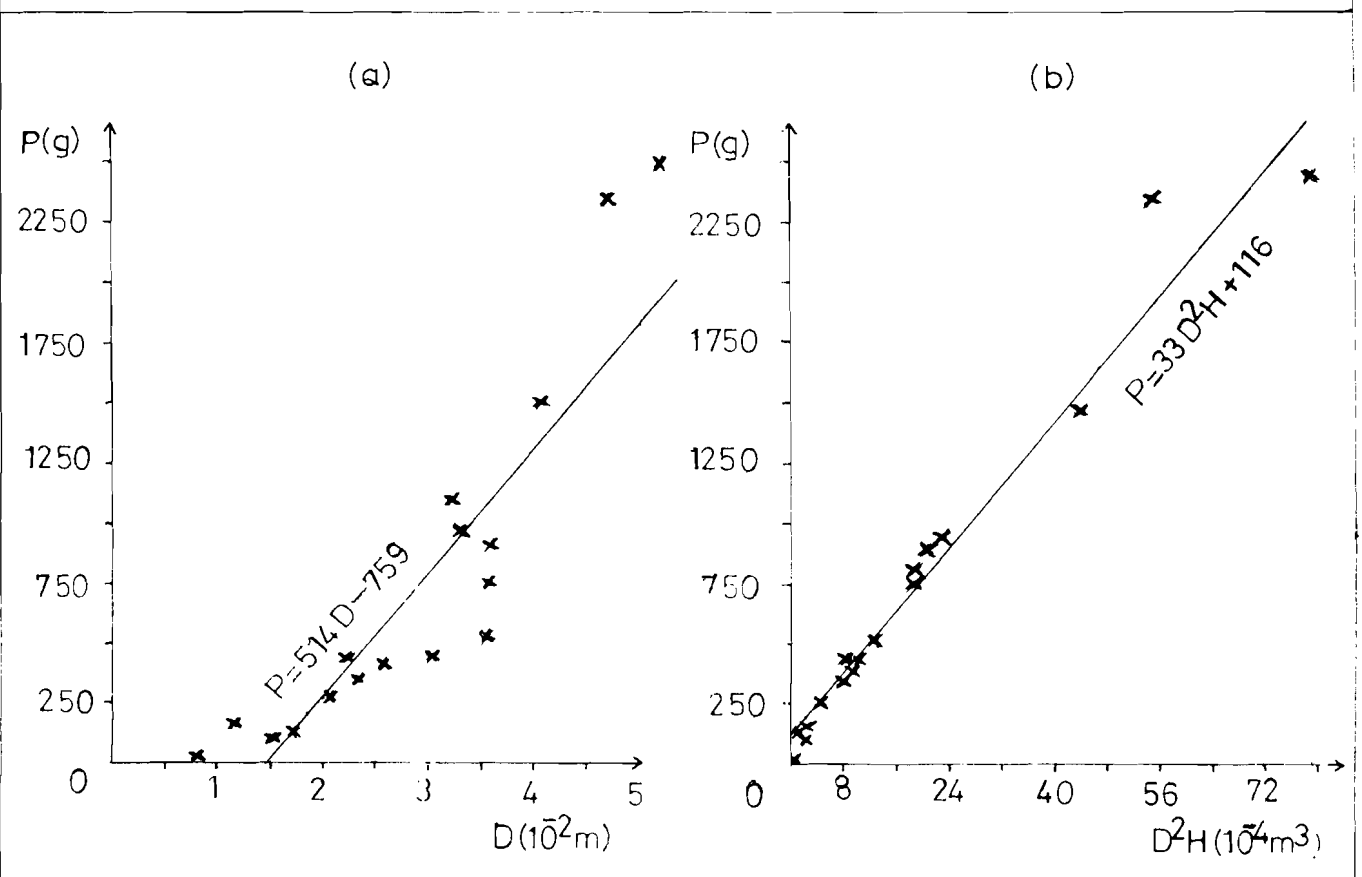
