

BURKINA FASO  
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE  
DE BOB-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT  
RURAL  
IDR

DEPARTEMENT DES  
EAUX ET FORETS

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

CENTRE NATIONAL DE LA REHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DE RECHERCHES AGRONOMIQUES  
IN. E. RA.

DEPARTEMENT DE PRODUCTIONS  
FORESTIERES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLÔME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : Eaux et Forêts

PERFORMANCES COMPAREES DE TROIS CULTIVARS AMELIORES DE  
*Ziziphus mauritiana* Lam. (JUJUBIER) SOUS DIFFERENTS REGIMES D'IRRIGATION  
ET DE FERTILISATION AU BURKINA FASO

Directeur de Mémoire : Dr Antoine N. SOME

Maître de stage : Dr Jean S. OUEDRAOGO

Mme Catherine KY-DEMBELE

JUILLET 2002

KABORE K. AGNES

# SOMMAIRE

DEDICACES.....	I.
REMERCIEMENTS.....	II
RESUME.....	III
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES FIGURES.....	V
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VII
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : .....	..6
1. 1. Caractères généraux sur la zone d'étude .....	6
1. 1. 2 Situation .....	..6
1. 1. 2 Le climat.....	6
1. 1. 2. 1 La Pluviométrie .....	..6
1. 1. 2. 2 Les Températures.....	..6
1. 1. 2. 3 L'humidité relative .....	..8
1. 1. 3 La géomorphologie du site expérimental .....	..9
2. 2. Généralités sur <i>Ziziphus mauritiana</i> Lam... ..	..10
1. 2. 1 Systématique .....	..10
1. 2. 2 Le genre <i>Ziziphus</i> .....	..10
1. 2. 3 <u><i>Ziziphus mauritiana</i> lam</u> .....	..10
1. 2. 4 Ecologie .....	..13
1. 2. 4. 1 Conditions climatiques .....	..13
1. 2. 4. 2 Conditions édaphiques .....	..14

1. 2. 4. 3	Origine et Aire de répartition de l'espèce .....	14
<b>1. 2. 5</b>	<b>Diversité variétale de <u>Ziziphus mauritiana</u> .....</b>	<b>15</b>
<b>1. 2. 6</b>	<b>Intérêts socio-économiques.....</b>	<b>15</b>
1. 2. 6. 1	Utilisation des fruits .....	15
1. 2. 6. 2	Utilisation des feuilles .....	16
1. 2. 6. 3	Utilisation du bois .....	17
1. 2. 6. 4	Autres usages .....	;17

## **Chapitre II : Matériels et Méthode .....19**

### **2. 1. Matériels végétal .....19**

2. 1. 1.	Variété Locale .....	19
2. 1. 2.	Variété Sed .....	19
2. 1. 3.	Variété Gola .....	19
2. 1. 4.	Variété Umran .....	21

### **2. 2. Dispositif expérimental. ....21**

### **2. 3. La collecte des données .....22**

2. 3. 1.	Le taux de survie .....	23
2. 3. 2.	La croissance .....	23
2. 3. 3.	La production fruitière .....	23.
2. 3. 4.	La phénologie .....	24
2. 3. 5.	Etat sanitaire des plants .....	25

### **2. 4 Analyse statistique des données .....25**

## **Chapitre III : Résultats et discussions .....27**

### **3. 1. Résultats .....27**

3. 1. 1	Taux de suivie des cultivars .....	27
3. 1. 2.	La croissance des variétés .....	32
3. 1. 2. 1	La hauteur du plant .....	32
3. 1. 2. 2	la longueur de la tige .....	43

3. 1. 2. 3	Relation hauteur du plant et longueur de la tige .....	51
3. 1. 2. 4	Le diamètre au collet (DIACO) .....	51
3. 1. 2. 5	La surface du houppier .....	58
3. 1. 2. 6	La hauteur du collet à la première ramification (HCR) .....	60
3. 1. 3.	La production fruitière .....	61
3. 1. 3. 1	La période de maturité .....	62
3. 1. 3. 2	les caractères quantitatifs des fruits .....	64
3. 1. 3. 3	La productivité des variétés .....	68
3. 1. 3. 4	L'Etat sanitaire des fruits .....	71
3. 1. 4.	Les insectes visiteurs des variétés du <u>Ziziphus mauritiana</u> étudiées.....	72
3. 1. 5.	La phénologie .....	73
<b>3. 2.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>81</b>
3. 2. 1	La suivie des cultivars .....	81
3. 2. 2	La croissance des variétés .....	81
3. 2. 3	La production fruitière.....	84
3. 2. 4	La phénologie .....	85
<b>3. 3.</b>	<b>Perspectives .....</b>	<b>87</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>89</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>92</b>

**DEDICACES**

**A mes parents**

**et à**

**Mes Frères et Soeurs**

## REMERCIEMENTS

ii

Ce travail est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes. Je saisis donc l'opportunité pour manifester ma gratitude à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre ont œuvré à son aboutissement.

Mes remerciements vont particulièrement à :

- Tout le corps enseignant de l'IDR pour les enseignements reçus,
- Monsieur SOME N. Antoine , notre directeur de mémoire qui nous a trouvé le thème et qui nous a suivis tout le long du stage malgré ses nombreuses occupations,
- Tout le personnel du Département de Productions Forestières ( DPF) pour leur collaboration.
- Monsieur OUEDRAOGO J. Sibiri et Madame KY Cathérine , mes maîtres de stage pour leur assistance pendant tout le stage et pour leur franche collaboration lors de ce travail.
- A mes parents, mes frères et sœurs, mes amis pour leur soutien moral et financier.
- A tous mes amis pour leur soutien moral et leurs conseils.

Dans le cadre de la domestication du *Ziziphus mauritiana*<sup>Lam.</sup>, des variétés indiennes de cette espèce ont été introduites au Burkina Faso. Il s'agit de la variété Gola, de la variété Umran et de la variété Seb.

Ces trois variétés indiennes et la variété Locale ont été soumises à différents régimes d'irrigation et de fertilisation.

Le suivi des quatre variétés a concerné le taux de survie, la croissance, la production fruitière, l'état sanitaire et la phénologie.

L'expérimentation a été conduite dans un site situé entre le barrage n°3 et la centrale de la SONABEL. Le dispositif utilisé est un split-split -plot avec trois répétitions.

Des différences significatives entre les variétés ont été notées dès les premières observations. En effet, les variétés diffèrent par leur taux de survie, leur rythme de croissance, les caractères quantitatifs de leurs fruits, la période de maturité des fruits et la production moyenne de fruit par arbre.

L'effet des traitements sur les variables mesurées n'a été perceptible qu'après sept mois de plantation.

De l'étude de la phénologie, nous avons noté une persistance des feuilles chez toutes les variétés pour tout traitement confondu durant toute la période de l'étude.

L'effet des facteurs irrigation et fertilisation a pu être également apprécié à travers cette étude.

**Mots clés :** *Ziziphus mauritiana* Lam., variété, irrigation, fertilisation, traitement, Burkina Faso

## LISTE DES TABLEAUX

iv

**Tableau I :** Relevé pluviométrique de la station de sonmgandé de 1994 à 2001.

**Tableau II :** Relevé thermique de la station de sonmgandé ( 1994-2001)

**Tableau III :** Valeur nutritive des <sup>fruits</sup> fruits de jujubier (FAO, 1982)

**Tableau IV :** Les valeurs bromatologiques des feuilles de jujubier local (Giffard, 1974).

**Tableau Va :** Equations de régression de la hauteur moyenne en fonction du temps.

**Tableau V b :** Accroissements cumulés en hauteur des quatre variétés.

**Tableau VI :** Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) de la hauteur.

**Tableau VIIa :** Equation de régression de la longueur de la tige en fonction du temps.

**Tableau VIIb :** Accroissement cumulés en longueur de la tige par variété.

**Tableau VIII :** Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) de la longueur de la tige.

**Tableau IX :** Ratio hauteur du plan<sup>t</sup> sur la longueur de la tige des variétés étudiées.

**Tableau Xa :** Equation de régression du diamètre en fonction du temps des variétés étudiées

**Tableau Xb :** Accroissements cumulés en diamètre au collet des quatre variétés.

**Tableau XI :** Accroissements cumulés en surface du houppier par variété.

**Tableau XII :** Caractères quantitatifs des fruits par variété.

**Tableau XIII :** Caractères quantitatifs de fruits par traitement.

**Tableau XIV :** Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) des caractères quantitatifs de fruits.

**Tableau XV :** Production moyenne de fruit par variété.

**Tableau XVI :** Productions moyennes de fruits par traitement.

**Tableau XVII :** Proportion des fruits sains par variété.

**Tableau XVIII :** Liste des insectes capturés sur les variétés de *Ziziphus mauritiana*



## LISTE DES FIGURES

v

- Figure 1** : Diagramme de distribution mensuelle de pluies de la station de Sonmgandé (1994 –2001)
- Figure 2** : Diagramme thermique de la station de sonmgandé (1994 – 2001)
- Figure 2** : Variation mensuelle de l'humidité relative de l'aire de la station de sonmgandé
- Figure 4** : Evolution du taux de survie des différentes variétés.
- Figure 5 a** ≠ Evolution du taux de suivie des traitements de la variété locale
- Figure 5 b** : Evolution du taux de suivie des traitements de la variété Gola
- Figure 5c** : Evolution du taux de suivie des traitements de la variété Seb.
- Figure 5 d** = Evolution du taux de suivie des traitements de la variété Umran
- Figure 6** : Evolution de la hauteur des quatre variétés
- Figure 7** : Histogramme des accroissements moyens en hauteur des quatre variétés
- Figure 8 a** : Evolution de la hauteur des traitements de la variété Locale
- Figure 8 b** : Evolution de la hauteur des traitements de la variété Seb
- Figure 8 c** : Evolution de la hauteur des traitements des la variété Gola
- Figure 8 d** : Evolution de la hauteur des traitements de la variété Umran
- Figure 9a** † Accroissements cumulés en hauteur par traitement de la variété locale
- Figure 9 b** = Accroissements cumulés en hauteur par traitement de la variété Seb
- Figure 9 c** = Accroissements cumulés par traitement de la variété Gola.
- Figure 9 d** = Accroissements cumulés par traitement de la variété Umran
- Figure 10** : Evolution de la longueur de la tige des quatre variétés
- Figure 11** : Histogramme des accroissements en longueur de la tige des quatre variétés
- Figure 12a** : Evolution de la longueur de la tige par traitement de la variété Locale

**Figure 12b** : Evolution de la longueur de la tige par traitement de la variété Umran

**Figure 12c** : Evolution de la longueur de la tige par traitement de la variété Gola

**Figure 12d** : Evolution de la longueur de la tige de la variété Seb

**Figure 13** : Evolution du diamètre au collet des différentes variétés.

**Figure 14** : Histogramme des accroissements moyens en diamètre au collet

**Figure 15a** : Evolution <sup>de</sup> en diamètre au collet par traitement de la variété locale

**Figure 15b** : Evolution <sup>de</sup> en diamètre au collet par traitement de la variété Umran

**Figure 15c** : Evolution <sup>de</sup> en diamètre au collet par traitement de la variété Seb

**Figure 15d** : Evolution <sup>de</sup> en diamètre au collet par traitement de la variété Gola

**Figure 16** : Evolution de la surface du houppier des différentes variétés

**Figure 17** : Accroissements en surface de houppier des différentes variétés

**Figure 18** : Evolution de la hauteur du collet à la première ramification des quatre variétés

**Figure 19a** : Evolution des quantités de fruits récoltées en fonction du temps de la variété Gola.

**Figure 19b** : Evolution des quantités de fruits récoltées en fonction du temps de la variété Seb.

**Figure 19c** : Evolution des quantités de fruits récoltées en fonction du temps de la variété Umran.

**Figure 20** : Spectre phénologique : feuillaison

**Figure 21** : Spectre phénologique : floraison

**Figure 22** : Spectre phénologique : fructification

**Figure 23** : Spectre phénologique : présence de nouvelles ramifications

## LISTE DES ABREVIATIONS

**ICRAF** : Centre International de Recherche en Agroforesterie

**SALWA** : Semi Arid low lands of West Africa

**SONABEL** : Société Nationale Burkinabè d'Electricité

**DPF** : Département de productions forestières

**REP** : Répétition

**VAR** : Variété

**IR** : Irrigation

**BP** : Burkina phosphate

**Um** : variété Umran

**Se** : variété Seb

**Go** : variété Gola

**Lo** : variété Locale

**00** : non irrigué, non fertilisé

**01** : non irrigué, fertilisé

**11** : irrigué, fertilisé

**10** : irrigué, non fertilisé

**IR+** : irrigué

**IR-** : non irrigué

**BP+** : fertilisé

**BP-** : non fertilisé

**DIACO** : Diamètre au collet

**HCR** : Hauteur du collet à la première ramification

## INTRODUCTION

La malnutrition et la famine cycliques constituent des témoins visibles du niveau de pauvreté d'une importante partie de la population africaine. La Banque mondiale (1989) estime à 25% la proportion de la population en situation d'insécurité alimentaire. Cette partie de la population reçoit moins de 80% de l'apport calorique journalier recommandé ( Boffa, 2000).

Les nombreuses années de sécheresse ( de 1968 à 1985) ont implanté de façon endémique en Afrique subsaharienne, une famine jamais égalée auparavant. Cependant, les effets de la malnutrition y sont moins apparents que dans les autres régions tropicales grâce à l'apport inestimable en vitamines et en sels minéraux des produits forestiers non ligneux ( jujube, karité, néré, tamarin, baobab, etc.) entrant dans la préparation des aliments de base sous diverses formes. En effet, la consommation de ces produits dans cette région est non seulement très élevée, mais également très répandue ( Boffa, 2000).

Selon Boffa, (2000), les produits forestiers non ligneux jouent un rôle très important dans le régime alimentaire des populations et dans leur état nutritionnel tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Ils apportent une contribution vitale à la diversification alimentaire et aux équilibres nutritionnels saisonniers du fait qu'ils sont disponibles à différents moments de l'année.

Les feuilles et les fruits des espèces forestières dont la teneur en protéines varie entre 4 et 10% du poids frais contre 1 à 2% pour celui des légumes des zones tempérées, revêtent une importance stratégique lorsque la viande et le poisson viennent à manquer.

Il existerait plus de 150 espèces végétales dont diverses parties (fruits, feuilles, racines, fleurs) sont consommées en Afrique occidentale.

En plus de cette contribution à la sécurité alimentaire des populations, les produits forestiers constituent une source de nombreuses activités rémunératrices. Ceci se traduit à travers de nombreux paramètres, notamment la diversité des produits et les quantités vendues sur les marchés locaux, le nombre de personnes participant à leur commercialisation et les revenus liés aux produits forestiers non ligneux.

De nombreuses études ont été réalisées sur l'évaluation de variables tel que les transactions commerciales, les ventes par marchand, le pourcentage de revenus individuels ou familiaux spécifiques aux produits forestiers non ligneux ou la proportion des dépenses couvertes par ces revenus, ainsi que le revenu national. Il est ressorti que par exemple la valeur totale des articles forestiers vendus en un jour de marché moyen à Zitenga (Burkina Faso) est estimée à 232 000f CFA (Guinko et Pasgo, 1992) ; Sur les marchés du Sud-Ouest, toujours du Burkina Faso, les recettes annuelles par vendeur obtenues à partir de trois espèces principales allaient de 200 à 397 \$EU (Lamien et al, 1996).

Plusieurs auteurs ont aussi évalué la contribution économique qu'apportent les produits des parcs et des forêts aux femmes, aux familles et aux communautés villageoises. Ainsi, selon Madge (1995), entre 1988-1989 dans un village de Gambie, le tiers du revenu total dégagé individuellement provenait de la collecte de produits forestiers. En Sierra Léone, les revenus des cultures pérennes et de la forêt ont été estimés à 23% du revenu total des ménages (Davies et Richard, 1991) et dans l'Est du Nigeria, les cultures pérennes locales ont fourni de 25 à 50% des revenus monétaires totaux dégagés au cours d'une campagne agricole (Iagelman, 1997).

Contrairement à des ressources renouvelables comme la faune marine, sur laquelle l'homme n'a qu'une prise limitée (Georges Serpantié, 1997), bon nombre d'espèces végétales terrestres sont menacées de disparition à cause de l'exploitation abusive des forêts et des terres forestières par l'homme. En effet, l'exploitation artisanale et minière des produits de la forêt, le développement de l'élevage, la coupe abusive des arbres et arbustes pour répondre aux besoins de bois de chauffe, de terres cultivables et d'habitats, consécutive à la forte croissance démographique, empêchent la régénération naturelle de la plus part des espèces végétales.

C'est dans un tel contexte que le Centre International de Recherche en Agroforesterie (ICRAF), dans le souci d'assurer une gestion durable des espèces forestières, s'est orienté vers leur domestication ; ce qui, outre le fait d'augmenter le produit et le revenu des populations, limite la pression que celles-ci exercent sur les peuplements. Selon Simons et al, (1994), domestiquer une espèce végétale consiste à adapter l'espèce aux conditions de production humaine, à améliorer sa

performance agronomique et en assurer une gestion durable. La domestication de l'espèce a pour objectif l'intégrer dans le système de culture, d'augmenter la densité de l'espèce dans le paysage, d'améliorer sa production et de créer des revenus pour les populations.

La domestication des espèces sauvages peut avoir entre autres pour résultats d'éliminer ou de diminuer la concentration de substances toxiques ou répulsives, d'accroître les parties utiles et consommables et de sélectionner des caractères qui correspondent à des impératifs techniques agricoles (Sciences et Avenir N° 116, 1998)

Notre étude "performances comparées de trois cultivars améliorés de *Ziziphus mauritania* Lam. (Jujubier) sous différents régimes d'irrigation et de fertilisation au Burkina Faso" vise la domestication de l'espèce.

Ces cultivars de jujubiers améliorés en provenance de l'Inde ont été introduits au Mali depuis 1996. Conduits en essais exploratoires en station depuis, ils se sont montrés très intéressants quant à la grosseur des fruits (pouvant atteindre 10 fois celle de la variété Locale) (photo I : la variété Locale à gauche et les variétés indiennes à droite) et la productivité des arbres. En plus, ils ont un goût meilleur ou au moins égal à celui de la variété Locale du Burkina. Les caractéristiques les prédisposent bien à une arboriculture intensive.

Introduits au Burkina Faso depuis 2001, ils font l'objet de cette étude qui se fixe pour objectif principal, la mise en place d'une méthode culturale qui permette aux variétés de mieux exprimer leurs potentialités.

A partir de cet objectif principal, se définissent les objectifs spécifiques suivants :

- Déterminer l'impact de différents régimes d'arrosage et de fertilisation sur le taux de survie, la vigueur et la production de fruits des plants ;
- Déterminer la variété qui se prête le mieux aux différents tests de production intensive de fruits ;
- Connaître le comportement de trois variétés introduites dans les pays SALWA ;

L'intérêt visé par l'ICRAF est de mettre à la disposition des populations du SALWA (Semi Arid low lands of west Africa) de nouvelles variétés de fruitiers sauvages à domestiquer en vue d'assurer leur sécurité alimentaire et de la diversification de leurs sources de revenus.

La justification de l'étude est basée sur l'hypothèse selon laquelle les variétés améliorées pour une plus grande production seraient généralement exigeantes en éléments nutritifs du sol pour l'expression de leurs potentialités. Les sols tropicaux étant le plus souvent caractérisés par des carences en Azote et en Phosphore (Baumer, 1995), nous pensons qu'un apport de phosphore sur les sols concernés et une irrigation permettront un meilleur développement de ces variétés améliorées.

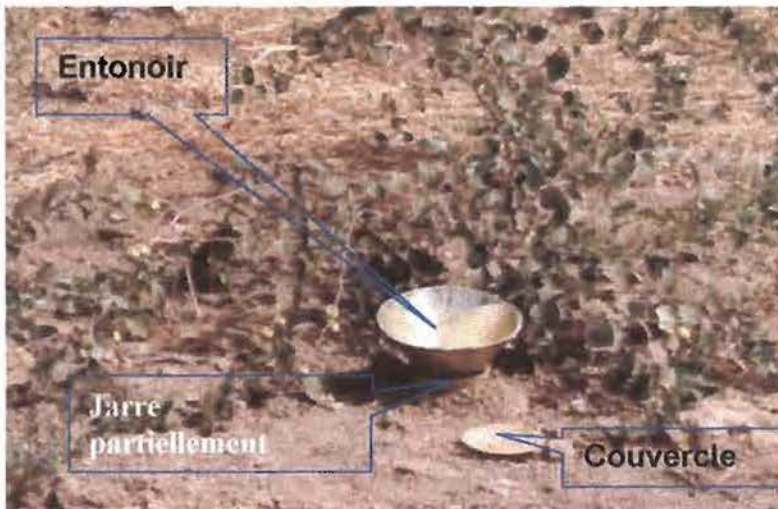


Locale

Umran

Gola

**Photo I :** Fruits de trois variétés *Ziziphus mauritiana*



**Photo II :** Système d'arrosage



## CHAPITRE I: GENERALITES

### 1. 1. Caractères généraux sur la zone d'étude

#### 1. 1. 1 Situation

Située à l'est de la ville, la zone d'étude est comprise entre le barrage N°3 de Ouagadougou et la centrale de la SONABEL.

#### 1. 1. 2 Le climat

Le climat du site est celui de type Soudano-sahélien caractérisé par une saison pluvieuse qui s'étend de mai en octobre et une saison sèche de novembre en mai.

##### 1. 1. 2. 1 La Pluviométrie

C'est de loin le facteur le plus important pour le développement de la végétation en zone tropicale sèche ( CARRIERE, 1989).

La quantité totale de pluie tombée tous les mois, tous les ans, de même que les moyennes mensuelles et annuelles pendant les huit dernières années (1994 –2001) pour la station de Sonmgandé ( Station météorologique située à 3 Km du site expérimental) ont été analysées dans ce document.

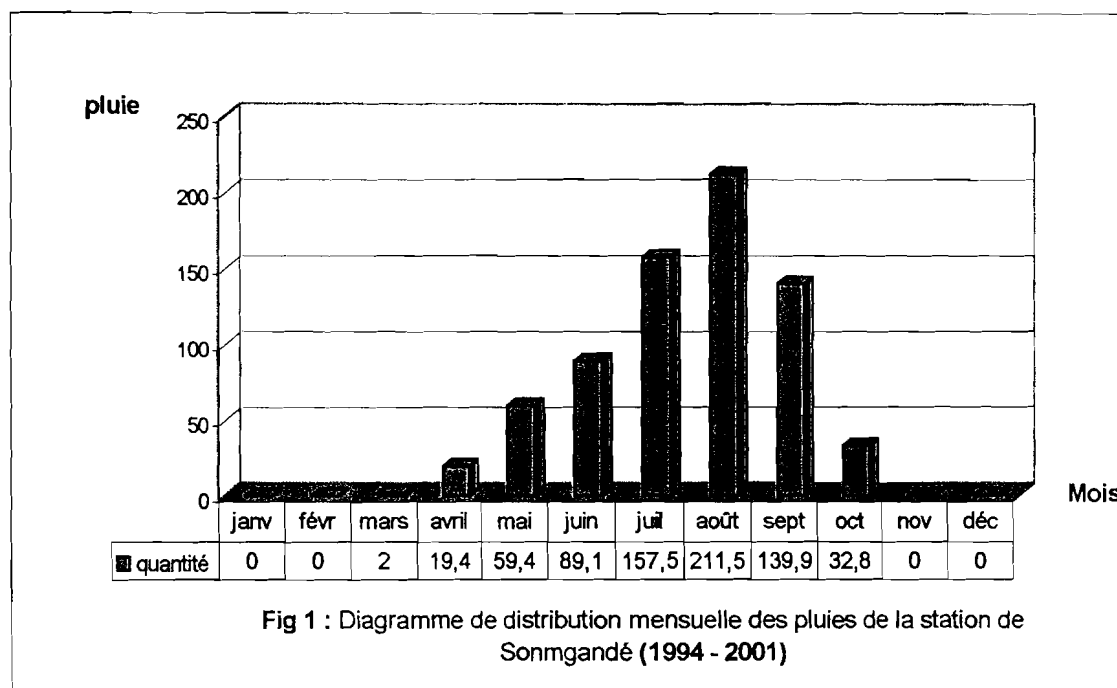
Des données obtenues, il ressort que la moyenne des huit années est de 711,6 mm de pluie avec un coefficient de variation de 0,138 mm.

La variation inter-annuelle de la pluviosité est relativement faible comme en témoigne le coefficient de variation exprimé en pourcentage qui de 13,8%.

La répartition mensuelle moyenne des pluies de 1994 - 2001 (figure1) permet de constater que la quasi-totalité des précipitations qui tombent dans cette partie de Ouagadougou est reçue entre le mois de juin et le mois d'août avec cependant quelques pluies en saison sèche. Le mois de juillet et août sont les mois les plus arrosés.

Les hauteurs de pluviométrie au cours des huit années sont présentées dans le tableau I. L'examen de ce tableau révèle que l'année 2001 – 2002 qui

correspond à la période de réalisation de notre étude, est la moins pluvieuse des huit dernières années.



**Tableau I : Relevé pluviométrique de la station de Sonmgandé de 1994 à 2001**

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Hauteur (mm)</b>	796	686,2	695,2	662,9	697	824,3	806,3	524,9
<b>Moyenne (mm)</b>	<b>711,6</b>							

### 1. 1. 2. 2 les températures

La température est le second facteur climatique qui, après les précipitations, affecte le développement de la plante (PAMO, 1943).

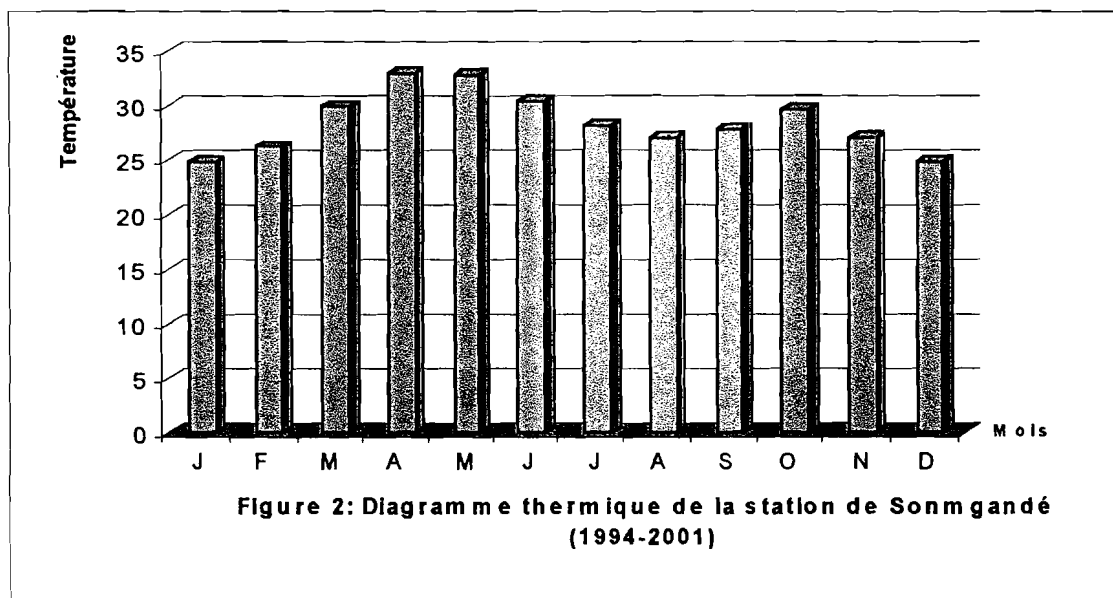
La température moyenne sur huit ans (1994-2001) de la station de Soumgandé est de 28,5°C.

L'évolution annuelle des moyennes mensuelles des températures (Tableau II) montre que la période chaude se situe entre mars et mai.

La distribution mensuelle des températures moyennes ( 1994 – 2001) illustrée par la figure 2, montre que les plus basses températures sont enregistrées entre décembre et janvier et les plus hautes entre avril et mai.