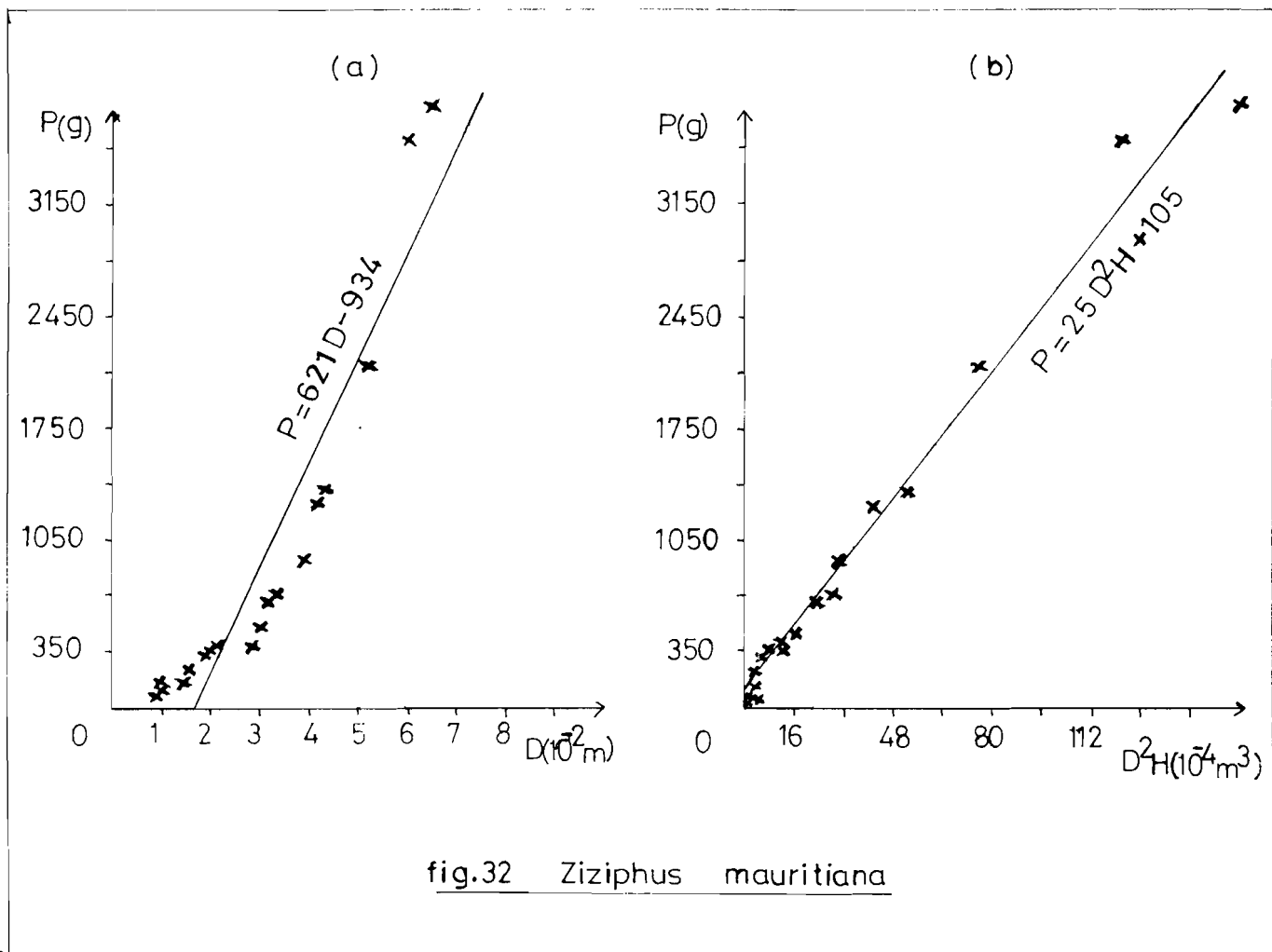