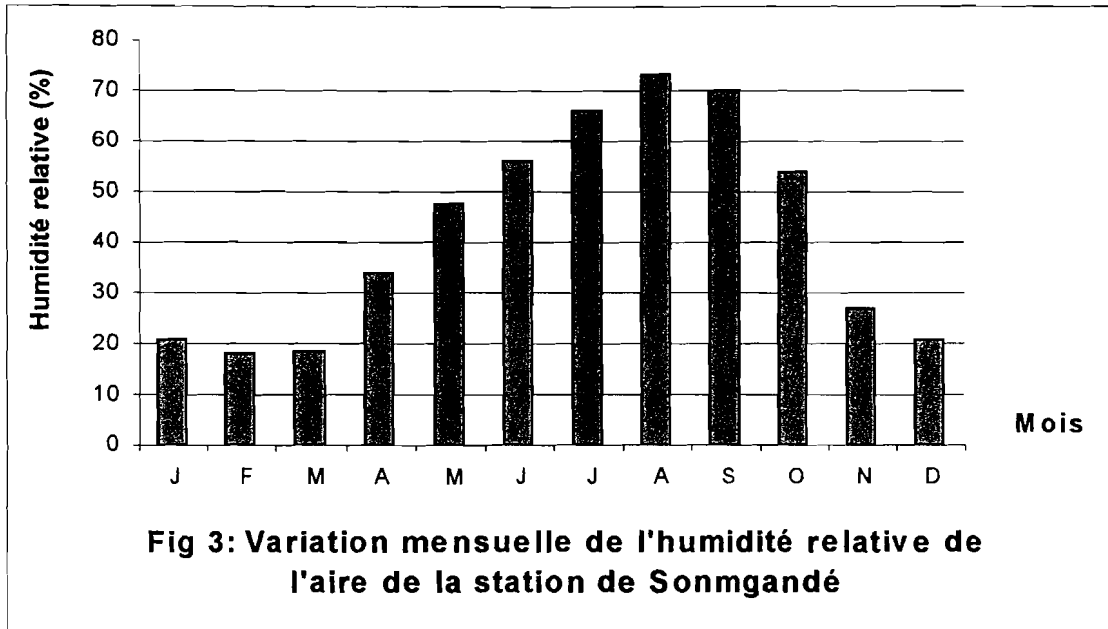
**Tableau II** : Relevé thermique de la station de Sonmgandé de 1994 à 2001

Année	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Température (°C)	27,9	28,2	28,2	28,5	29,2	28,6	28,4	29,1
Moyenne (°C)	28,5							



### 1. 1. 2. 3 L'humidité relative

La figure 3 montre que l'hygrométrie de l'air est maximale en août et minimale en février. L'humidité relativement moyenne des huit dernières années (1994 – 2001) est de 42,6%



### 1. 1. 3 La géomorphologie du site expérimental

Le site est situé essentiellement sur une plaine alluviale à faible pente. La description des profils <sup>pédologiques</sup> ~~pédagogiques~~ faite avec l'aide de M. PALO, pédologue au Département de Productions forestières (DPF) montre qu'il existe deux types de sols :

- Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial hydromorphe : ils occupent presque la totalité du site d'étude. Ils sont constitués par un profil AC, sans altération, riche en matières organiques. Ils sont caractérisés par une porosité élevée diminuant avec la profondeur, une coloration essentiellement brun pale en surface à brun grisâtre en profondeur, un drainage normal à modéré, une texture limono-sableuse en surface, limono-argilo-sableuse dans les horizons intermédiaires à argileuse dans les horizons inférieurs, une consistance dure à tous les horizons, une activité biologique bien développée, une structure faiblement développée polyédrique subangulaire en éléments grossiers, moyens, fins.
- Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial intergrade sols ferrugineux lessivés à tâches et concrétions : minoritaires, ils sont constitués d'un

- horizon supérieur à structure modérément développée et un dernier horizon fortement tacheté. Les deux horizons intermédiaires renferment quelques éléments grossiers.

## 1. 2. Généralités sur *Ziziphus mauritania* Lam

### 1. 2. 1 Systématique

A partir du système Ben tham et Hooker cité par Somé, 2002, *Ziziphus mauritania* appartient à la classe des Dicotylédones, à la sous-classe des Dialypétales, à la série des disciflores, à la sous série des Isostémones, à l'ordre des célastrales, à la famille des Rhamnaceae et au genre *Ziziphus*.

### 1. 2. 2. Le genre *Ziziphus*

Selon Aubreville (1950), les *Ziziphus* comprennent des arbrisseaux buissonnants, des arbustes sarmenteux ou même des arbres très communs dans le domaine sahélien.

Le genre *Ziziphus* comprend environ 80 espèces répandues dans toutes les régions tropicales et subtropicales.

Mais il en existerait d'autres dans les régions méditerranéennes et tempérées. Les *Ziziphus* à fruits comestibles seraient cultivés dans un très lointain passé, sur une grande échelle alors que la culture de céréales était encore inconnue (Chevalier, 1947). Cette domestication très ancienne expliquerait la vaste dispersion actuelle du genre.

### 1. 2. 3 *Ziziphus mauritania* lam.

*Ziziphus mauritania* Lam. est l'espèce du genre *Ziziphus* la plus répandue dans les régions sahéliennes.

A l'instar de beaucoup d'autres plantes, l'espèce *Ziziphus mauritiana* a connu plusieurs classifications.

En effet, l'espèce décrite d'abord en 1789 sous le nom de *Ziziphus jujuba* Lam, par Lamarck (some, 2002) serait décrite comme *Ziziphus orthacantha* (D.C) en 1825 (I P A, 1960).

Selon Chevalier (1947) *Ziziphus Orthacantha* serait la variété sauvage provenant du Sénégal.

Aubreville en 1950, appellera *Ziziphus mauritiana* synonyme de *ziziphus jujuba* (L.) Lam et de *ziziphus orthacantha* DC, le *Ziziphus* des régions sahéliennes. Nombreux sont les auteurs (Giffard 1974, Depommier 1988, Baumer 1995, Arbonnier 2000) qui parlent de *Ziziphus mauritiana* Lam synonyme de *Ziziphus jujuba* et *Ziziphus orthacantha* DC.

L'espèce est connue partout en Afrique tropicale. C'est ce qui explique la multiplicité des noms locaux ; ainsi nous pouvons retenir :

- Sideem, Sédeem, deem, dim (Walof)
- Jaabé, jaabi (Pulaar)
- Busédem, tōbôrô (Diola)
- Ntomono, ntomoro (Bambara)
- Magaria (Haoussa)
- Mugunuga (Moré)
- Njaabi (Ful fuldé)
- Nanganlwane (Gourmantché)
- Etc.

#### ▪ **Le port**

*Ziziphus mauritiana*, arbuste buissonnant de 3 à 10 m de hauteur à cime arrondie et assez dense est reconnaissable par une écorce peu crevassée, gris brun (Geerling, 1982) avec des fissures longitudinales (Depommier, 1998) fibreuse et rougeâtre à l'intérieur.

Les rameaux, fins, blancs, pubescents, tomenteux, sont garnis d'épines aiguës brunes, disposées à l'aisselle des feuilles par paire, l'une droite et acérée, l'autre très recourbée comme le pouce et l'index (Von Maydell, 1983) .

L'espèce est caractérisée par ses ramilles en zigzag changeant de direction à chaque nœud.

## - Les feuilles

Les feuilles petites simples alternes, pétiolées sont caractérisées par un limbe de forme variable (elliptique, ovale ou subcordiales) à bord finement crénelé, à sommet arrondi et mucroné, à base arrondie ou subcordée, symétrique ou presque, long de 1,3 à 7 cm et large de 1 à 4 cm (Arbonnier, 2000).

Le limbe vert brillant, glabre sur la face supérieure et grise, pubescent, tomenteux sur la face inférieure est parcourue par trois nervures divergentes à partir de la base.

Geerling (1982) précise que ces feuilles présentent une nervation palmée à 3 nervures basales, 1 ou 2 paires de nervures secondaires saillantes avec des nervures tertiaires peu saillantes et parallèles.

Les pétioles courts et pubescents, long de 0,5 à 1,2 cm portent à leur base de fines stipules (FAO : Forêt n° 34, 1982)

## - l'inflorescence, les fleurs et le fruit


Le *Ziziphus mauritiana* est reconnu par ses petites inflorescences ascillaires en cymes sessiles ou courtement pédonculées de fleurs (Aubreville, 1980).

Selon Arbonnier (2000) l'inflorescence est en fascicule tomenteux ou laineux de 3 à 8 fleurs disposées l'aisselle des feuilles.

Les fleurs petites (3 à 4 mm de diamètre), pédicellées (1 à 3 mm de long) (Arbonnier 2000) sont pentamères, duveteuses, actinomorphes, isostémones et bisexuées.

Minuscules, de couleur vert-blanchâtre ou jaunâtre, elles sont caractérisées par un calice à cinq loges triangulaires valvaires, une corolle à cinq petits pétales, un disque jaune au milieu duquel s'élève l'ovaire glabre à deux loges surmontés d'un stigmate bifide, cinq étamines opposées aux pétales, deux styles courts soudés jusqu'au milieu et des anthères à déhiscence longitudinale.

Elles sont pollinisées par les insectes. Selon Jaeger et Giovannetti, 1950, la pollinisation de l'espèce est allogamique.

Les fruits sont des drupes glabres, globuleuses ou ellipsoïdales avec un noyau biloculaire. Les diamètres varient de 1,5 à 2 cm pour les espèces sauvages et plus au moins 4 cm pour les espèces horticoles ( Depommier, 1988)  D'abords verdâtres, puis jaunâtre et enfin rouge sombre à maturité, le fruit offre une pulpe blanchâtre, charnue, sucrée et acidulée (FAO, 1982) le plus souvent farineuse.

#### - Les racines

*Ziziphus mauritiana* est reconnu par son système racinaire pivotant et puissant lui permettant de se développer sur une variété de sols. Ses racines arrivent à s'ancrent entre les rochers et pénètrent profondément le sol (Depommier, 1988). De ce fait l'espèce résiste bien au vent.

### 1. 2. 4 Ecologie

#### 1. 2. 4. 1 Conditions climatiques

Très rustique, l'espèce se comporte le mieux dans les climats chauds et secs bien arrosés pendant la période de végétation.

Le facteur semblant limiter son extension et sa culture serait une humidité élevée (FAO, 1982).

Le jujubier est rencontré dans les régions soumises à une pluviosité comprise entre 125 et 2300mm où les températures présentent des écarts absolus de 6° à 49°C (FAO, 1982).

Selon Von Maydell (1983), les précipitations annuelles tolérables par l'espèce varient entre 150 et 500mm.

Depommier (1988) note que l'espèce supporte bien les longues sécheresses ( 6 à12 mois par an) et les pluviométries comprises entres 200 et 600mm.

Elle serait également présente sous des climats froids ou très pluvieux (dans des zones recevant près de 2700mm de pluie par an et à des températures minimales absolues de -7°C. Elle supporterait de faibles gelées en hiver et des températures élevées en été. C'est une espèce grégaire. Cependant, les résultats



des travaux de Neya (1988) montre que l'aire de distribution de l'espèce se limite à une pluviométrie inférieure à 1000mm.

#### 1. 2. 4. 2 Conditions édaphiques

Le caractère pivotant et puissant du système racinaire de l'espèce lui permet de se développer sur une large variété de sols.

L'espèce se développerait bien sur les sols sableux, limono-sableux profonds à <sup>pH</sup> neutre ou faiblement alcalins (FAO, 1982) tout en évitant les sols argileux.

Selon Depommier, l'espèce croîtrait également sur des sols de fertilité médiocre à <sup>pH</sup> acide ou alcalin plutôt sableux et bien drainés qu'argileux et à engorgement temporaire.

L'espèce est fréquemment rencontrée en association avec *Acacia seyal* sur les sols peu évolués d'érosion sur matériaux gravillonnaires ; selon Neya (1988), 100% des peuplements de *Ziziphus mauritiana* recensés en association avec *Acacia seyal* étaient sur ces types de sol.

#### 1. 2. 4. 3 Origine et Aire de répartition de l'espèces

Selon Marshal et Johnston (1972), *Ziziphus mauritiana* serait originaire du Moyen-Orient ou du Sous- continent indien et comprendrait de nombreuses variétés.

Dans FAO forêt (1982) il ressort que l'espèce provient des zones arides et semi-arides de l'Afrique, d'Arabie, de l'Inde et du Sud-est asiatique et serait introduit dans de nombreux pays du monde Subtropical.

Toutefois, *Ziziphus mauritiana* est aujourd'hui, l'une des espèces les plus répandues en Afrique tropicale, des zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest à l'Afrique de l'Est et du Sud-Est en passant par le bassin du lac Tchad et les monts Mandara du Nord Cameroun (CCE/ENDA, 1987).

Neya (1988) précise qu'au Burkina Faso, la répartition de l'espèce est limitée entre les 11°16' et 15° parallèles correspondant essentiellement au domaine phytogéographique sahélien, dans le secteur soudanien Septentrional et dans la partie nord-est du District Ouest Mouhoun et Nord-Ouest du District Est Mouhoun.

## **1. 2. 5 Diversité variétale de *Ziziphus mauritiana***

*Ziziphus mauritiana* renferme plusieurs variétés. En effet, Chevalier (1947) a distingué une variété dite désertcola rencontré de Mauritanie au Tchad.

Aubreville a décrit une variété Sénégalensis, à feuilles d'abord pubescentes sur les deux faces, puis entièrement glabres.

Depommier (1988) a nommé Varthacanthay, la variété sauvage de l'espèce rencontrée au sud du Sahara en zone saharo-sahélienne et sahélo-soudanienne. Il différencie la production fruitière annuelle de la variété dite sauvage à celle des variétés sélectionnées. Elle serait de 30 Kg pour les variétés sauvages contre 80 à 130 Kg pour les variétés sélectionnées de l'Inde.

Michel Baumer (1995), parle de variété indienne "ber" qui donne de gros fruits juteux et savoureux. En effet, les recherches en matière d'amélioration génétique ont permis d'acquérir plus de 200 variétés de *Ziziphus mauritiana* en Inde et de 400 variétés de jujube en Chine (Hayes, 1945) cité par Vashishtha (2001).

## **1. 2. 6 Intérêts socio-économiques**

### **1. 2. 6. 1 Utilisation des fruits**

Le jujube représente l'intérêt principal du jujubier. Pouvant se consommer frais ou sec, il constitue un fruit très agréable fournissant en période de disette un apport alimentaire non négligeable.

Sèche, La pulpe peut être réduite en pâte ou en farine servant à diverses utilisations (Gallettes, gâteaux, pains ou condiments).

Fraîche, elle sert à la fabrication de confiture délicieuse riche en vitamine C et de jus très apprécié.

**Tableau III : Valeur nutritive des fruits (FAO, 1982)**

Humidité	64.0% à 85%
Protéines	0.8% à 2.2%
Lipides	0.1% à 0.3%
Sucres et amidon	20.0% à 32.0%
Matières minérales	0.4 à 0.7%
Valeur calorifique	55 à 135 cal./ 100g

Le fruit est reconnu également riche en vitamine C (beaucoup plus que le citron) et A, en phosphore, en carotène et en calcium (Spore, 2001). De ce fait, il constitue un complément non négligeable dans l'alimentation des populations rurales ; Alimentation basée essentiellement sur les céréales pauvres en vitamines et en sels minéraux.

*au lieu  
n°: 4/002*

La récolte des fruits est basée essentiellement sur le ramassage et la cueillette dans les parcs agroforestiers et dans les formations naturelles. Une partie de cette récolte est vendue sur les marchés locaux et constitue ainsi une source de revenu substantielle pour la population rurale.

En effet, pendant la saison sèche, la commercialisation des fruits de jujubier mobilise femmes et enfants (DAO, 1993). Le prix de vente varie suivant les régions ; il oscille entre 75F CFA et 150F CFA. Le revenu issu de cette vente contribue à la survie de nombreuses familles (DAO, 1993)

#### 1. 2. 6. 2 Utilisation des feuilles

Le jujubier est également cultivé pour ses feuilles. En effet, les jeunes feuilles sont consommées comme légume, en soupe ou dans le couscous (Depommier, 1988)

Enormément appréciées par les bovins et surtout les chèvres et les chameaux, les feuilles sont riches en valeur bromatologique (tableau II). Elles présentent ainsi un grand intérêt fourrager.

**Tableau IV** : les valeurs bromatologiques des feuilles de *Ziziphus mauritiana*  
Locale (Giffard, 1974)

	Feuilles vertes		Feuilles sèches	
	U. F	M. A. D.	U. F.	M. A. D.
Feuilles adultes	0,47	42,3	1,0	91
Jeunes feuilles	0.47	64.5	1.09	150

**U. F** : Unité fourragère.

**M. A. D** : Matière azotée digestible.

### 1. 2. 6. 3 Utilisation du Bois

Brun-rouge, dur et dense (0.71-0.81), résistant aux termites et facile à travailler, le bois de jujubier est utilisé pour la fabrication de manches d'outils, d'ustensiles de cuisine, de jougs de bœufs, de lits et de jouets. Il sert également à la construction de bateaux (grumes de gros diamètre) et fréquemment à celle des maisons et greniers.

Les branchages épineux, sont utilisés en guise de clôture. Le pouvoir calorifique du bois de chauffe pouvant atteindre 4.900Kcal/Kg ; c'est de ce fait un bon bois de feu et un bon bois à carboniser.

### 1. 2. 6. 4 Autres usages

Racines, feuilles, bois, écorce sont utilisés dans diverses préparations médicinales. En effet, les écorces en décoction sont indiquées pour soigner les maux de ventre ; associées aux écorces de *Lannea acida*, elles calment les douleurs intestinales; La racine est utilisée contre la syphilis et la Blennorragie.

Les peuls Toucouleurs utilisent en usage interne, la poudre d'écorce dans les hémorragies du post- partum et en usage externe, ils lavent les ulcères phagédéniques par un macéré aqueux des feuilles puis ils appliquent dessus, la poudre.

Le fruit est recommandé pour le traitement des affections inflammatoires de la gorge, des voies respiratoires, des inflammations intestinales et urinaires ainsi que la constipation.

Le jujubier est planté en haies vives et brise-vent pour la conservation des sols, la protection des cultures ou la construction d'enclos.

Les fleurs du *Ziziphus mauritiana* sont butinées par les abeilles d'où l'intérêt de l'arbre dans l'apiculture.

## CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

Le protocole expérimental initialement élaboré par ICRF/SALWA pour le Mali et le Burkina Faso a été adapté aux conditions particulières du site au Burkina. Ainsi la méthode d'arrosage, l'écartement entre les lignes et la quantité de phosphate naturel sont différents.

### 2. 1 Matériel Végétal

L'étude que nous avons menée à porté sur quatre variétés de *Ziziphus mauritiana*. Il s'agit des variétés Gola, Seb, Umran de provenance indienne et la variété Locale. Les variétés indiennes sont des plants greffés avec des rameaux de cultivars indiens sur des portes greffes produits à partir des semences de la variété Locale du Burkina.

Les variétés se distinguent sur la base des caractères liés aux fruits (dimension, forme), à leurs feuilles ou à leur port

#### 2. 1. 1 La variété Locale

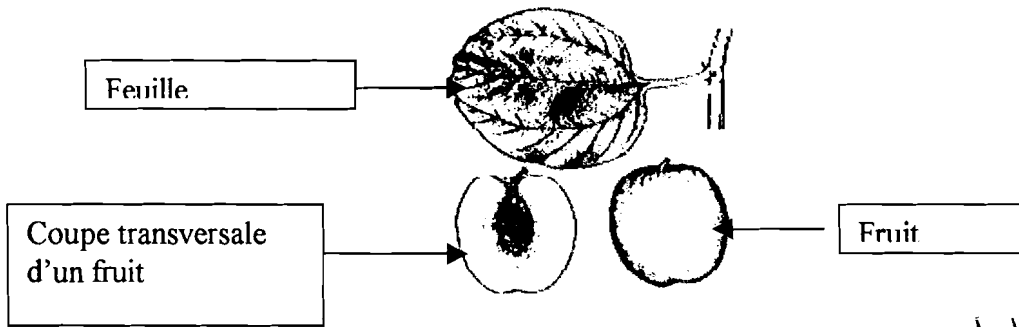
La variété Locale est caractérisée par des feuilles ovales ou subangulaire à sommet arrondi et mucroné et à base arrondie ou subcordée, symétrique ou presque. Les feuilles sont supportées par des pétioles pubescents de 0,5 – 1,2 cm.

Les fruits globuleux, glabre brunâtre ou violet à maturité, de 1,2 – 1,5 cm de diamètre contiennent un gros noyau noyé dans une pulpe blanchâtre et plus ou moins farineuse (Arbonnier, 2000).

#### 2. 1. 2 La variété Seb

La variété Seb de port érigé est reconnue par ses feuilles larges, à sommet subaigu légèrement courbé et à base large. Caractérisées par une surface ventrale tomenteuse, elles présentent une surface dorsale légèrement gris au stade jeune et gris au stade adulte. Elles sont supportées par un pétiole gris léger de 1,8 cm de long.

Les fruits ronds, sont marqués par une extrémité supérieure <sup>affaibli</sup> ~~ronde~~ profondément rayée, une extrémité inférieure large avec une dépression au centre, un <sup>2m</sup> ~~pericarp~~ péricarpe gris jaunâtre avec des taches brunes légèrement rugueuses et à pulpe blanche et dure. La masse moyenne d'un fruit est de 24,6 g.



*figure*

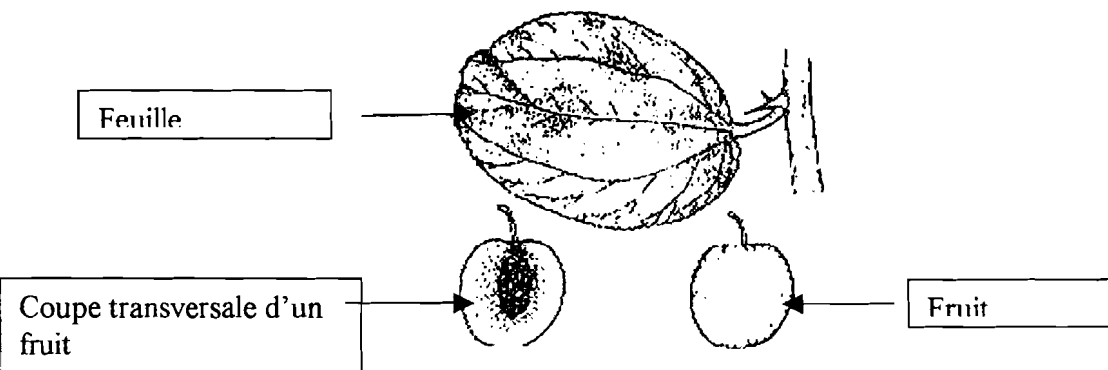
Variété Seb (fruit, feuille)

*Echelle*

### 2. 1. 3 La variété Gola

Cette variété de port étalé présente des feuilles larges à sommet obtus , à base large et à surface ventrale tomenteuse. La surface dorsale grise au stade jeune devient gris sombre brillant au stade adulte. Le pétiole gris léger est de 1.2 cm de long.

Les fruits ronds présentent une extrémité supérieure plate, une peau jaune clair brillant et lisse, une pulpe blanche et tendre. Le poids d'un fruit est estimé à 21,4g



*harmoniser points on feuille.*

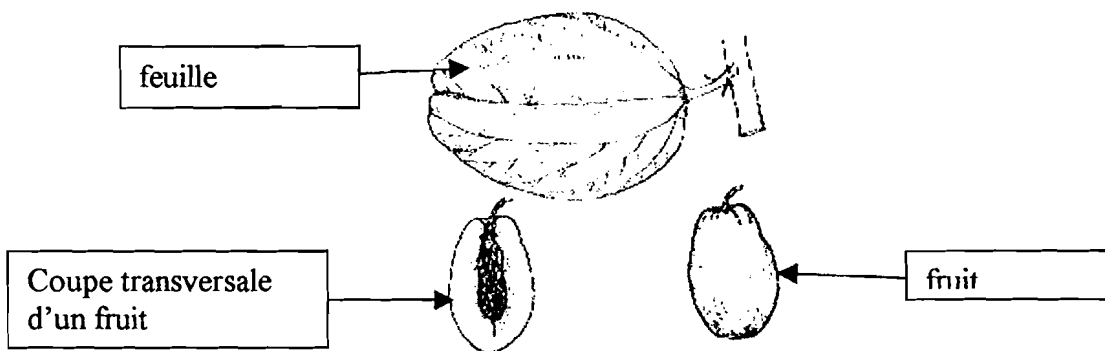
*figure :*

Variété Gola (fruit, feuille)

## 2. 1. 4 La variété Umran

La variété Umran de port semi-érigé présente des feuilles larges, ovales à surface ventrale tomenteuse, à sommet subaigu et à base large . La surface ventrale gris pale au stade jeune devient gris brillant au stade adulte. Elles sont portées par un pétiole légèrement gris long de 1,5 cm.

Ses fruits ovales à base ronde et au sommet rond et strié présente une peau jaune, lisse et brillante. En moyenne, le fruit de Umran pèse 33g.



Variété Umran ( fruit, feuille)

## 2. 2 Dispositif Expérimental

Le dispositif expérimental est un Split-Split plot composé de trois facteurs en trois répétitions. Il s'agit :

- Du facteur principal Irrigation (IR) ;
- Du facteur secondaire Fertilisation (BP) ;
- Du facteur tertiaire Variété (VAR).

L'essai comporte au total seize (16) traitements :

- Quatre (4) variétés (Gola, Locale, Seb, et Umran)
- Deux (2) doses de fertilisation (addition ou non de Burkina phosphate)
- Deux (2) régimes d'irrigation (Irrigué ou non irrigué)

Les parcelles élémentaires sont des lignes de 12,50 m de long séparées par des allées de 5 m L'écartement entre plants sur la ligne est de 2,5 m ; soit cinq (5) plants par parcelle élémentaire.



## - Le facteur "irrigation"

Des seize (16) traitements, huit traitements sont soumis au régime (IR+) (traitements irrigués) et les huit autres au régime (IR-) (traitements non irrigués).

La technique d'irrigation est basée sur une pratique d'arrosage utile en vulgarisation dans les régions très sèches. Un canari de terre perforé en quatre trous est enfoncé au 2/3 dans le sol au pied (en amont) de chaque plant (les trous orientés vers le pied du plant) (photo II). Chaque canari reçoit 30 litres d'eau par semaine. L'irrigation couvre la saison sèche et a commencé le premier novembre. Les canaris sont recouverts d'un couvercle afin de réduire l'évaporation. Ce système d'arrosage est utilisé par la Fédération Nationale de Groupement Naam.

Ce type d'arrosage "goutte à goutte" permet de mettre à la disposition du plant de l'eau pendant une période plus longue. Les racines en profitent mieux et ceci réduit les pertes en eau.

## - Le facteur "fertilisation"

Pour la fertilisation, il est prévu 150 g de phosphore par plant. Compte tenu de la teneur du Burkina phosphate (BP) qui est de 25 % de  $P_2O_5$  soit 11 % de phosphore, la quantité de Burkina phosphate par plant a été évaluée à 1364 g par plant. A la plantation, le Burkina phosphate est mélangé à ~~la plantation~~ au moment du rebouchage des trous.

## 2. 3 La collecte des données

Les plantes ont été continuellement suivies depuis leur plantation en juillet 2001 jusqu'en avril.

Notre étude étant une évaluation de la performance de quatre cultivars, toutes les observations faites étaient en rapport avec les caractéristiques morphologiques et physiologiques permettant une meilleure connaissance des cultivars et une évaluation du taux d'adaptabilité de chaque cultivar.

### 2. 3. 1 Le taux de survie

Les plants vivants par traitement sont inventoriés dans la deuxième semaine de chaque mois.

### 2. 3. 2 la croissance

La croissance se définit comme une augmentation de taille sans modification qualitative des organes (Le Floc'H 1969).

Les mensurations sont mensuelles et ont porté sur :

- La hauteur totale du plant qui se mesure verticalement du sol jusqu'à l'extrémité du rameau le plus long.
- La longueur de la tige principale qui est évaluée du sol jusqu'à l'extrémité de la tige principale.

Ces deux variables (la hauteur du plant et la longueur de la tige principale) sont mesurées pour suivre le caractère plagiotrope.

- Le diamètre au collet qui se mesure chaque fois au même endroit. Ce qui nous permettrait de suivre l'évolution en grosseur du ~~traitement~~ <sup>plant</sup>.
- Le diamètre du houppier 1 qui consiste à mesurer le diamètre Est-Ouest du houppier.
- Le diamètre du houppier 2 qui concerne le diamètre Nord-Sud du houppier.

Les deux diamètres du houppier sont mesurés pour l'évaluation des surfaces des houppiers des plants.

- La hauteur du collet à la première ramification pour apprécier le dégagement à la base des plants de chaque traitement.

### 2. 3.3 La production fruitière

Les fruits mûrs sont récoltés régulièrement trois fois par semaine durant toute la période de maturité des fruits.

Les variables évaluées sont :

- les dimensions des fruits frais : la longueur (sommet à la base) et le diamètre moyen du fruit;
- le poids du fruit frais ;
- le poids de la pulpe et de la graine du fruit frais ; ce qui nous permet de calculer la proportion fruit-pulpe
- le nombre total de fruits frais (fruits sains et fruits abîmés) par plant ;
- le poids total de fruits frais (fruits sains et fruits abîmés) par plant ;
- l'effectif des fruits sains par arbre ;
- le poids de la pulpe sèche et celui de la graine sèche du fruit ;
- la composition en éléments nutritifs par traitement ;

### 2. 3. 4 La phénologie

Les observations effectuées toutes les deux semaines, ont porté sur trois phases physiologiques : la feuillaison, la floraison et la fructification et la présence de nouvelles ramifications ; Le déroulement de chacune de ces phases étant apprécié par des stades.

- **La feuillaison : quatre stades**

Fe0 = absence de feuilles et de bourgeons foliaires

Fe1 = Début de feuillaison ( bourgeons foliaires > 50% des feuilles de l'arbre)

Fe2 = Pleine feuillaison ( feuilles en majorité développées)

Fe3 = Début défeuillaison

- **La floraison ( quatre stades)**

FI0 = Pas de fleurs, pas de bourgeons floraux

FI1 = Début floraison (plus de 50% des fleurs de l'arbre)

FI2 = Pleine floraison ( plus de 50% des fleurs de l'arbre sont épanouies)

FI3 = Fin floraison (plus de 50% des fleurs sont transformées en fruits)

- **La fructification ( quatre stades)**

Fr0 = pas de fruits

Fr1 = Majorité des fruits en développement (50% des fruits de l'arbre)

Fr2 = Majorité des fruits développés (plus de 50% des fruits de l'arbre)

Fr3 = fruits matures 100%

- **La ramification ( quatre stades)**

Ra0 = pas de nouvelles ramifications

Ra1 = présence de nouvelles ramifications primaires

Ra2 = présence de nouvelles ramifications secondaires

Ra3 = présence de nouvelles ramifications tertiaires

### **2. 3. 5 Etat sanitaire des plants**

Le suivi de l'état sanitaire des plants consiste à noter toutes sortes d'anomalies, attaques de parasites, maladies et leurs intensités sur toutes les parties de la plante : la tige, les feuilles, la fleur etc.

Nous avons également procédé à la capture des insectes visiteurs des variétés; ces insectes capturés ont ensuite été identifiés au Laboratoire d'entomologie du DPF (Département de productions forestières).

### **2. 4 Analyse statistique des données**

En sylviculture, on a toujours besoins de logiciels de traitements des données simples et adaptés pour rendre compte de la réalité des phénomènes biologiques. Outre Excel qui est couramment utilisé comme tableur, nous avons utilisé SAS (Statistical Analysis System) qui est un logiciel de traitement et d'analyse de données.

Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée dans le but d'étudier, d'une part la variabilité des données récoltées et d'autre<sup>part</sup> les différences existant entre les sources de variation du modèle utilisé. Le modèle consiste en la représentation simplifiée et formelle d'idées ou de connaissances relatives à un

phénomène. Il est choisi souvent selon son aptitude à rendre compte de la variabilité des variables mesurées.

Des régressions ont été construites pour étudier non seulement les relations qui existent entre les variables mais également leur évolution dans le temps.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 3. 1 Résultats

Les données récoltées de juillet 2001 à octobre 2001 pour le taux de survie et d'octobre 2001 à avril 2002 pour les autres paramètres, permettent d'estimer le taux de survie, d'évaluer la croissance et la production fruitière, de caractériser le développement de la partie aérienne des plants (ramification, surface du houppier), de décrire la phénologie. Elles ont été soumises à une analyse avec le logiciel SAS et des représentations graphiques avec Excel.

#### 3. 1. 1 Taux de survie des cultivars

Le taux de survie d'une espèce traduit son degré d'adaptabilité aux conditions du milieu (conditions climatiques et édaphiques, systèmes de production des plants etc).

Les données collectées sur l'essai permettent d'évaluer les taux de survie des différentes variétés et des différents traitements par variété.

La figure 4 illustre l'évolution du taux de survie pour chaque variété durant l'étude. L'observation de cette figure révèle en effet l'existence de différences entre les taux de survie des différentes variétés. Il ressort qu'à ce stade des observations, la variété Locale présente le meilleur taux de survie ( 100% ), suivi de la variété Gola avec un taux de survie qui est de 95% en avril 2002. Le plus faible taux ( 74% ), est observé avec la variété Seb.

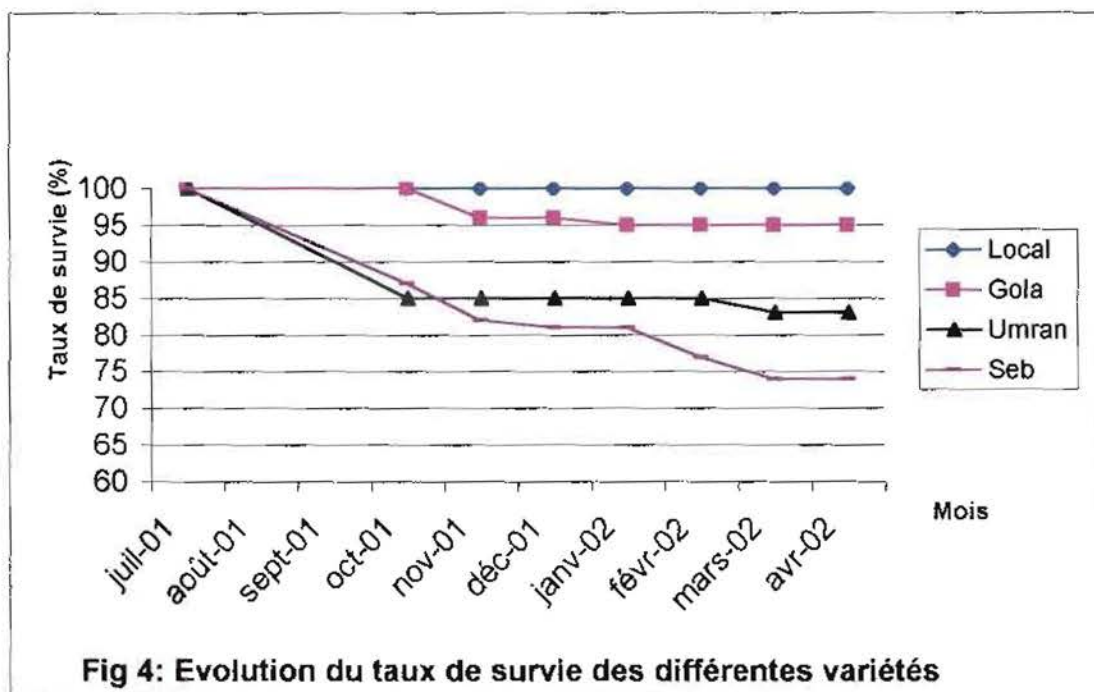
Parmi les variétés indiennes, la variété Gola semble mieux adaptée aux conditions du site expérimental.

Nous notons pour la variété Gola, que le taux de survie n'évolue plus dès janvier . Cependant, pour les variétés Umran et Seb, nous mentionnons des mortalités jusqu'en mars.

De même, l'observation de la courbe révèle des différences entre l'allure de la courbe de la variété Gola et celle des autres variétés indiennes. En effet pour la variété Gola, la courbe forme de juillet à octobre un premier pallier suivi d'une phase de décroissance, d'octobre à janvier, et enfin un deuxième pallier de janvier à avril. Ce qui traduit pour cette variété , une absence de mortalité du mois juillet

au mois d'octobre. Les mortalités surviennent plus tard entre octobre et janvier. Cependant pour les deux autres variétés, les mortalités ont commencé immédiatement après la plantation.

Par ailleurs, après neuf mois de plantation, nous notons un taux de survie élevé pour l'ensemble des variétés (au moins égal à 74 %).



**Fig 4: Evolution du taux de survie des différentes variétés**

L'évolution du taux de survie des traitements par variété est illustrée par les figures 5a, 5b, 5c 5d.

A partir de la figure 5a de la variété Locale, nous notons que tous les traitements de la variété Locale présente le même taux de survie (100 %).

Les autres figures révèlent des différences entre les traitements au sein d'une même variété.

Pour la variété Gola (Figure 5b), le traitement GoIR-BP- présente le taux de survie le plus élevé (100 %). En avril, tous les autres traitements enregistrent le même taux de survie (93 %).

En ce qui concerne la variété Seb (figure 5c), nous notons que les traitements SeIR-BP- et SeIR-BP+ présentent les taux de survie les plus élevés (79 %). Par contre le traitement SeIR+BP+ présente le taux de survie le plus faible 64 %.

Quant à la variété Umran (figure 5d), les traitements UmIR-BP- et IR+BP- fournissent les mêmes taux de survie et les taux les plus élevés (85%) contre 80 % (le taux de survie le plus faible de la variété) pour le traitement UmIR+BP+.

L'analyse des différents taux de survie au sein des variétés indiennes montre que tous les traitements non irrigués et non fertilisés présentent avec d'autres traitements ( SelIR-BP+ pour la variété SEB et UmIR+BP- pour la variété Umran), les meilleurs taux de survie.

Nous notons pour toutes les variétés que les facteurs Irrigation (IR) et fertilisation (BP) n'ont pas eu un effet particulièrement positif sur le taux de survie des différentes variétés. Nous mentionnons qu'au contraire les traitements irrigués et fertilisés présentent seuls ou avec d'autres traitements, les taux de survie les plus faibles.

Ce qui nous permet de dire que le facteur combiné a un effet dépressif sur la survie des variétés indiennes et un effet nul sur celui de la variété Locale.



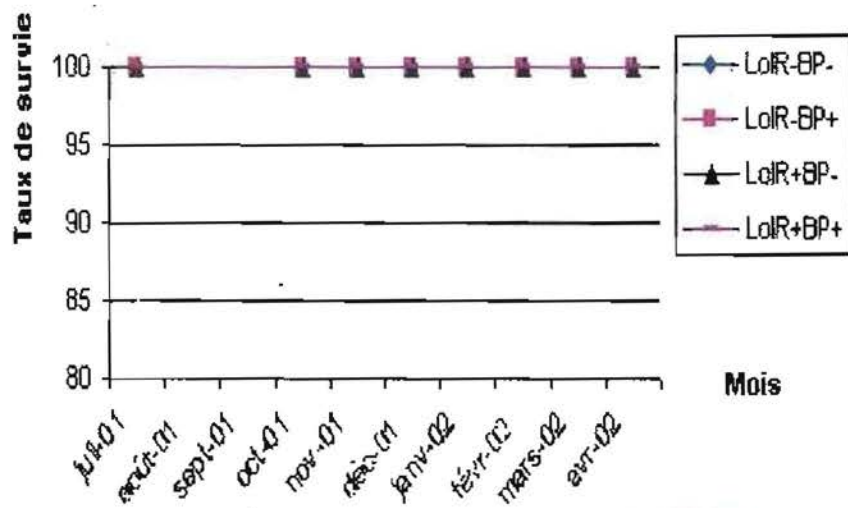


Fig 5a: Evolution du taux de survie des traitements de la variété Local

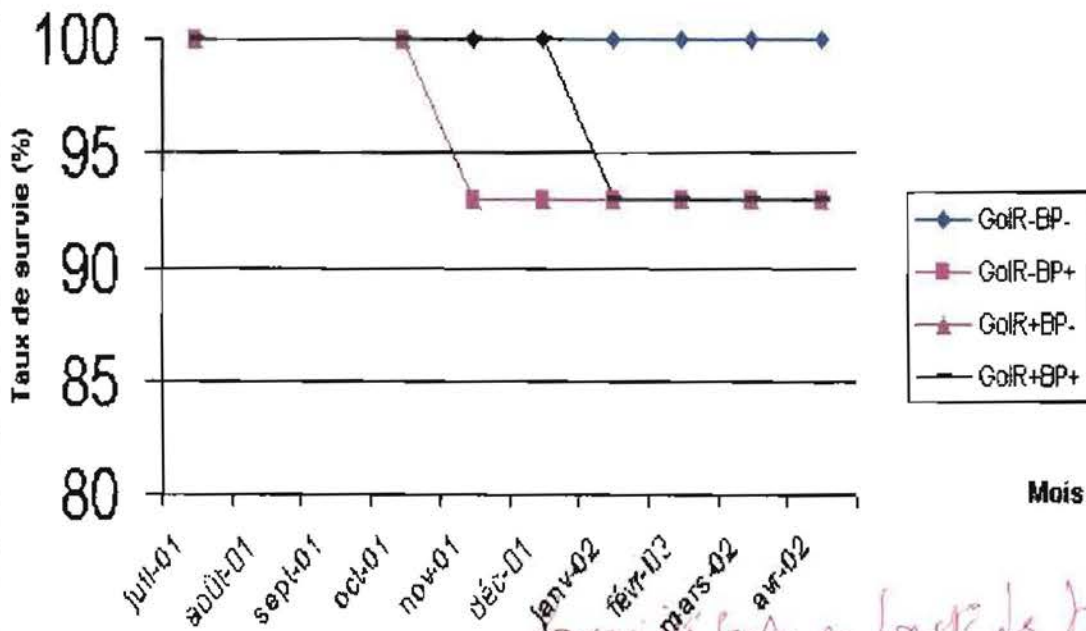
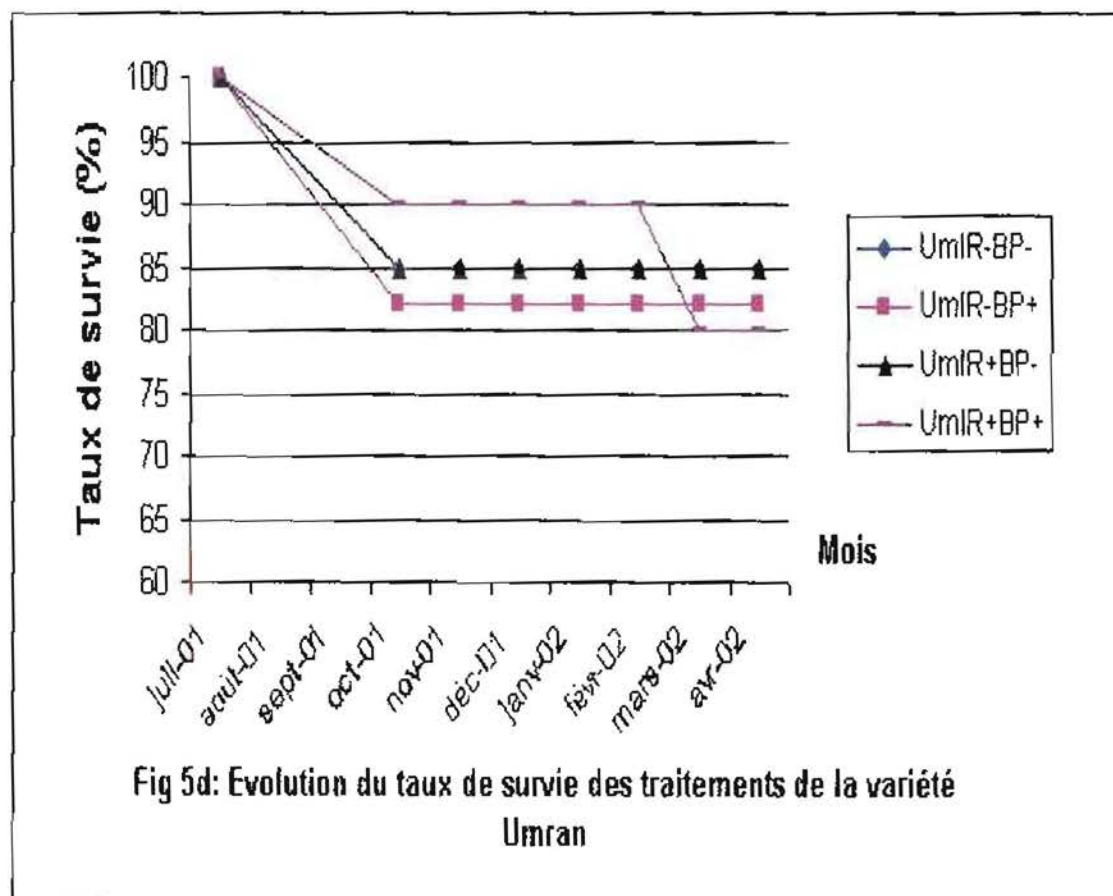
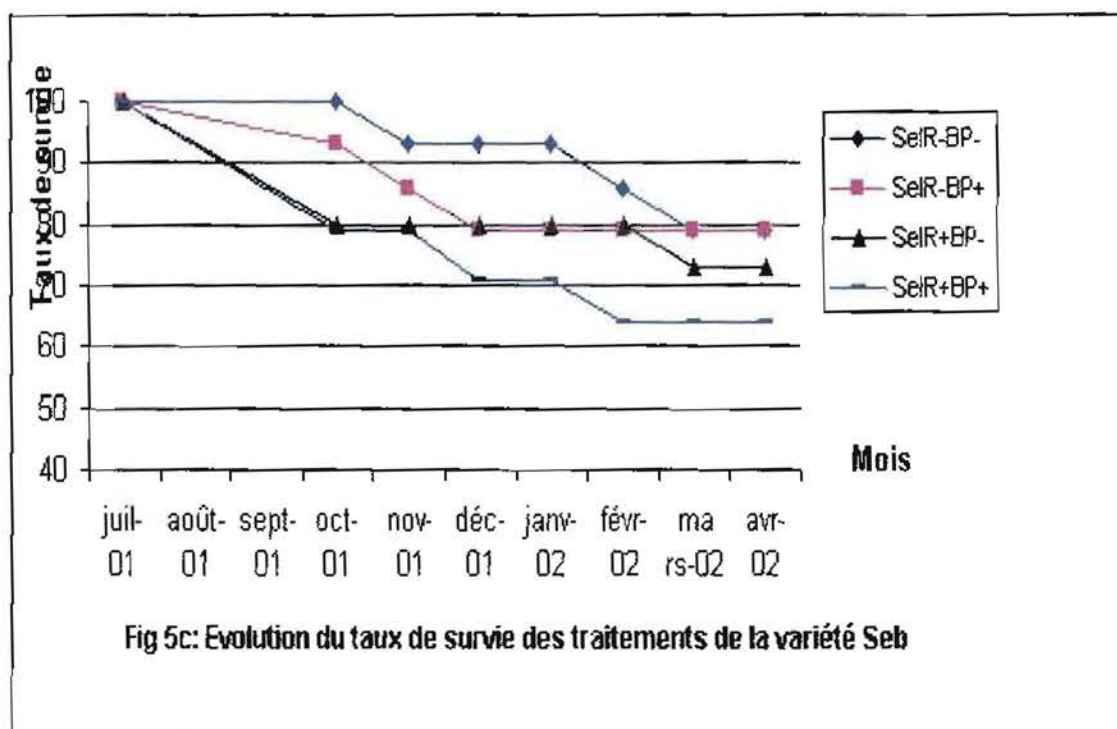


Fig 5b: Evolution du taux de survie des traitements de la variété Gola



### 3. 1. 2 La croissance des variétés

La croissance, d'une façon générale peut être désignée par l'ensemble des phénomènes biologiques qui se traduisent par une augmentation irréversible des dimensions et du poids d'un individu ou des organes qui le composent (Champagnat, 1969).

Celle d'une grandeur donnée est relative à son évolution au cours du temps et on peut la représenter comme étant une fonction croissante du temps ou de l'âge.

La croissance des variétés étudiées est évaluée par la hauteur du plant, la longueur de la tige, le diamètre du collet et le comportement architectural du jujubier, par la surface du houppier, la hauteur du collet à la première ramification. Le caractère couvrant et ramifié à la base est un avantage pour la protection des sols (Depommier, 1993).

#### 3. 1. 2. 1 La hauteur du plant

La croissance en hauteur correspond à l'augmentation des dimensions d'un organisme dans la direction longitudinale encore appelée élongation.

L'évolution de la hauteur du plant des différentes variétés est illustrée par la figure 6. Il ressort de cette figure que la variété Locale, pour tout traitement confondu présente la hauteur la plus élevée, suivie dans l'ordre décroissant de la variété Umran, de la variété Seb et enfin de la variété Gola. La variété Locale est caractérisée par une croissance continue tout au long de l'étude. Cependant, les variétés indiennes enregistrent à des périodes données une baisse de leur hauteur. La reprise de la hauteur après la baisse est plus forte pour la variété Umran, que pour les variétés Gola et Seb.

*Handwritten notes:*  
Avec les données de la figure 6  
07/12/2021

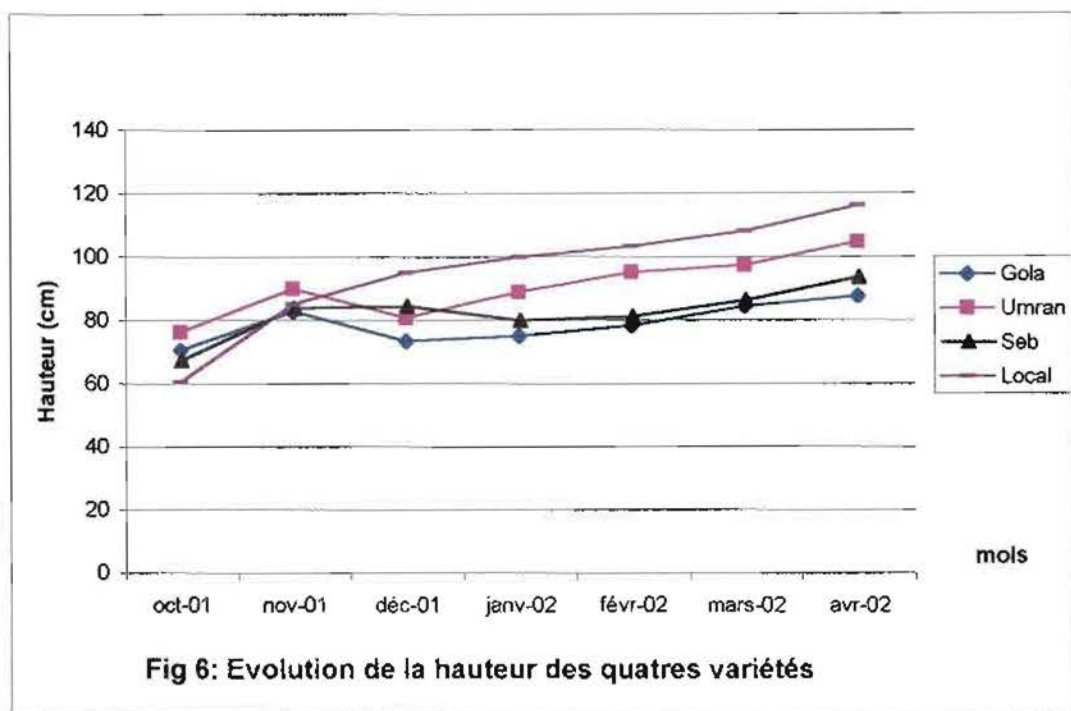


Fig 6: Evolution de la hauteur des quatre variétés

Les courbes de croissance en hauteur ont été également approximées par un polynôme de second degré. C'est un modèle simple et apprécié.

Le tableau Va présente les équations de courbes et les coefficients de régression des quatre variétés étudiées.

**Tableau Va** : Equations de Régression de la hauteur moyenne en fonction du temps

Variétés	Equations de régression	R <sup>2</sup>
Locale	$H = -0,0014t^2 + 105,7t - 2e+06$	0,95
Umran	$H = 0,0003t^2 - 22,44t + 42$	0,83
Seb	$H = -0,0002t^2 + 12,58t - 24$	0,61
Gola	$H = 0,0004t^2 - 33,3t + 62$	0,59

Chaque équation du tableau Va représente, dans les conditions naturelles du site et de plantation, la valeur moyenne de la hauteur estimée (cm) en fonction du temps (en mois) des différentes variétés.

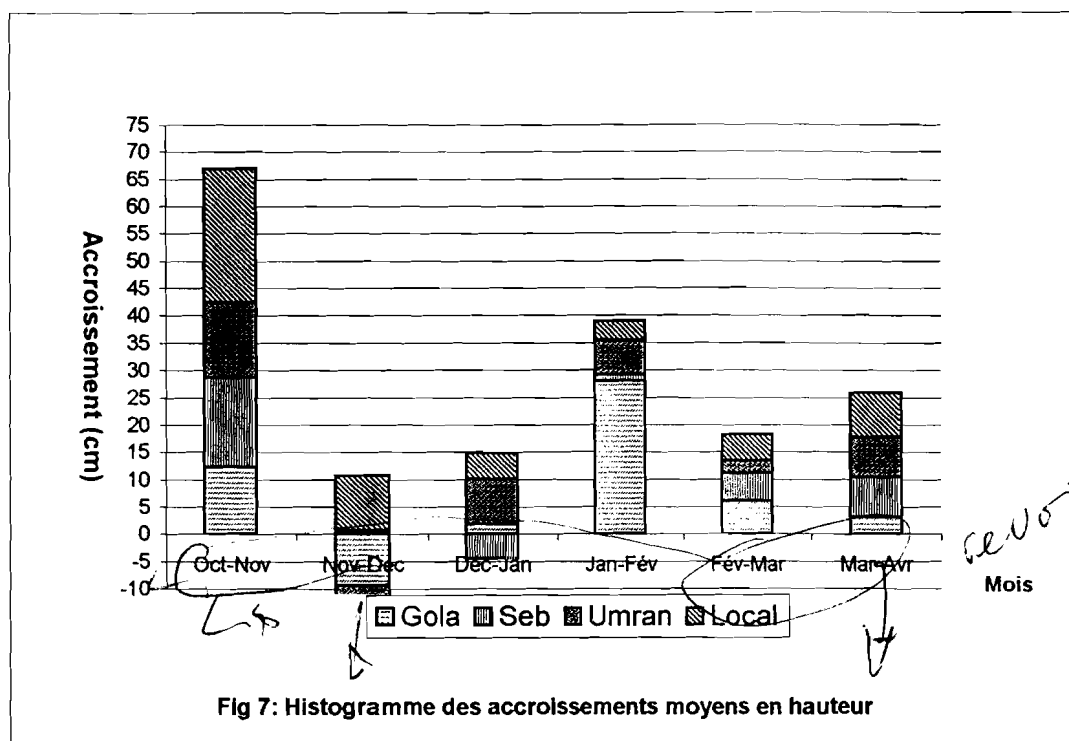
Les valeurs du coefficient de détermination  $R^2$  sont élevées pour toutes les variétés. Néanmoins, nous constatons qu'elle est plus élevée chez la variété Locale (0.95) et Umran que chez les variétés Seb et Gola.

Au sein des variétés indiennes, nous pouvons différencier la variété Umran, qui a un coefficient élevé (0.83) des deux autres variétés Seb (0.61) et Gola (0.59). Nous avons également étudié la croissance en hauteur du plant en terme d'accroissement.

L'accroissement est la quantité de matière élaborée par unité de temps. Plus généralement, il correspond à la différence entre deux valeurs prises par une dendrométrie donnée à des âges déterminés (Kaboré, 1996). Nous avons essayé de comparer le comportement de chaque variété durant la période d'étude (figure 7).

La figure 7 nous permet d'observer que, hormis la variété Gola, les autres variétés ont leurs accroissements les plus importants d'octobre à décembre. La variété Gola a son accroissement le plus fort entre janvier et février.

Les variétés indiennes ont enregistré à des périodes données, des accroissements négatifs ; ce sont ceux de Novembre à Décembre pour les variétés Gola et Umran et de Décembre à Janvier pour la variété Seb. Ces accroissements négatifs traduisant une baisse de la hauteur entre deux périodes de mesure sont plus accentués pour les variétés Gola (-9,45) et Umran (-9,27) que pour la variété Seb (-4.46). la croissance de la variété Locale est plutôt continue et les accroissements sont toujours élevés (supérieur ou égal à 3,45).



Pour évaluer les "gains" totaux en hauteur par variété au cours de l'étude, nous avons introduit l'étude des accroissements cumulés. Le tableau Vb présente ainsi par variété, les accroissements cumulés au cours de l'étude.

**Tableau Vb** : Accroissements cumulés en Hauteur du plant des quatre variétés

Période	Gola	Umran	Seb	Locale
Oct-Nov	12,26	13,67	16,44	24,62
Nov-Déc	2,81	4,4	17,17	34,62
Déc-Jan	4,66	12,57	12,71	39,38
Jan-Fév	32,73	18,9	13,82	42,83
Fév-Mar	38,73	21,24	18,9	47,65
Mar-Avr	41,89	28,5	26,19	55,8

De l'observation du tableau, il ressort qu'en terme d'accroissement total, la variété Locale a plus évolué en hauteur que les variétés indiennes. Parmi les variétés

indiennes, c'est la variété Gola qui a l'accroissement cumulé en hauteur le plus fort, suivi de la variété Umran et enfin de la variété Seb.