fig.31 *Securinega virosa*





CONCLUSION GÉNÉRALE

De cette étude, nous avons aux comptes de l'ensemble des ligneux bas :

- une flore riche de 44 espèces
- une densité de 1547 individus par hectare
- une densité de 3411 rejets (tiges principales non comprises) par hectare
- une densité de recouvrement total du sol de 23,5 %
- une hauteur moyenne de  $1,60 \pm 0,23$  mètres au seuil 0,99
- un diamètre à la base moyen de  $2,70 \pm 0,12$  centimètres au seuil 0,99

Suivant les milieux, nous retiendrons que le haut de pente est le plus garni en ligneux bas mais c'est la pente qui comporte le plus d'espèces. Quant au bas-fond, il héberge le plus de ligneux bas haut et gros.

Des espèces comme Acacia seyal, Piliostigma reticulatum, Acacia macrostachya et Balanites aegyptiaca présentent les populations les plus intéressantes du point de vue dimensions et poids moyens des individus.

Des relations linéaires très étroites existent entre le poids et le diamètre puis entre le poids et le "volume" ( $D^2H$ ) des 9 espèces les plus abondantes. Ces relations linéaires peuvent servir d'abaques qui, à partir de mesures simples sur le terrain permettent l'estimation de la masse de bois.

Outre la satisfaction d'ordre purement intellectuel que la connaissance de ces paramètres procure, nous souhaitons que ces connaissances<sup>aident</sup> à fixer une image de la situation actuelle des ligneux bas, afin de mieux gérer et protéger la nature. Car à l'heure où nous sommes, les ressources en bois de chauffe sont devenues rares, et brûler le bois de débroussaillage ou négliger les ligneux bas lors des inventaires d'exploitations semblent constituer un gaspillage du capital ligneux.



I B L I O G R A P H I E

- BERHAUT J. : Flore du Sénégal 1971
- BOULET-GERCOURT : Statistiques pour l'ingénieur forestier - 1982
- Collection F.A.O. - 1971 : Etudes sur les forêts et les produits forestiers. "Préparation d'un inventaire forestier"
- GROUZIS M. Structures, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formations végétales sahéliennes (Mare d'Oursi BURKINA FASO) D.G.R.S.T./ ORSTOM 1979
- H. J. VAN MAYDELL : Arbres et arbustes du sahel 1983
- LETOUZEY R. : Manuel de botanique forestière - tome 1 ; 2 A ; 2B 1969 - 1972
- Marin TERRIBLE : Essai d'évaluation de la végétation ligneuse - 1975
- THERON A. "Sciences naturelles" Tomes 1 - Ecologie 1967
- VESCIEREAU A. : Méthodes statistiques en biologies et en agronomie.

LISTE DES FIGURES

- Figure n° 1 : Situation de Gampèla
- Figure n° 2 : Courbe ombrothermique de Gampèla
- Figure n° 3 : Coupe topographique de Gampèla
- Figure n° 4 : Exemple d'une fiche de relevé
- Figure n° 5 : Schéma explicatif
- Figure n° 6 : Localisation des transects
- Figure n° 7 : Fiche de relevé de l'Acacia seyal
- Figures n° 8, 9, 10 : Histogrammes de répartition des individus de toutes les espèces confondues en classe de diamètre (a) de hauteur (b) et de recouvrement (c) et pour les différents milieux (bas-fond, pente et haut de pente).
- Figure n° 11 : Histogrammes de répartition des individus de tous milieux et espèces confondus en classe de diamètre (a) de hauteur (b) et de recouvrement.
- Figures n° 12 à 20 : Histogrammes de répartition de chaque population des espèces les plus abondantes en classe de diamètre (a) de hauteur (b) et de recouvrement (c).
- Figures n° 21, 22, 23 : nuages de point  $H = f(D)$  pour les populations de l'Acacia seyal du Balanites aegyptiaca, et du Ziziphus mauritiana
- Figures n° 24 à 32 : graphiques des équations  $P = aD + b$  en (a) et de  $P = aD^2 + b$  en (b) pour les 9 espèces les plus abondantes.