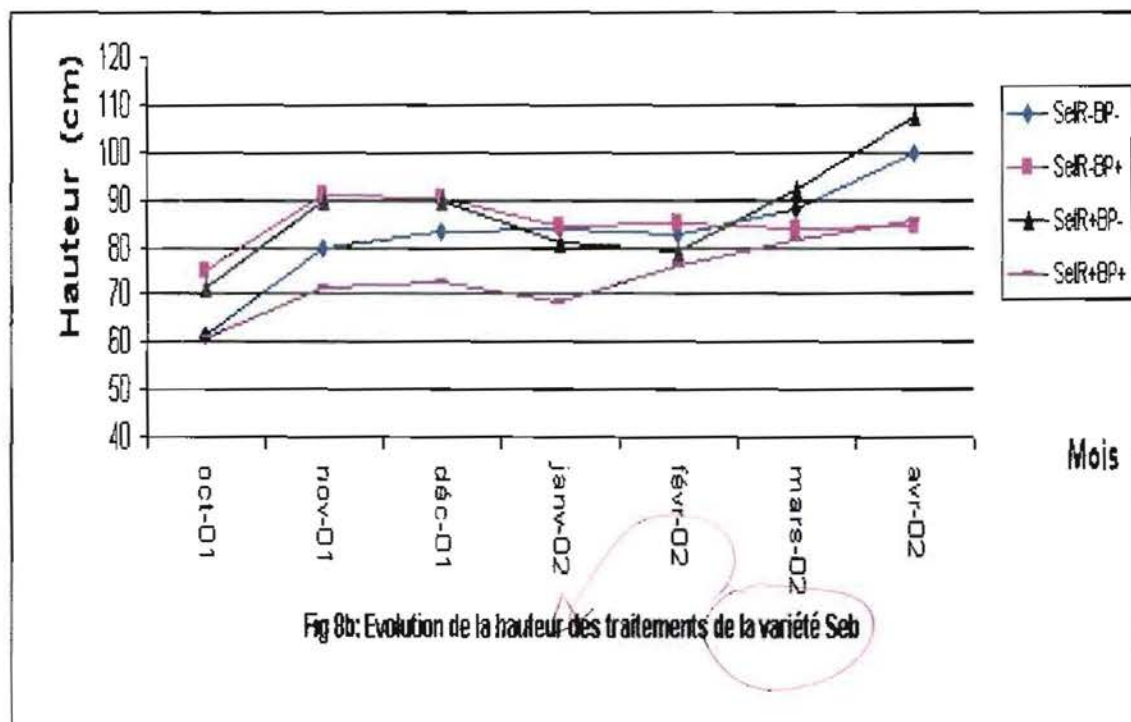
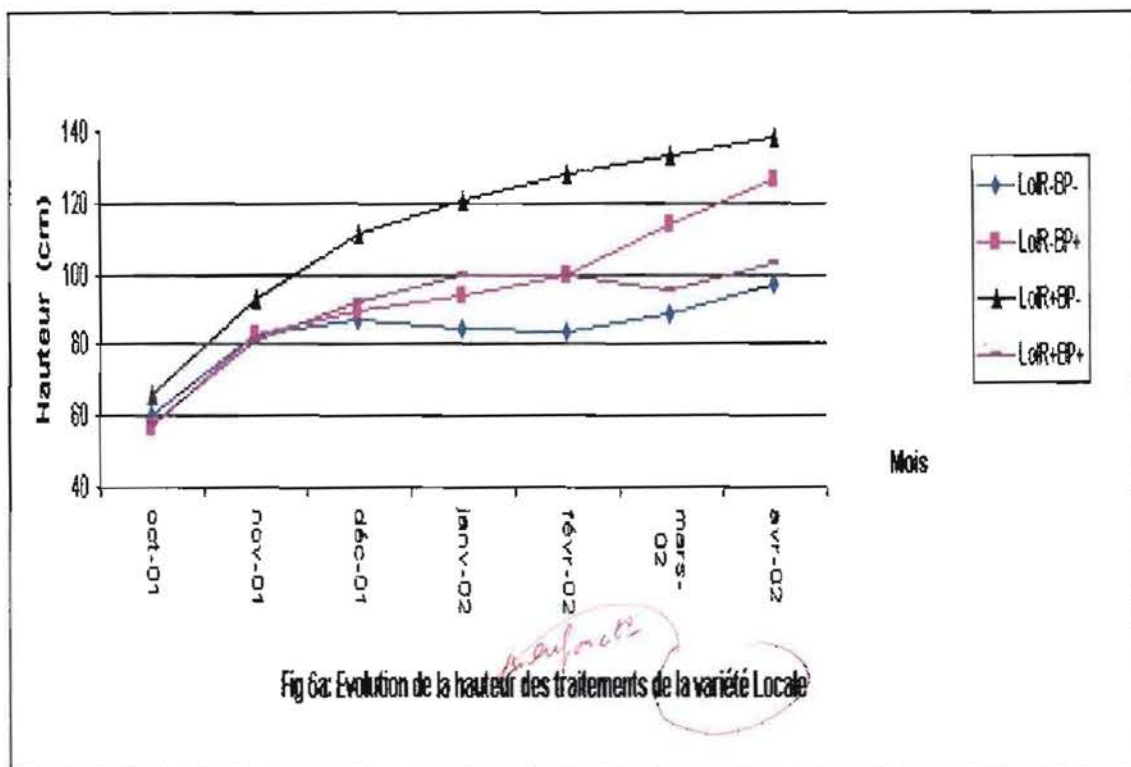
L'évolution de la hauteur du plant par traitement et par variété est illustrée par les figures 8a, 8b, 8c, 8d.

La figure 8a de la variété Locale montre des différences entre les traitements ; En effet, le traitement LoIR+BP- présente la hauteur moyenne du plant la plus élevée, suivi dans l'ordre décroissant du traitement LoIR-BP+, du traitement LoIR+BP+ et du traitement LoIR-BP-. Des ces résultats, nous notons un effet <sup>positif</sup> des facteurs individuels (l'irrigation sans la fertilisation, et la fertilisation sans l'irrigation) sur la hauteur du plant.

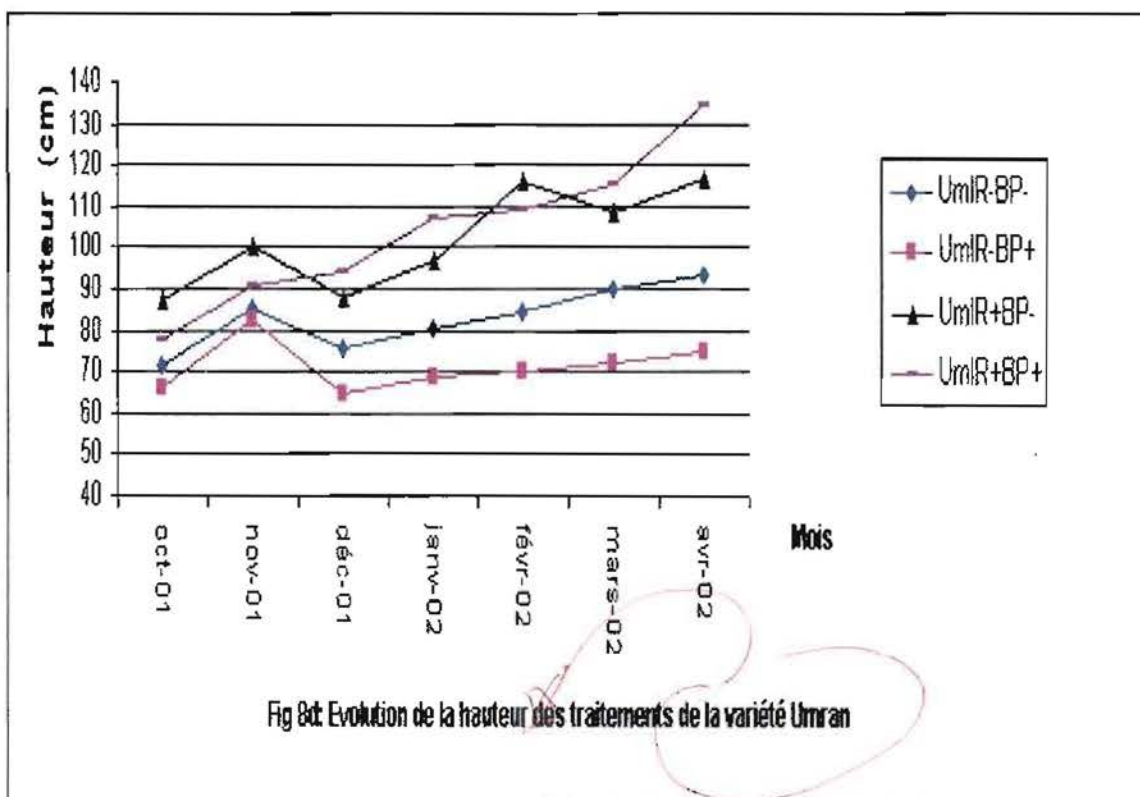
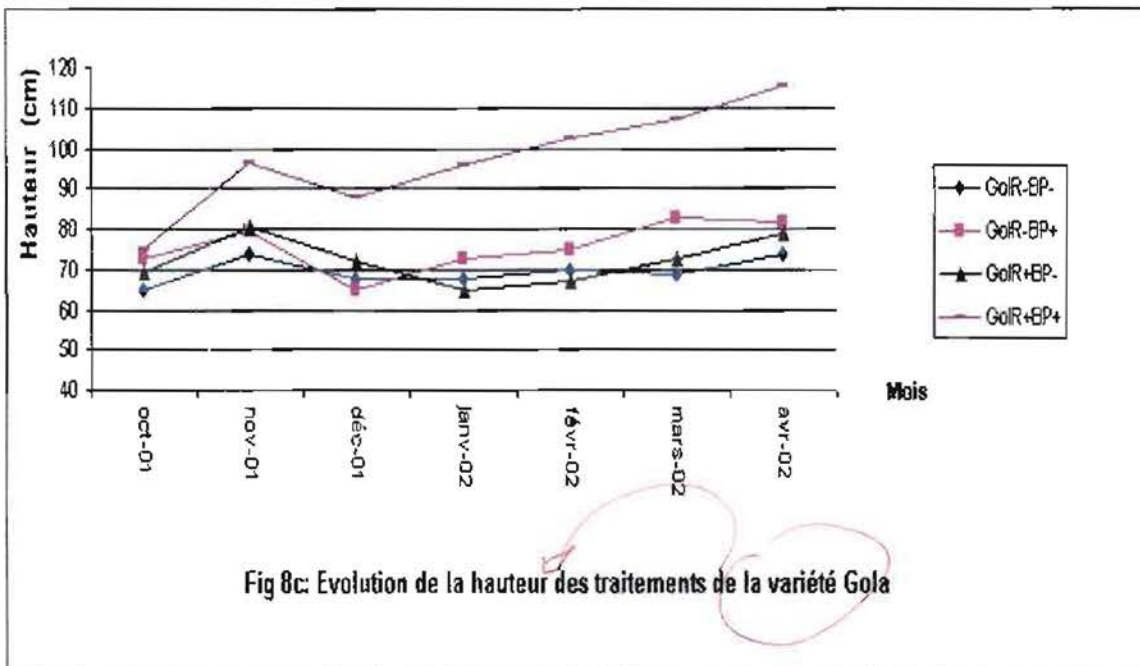
De la figure 8b ( variété Seb), nous notons que le traitement SeIR+BP- et SeIR-BP- présentent les hauteurs les plus élevées. Cependant ces résultats ne nous permettent pas de percevoir l'effet des facteurs sur la variable mesurée.

En ce qui concerne la figure 8c qui représente la variété Gola, nous constatons que le traitement GoIR+BP+ présente la meilleure hauteur du plant, suivi des traitements GoIR-BP+, GoIR+BP- et GOIR-BP- qui s'apparentent. Nous notons une reponse positive et nette du facteur combiné ( Irrigation\*Fertilisation). Par contre l'effet des autres facteurs individuels n'est pas perceptible.

Quant à la figure 8d (variété Umran), nous notons que les traitement UmIR+BP+ présente la hauteur la plus élevée, suivi successivement des traitements UmIR+BP-, UmIR-BP- et UmIR-BP+. L'effet du facteur combiné ( Irrigation \* Fertilisation) est positif et net. La hauteur du traitement UmIR+BP- est supérieur à celle du traitement UmIR-BP-. Le facteur Irrigation seul sans fertilisation a donc un effet positif sur la hauteur. Son effet est plus accentué s' il est combiné au facteur fertilisation. Le traitement UmIR-BP- présente une hauteur supérieure à celle du traitement UmIR-BP+. La fertilisation seule a donc eu un effet dépressif sur l'évolution de la hauteur de la variété Umran.







Pour mieux cerner les différences de croissance en hauteur entre les traitements, nous avons introduit l'étude des accroissements cumulés en hauteur des différents traitements variétés. Ces accroissements sont illustrés par les figures 9a, 9b, 9c et 9d. L'analyse de la figure 9a (de la variété Locale) nous révèle comme dans le cas de la figure 8a, l'effet positif des facteurs principaux sur l'accroissement cumulé. Les deux autres traitements (LoIR+BP+ et LoIR-BP-) s'apparentent. Le traitement combiné Irrigation et Fertilisation ne s'avère donc pas nécessaire.

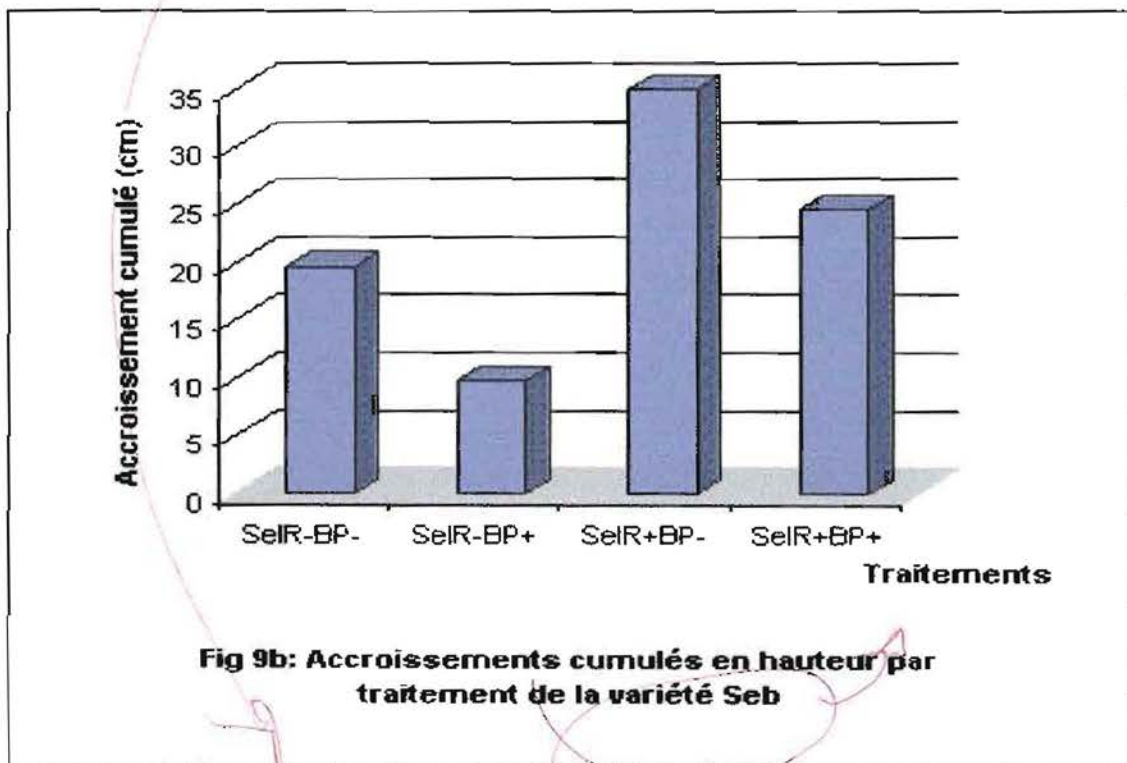
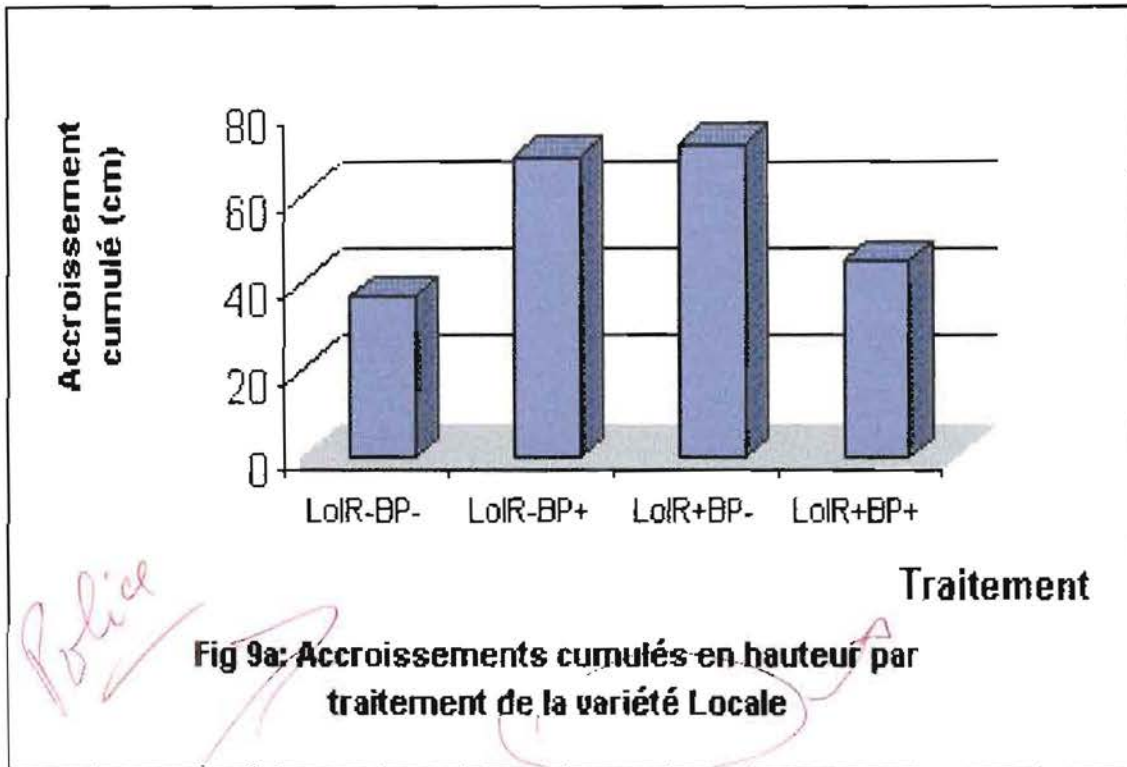
La figure 9b de la variété Seb montre que le traitement SeIR+BP- présente le meilleur accroissement cumulé suivi du traitement SeIR+BP+, puis du traitement SeIR-BP- et enfin du traitement SeIR-BP+. Nous notons de ces résultats une meilleure expression de l'irrigation sans le Burkina phosphate ; le Burkina phosphate entrave cette expression. Dans le groupe des traitements non irrigués, l'écart entre le traitement SeIR-BP- et SeIR-BP+, nous amène à constater que le Burkina phosphate a un effet négatif sur la croissance en hauteur des plants.

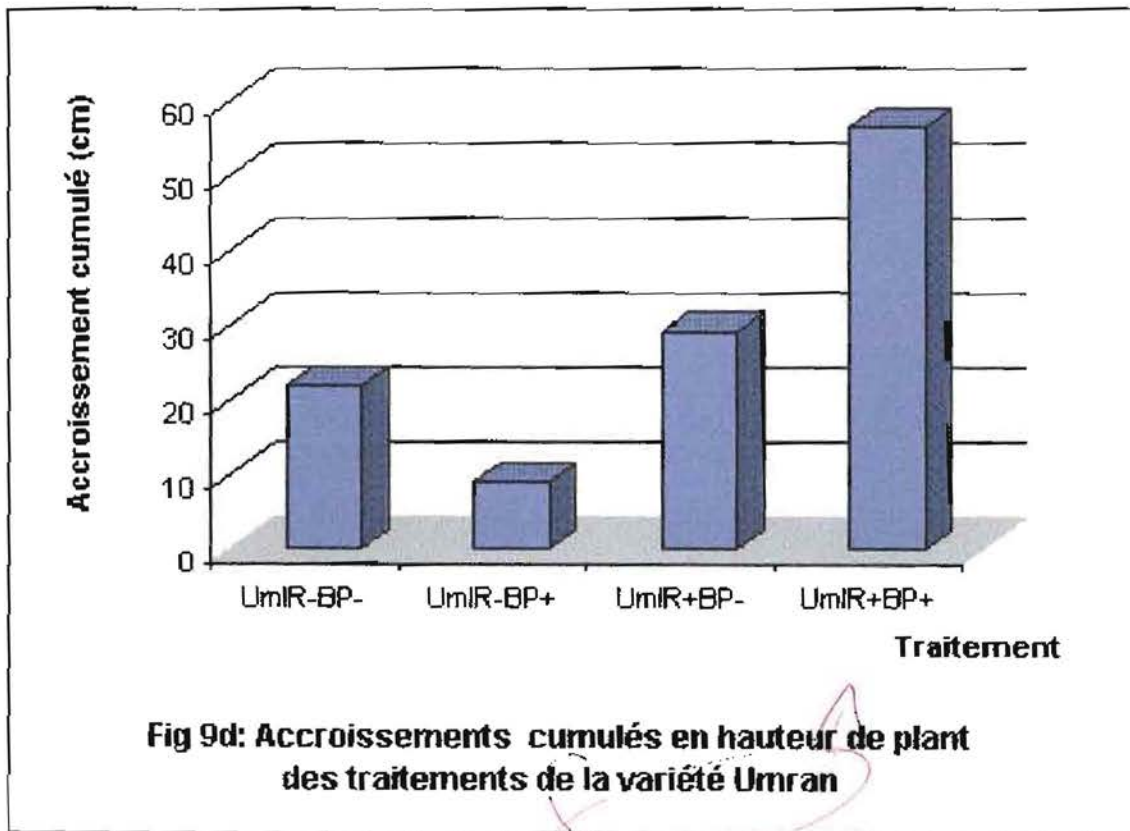
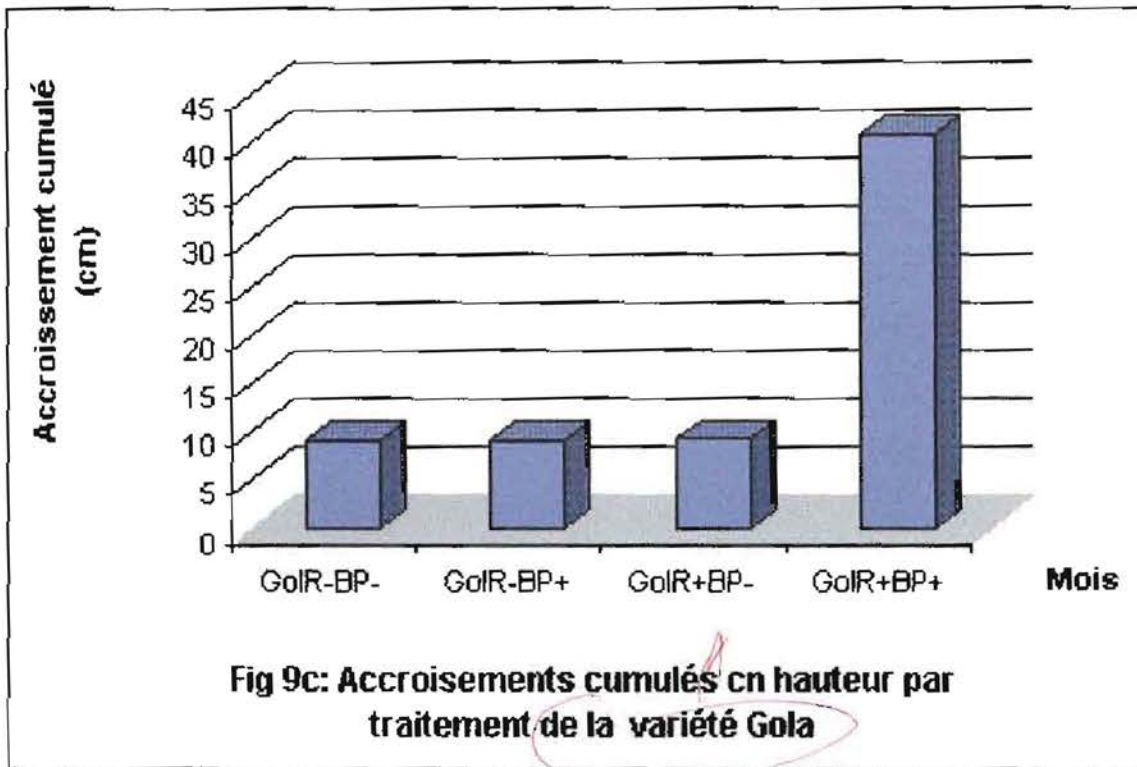
De la figure 9c (variété Gola), nous notons un grand écart entre le traitement GoIR+BP+ et les trois autres traitements de la même variété (GoIR-BP-, GoIR-BP+ et GoIR+BP-) qui s'apparentent. Ces résultats montrent un effet positif et net du traitement combiné sur l'accroissement cumulé en hauteur du plant. L'effet individuel des facteurs principaux n'est pas perceptible.

La figure 9d (variété Umran) montre que l'accroissement cumulé du traitement UmIR+BP+ est plus élevée ; suivie du traitement UmIR+PB-, puis du traitement UmIR-BP- et enfin du traitement UmIR-BP+.

Le traitement UmIR+BP- présente un accroissement cumulé supérieur à celui du traitement UmIR-BP-. La réponse du facteur Irrigation est donc positive et nette sur la croissance en hauteur de la variété Umran. sa réponse est meilleure si elle est combinée au facteur fertilisation.

L'accroissement cumulé du traitement UmIR-BP- est supérieur à celui du traitement UmIR-BP+. Le facteur fertilisation seul sans irrigation a eu donc un effet dépressif sur la croissance en hauteur de la variété Umran.





Pour mettre en évidence ces différences entre les traitements et les variétés, les données mensuelles de la variable hauteur ont été soumis à une analyse de variance (Anova).

Le modèle adopté a pris en compte cinq facteurs. Il s'agit du facteur répétition, du facteur variété, du facteur irrigation, du facteur fertilisation, du facteur traitement. Les résultats sont présentés dans le tableau VI

**Tableau VI** : Résultats de l'analyse de variance de la hauteur.

Facteurs explicatifs	Oct-01		Fév-02		Avr-02	
	F Value	Pr >F	F Value	Pr >F	F Value	Pr >F
Répétition	6,72	0,0015 *	3,99	0,0201 *	1,44	0.2408 NS
Variété	6,76	0,0002 **	10,35	0,0001 ***	9,33	0,0001 ***
Irrigation	3,11	0,0793 NS	16,99	0,0001 ***	15,91	0,0001 ***
Fertilisation	0,02	0,8838 NS	0,28	0,5999 Ns	0,07	0,7882
Traitement	1,53	0,1960	3,50	0,0088 *	5,97	0,0002 **

\* : significatif à 5 %

\*\* : significatif à 1 %

NS : non significatif

\*\*\* : significatif à 0,1 %

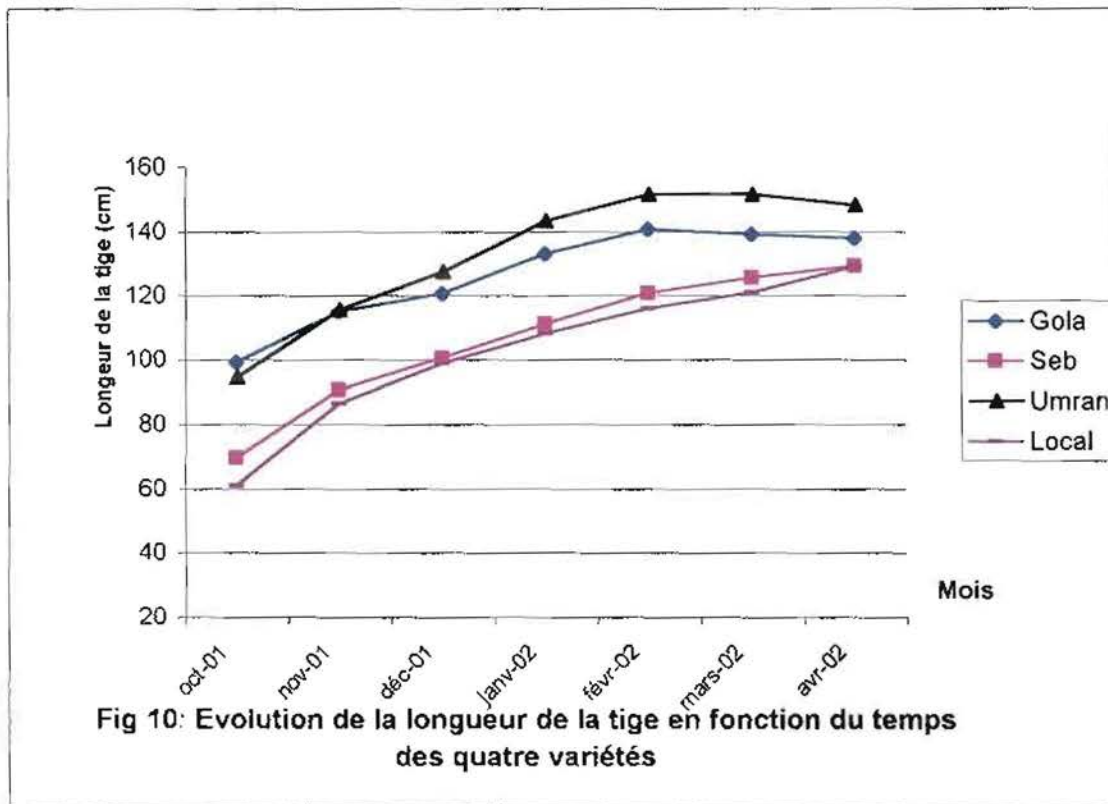


Les résultats révèlent l'existence dès les premières, un effet hautement significatif du facteur variété et à partir de février, un effet significatif du facteur traitement.

### 3. 1. 2. 2 la longue de la tige

La croissance de la longueur de la tige désigne son évolution au cours du temps. Elle peut donc être représentée comme étant une fonction croissante du temps. Les tiges ont une croissance en longueur indéfinie grâce à des méristèmes apicaux qui sont en réalité subterminaux, sur les flancs du point végétatif (Champagnat, 1969).

En ce qui concerne les variétés, l'évolution de la longueur de la tige de chacune de ces variétés est illustrée par la figure 11.



De cette figure, il ressort qu'en avril, c'est la variété Umran présente les tiges les plus longues, suivi de la variété Gola et enfin des variétés Seb et Locale qui s'apparentent. Nous notons également une croissance continue des variétés Locale et Seb. Par contre Les variétés Umran et Gola présentent des décroissances de la longueur de la tige qui sont observées de février à avril. Les courbes représentatives des variétés Seb et Locale s'apparentent depuis novembre à avril. Elles évoluent donc presque à la même vitesse. Les mêmes observations sont également faites pour les variétés Gola et

Umran. Nous pouvons donc pour cette variable, différencier deux groupes de variétés distinctes par la longueur de la tige et la vitesse de croissance : on a d'une part, les variétés Gola et Umran, caractérisées par une croissance discontinue et des tiges plus longues ; d'autre part les variétés Seb et Locale, caractérisées par une croissance continue et des tiges moins longues.

Comme dans le cas de la croissance en hauteur, les courbes de croissance en longueur ont été également approximées par un polynôme de second ordre. Les équations et les coefficients de détermination de la régression de la longueur de la tige en fonction du temps sont résumés dans le tableau VII.

**Tableau VII** : Equation de Régression de la Longueur de la tige en fonction du temps

Variétés	Equations de régression	R <sup>2</sup>
Umran	$H = - 0,0025t^2 + 187,73t - 4E+06$	0,99
Gola	$H = -0,0017t^2 + 124,7t - 2E+06$	0,98
Seb	$H = -0,0015t^2 + 109t - 2E+06$	0,99
Locale	$H = -0,0016t^2 + 120,36t - 2E+06$	0,98

On remarque que, les valeurs des coefficients de détermination sont très élevées pour toutes les variétés. La Longueur de la tige individuelle estimée de chaque variété est donc bien corrélée avec le temps. Cependant une analyse de variance de la régression paraît nécessaire pour apprécier l'efficacité de la régression. Cette dernière étant intéressante pour une prédiction de la longueur total des variétés étudiées dans le temps.

L'accroissement en longueur de la tige représente la longueur acquise par la tige entre deux périodes données ( deux mois pour cette étude). Afin de déterminer la période optimum de croissance, nous allons étudier les accroissements entre deux périodes successives de mesure. Ces accroissements sont illustrés par la figure 11.

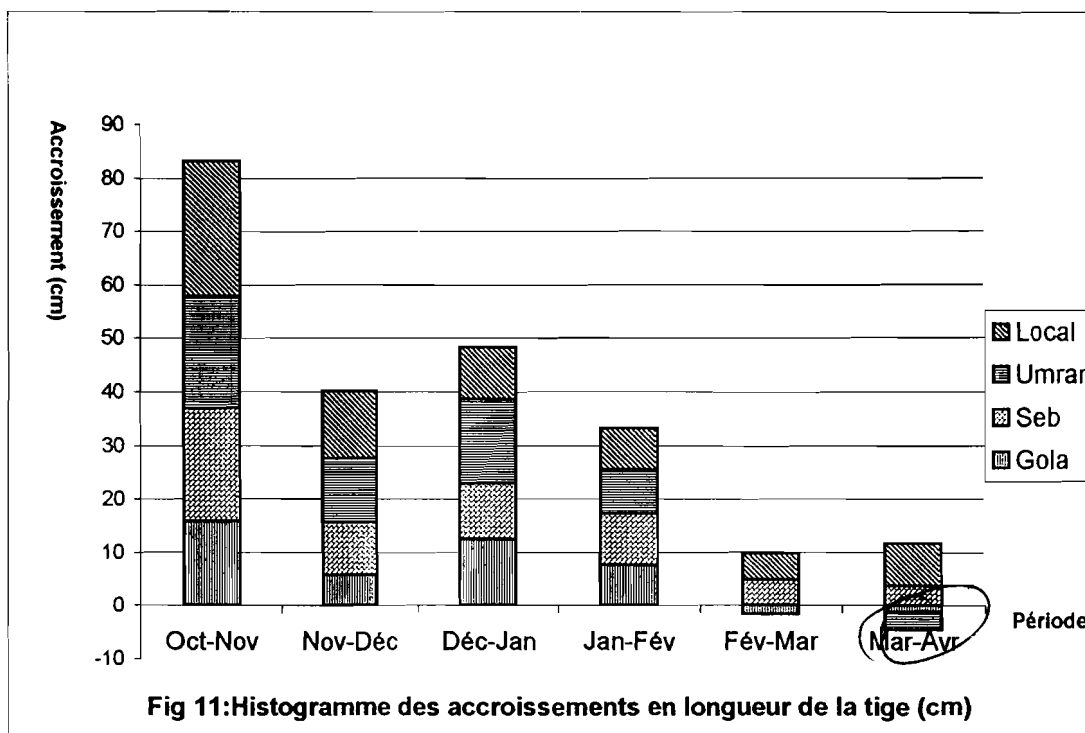


Fig 11: Histogramme des accroissements en longueur de la tige (cm)

L'examen de cette figure montre que les accroissements d'octobre à novembre ont été les plus importants pour toutes les variétés avec la variété Locale qui présente l'accroissement le plus élevé. Cette période représente donc la période optimum de croissance pour toutes les variétés.

L'évolution des accroissements des variétés Seb et Locale traduit la continuité de la croissance en longueur de leur tige dans le temps. Cependant les variétés Gola et Umran ont présenté des accroissements négatifs entre Février et Avril. Ces accroissements négatifs ayant été illustrés par la figure 10 déjà présentée.

Nous avons également étudié la longueur totale acquise par variété durant l'étude à travers le calcul des accroissements cumulés. Les résultats sont présentés dans le tableau VIIIb.



**Tableau VIIb** : Accroissements cumulés en Longueur de la tige par variétés

Période	Gola	Seb	Umran	Locale
Oct-Nov	15,81	21,12	20,98	25,35
Nov-Déc	21,54	31,09	32,98	37,77
Déc-Jan	33,94	41,68	48,71	47,35
Jan-Fév	41,51	51,33	56,96	55,05
Fév-Mar	39,9	56,05	56,87	60,1
Mar-Avr	38,74	59,73	53,52	68,15

L'analyse du tableau VIIb montre que la variété Locale a enregistré la meilleure croissance en longueur de la tige. puis viennent respectivement dans l'ordre décroissant la variété Seb, la variété Umran et la variété Gola.

En ce qui concerne les traitements, figures 12a, 12b, 12c, 12d illustrent l'évolution en longueur de la tige par variété.

La figure 12a qui représente la variété Locale montre que le traitement LoIR+BP- présente la longueur de la tige la plus longue, suivi du traitement LoIR-BP+, puis du traitement LoIR+BP+ et enfin du traitement LoIR-BP-. La croissance des traitements LoIR-BP- et LoIR+BP+ tendent de se stabiliser à partir du mois de février. Par contre, elle se poursuit chez les traitements LoIR+BP- et LoIR-BP+. A partir de ces résultats, nous notons une réponse positive des facteurs principaux individuels. Le traitement irrigué et fertilisé répond mieux à l'évolution de la longueur de la tige que le traitement sans irrigation et sans fertilisation, mais cet effet est plus faible que les effets des facteurs individuels.

La figure 12b qui représente la variété Umran montre que le traitement UmIR+BP+ présente la longueur de la tige la plus élevée suivi du traitement UmIR+BP- et enfin des traitements UmIR-BP- et UmIR-BP+ qui s'apparentent. Nous notons de ces résultats un effet positif et net du facteur combiné irrigation\* fertilisation. L'irrigation est mieux valorisée lorsqu'elle est combinée à la fertilisation. Nous pouvons également dire que l'irrigation permet une bonne expression de la fertilisation. Sans irrigation, la réponse de la fertilisation n'est pas nette. Ce qui se traduit par la faible différence existant entre l'évolution du traitement UmIR-BP+ et celle du traitement UmIR-BP-.

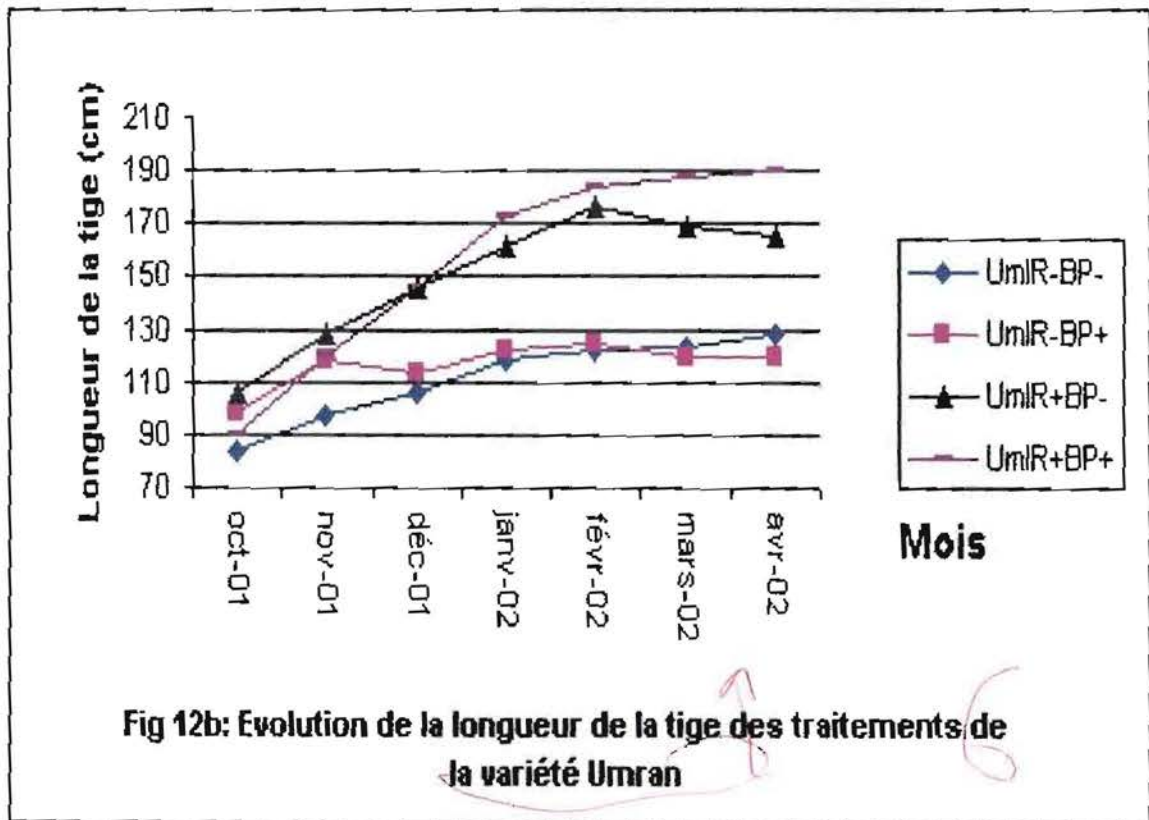
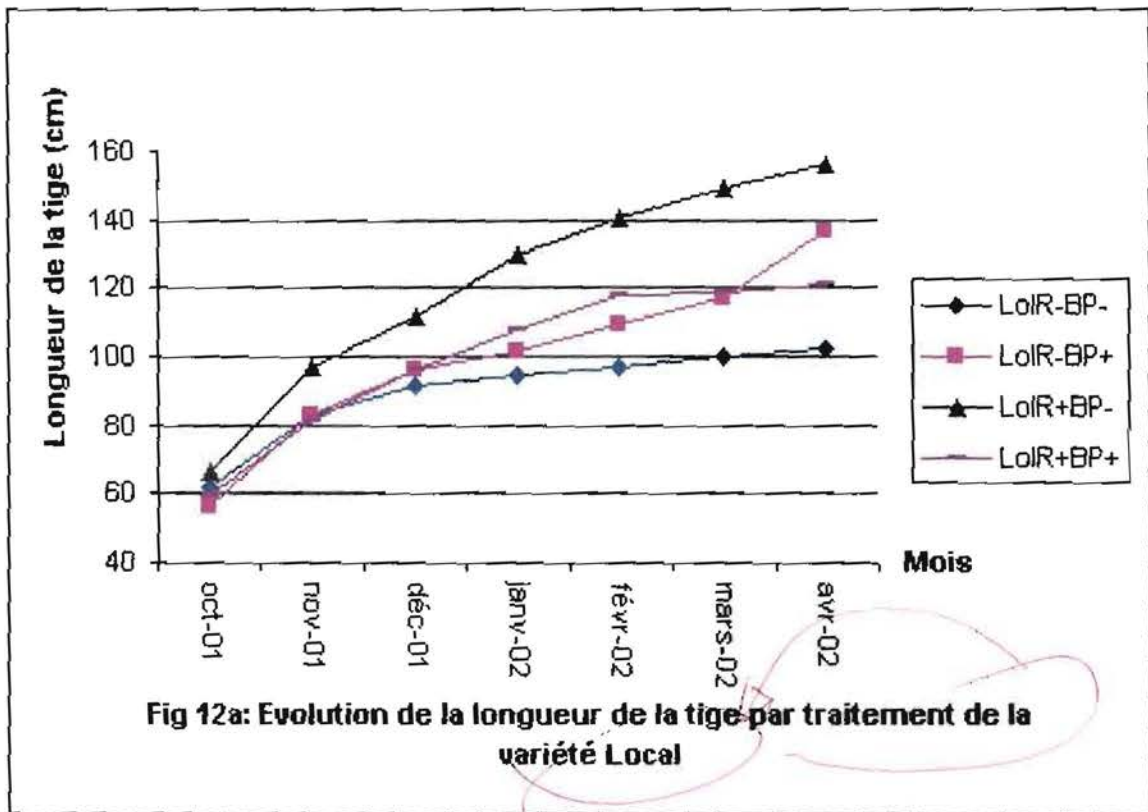
De la figure 12c qui illustre la variété Gola, nous constatons que le traitement GoIR+BP+ présente la longueur de la tige la plus élevée. Les trois autres traitements s'apparentent et leur croissance se stabilisent presque à partir de février. Néanmoins les courbes des traitements UmIR+BP- et UmIR-BP+ sont légèrement au dessus de celle du traitement UmIR-BP-. Nous notons également un grand écart entre le traitement GoIR+BP+ et les autres traitements (GoIR+BP-, GoIR-BP+, GoIR-BP-).

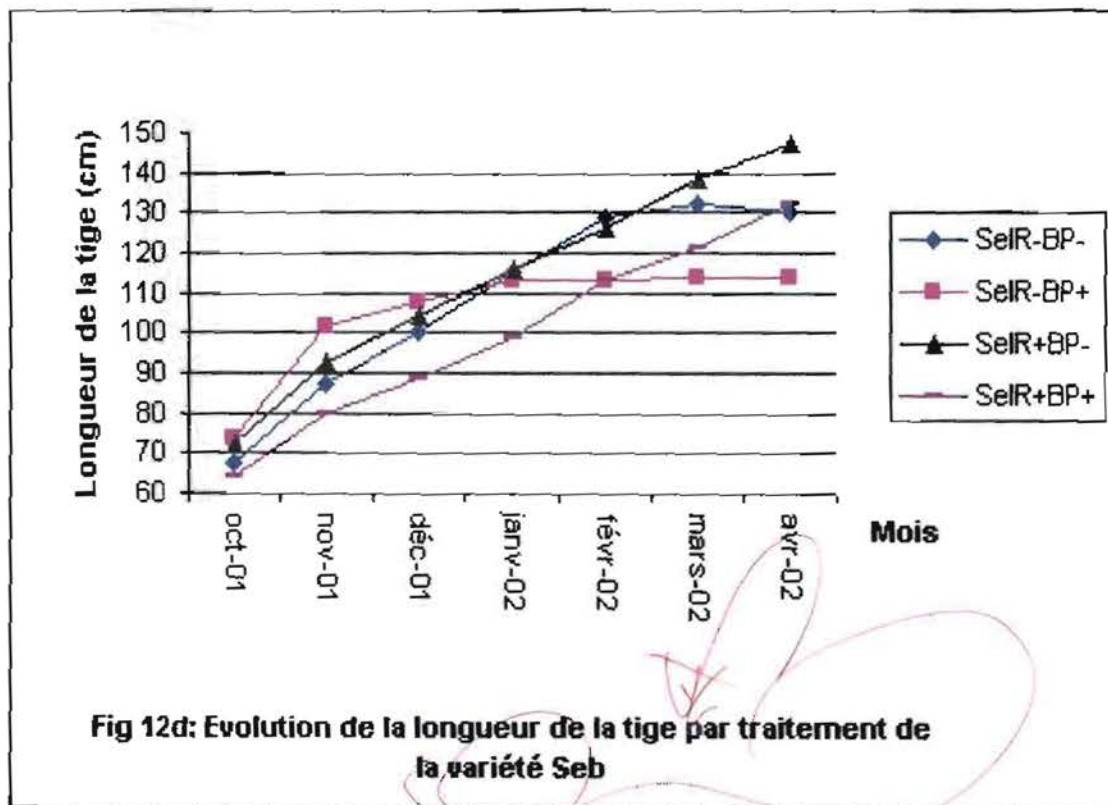
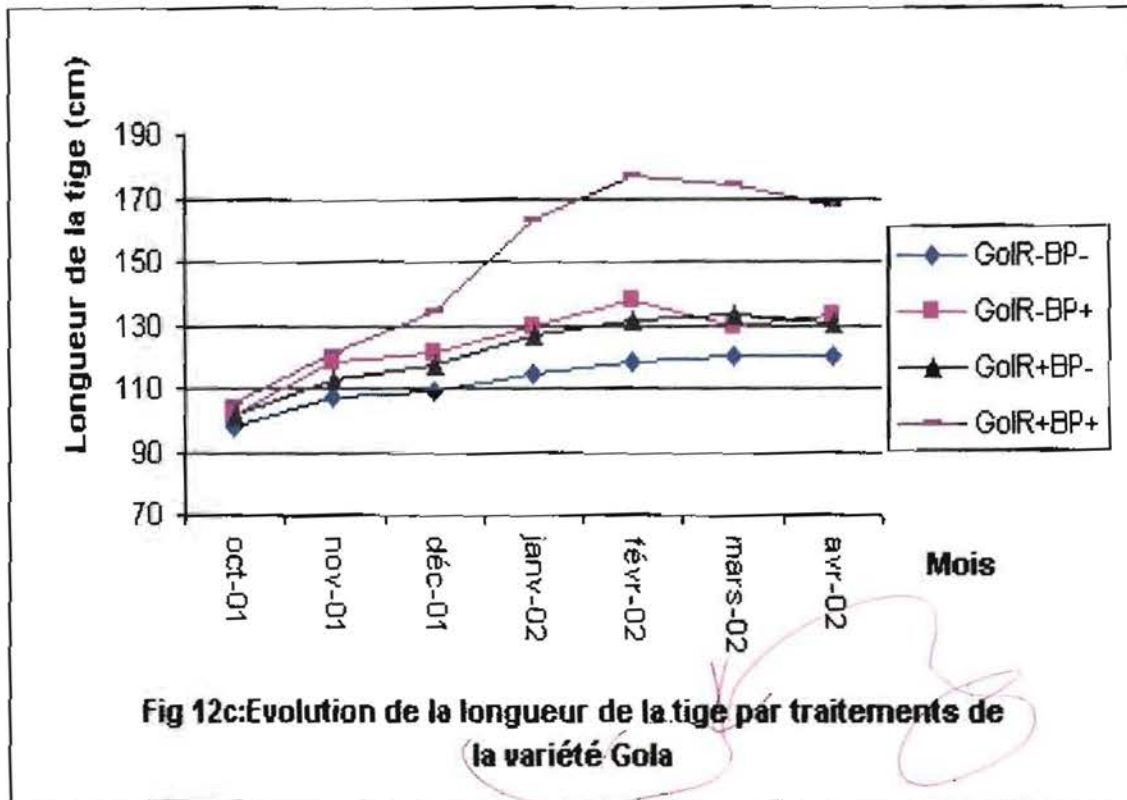
Ces résultats montrent que les effets individuels des facteurs principaux sont identiques et largement en deçà de leur effet combiné. Chaque facteur valorise l'autre.

La figure 12d montre qu'en avril le traitement SeIR+BP+ présente la plus longue tige, suivi des traitements SeIR+BP+ et SeIR-BP- qui s'apparentent et enfin du traitement SeIR-BP+. L'analyse du rythme d'évolution révèle une stabilisation de la courbe du traitement SeIR-BP+ à partir du mois de janvier ; celle du traitement SeIR-BP- tend à se stabiliser à partir du mois de février. Par contre l'évolution des courbes des traitements SeIR+BP+, SeIR+BP- se poursuit et d'une façon exponentielle.

De ces résultats, nous notons que l'irrigation a un effet positif et net sur l'évolution de la longueur de la tige ; elle permet une croissance continue et positive de la longueur de la tige dans le temps. Son effet individuel est meilleur ou identique que celui de sa combinaison avec la fertilisation. Par contre la fertilisation a un effet négatif sur l'évolution de la croissance en longueur de la tige. En effet, la courbe d'évolution du traitement SeIR-BP+ est en dessous de celle du traitement SeIR-BP- et même qu'elle se stabilise à partir du mois de janvier et celle du traitement SeIR-BP- continue mais d'un rythme lent.

Est-ce vraiment des effets des facteurs





Pour mettre en évidence ces différences, les données de la variable ont été soumises à une analyse de variance (Anova).

Les résultats sont présentés dans le tableau VIII

**Tableau VIII : Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) de la longueur de la tige**

Facteurs explicatifs	Oct-01		Fév-02		Avr-02	
	F Value	Pr >F	F Value	Pr >F	F Value	Pr >F
Répétition	8,15	0,0004 **	7,65	0,0006 **	3,42	0,0350 *
Variété	48	0,0001 ***	12,79	0,0001 ***	3,25	0,0231 *
Irrigation	2,92	0,0892 NS	32,99	0,0001 ***	33,05	0,0001 ***
Fertilisation	0,05	0,8281 NS	2,46	0,0474 *	4,08	0,0810 *
Traitement	2,29	0,0611 NS	2,35	0,0252 *	5,70	0,0002 **

\* : significatif à 5 %

\*\*\* : significatif à 0,1 %

\*\* : significatif à 1 %

NS : non significatif

Il ressort de cette analyse un effet hautement significatif du facteur variété dès les premières mensurations. Par contre l'effet du facteur traitement n'a été significatif qu'à partir de février.

### 3. 1. 2. 3 Relation hauteur du plant et longueur de la tige

Pour suivre le caractère plagiotrope ou érigé des différentes variétés, nous avons entrepris d'étudier la relation entre la hauteur du plant et la longueur de la tige par le ratio hauteur du plant / longueur de la tige. Les résultats sont respectivement présentés dans le tableau IX.

**Tableau IX** : Ratio hauteur du plant / longueur de la tige des variétés étudiées

	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Go	0,71	0,72	0,6	0,56	0,55	0,6	0,63
Se	0,97	0,92	0,84	0,72	0,67	0,68	0,72
Um	0,81	0,81	0,78	0,63	0,63	0,64	0,71
Lo	0,99	0,98	0,96	0,93	0,89	0,89	0,89

L'analyse du tableau montre que le ratio varie de 0,89 à 0,99 pour la variété Locale, de 0,67 à 0,97 pour la variété Seb, de 0,63 à 0,81 pour la variété Umran et de 0,55 à 0,71 pour la variété Gola. Tout en sachant que le port érigé d'un plant conduit à un ratio hauteur/longueur tige élevé proche de l'unité, nous pouvons donc dire que les variétés Locale et Seb ont un port érigé, la variété Umran caractérisée par un port semi-érigé et la variété Gola, un port plagiotrophe.

### 3. 1. 2. 4 Le diamètre au collet (DIACO)

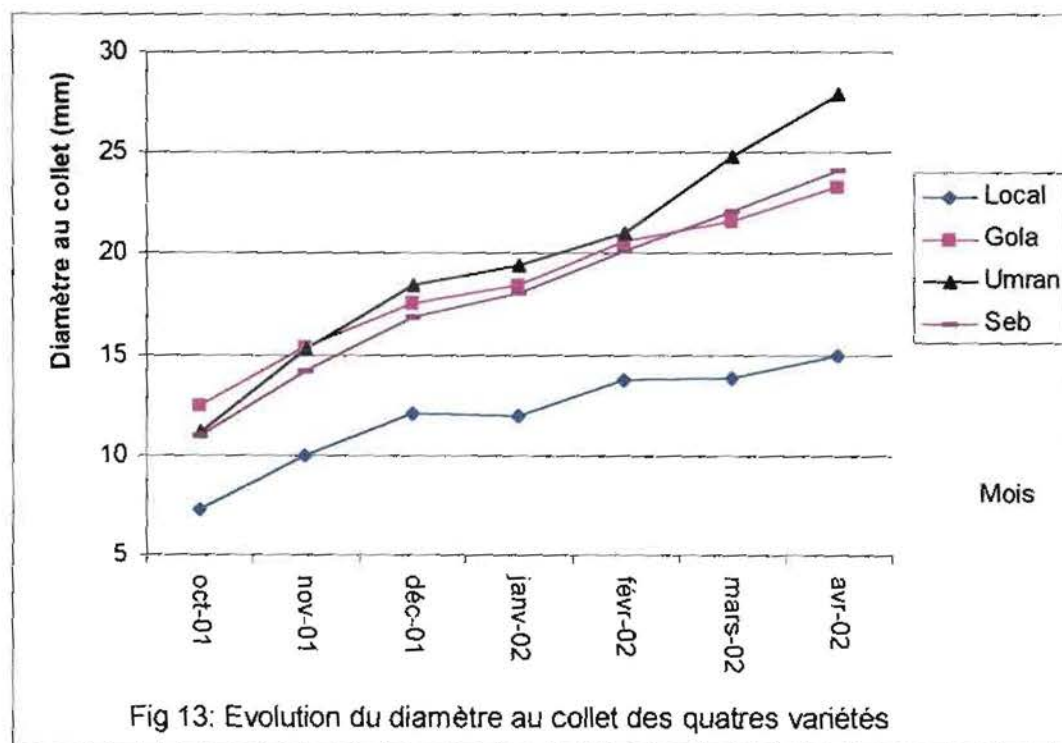
La croissance en diamètre correspond à une augmentation des dimensions suivant une direction radiale. La croissance en diamètre de la tige s'effectue grâce à des méristèmes internes dont le cambium et l'assise génératrice subéro-phellodermique sont des exemples typiques.



La figure 13 nous présente l'évolution des diamètres pris au collet des différentes variétés au cours du temps. Elle nous renseigne également par rapport aux diamètres actuelle des différentes variétés .

Au regard cette figure 13 nous constatons que la courbe représentative de la variété Umran est au dessus des autres courbes en Avril. Ce qui signifie qu'à ce stade des observations la variété Umran présente le diamètre au collet le plus élevé ; puis se succèdent par ordre décroissant la variété Gola et Seb et la variété Locale qui est restée au dessous des autres variétés depuis le début des mensurations. Pour les variétés indiennes, nous constatons que la variété Gola qui, au début des mensurations était au dessus des deux autres variétés se retrouve en fin de mensuration en dessous des autres. La variété Gola a donc eu une croissance plus lente que celle des autres variétés indiennes.

Nous notons également à partir de la figure 13, une croissance en diamètre continue pour les variétés indiennes. Par contre, pour la variété Locale, une décroissance pendant le mois de Janvier est traduite sur la figure par la baisse de la courbe en Janvier. Les courbes de toutes les variétés sont caractérisées par, une succession de deux phases : une phase de croissance rapide entre Octobre et Décembre suivie d'une phase de croissance lente entre Décembre et Février et ensuite la phase de croissance rapide entre Février et Mars.



Un polynôme de second degré est utilisé comme modèle pour expliquer le phénomène de croissance en diamètre. Selon FAO (1980b), plus le degré d'un polynôme est élevé plus la courbe est flexible. Le tableau Xa présente les équations de régression et les coefficients de détermination.

**Tableau Xa** : Equation de Régression du Diamètre en fonction du temps

Variété	Equation de Régression	R <sup>2</sup>
Lo	$D = -0,0002t^2 + 13,65t - 254907$	0,96
Se	$D = -9.10^{-5}t^2 + 6,9184t - 130147$	0,99
Um	$5.10^{-7}t^2 + 0,1229t - 3851,4$	0,97
Go	$D = -0,0001t^2 + 8,246t - 154648$	0,99

A partir du tableau Xa, nous notons un coefficient de détermination élevé pour toutes les variétés. Il varie de 0,96 (pour la variété Locale) à 0,99 (pour la variété Gola).

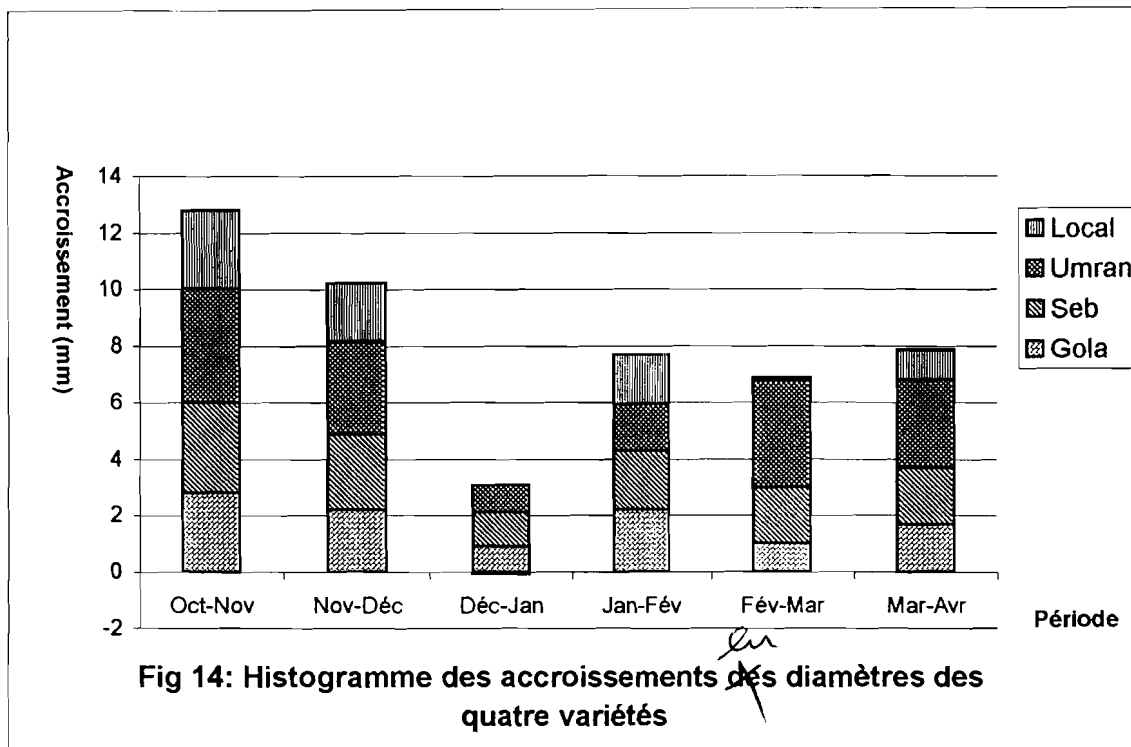
Cependant comme dans le cas de la croissance en hauteur, une analyse de variance demeure nécessaire pour une validation de la régression.

Nous avons également étudié les accroissements en diamètre au collet par variété. La figure 14 illustre l'évolution des accroissements au cours de l'étude par variété.

Au regard de cette figure, il ressort que la période d'octobre à décembre est caractérisée par des accroissements importants ; mais précisément la période de Novembre à décembre a enregistré pour toutes les variétés les accroissements les plus importants. Cette période représente donc pour toutes les variétés étudiées, la période optimum de croissance en diamètre. Les accroissements les plus faibles sont ceux de décembre à janvier pour toutes les variétés.

Nous notons également une croissance continue des variétés indiennes par le fait que les accroissements soient positifs durant la période des observations ; la variété Locale a enregistré un accroissement nul en décembre-janvier.





Nous avons également étudié le "gain total" en diamètre au collet à travers le calcul des accroissements cumulés de chaque variété durant notre étude. Les résultats sont présentés dans le tableau Xb.

**Tableau Xb** : Accroissements cumulés <sup>de</sup> diamètre au collet des quatre variétés

Période	Gola	Seb	Umran	Locale
Oct-Nov	2,81	3,19	4,03	2,75
Oct-Déc	5,02	5,87	7,31	4,81
Oct-Jan	5,92	7,09	8,26	4,73
Oct-Fév	8,13	9,16	9,91	6,5
Oct-Mar	9,13	11,15	13,67	6,63
Oct-Avr	10,82	13,15	16,78	7,68

Le tableau Xb, révèle que l'accroissement cumulé de la variété Umran est le plus élevé, puis viennent successivement la variété Seb, la variété Gola et enfin la variété Locale.

En ce qui concerne l'étude des traitements, les figures 15a, 15b, 15c, 15d illustrent l'évolution <sup>du</sup> en diamètre au collet des traitements par variétés.

La figure 15a qui représente la variété Locale montre que le traitement LoIR+BP- présente le plus gros diamètre au collet. Un grand écart existe entre ce traitement et les autres traitements (LoIR+BP+, LoIR-BP+ et LoIR-BP-) qui s'apparentent.

De ces résultats, nous notons un effet positif et net du facteur irrigation sans la fertilisation. Combiné à la fertilisation, il n'a plus d'effet sur l'évolution de la grosseur du diamètre puisque son effet est identique au traitement non irrigué.

La figure 15b de la variété Umran montre que le traitement UmIR+BP+ présente le diamètre au collet le plus élevé, suivi du traitement UmIR+BP-, puis du traitement UmIR-BP- et enfin UmIR-BP+. Nous notons un grand écart entre les traitements irrigués et les traitements non irrigués.

Ces résultats montrent un effet bénéfique et net du facteur irrigation sur la grosseur du collet. Son effet est plus prononcé avec la fertilisation. Cependant, la fertilisation seule ~~aurait~~ un effet néfaste sur l'évolution du diamètre au collet car le traitement non irrigué et non fertilisé présente un diamètre au collet plus élevé que celui du traitement non irrigué et fertilisé. Son effet ~~est~~ est bénéfique avec l'irrigation. Ce qui signifie que l'irrigation favorise une expression positive de la fertilisation.

La figure 15c montre que le traitement SeIR+BP- présente le diamètre au collet le plus élevé ; Puis viennent dans l'ordre décroissant les traitements SeIR-BP- et IR+BP+ qui s'apparentent et enfin du traitement SeIR-BP+. Egalement, nous notons que l'écart entre les différentes courbes augmente à partir du mois de février. Avant février, ces différences ne sont pas perceptibles. L'écart entre le traitement non irrigué et non fertilisé et le traitement non irrigué et fertilisé est grand.

Ces résultats nous permettent de voir que le facteur fertilisation n'a pas un effet bénéfique sur l'évolution <sup>de</sup> la grosseur du collet, et même qu'il entrave l'expression bénéfique de l'irrigation. La fertilisation n'est donc pas nécessaire dans un traitement d'irrigation ou non.

La figure 15d ~~montre~~ <sup>dénote</sup> que GoIR+BP+ présente le plus gros diamètre des quatre traitements. Nous notons également que l'écart entre le diamètre au collet de GoIR+BP+ et celui des autres est très élevé. Les trois traitements s'apparentent. Néanmoins, les diamètres au collet des traitements GoIR-BP+ et GoIR+BP- sont



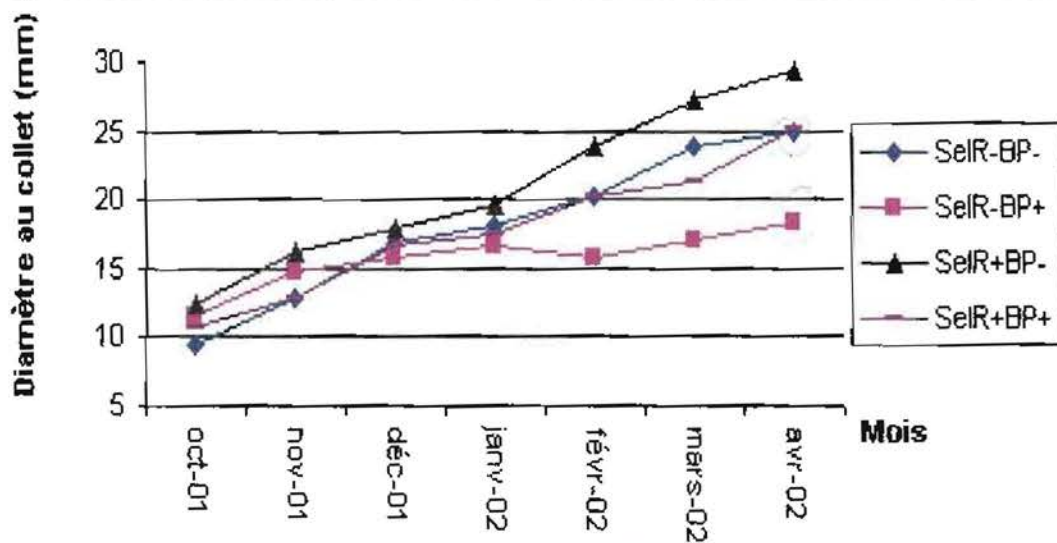


Fig 15c: Evolution du diamètre au collet par traitement de la variété Seb

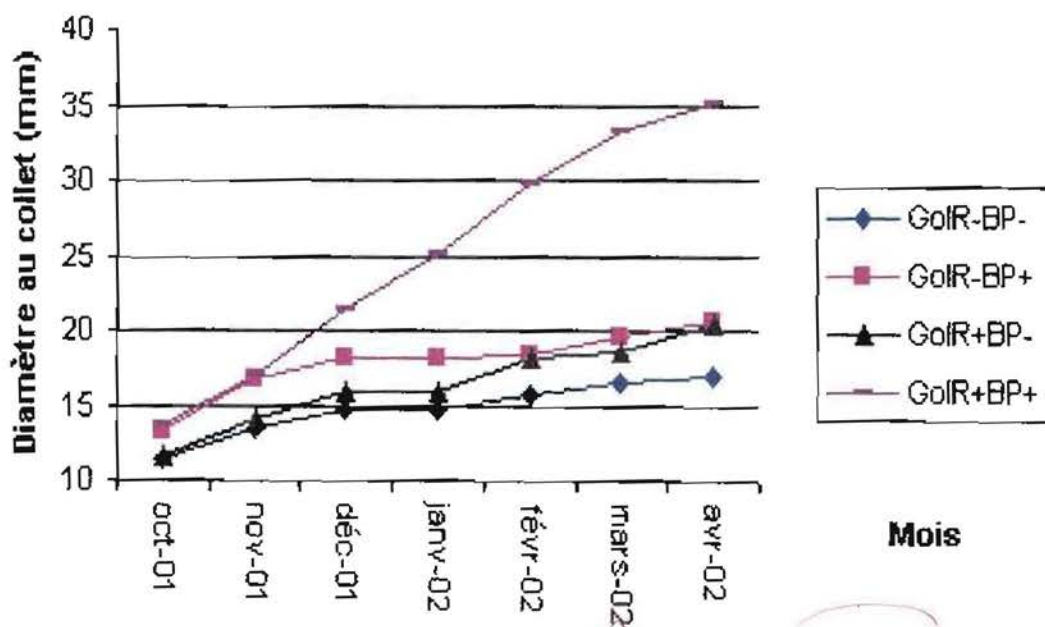


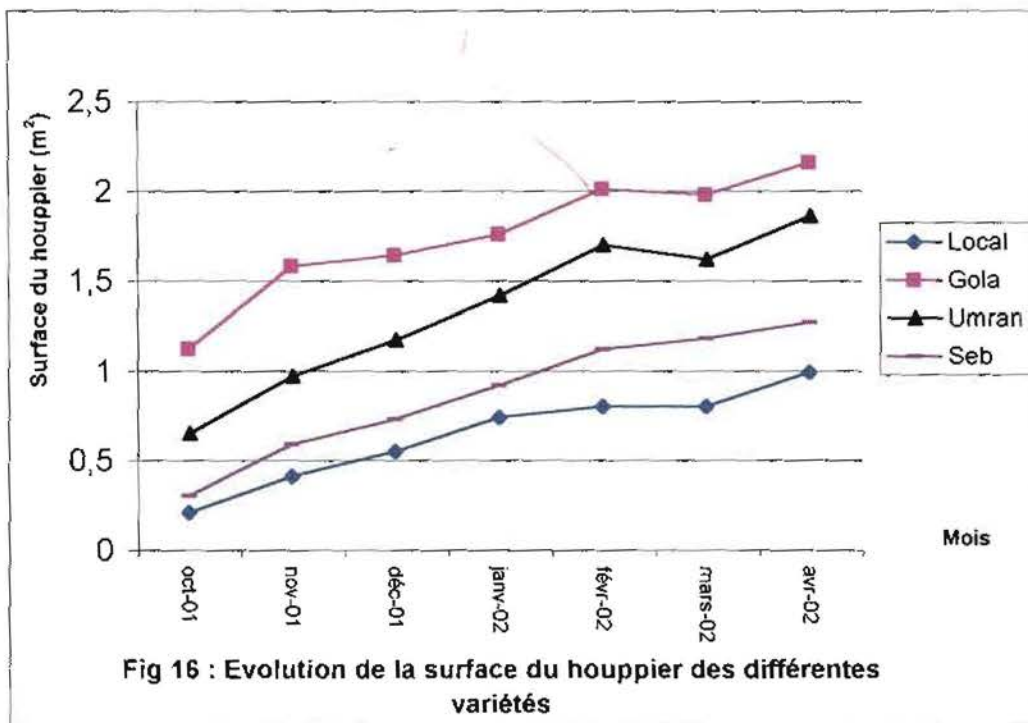
Fig 15d: Evolution du diamètre au collet par traitement de la variété Gola

### 3. 1. 2. 5 La surface du houppier

La surface du Houppier désigne la surface du sol couverte par la projection du houppier au sol ; Le houppier étant l'ensemble des branches vivants et des rameaux qui entourent la partie supérieure du tronc.

La figure 16 illustre la surface du houppier des variétés étudiées.

A partir de la figure 16, nous notons un grand écart entre les variétés. La variété Gola présente les houppiers les plus larges, suivi de la variété Umran, puis de la variété Seb et enfin de la variété Locale. Nous mentionnons pour la variété Seb, une croissance continue. Par contre pour les autres variétés, il s'est effectué une décroissance entre Février et Mars.

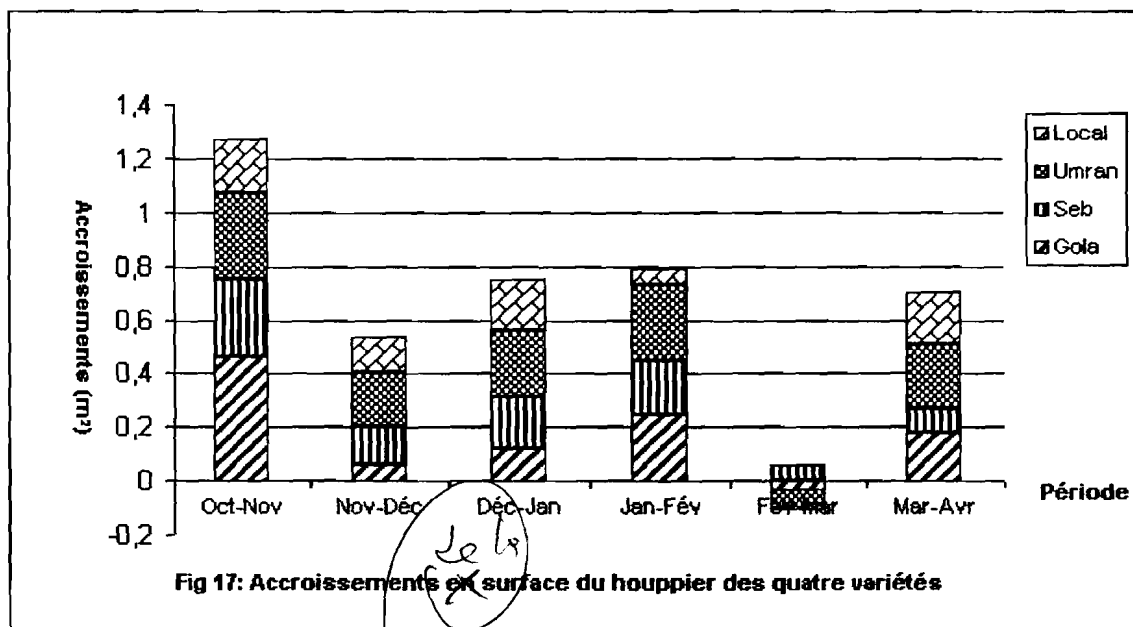


Nous avons également étudié les accroissements des différentes variétés illustrés par la figure 17.

Cette figure montre que les accroissements en surface de recouvrement diffèrent d'une variété à une autre et d'une période à une autre. La période d'Octobre à Novembre a enregistré pour toutes les variétés les accroissements les plus importants. C'est donc la période optimum de croissance pour toutes les

variétés. Cependant les plus faibles accroissements sont enregistrés dans la période du Février à Mars également pour toutes les variétés. Ils sont négatifs pour les variétés Gola et Umran traduisant alors une croissance discontinue de leur surface de recouvrement.

Nous remarquons à partir de la figure 17, qu'il existe une succession d'accroissements élevés et d'accroissements faibles donnant une allure en zig-zag à l'évolution des accroissements pour toutes les variétés.



L'étude des accroissements cumulés est introduite pour connaître les accroissements totaux en surface de recouvrement par variété. Les résultats sont présentés dans le tableau XI.

**Tableau XI : Accroissements cumulés en surface du houppier.**

Période	Gola	Seb	Umran	Locale
Oct-Nov	0,46	0,29	0,32	0,2
Oct-Déc	0,52	0,43	0,52	0,34
Oct-Jan	0,64	0,62	0,77	0,53
Oct-Fév	0,89	0,82	1,05	0,59
Oct-Mar	0,86	0,88	0,97	0,59
Oct-Avr	1,04	0,97	1,21	0,78

Le tableau XI, révèle que la variété qui a plus cru en surface de recouvrement est la variété Umran ; puis se succèdent respectivement la variété Gola, la variété Seb et enfin la variété Locale.

### 3.1. 2. 6 La hauteur du collet à la première ramification (HCR)

Cette variable est mesurée pour étudier le dégagement du collet des différentes variétés. Cependant, un problème réside <sup>au niveau de</sup> avec cette variable car les rejets à la base des variétés indiennes qui étaient de la variété Locale (le porte-greffe) étaient systématiquement élagués. C'est pourquoi, une étude comparative entre variétés indiennes et variété Locale ne sera pas effectuée pour cette variable.



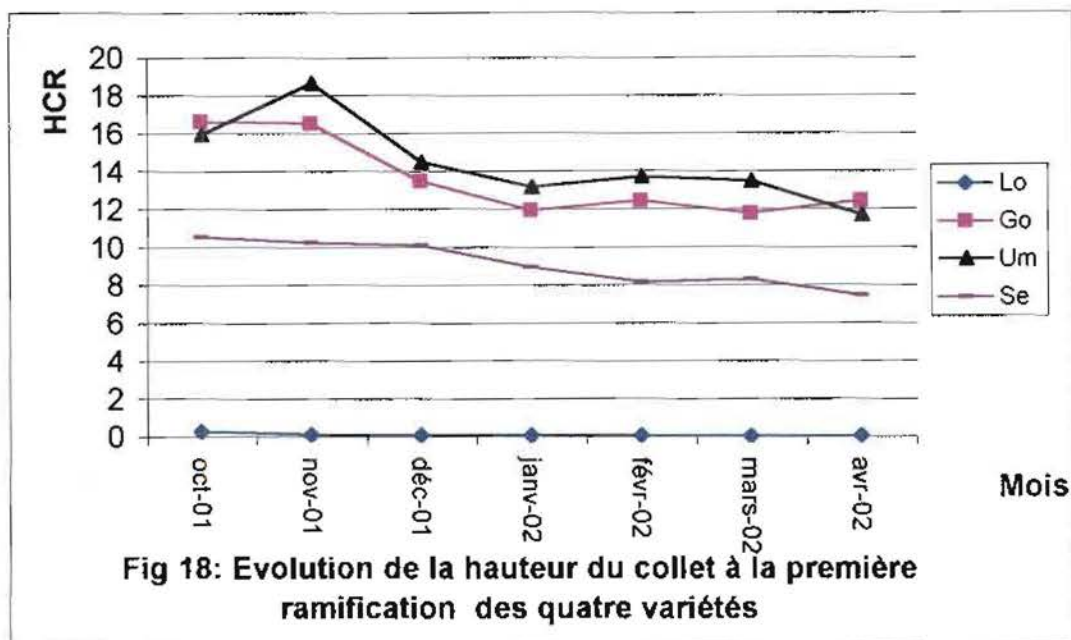


Fig 18: Evolution de la hauteur du collet à la première ramification des quatre variétés

A ce stade des observations, les variétés Gola et Umran présentent les hauteurs du collet à la première ramification les plus élevées suivie de la variété Seb et en fin de la variété Locale qui s'approche de zéro. Nous notons pour toutes les variétés une faible hauteur du collet à la première ramification, (inférieur à 15 cm).

### 3. 1. 3. la production fruitière

*Ziziphus mauritiana* est cultivé surtout pour ses fruits délicieux. En effet, l'intérêt de ses fruits pour l'alimentation est largement démontré.

En Inde, l'amélioration génétique de l'espèce a donné naissance à plusieurs variétés dont Gola, Umran et Seb. Toutes ces variétés se distinguent non seulement par des dimensions des feuilles, du port, des fruits, mais également par des données physiologiques dont la période de maturité des fruits, la productivité etc. Nous nous intéresserons dans cette partie à la période de maturité des variétés étudiées, aux dimensions des fruits et à la productivité des variétés concernées.



### 3. 1. 3. 1 La Période de maturité

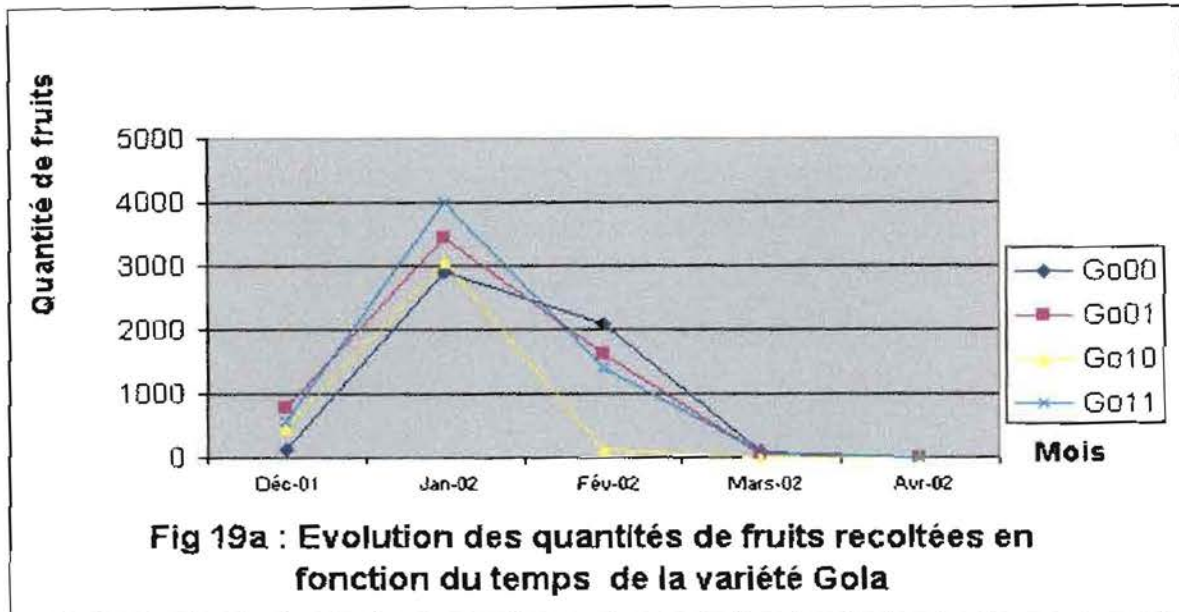
Selon Vashistha, 2001, il existerait parmi les variétés indiennes, des variétés dites tardives, précoces etc. Au cours de notre étude, nous avons en effet relevé des décalages des périodes de maturité entre les variétés étudiées. Pour en savoir plus, nous notons par variété les quantités de fruits récoltées en fonction du temps. Nous illustrons ces données par des courbes de récoltes. Ainsi, les figures 19a, 19b, 19c illustrent l'évolution des quantités de fruits récoltées par variété et par mois.

Pour l'interprétation de ces figures, nous nous intéresserons seulement aux différences de périodes de pics des courbes et non à celles liées aux quantités de fruits produites par variétés car, nous n'avons pas tenu compte du nombre de plants vivants ou ayant produit par variété lors de la construction des courbes.

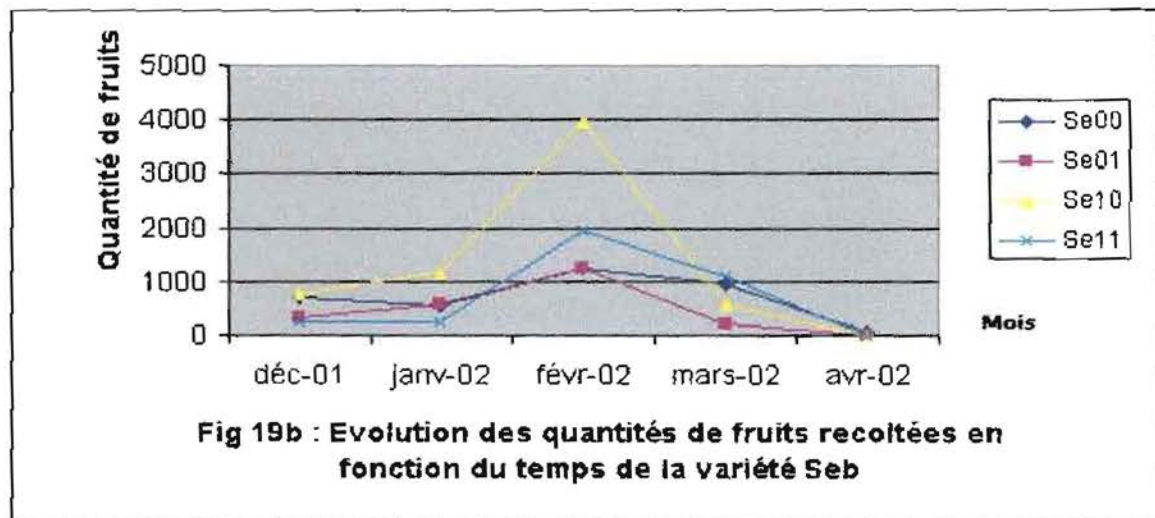
Pour la variété Gola nous constatons que tous les pics se situent dans le mois de Janvier ; Le mois de Décembre et de Février sont marqués par une faible production ; La production s'achève en Mars.

Pour la variétés Seb, le pics se situe dans le mois de Février marquant sa période optimum de maturité. Elle a une faible production en Décembre, Janvier, Mars et une production nulle en Avril.

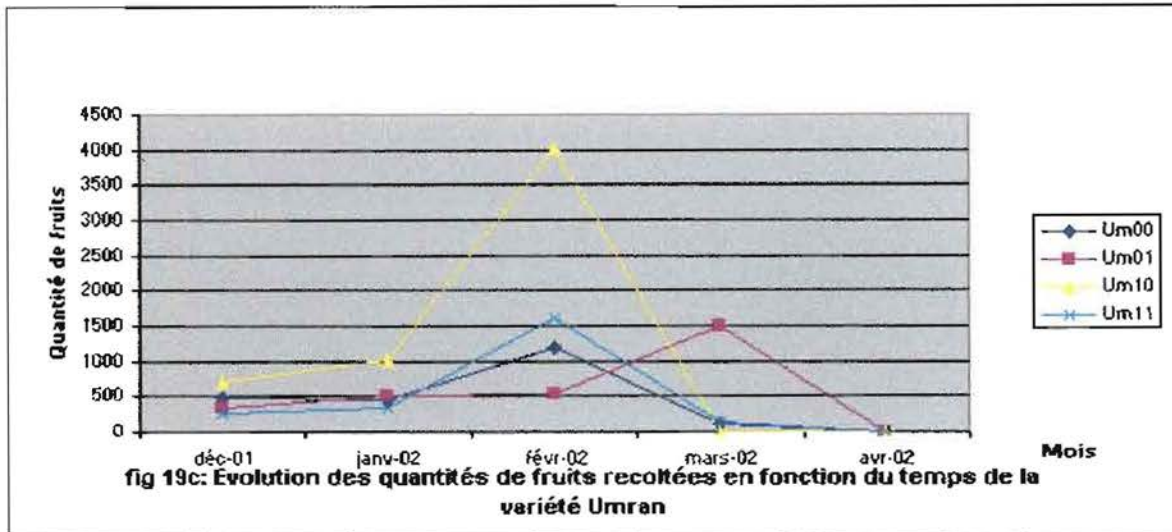
En ce qui concerne la variété Umran, les trois traitements non irrigué et non fertilisé (Um00), irrigué non fertilisé (Um10), irrigué non fertilisé(Um11) présentent leurs pics en Février. Ils ont une production faible en Décembre et en Janvier mais presque nulle dans le mois de mars. Par contre le traitement non irrigué fertilisé (Um01) présente son pic en Mars. Il a une production faible en décembre, janvier et en Février, mais nulle en Avril.



Go00 : Gola non irrigué, non fertilisé.      Go01 : Gola non irrigué, fertilisé  
 Go10 : Gola irrigué, non fertilisé.      Go11 : Gola irrigué, fertilisé



Se00 : Seb non irrigué, non fertilisé.      Se01 : Seb non irrigué, fertilisé  
 Se10 : Seb irrigué, non fertilisé.      Se11 : Seb irrigué, fertilisé



Um00 : Umran non irrigué, non fertilisé.

Um10 : Umran irrigué, non fertilisé.

Um01 : Umran non irrigué, fertilisé

Um11 : Umran irrigué, fertilisé

### 3. 1. 3. 2 Les caractères quantitatifs des fruits

Ces caractères concernent la longueur moyenne du fruit (LMF), le diamètre moyen du fruit (DMF), le poids moyen de fruit (PMF), le poids moyen de pulpe (PMP), le poids moyen de la graine (PMG).

Du tableau XII, qui présente les caractères quantitatifs des fruits par variété, nous notons que la variété Umran présente les fruits les plus long, les plus larges, les plus gros en poids de fruit et en poids de pulpe, suivi de la variété Gola et enfin de la variété Seb. Par contre, pour le poids de la graine, la variété Seb présente les graines les plus gros, <sup>suivi</sup> ~~suivi~~ successivement de la variété Gola et enfin de la variété Umran. Le ratio poids moyen de la pulpe sur le poids moyen du fruit, nous révèle que 94% du fruit de la variété Umran est constitué par la pulpe. Ce pourcentage est de 92% pour la variété Gola et 90% pour la variété Seb. La variété Umran présente le même ratio.

**Tableau XII : Caractères quantitatifs des fruits par variétés**

Variété	LMF	DMF	PMF	PMP	PMG	PMP/PMF
Gola	27,21	29	13,94	12,76	1,07	0,92
Seb	26,26	27,78	12,79	11,45	1,15	0,90
Umran	36,97	30,13	19,35	18,26	0,94	0,94

*Le feude*

Pour comprendre l'effet de chaque facteur sur les caractères quantitatifs des fruits, nous avons étudié ces caractères par traitement. Les résultats sont présentés dans le tableau XIII.

**Tableau XIII : Caractères quantitatifs de fruits par traitement**

Traitement	LMFF (mm)	DMFF (mm)	PFF (g)	PPFF (g)	PGFF (g)
GoIR-BP-	26,75	28,56	12,95	11,95	1,11
GoIR-BP+	27,06	28,96	13,57	12,31	1,03
GoIR+BP-	26,53	28,09	13,12	12,07	0,94
GoIR+BP+	28,03	29,62	15,43	14,21	1,12
UmlR-BP-	33,09	26,56	14,12	13,04	0,98
UmlR-BP+	37,34	29,75	20,05	18,92	0,99
UmlR+BP-	38,62	31,46	21,49	20,37	0,93
UmlR+BP+	38,25	32,92	21,07	20,06	0,78
SeIR-BP-	25,91	26,83	11,38	10,11	1,09
SeIR-BP+	25,78	26,84	11,57	10,24	1,19
SeIR+BP-	26,7	29,3	14,89	13,54	1,12
SeIR+BP+	27,21	28,88	14,25	12,84	1,26

*le fruit*

Il ressort du tableau XIII que pour la variété Gola , le traitement irrigation \* fertilisation présente les fruits les plus longs, les plus larges, les plus gros en poids de fruit et en poids de pulpe ; Les trois autres traitements s'apparentent pour les caractères quantitatifs des fruits. L'irrigation sans la fertilisation ou la fertilisation sans l'irrigation n'est donc pas nécessaire. Seul le traitement combiné irrigation\*fertilisation présente une réponse bénéfique et nette pour les caractères quantitatifs des fruits.

Pour la variété Umran les deux traitements irrigation\*fertilisation et irrigation\*non fertilisation présentent les fruits aux caractères quantitatifs les plus élevés, Suivi du traitement non irrigué\*fertilisé et enfin du traitement non irrigué\*non fertilisé. Il ressort un effet bénéfique et net du facteur irrigation et du facteur fertilisation. Cependant vue que l'effet du traitement irrigué\*non fertilisé est identique à celui du traitement irrigué\*fertilisé, il sera donc préférable de pratiquer

seulement l'irrigation. Le traitement non irrigué\*fertilisé présente également un effet bénéfique, mais moins élevé que le traitement irrigué\*non fertilisé. Il constitue donc le deuxième choix.

Pour la variété Seb, les traitements irrigués présentent les fruits les plus longs, les plus larges et les plus gros en poids de fruit et en poids de pulpe. Les traitements non irrigués présentent des fruits <sup>de</sup> caractères quantitatifs identiques. Le traitement irrigué\*non fertilisé présente donc un effet bénéfique et identique au traitement irrigué\*fertilisé. De même, le traitement non irrigué\*fertilisé s'apparente au traitement non irrigué\*non fertilisé. La fertilisation ne s'avère donc pas nécessaire.

Pour étudier la variabilité des caractères quantitatifs liés aux fruits des différentes variétés et les causes de cette variabilité, les données recueillies durant la période de récolte ont été soumises à une analyse de variance.

Le modèle linéaire adopté est composé de sept facteurs explicatifs qui sont : la répétition (REP), la variété (VAR), l'irrigation (IR), La fertilisation (BP), et le traitement (TRT). Les résultats de l'analyse de variance sont présentés dans le tableau XIV.

**Tableau XIV** : Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) des caractères quantitatifs des fruits.

Source de variation	LMFF	DMFF	PFF	PPFF	PGFF
REP	0,0371*	0,0078*	0,0929 NS	0,0446*	0,8822
VAR	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0049*
IR	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,6971 NS
BP	0,0116*	0,0208*	0,0143*	0,0175*	0,4788 NS
TRT	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,6054 NS

α
 L'observation du tableau XIV révèle pour la longueur moyenne du fruit (LMF), le Diamètre moyen du fruit (DMF), un effet hautement significatif des facteurs variétés (VAR), irrigation (IR), traitement (TRT), un effet faiblement significatif des facteurs répétition (REP), fertilisation (BP). Pour le Poids moyen du fruit (PMF), le poids moyen de la pulpe (PMP), le poids moyen de la graine (PMG), nous mentionnons un effet hautement significatif des facteurs variété (VAR), irrigation (IR), traitement (TRT) et un effet faiblement significatif des facteurs répétition (REP), fertilisation (BP). Pour le poids moyen de la graine (PMG), il ressort un effet non significatif des facteurs répétition (REP), fertilisation (BP), et irrigation (IR).

Nous retenons globalement de cette analyse, un effet hautement significatif du facteur variété et du facteur traitement. Nous comparerons d'une part les variétés entre elles et d'autre part les traitements au sein d'une même variété.

### 3. 1. 3. 3 la productivité des variétés

La productivité d'une variété désigne les quantités moyennes de fruits produites par la dite variété au cours d'une saison de production. La productivité

est estimée dans cette étude par le poids moyen de fruits produits par plant et le nombre moyen de fruits produits par plant.

Les résultats par variété sont présentés dans le tableau XV

**Tableau XV** : Production moyenne de fruit par variété.

<b>Production moyenne de fruit par arbre (g)</b>				
<b>Variété</b>	<b>Moy.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>E. T.</b>
Gola	195,32	7	2034	258,21
Umran	175,96	9	1433	247,33
Seb	141,35	8	937	174,21
<b>Nombre moyen de fruit par arbre</b>				
<b>Variété</b>	<b>Moy.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>E. T.</b>
Gola	13	1	92	15,29
Umran	8	1	62	11,07
Seb	9	1	57	9,94

*E. T. = Ecart Type*

L'observation du tableau révèle que la variété Gola présente la production moyenne la plus élevée suivi dans l'ordre décroissant de la variété Umran et de la variété Seb. C'est également le cas pour le nombre moyen de fruit. Egalement, nous notons de grands écarts sont notés entre les minimums et les maximums des données traduisant une grande variabilité de ces données.

Pour estimer l'effet de chaque facteur sur la production moyenne , nous avons étudié les moyennes par traitement.

Le tableau XVI présente ainsi les productions moyennes par traitement et par variété.



**Tableau XVI:** Productions moyennes de fruits par traitement.

<i>Production moyenne de fruit par arbre (g)</i>				
<b>Tratement</b>	<b>Moy</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>E. T.</b>
GoIR-BP-	159,97	8	631	184,82
GoIR-BP+	184,31	12	835	199,7
GoIR+BP-	177,85	15	576	186,79
GoIR+BP+	253,72	7	2034	384,52
UmIR-BP-	116,56	13	404	109,97
UmIR-BP+	85,29	9	288	95,51
UmIR+BP-	276,15	14	1433	361,56
UmIR+BP+	156,93	18	611	152,9
SeIR-BP-	104,77	14	318	95
SeIR-BP+	88,31	8	388	96,77
SeIR+BP-	204,23	11	937	245,53
SeIR+BP+	173,07	21	567	183,6
<i>Nombre moyen par arbre</i>				
<b>Tratement</b>	<b>Moy</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>E. T.</b>
GoIR-BP-	10,58	1	32	11,14
GoIR-BP+	14,75	1	84	18,85
GoIR+BP-	11,2	1	37	10,93
GoIR+BP+	13,19	1	92	17,54
UmIR-BP-	6,94	1	26	6,97
UmIR-BP+	4,86	1	16	5,02
UmIR+BP-	12,19	1	62	16
UmIR+BP+	6,5	1	24	6,19
SeIR-BP-	7,31	1	20	5,79
SeIR-BP+	7,42	1	31	7,48
SeIR+BP-	11,9	1	57	13,61
SeIR+BP+	10,57	2	34	10,22

Pour la variété Gola, le traitement irrigué\*fertilisé est le plus productif, suivi des traitements non irrigué\*fertilisé et irrigué\*non fertilisé qui s'apparentent et enfin du traitement non irrigué\*non fertilisé. Nous notons une réponse positive et nette du facteur combiné irrigation\*fertilisation. L'effet individuel des facteurs principaux est également bénéfique, mais il reste largement en deçà de celui du facteur combiné. Le traitement non irrigation\*non fertilisé est le moins productif.

Pour la variété Umran, le traitement irrigué\*non fertilisé présente la meilleure production, suivi respectivement dans l'ordre décroissant du traitement

irrigué\*fertilisé, du traitement non irrigué\*non fertilisé et du traitement non irrigué\*fertilisé. Nous notons un grand écart entre le traitement le plus productif et les trois autres traitement. Le traitement fertilisé et non irrigué est le moins productif.

Ces résultats nous permettent de dire que le facteur fertilisation a un effet négatif sur la production. Combiné à l'irrigation, il réduit l'efficacité de l'effet irrigation.

La fertilisation serait donc néfaste pour la production moyenne.

Quant à la variété Seb, nous notons que le traitement irrigué\*non fertilisé présente la meilleure production, suivi successivement du traitement irrigué\*fertilisé, du traitement non irrigué\*non fertilisé et du traitement non irrigué\*fertilisé. Un grand écart s'observe entre le traitement le plus productif et les trois autres traitements. Le traitement fertilisé et non irrigué est le moins productif.

Ces résultats nous révèle que le facteur fertilisation a un effet négatif sur la production. Combiné à l'irrigation, il réduit l'efficacité de l'effet irrigation.

Comme pour la variété Umran, la fertilisation aurait donc un néfaste sur la production moyenne.

Nous notons dans l'ensemble une grande variabilité des productions par plant traduite un écart type très élevé.

#### 3. 1. 3. 4 L'état sanitaire des fruits

Lors de la récolte, nous avons noté la présence des fruits attaqués par les vers, des fruits rongés, des fruits fissurés, des fruits tachetés. Tous ces fruits sont considérés comme abîmés et ne font donc pas partie des fruits sains.

Le nombre de fruits sains a été considéré comme une variable et a été soumis à une analyse de variance.

Le modèle a pris en compte six facteurs explicatifs qui sont : la répétition, la variété, l'irrigation, la fertilisation, le traitement, la combinaison. De cette analyse, il est ressortit un effet significatif du facteur variété, et non significatif pour les autres sources de variation. Nos comparaisons se porteront sur les proportions nombre de fruits Sains / Nombre total de fruits (NTFS/NTF).

Le tableau XVII présente les proportions de fruits sains par variété

**Tableau XVII : Proportion de fruits sains par variété**

Variété	NTF	NTFS	NTFS/NTF (%)
Gola	13	9	9
Umran	8	7	88
Seb	9	6	67

Pour fruit  
cette case vide

le fruit

L'examen de tableau montre que la variété Umran fournit la proportion de fruits la plus élevée, suivi de la variété Gola et enfin de la variété Seb.

### 3. 1. 4 Les insectes visiteurs des variétés du *Ziziphus mauritiana* étudiées

Les insectes visiteurs des variétés ont été capturés sur toutes les parties des plants (feuilles, tiges, fruits, fleurs) durant la phase de récolte de données. La liste des insectes capturés est figurée dans le tableau XVIII.

**Tableau XVIII : Liste des insectes capturés sur les variétés**

<b>Genre et espèce</b>	<b>Famille</b>	<b>Ordre</b>	<b>Régime alimentaire</b>
1- <i>Hellula sp</i> ( Larve)	Pyralidae	Lépidoptères	Broyeur : phytophage
2- <i>Brevicoryne sp</i>	Aphidae	Homoptère	Piqueur suceur
3- <i>Plutella sp</i>	Hyponomentidae	Lépidoptères	Broyeur : phytophage
4- <i>Agonoscellis haraldi</i>	Pentamidae	Hétéroptères	Piqueur suceur: phytophage
5- <i>Tenebrio guineensis</i>	Tenebridae	Coléoptères	Broyeur : Phytophage
6- <i>Chromoderes sp</i>	Cuculionidae	Coléoptères	Phytophage
7- <i>Acrida sulphuripennis</i>	Acrididae	Orthoptères	Phytophage
8- <i>Phonoctonus sp</i>	Reduviidae	Hétéroptères	Prédateur
9- <i>Pachycondyla senaarensis</i>	Formicidae	Hyménoptères	Mycetophage
10- <i>Epilachna chrysomelina</i>	Coccinellidae	Coléoptères	Prédateur des puccerons

### 3. 1. 5 La phénologie

La phénologie est définie comme étant la science qui étudie la répartition dans le temps des phénomènes périodiques caractéristiques du cycle vital des organismes dans la nature, spécialement de ceux qui sont influencés par les facteurs du milieu (Dictionnaire forestier multilingue n°2, 1975).

Le suivi phénologique d'une espèce porte sur l'observation des différentes modifications physiologiques qui interviennent à des intervalles de temps plus ou moins réguliers suivant un cycle précis. Ces phénomènes sont appelés

phénophases. Grouzis et Sicot, 1980 définissent trois phases : la feuillaison, la floraison et la fructification. Nous avons introduit dans le suivi de la phénologie des variétés de *Ziziphus mauritiana*, une autre observation qu'est la présence de nouveaux rameaux ; Nous avons remarqué chez certains traitements un rejet permanent de nouveaux rameaux. Pour savoir si le rejet est lié aux traitements ou aux variétés ou à l'espèce, nous avons jugé nécessaire d'introduire cette observation.

Dans cette étude de la phénologie, nous voulons déterminer la durée de la persistance des feuilles, la durée de la floraison, celle de la fructification et l'existence de nouvelles ramifications. Les observations ont débuté en décembre et se sont poursuivies jusqu'au début <sup>de Mars</sup> Avril.

#### □ La feuillaison

L'étude de la durée de la persistance des feuilles est basée sur le stage 3 qu'est la pleine feuillaison.

La figure 20 nous présente les résultats de toutes les variétés concernant ce stade phénologique.

Cette figure nous montre que <sup>pour</sup> la variété Gola, tous les plants ~~de tous les~~ <sup>de</sup> traitements sauf Go01 portent les feuilles durant la période des observations. Quelques plants du traitement Go01, ont perdu plus de 50% des feuilles en mi Mars. Néanmoins le nombre d'individus en pleine feuillaison de ce traitement reste élevé (plus de 92%)

Pour la variété Locale, la figure montre que tous les plants des traitements Lo10 et Lo01 sont restés en pleine feuillaison durant la période des observations. Les traitements Lo11 et Lo00 ont enregistré une baisse du nombre d'individus en pleine feuillaison en début Mars. Cependant le nombre d'individus en pleine feuillaison reste élevée.

Pour la variété Seb, à la fin des observations, tous les plants étaient en pleine feuillaison. Quelques plants des traitements Se10 et Se00 ont perdu entre Décembre et Janvier pour Se00 et entre Décembre et Mars pour Se10 plus de la moitié de leurs feuilles.

Pour la variété Umran, tous les plants de tous les traitements sont restés en pleine feuillaison durant la période de l'étude.

## □ **La Floraison**

Les observations ont débuté pendant que certains plants portaient déjà de fleurs. La figure 21 nous présente le pourcentage d'individus portant des fleurs en fonction du temps par traitement au sein d'une même variété.

Pour la variété Gola, nous notons à partir cette figure la présence des fleurs durant toute la période des observations pour les traitements Go11 et Go10. Les traitements Go00 et Go01 ont connu des périodes où aucun de leurs plants ne porte des fleurs. Mais leur floraison a repris aussitôt.

Quant à la variété Seb, la figure montre que les traitements Se11 et Se10 ont porté des fleurs durant toute la période des observations. La floraison du traitement Se01 s'arrête en début Février et n'a pas connu de reprise. Celle du traitement Se00 qui s'achève en mi Mars a repris immédiatement.

En ce qui concerne la variété Umran, tous les traitements sauf Um01 ont porté des fleurs durant la période des observations. Mais le pourcentage d'individus qui porte les fleurs varie d'un traitement à un autre. Il est plus élevé pour les traitements Um10 et Um11 que pour Um00. La floraison du traitement Um01 s'est achevée en mi Février et n'a plus connu de reprise.

## □ **La fructification**

La fructification désigne les transformations que subit le fruit depuis le moment de sa formation jusqu'au stade où il atteint sa taille normale, ou plutôt jusqu'à l'apparition des premiers signes d'une maturité commençante (Le Floc'H E., 1969).

Les observations de la phénologie ont commencé dans la période de pleine fructification des plants. Nous nous basons sur le stade Fr0 pour déterminer la durée de fructification des variétés. La figure 22, présente les résultats des observations pour ce stade phénologique.

Pour la variété Gola, l'examen de la figure révèle qu'en mi février plus de 50% des plants de tous les traitements ne portaient de fruits. En début Mars la fructification s'achève pour les traitements Go10 et Go00. Pour les traitements Go11 et Go01 la fructification s'achève entre mi Mars et Début Avril. Globalement la fructification de la variété Gola s'est achevée totalement en fin Avril.

Pour la variété Seb, la figure montre des courbes plus étalées. Jusqu'en mi Mars plus de 20% des plants des traitements Seb portaient des fruits ; En début Avril aucun traitement ne portait encore des fruits. La fructification s'est achevée en début Avril.

Quant à la variété Umran, la figure présente également des courbes plus étalées que celles de la variété Gola, traduisant également une fructification plus étalée. La fructification pour les traitements Um00 et Um01 s'achève en mi Mars. Elle persiste pour les traitements Um11 et Um10 jusqu'en début Avril marquant la fin de la fructification pour la variété Umran.

#### □ **La présence de nouvelles ramifications**

La figure 23 présente les résultats pour toutes les variétés .

Pour Gola, la figure révèle que tous les traitements dans des pourcentages différents ont porté de nouvelles ramifications durant toute la période des observations. Le pourcentage d'individus est élevé pour Go11 et Go10 que pour les traitements Go00 et Go01.

Pour la variété Locale, tous les traitements ont également porté de nouvelles ramifications. Le pourcentage d'individus pour les traitements Lo11 et Lo10 est largement supérieur à celui des traitements Lo00 et Lo01.

Quant à la variété Seb, le traitement Se01 n'a plus porté de nouvelles ramifications à partir de mi-février. Les autres traitements en ont porté durant toute la période des observations.

La même figure nous révèle que tous les traitements sauf le traitement Um01 ont également porté de nouvelles ramifications tout au long de la période des observations. Pour le traitement Um01, la présence de nouvelles ramifications s'arrête en mi-Mars jusqu'à la fin des observations.

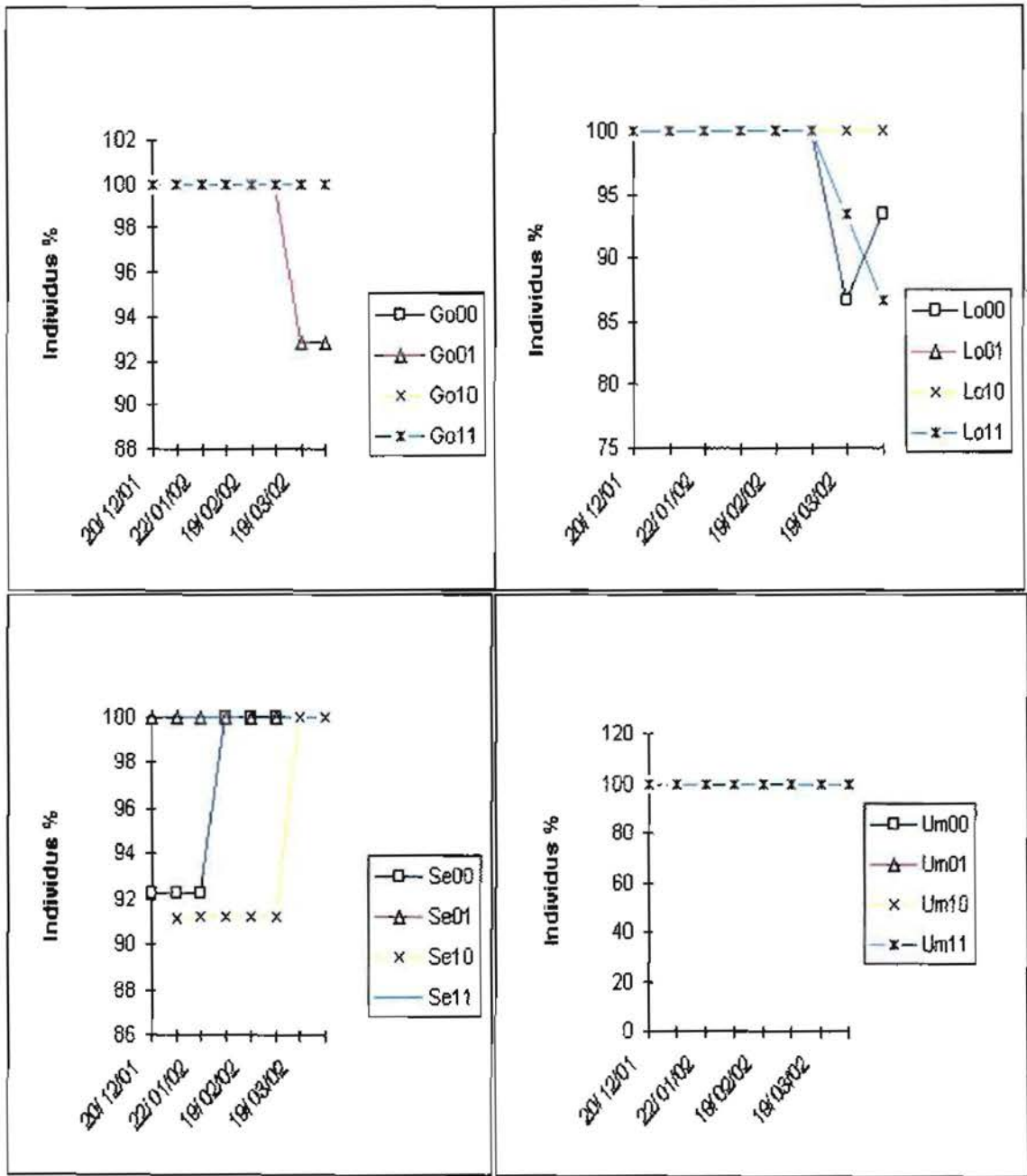


Fig 21 : Spectre phénologique : feuillaison



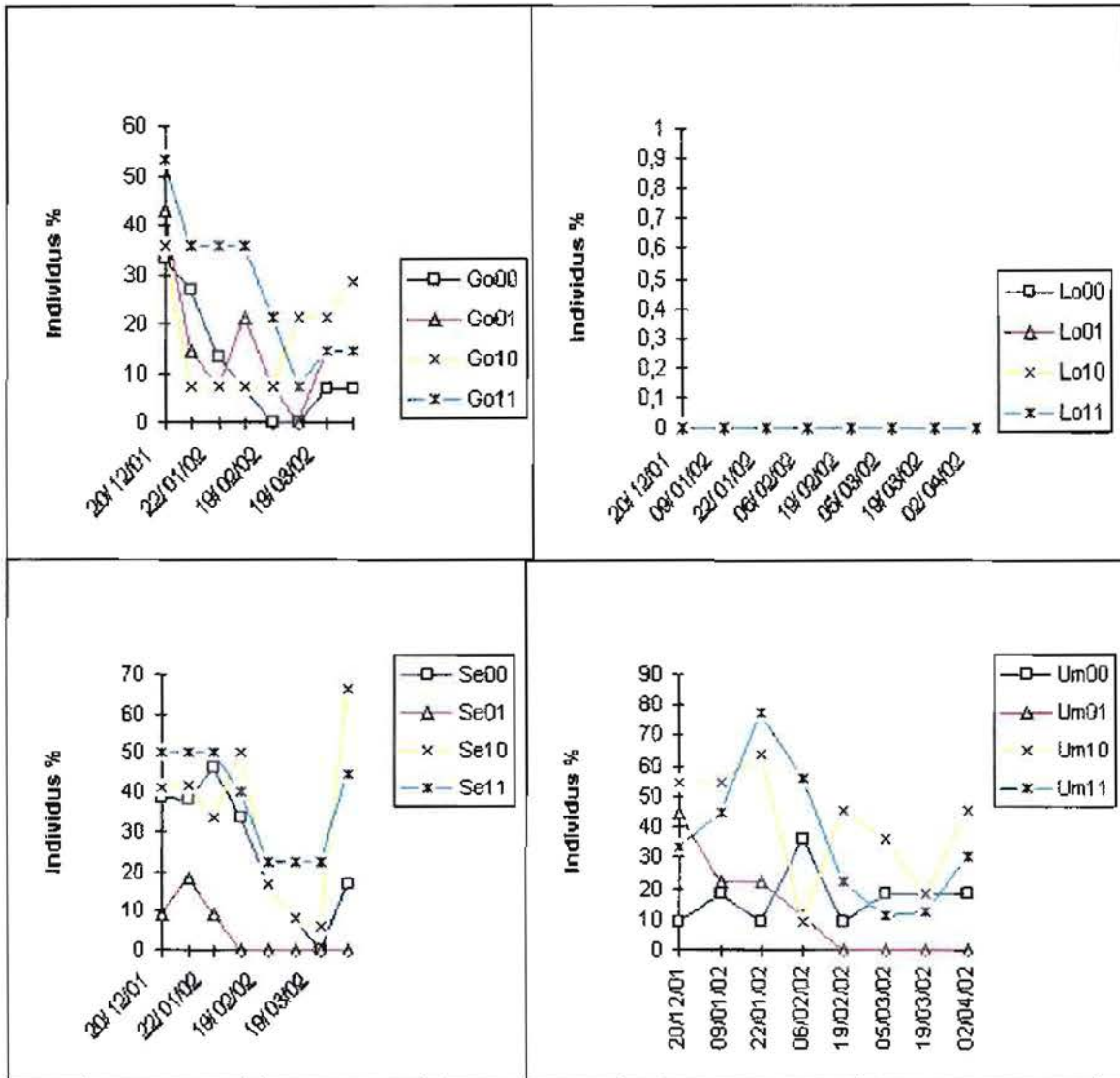


Fig 22 : Spectre phénologique : floraison

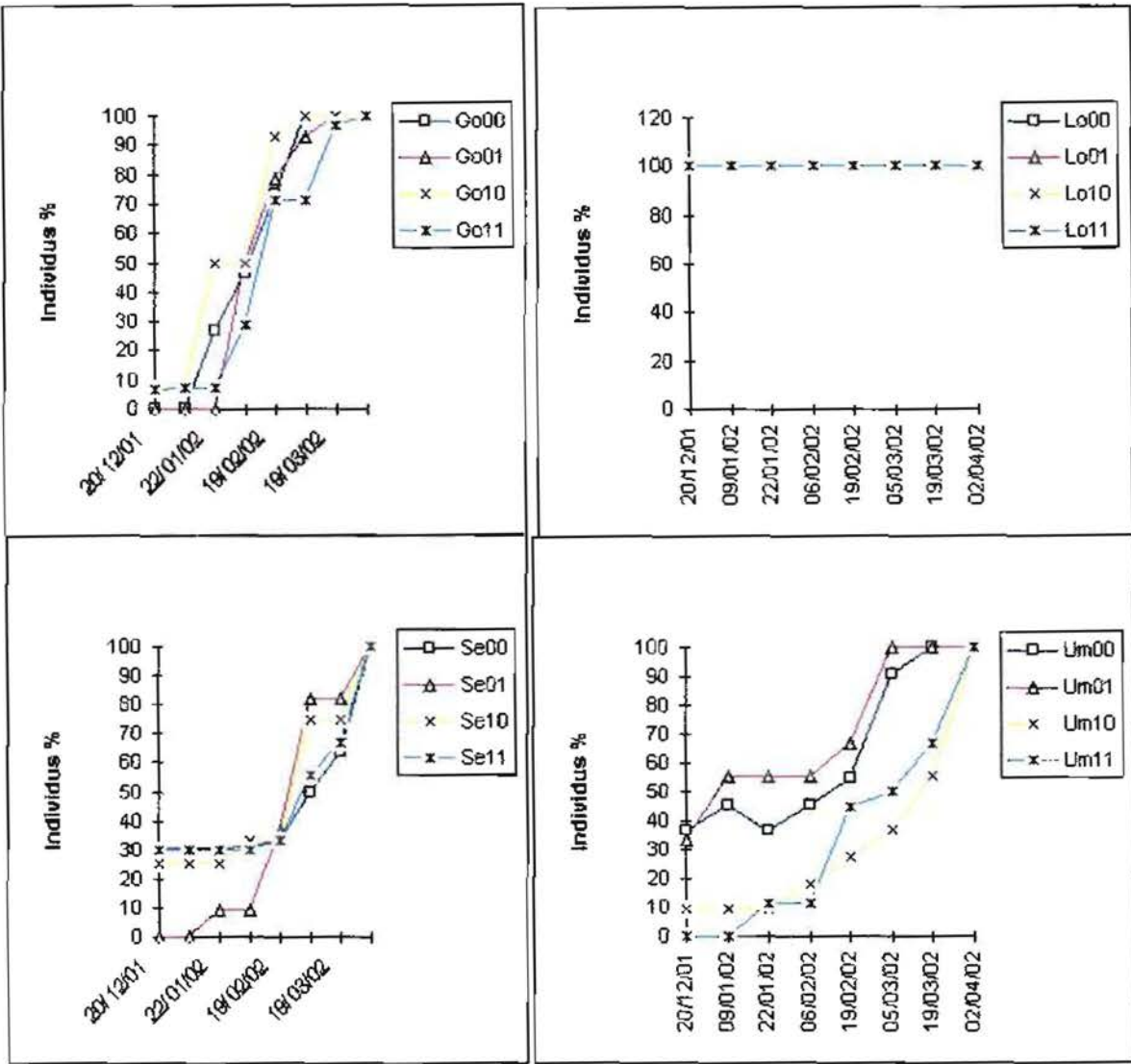


Fig 23 : Spectre phénologique : fructification

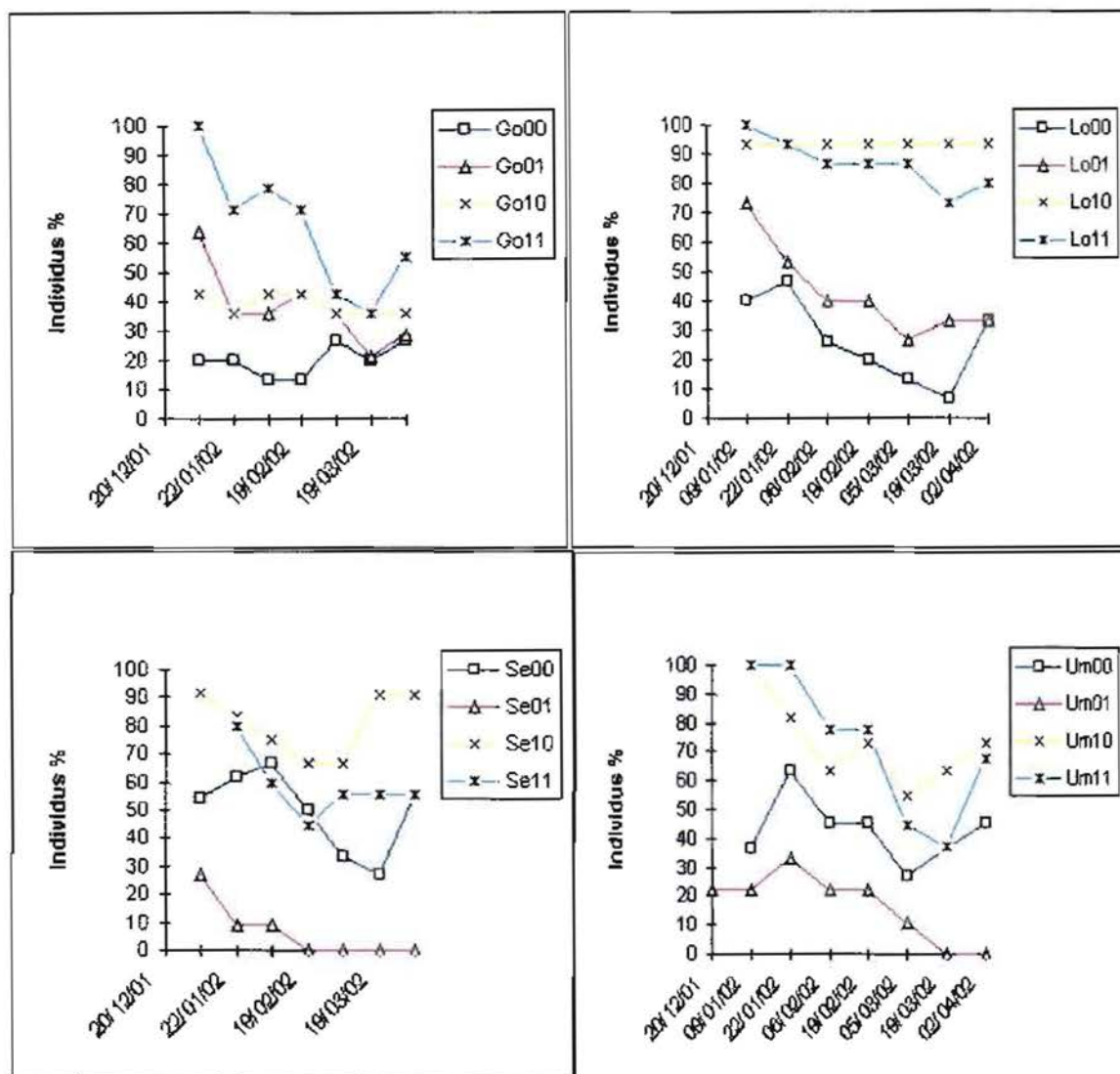


Fig 24 : Spectre phénologique : présence de nouvelles ramification

00 : Non irrigué, non fertilisé  
11 : irrigué et fertilisé

01 : non irrigué mais fertilisé  
10 : irrigué mais non fertilisé

## 3. 2 Discussion

### 3. 2. 1 La survie des cultivars

L'observation sur le taux de survie des différentes variétés montre que toutes les variétés présentent un taux de survie élevé ; ceci pour tous les traitements. Cela traduit le caractère rustique de l'espèce. En effet selon Dépommier, 1988, *Ziziphus mauritiana* survivrait admirablement aux conditions édaphiques médiocres et climatiques drastiques imposées par la sécheresse et la désertification. Egalement selon Tewari, 2002, les variétés "Ber" (variétés indiennes) survivront dans un climat ~~chaud~~ et sec et sur un sol pauvre et semi-dur.

La variété Locale présente après neuf mois de plantation et pour tout traitement confondu un taux de survie de 100%. Cela pourrait être expliqué par les conditions édaphiques (sols peu d'apport colluvio- alluvial) et climatiques particulières du site. Selon une étude faite par Cao et al, en 1999, l'inventaire des arbres vivants de provenances de *Ziziphus mauritiana* à Gonsé de 1989 à 1997 donnerait pour toutes les provenances, un taux de survie ~~de survie~~ supérieur ou égal à 95% avec 100% comme le taux le plus élevé.

Les variétés indiennes présentent un taux de survie inférieur à la variété Locale. La différence pourrait s'expliquer par la différence entre le système de production des variétés indiennes et celui de la variété Locale ; Les variétés indiennes greffées sont prédisposées à plus de traumatismes que la variété Locale issue des graines ; et le seul critère n'est pas suffisant pour expliquer la différence de taux de survie entre le <ber> (variétés indiennes) et la variété Locale.

### 3. 2. 2 La croissance des variétés

Le suivi de l'évolution de la hauteur du plant montre que la variété Locale est caractérisée par une croissance continue en hauteur ; par contre, les variétés indiennes enregistrent à des périodes assez différentes des baisses de la hauteur du plant. Ces baisses pourraient s'expliquer par la pression du poids des fruits sur les rameaux de faible grosseur.

La hauteur moyenne de la variété Locale est de 99,73 cm après six mois de plantation et de 116,16 cm après neuf mois de plantation. Dans une étude

de suivi de la croissance en hauteur de la tige faite par Cao et al ,1991, il ressort que le *Ziziphus mauritiana* présente une hauteur moyenne de 57,4 cm après six mois de plantation. La hauteur de 99,73 cm obtenue à travers notre suivi pourrait s'expliquer par l'application des différents traitements à la variété ; mais le traitement non irrigué et non fertilisé présente une hauteur de 84,2 cm après six de plantation. Cette hauteur reste supérieure à la hauteur des résultats de Cao et al. Cela s'expliquerait par le microclimat particulier du site expérimental situé dans un baffon.

L'étude des accroissements périodiques des variables hauteur du plant, longueur de la tige, diamètre au collet et surface du houppier, a montré que la vitesse de croissance varie d'une période à une autre. Pour la plupart des variables mesurées, la période optimum de croissance pour toutes les variétés se situe entre octobre et novembre. Selon Champagnat, 1969, la croissance d'un organe ou d'une plante ne se poursuit pas à vitesse constante ; elle serait fortement modifiée par de très nombreux facteurs physiques (la température, la lumière), physiologiques (floraison, défeuillaison...). Après le mois de novembre, nous notons une baisse de la vitesse de croissance à certains moments pour certaines variétés. Cette baisse de la vitesse de croissance serait due aux facteurs physiques ( température, humidité relative) édaphiques (diminution de la teneur en eau du sol) ou physiologiques ( pleine fructification).

L'étude des accroissements cumulés des variables la hauteur de la tige, longueur de la tige diamètre au collet mesurées montre que la variété Locale a élaboré plus de matières que les variétés indiennes. Ceci s'expliquerait par la fructification des variétés indiennes qui pourrait ralentir leur croissance (Champagnat, 1969).

L'observation du rythme de croissance par traitement et par variété montre que toutes les variétés n'ont pas la même réponse pour un traitement donné. En effet les résultats ont montré que la variété Locale répondait positivement au facteur individuel (irrigation sans fertilisation ou fertilisation sans irrigation) et non au facteur combiné (irrigation et fertilisation ou sans

irrigation et sans fertilisation). Le Burkina phosphate seul a donc un effet bénéfique sur la croissance de la variété Locale L'application directe du Burkina phosphate aurait un effet bénéfique sur la plupart des plantes cultivées sur des sols acides (Fischer, 1978) cité par Guissou et al en 2000. Cependant ce phosphate aurait une faible réaction dans les sols faiblement acides ou alcalins. La réactivité du Burkina phosphate dépend de ces caractères intrinsèques (minéralogie, dose, etc.) , des minéraux du sol (phosphore assimilable, calcium...), du statut mycorhizien et de la microflore rhizosphérique (Monneveux, 1997). Toujours selon Guissou et al, 2000, l'utilisation du phosphate naturel est plus efficace chez les jujubiers mycorhizés que chez les jujubiers non mycorhizés quelle que soit la dose utilisée. Egalement, toujours selon Guissou et al, 2000, *Ziziphus mauritiana* serait très sensible à un stress hydrique à l'absence de mycorhizes.

Pour la variété Gola, seul le traitement combiné irrigation\* fertilisation a un effet positif et perceptible sur sa croissance ; les effets des autres traitements sont identiques et ne sont pas bénéfiques ; La variété Umran répond positivement au traitement combiné irrigation\*fertilisation. L'irrigation individuelle a également un effet bénéfique sur la croissance mais son effet est moins accentué que si elle est combinée au facteur fertilisation. Cependant, la fertilisation sans irrigation a un effet dépressif sur la croissance de cette variété. L'effet du traitement non irrigué et non fertilisé est plus bénéfique que le traitement fertilisé sans irrigué;

Quant à la variété Seb , la réponse du traitement irrigué et fertilisé est identique à celle du traitement non irrigué , non fertilisé. L'irrigation sans la fertilisation a un effet bénéfique et net. La fertilisation sans irrigation a un effet dépressif sur la croissance de la variété Seb. La fertilisation avec le Burkina phosphate pour cette variété n'est pas nécessaire.

Selon Tewari, 2002, l'irrigation et/ou la fertilisation pourraient contribuer à une meilleure croissance des variétés indiennes. L'effet positif de l'irrigation seule sans fertilisation est vérifié pour toutes les variétés. Par contre nos

résultats montrent que la fertilisation sans irrigation est néfaste pour la variété Seb.

### 3. 2. 3 La production fruitière

Pour la production fruitière, les résultats concernant la période optimum de maturité des fruits montrent que les variétés diffèrent pour cette variable ; La période optimum de maturité des fruits se situe en janvier pour la variété Gola, en février pour la variété Seb et Umran. Ces résultats confirment ceux de Tewari,2002, par rapport à la différence qui existe entre les périodes optimums de maturité des fruits des variétés indiennes. En effet, il a distingué trois groupes de variétés caractérisés par des périodes optimums de maturité des fruits différentes . Il qualifia, de variétés précoces, celles dont la période se situe en mi-décembre, de variétés mi-saison celles dont la période se situe en fin janvier et de variétés tardives, celles dont la période se situe en mi-février. Il qualifia les variété Gola et Seb de variétés précoces et la variété Umran de variété tardive. Selon Vashishtha , 2001, la période optimum de maturité des fruits se situe en février pour la variété Umran, entre janvier et février pour la variété Seb et en janvier pour la variété Gola. Cependant les périodes optimums de maturité des fruits varieraient d'une région à une autre. Elles seraient fonction des conditions climatiques. Néanmoins nos résultats vont dans le même sens que ceux de Vashishtha sauf qu'ils montrent que la période optimum de maturité des fruits de la variété Seb se situe dans le mois de février. Selon nos résultats, la variété Gola serait une variété précoce et les variétés Umran et Seb seront des variétés dites tardives.

En plus de la période optimum de maturité des fruits, nous avons étudié les caractères quantitatifs des fruits . Ces caractères concernent la longueur du fruit, le diamètre moyen du fruit, le poids moyen du fruit, le poids moyen de la pulpe et celui de la graine. Il ressort que la variété Umran présente les fruits les plus longs, les plus larges, les plus gros en poids de fruit et en poids de pulpe, suivi de la variété Gola et enfin de la variété Seb. Par contre, pour le poids de la graine, la variété Seb présente les graines les plus gros, suivi successivement de la variété

Gola et enfin de la variété Umran. Selon la description de Vashishtha, la variété Umran est caractérisée par des fruits de 47x34mm de dimension et un poids moyen de 33g ; la variété Gola présente des fruits de 38 x 35 mm de dimension et un poids moyen de 21,4g ; la variété Seb fournit des fruits de 36 x 33 mm de dimension et un poids moyen de 24,6 g. Une classification de ces trois variétés décrites suivra le même ordre que celle fournie par nos résultats. Par ailleurs, nous constatons de cette description que les fruits produits au Burkina sont inférieurs en caractères quantitatifs que ceux décrits par Vashishtha.

L'analyse des caractères quantitatifs par traitement montre que pour la variété Umran, les traitements Irrigués, fertilisés et irrigués non fertilisés donnent des fruits de même dimension et de même grosseur ; Ils ont un effet bénéfique sur les dimensions et les grosseurs des fruits. Le traitement non irrigué\*fertilisé répond aussi positivement aux caractères quantitatifs des fruits mais son effet est moins marqué que les deux premiers traitements. Le traitement non irrigué \* non fertilisé ne répond pas positivement aux caractères quantitatif des fruits.

Pour la variété Gola, seul le traitement combiné irrigué \* fertilisé a un effet distinct et bénéfique ; les effets des autres traitements sont identiques. Ni la fertilisation seule, ni l'irrigation seule n'a un effet bénéfique sur les caractères quantitatifs des fruits.

Pour la variété Seb, le traitement irrigué \* fertilisé a un effet bénéfique et identique à celui du traitement irrigué \* non fertilisé. Les autres traitements non irrigués présentent des effet moins positifs et également identiques. La fertilisation n'a donc pas d'effet sur les caractères quantitatifs des fruits. Selon Tewari, 2002, l'irrigation et la fertilisation auraient un effet bénéfique sur la grosseur des fruits. Cela est vérifié pour les variétés Gola et Umran ; par contre la fertilisation n'est pas nécessaire pour la variété Seb.

Par rapport à la productivité, la variété Gola est la plus productive en nombre comme en poids moyen par plant ; suivi de la variété Umran et enfin de la variété Seb. En terme d'état sanitaire, la variété Umran fournit plus de fruits sains par plant ; suivi de la variété Gola et enfin de la variété Seb.



### 3. 2. 5 La phénologie

De cette étude, nous avons remarqué que presque les traitements de toutes les variétés ont conservé leurs feuilles durant la période des observations ; les plants qui avaient perdu plus de 50% étaient surtout ceux qui étaient attaqués par la larve de *Hellula* sp. En effet, la totalité des feuilles de certains plants étaient rendue transparente par cette larve qui rongait la face inférieure des feuilles. Ces feuilles qui ne sont plus capables d'assurer la photosynthèse tombent quelque temps après.

A partir de ces résultats, nous constatons que la persistance des feuilles n'est pas liée ni aux traitements ni à la variété mais seulement à l'espèce. Ces résultats confirment ceux de A. Chevalier(1947) selon lesquels le *Ziziphus mauritiana* porte des feuilles pratiquement toute l'année. Il y a un renouvellement de feuilles pour les plants qui tendent à perdre leurs feuilles. Cela pourrait être dû au microclimat particulier du site qui est situé dans un baffon.

Selon Tewari ,2002, les variétés indiennes de *Ziziphus mauritiana* sont caractérisées par une persistance des feuilles durant toute l'année.

En ce qui concerne la floraison, nous constatons une présence permanente des fleurs chez presque tous les traitements de toutes les variétés sauf les traitements Um01 et Se01 qui ont connu des périodes sans fleurs. Cependant les traitements irrigués de toutes les variétés présentaient un pourcentage d'individus plus élevé. L'irrigation a donc un effet sur la floraison des variétés étudiées.

Notons qu'à la plantation en Juillet, certains plants des variétés indiennes portaient déjà des fleurs mais pas de fruits. Nous pouvons donc dire que la floraison a débuté en mi-Juillet. Selon Depommier, 1988, et les premières fleurs de *Ziziphus mauritiana* apparaissent en Décembre-Janvier. En effet, nous avons noté l'apparition de bourgeons floraux sur la variété Locale qui n'est pas greffée en janvier. Selon B. B. Vashistha, 2001, la floraison de la plupart des variétés indiennes débute dans le mois d'Août. L'apparition plutôt (Juillet au lieu d'Août) des fleurs pourrait être due au greffage qui raccourcit le cycle végétatif ou aux conditions du milieu qui sont différentes de celles de l'Inde.

Quant à la fructification, nous constatons que toutes les variétés possèdent une période précise de fructification. Les observations ont débuté pendant la fructification. Ce qui ne nous permet pas de déterminer le début de la fructification.

Cependant, les observations sur le terrain avant le début réel des observations, nous permet de dire que la fructification a débuté en Août. A partir des figures, nous notons que la fructification de la variété Gola se termine en Mars, celle des variété Umran et Gola s'achève en début Avril. Nous pensons que la fin de la fructification n'est pas liée au traitement mais seulement à la variété. Notre affirmation est basée sur le fait que l'on ne puisse pas différencier plusieurs fins en fonction du traitement. Par contre, nous avons distingué deux périodes de fin en fonction de la variété. D'une part, on a Gola et d'autre part il y a Umran et Seb.

Par rapport à la présence de nouvelles ramifications, nous constatons la présence permanente de nouvelles ramifications pour tous les traitements de toutes les variétés. Cependant le pourcentage d'individus est plus élevé pour les traitements irrigués que les traitements non irrigués. La présence permanente de nouvelles ramification traduit le caractère buissonnant de l'espèce.

### 3. 3 Perspectives

Les caractéristiques morphologiques et agronomiques retenues pour le suivi de l'essai permettront une meilleure connaissance des cultivars introduits. Cependant, certains aspects agronomiques ont été omis notamment les traitements sylvicoles.

En effet pour une meilleure production des plants ou pour une bonne architecture du port, il est nécessaire d'introduire des méthodes de traitements sylvicoles qui permettront d'en choisir la meilleure. Mais pour cet essai, nous pensons qu'il serait tard pour une introduction de traitements sylvicoles vue les tailles que présentent déjà les plants et l'architecture déjà adoptée par chaque plant. Il serait intéressant que les traitements sylvicoles commencent dès la plantation. Ce qui permettrait d'avoir des résultats dus seulement aux méthodes de traitement et non aussi à l'architecture initiale du plant. Pour une meilleure connaissance, il serait intéressant d'introduire plusieurs méthodes de traitements sylvicoles. Pour cela, il serait plus intéressant de créer un autre essai pour l'application des traitements sylvicoles.

Par ailleurs nous constatons des cassures des bourgeons terminaux de qui traînent au sol, des brûlures et des attaques par des insectes des fruits touchant le sol, des cassures au des tiges sous le poids de ces tiges. Pour remédier à cela,

nous proposons l'usage des tuteurs. Cependant, l'usage des tuteurs solides et résistants est nécessaire parce qu'une chute brutale d'un tuteur sur lequel se reposait tout le poids d'un plant entraînerait une cassure de ce plant .

Nous avons également constaté que la fructification s'effectue seulement sur les nouvelles ramifications. En ce qui concerne les plants irrigués qui portent en permanence des fleurs, nous notons l'apparition aux aisselles des anciennes ramifications, de nouvelles ramifications et ce sont elles qui assurent la fructification ; C'est pourquoi, nous pensons qu'il serait nécessaire de tailler les plants à l'approche des saisons pluvieuses. Ce qui entraînerait un meilleur développement du plant donc une meilleure apparition de nouvelles ramifications qui fructifieront abondamment pour une meilleure production.

Avant la vulgarisation des cultivars, une évaluation économique des investissements serait nécessaires pour estimer la rentabilité de ces cultivars. De même avant la vente, il serait nécessaire de connaître le taux d'investissement pour la production d'un plant. Ce qui permettrait, en se fixant une marge bénéficiaire de déduire un prix minimum de ventes.

De nombreuses attaques d'insectes ont été mentionnées au cours de l'étude. En effet, la totalité des feuilles de certains plants devenaient transparentes sous l'action de *Hellula* sp à l'état larvaire. Les plants touchés perdaient finalement la totalité de leurs feuilles. Elles adoptent donc anormalement une vie ralentie sans photosynthèse, donc sans croissance. Egalement, des insectes piqueur-suceurs (*Brevicoryn* sp et *Agonoscellis haraldi*) perforaient les bourgeons terminaux de la tige et des rameaux entraînant leur mortalité. Le plant voit donc sa croissance interrompre pendant une durée suffisamment longue pour permettre la reprise par un autre rameau. Il serait donc nécessaire d'effectuer régulièrement un traitement à l'insecticide.

Pour une meilleure vulgarisation des cultivars introduits, des enquêtes pourraient être entreprises pour estimer les appréciations de la population.

## Conclusion

*Ziziphus mauritiana* est une espèce en régression à cause de son intérêt multiple. En effet, son bois est utilisé comme bois de chauffe ou d'œuvre, ses fruits dans l'alimentation humaine, ses feuilles dans l'alimentation des animaux, etc.. Pour faire face à cette situation, l'ICRAF l'a intégré dans le système de domestication.

C'est le cadre de sa domestication que les variétés indiennes ( Gola, Umran et Seb) ont été introduites au Burkina Faso. Elles ont été greffées sur la variété Locale du Burkina Faso.

A travers cette étude, une comparaison des performances des différentes variétés a été effectuée. Ces performances ont concerné la survie, la croissance, la production fruitière, la phénologie et l'état sanitaire des variétés.

Pour la survie, il ressort que la variété Locale fournit le meilleur taux de survie pour n'importe quel traitement. Au sein des variétés indiennes, la variété Gola semble mieux s'adapter avec un taux de survie moyen de 95 % suivi de la variété Umran et enfin de la variété Seb avec un taux de survie de 74%. Par ailleurs, nous notons pour toutes les variétés, un taux de survie élevé. Des différences de taux de survie sont également notées entre les traitements au sein d'une même variété. De l'étude de ces différences, il ressort pour toutes les variétés que le traitement non irrigué\*non fertilisé présente une réponse bénéfique pour le taux de survie. Par contre le traitement combiné irrigué\*fertilisé présente une réponse dépressive pour toutes les variétés. L'irrigation et la fertilisation ne seraient pas recommandées pour acquérir un bon taux de survie de ces variétés.

En ce qui concerne la croissance, son suivi a permis de mettre en évidence des différences entre les variétés. Pour la variable hauteur du plant, il ressort que la variété Locale présente la hauteur moyenne la plus élevée suivi dans l'ordre décroissant de la variété Umran, la variété Seb et de la variété Gola. L'étude des accroissements cumulés montre qu'au cours de l'étude, la variété Locale a plus accru en longueur suivi successivement de la variété Gola, la variété Umran et la variété Seb. Pour la variable longueur de la tige principale, la variété Umran présente les tiges les plus longues suivi de la variété Gola, puis des variétés Seb et

Locale qui s'apparentent. Cependant l'étude des accroissements cumulés révèle qu'au cours de cette étude, la variété Locale a plus accru en longueur de la tige suivi respectivement dans l'ordre décroissant de la variété Seb, la variété Umran et enfin, la variété Gola. L'étude de la relation hauteur du plant – longueur de la tige a montré que la variété Locale a un port plus érigé, suivi de la variété Seb, puis de la variété Umran et enfin la variété Gola. En ce qui concerne le diamètre au collet, la variété Umran donne les diamètres les plus gros, suivi dans l'ordre décroissant de la variété Seb, de la variété Gola et enfin de la variété Locale. L'observation des accroissements cumulés montre que la variété Umran a plus accru en diamètre au collet, suivi dans l'ordre décroissant de la variété Seb, de la variété Gola et enfin de la variété Locale. Quant à la surface du houppier, les observations ont montré un grand écart entre les variétés. La variété Gola présente les houppiers les plus larges, suivi dans l'ordre décroissant de la variété Umran, de la variété Seb et de la variété Locale. En terme d'accroissements cumulés, nous notons que la variété Umran a plus accru en surface du houppier, suivi de la variété Gola, puis de la variété Seb et enfin de la variété Locale. L'étude de la hauteur du collet à la première ramification a permis de mettre en évidence le caractère buissonnant de l'espèce *Ziziphus mauritiana*.

L'étude de l'effet des traitements au sein d'une même variété révèle que les réponses des traitements pour la croissance varient d'une variété à une autre. Il est ressorti pour la variété Locale une réponse bénéfique des traitements individuels (irrigation sans fertilisation et fertilisation sans irrigation). Pour la variété Gola, seul le traitement combiné irrigation plus fertilisation a un effet bénéfique. Pour la variété Umran l'irrigation a une réponse bénéfique sur la croissance ; Sa réponse est plus bénéfique et nette, si elle est combinée à la fertilisation. Cependant la fertilisation seule exerce un effet dépressif sur la croissance de cette variété. Quant à la variété Seb, nous avons observé un effet négatif du facteur fertilisation.

L'étude des périodes optimums de maturité des fruits par variété montre que la variété Gola est une variété précoce par rapport aux variétés Umran et Seb qualifiées de variétés tardives.

Les variétés diffèrent également par les caractères quantitatifs de leurs fruits. La variété Umran fournit des fruits plus ovales, longs, plus grands en diamètre, plus gros en poids avec une pulpe plus grosse et une graine plus petite ; son ratio, poids de la pulpe sur poids du fruit est le plus élevé, suivi de la variété

Gola et enfin de la variété Seb. L'étude de la réponse des différents traitements au sein d'une même variété montre que pour la variété Umran, l'irrigation sans la fertilisation est plus bénéfique. La fertilisation sans l'irrigation est bénéfique mais elle moindre par rapport au premier. Pour la variété Gola, seul le traitement irrigation plus fertilisation a eu une réponse positive. Pour la variété Seb, la fertilisation n'a pas eu une réponse bénéfique.

Par rapport à la productivité, la variété Gola est la plus productive en nombre comme en poids moyen par plant ; suivi de la variété Umran et enfin de la variété Seb. En terme d'état sanitaire, la variété Umran fournit plus de fruits sains par plant ; suivi de la variété Gola et enfin de la variété Seb.

L'étude de la phénologie a montré une persistance des feuilles durant la période de l'étude. Il est ressorti également, une présence permanente de fleurs pour tous traitement ; cependant le pourcentage de nombre de plants portant des fleurs des traitements irrigués reste plus élevé que celui des traitements non irrigués. Nous observons la même chose pour la présence de nouvelles ramifications. La présence permanente des fleurs n'entraîne pas une fructification permanente. Les fleurs qui apparaissent au delà de la période productive avortent.

Les variétés indiennes introduites et la variété Locale différent sur un grand nombre de caractères étudiés dans ce document. Cependant, il est nécessaire de continuer le suivi de la croissance, de la production et de la phénologie pour une meilleure connaissance des variétés introduites.

## Bibliographie

**Arbonnier M., (2000)** – Arbres, Arbustes et Lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, Centre de Coopération Internationale en Recherche agronomique pour le Développement., p. 9

**Aubreville A., (1950)** - Flore forestière soudano- guinéenne AOF-Cameroun-AEF. Paris, Société d'Edition géographiques, maritimes et coloniale, 251p.

**BAUMER M., (1995)** - Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique Occidentale. Enda, Tiers-Monde, Dakar. 260P.

**Boffa J. M., (2000)** - Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. Cahier FAO conservation n° 34. Rome. 257p.

**Bergeret A.** avec la collaboration de Jesse C. Ribot ; L'arbre nourricier en pays shélien. Edition de la maison des sciences de l'homme. Paris. 237p

**Cao T. V., Sanon J., Somé D. M. , Diallo B. O. (1999)** – Rapport FAC N° 94/CD/78/ BKA VOLET 1 :Amélioration génétique des ligneux soudano-sahéliens. p. 9

**CARRIÈRE M., (1989)** – Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaedi) ; analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. Thèse Doct. Université de Paris-Sud Orsay, IEMVT Maison-Alfort, C. N . E. R. V. Noyakchott, 238p.

**CCE/ENDA, (1987)** – Programme de participation de la population au reboisement et à l'aménagement rural. MEE Ouagadougou Burkina Faso. 60p

**Champagnat R. Ozenda P. Baillaud L. 1969.** Biologie végétale Croissance tome III , morphogénèse, reproduction. Masson et cie, paris 510p.

**Chevalier A. 1952.** Les jujubiers du Sahara Rev. Int. Bot. Appl. D'Agr. Trop. ; vol32, n°361-362 P 574-577.

**Chevalier A., (1947)** – Les jujubiers ou Ziziphus de l'ancien monde et l'utilisation de leurs fruits. Rev. Bot. Appl., 470 – 483.

**Crouzis M. et SICOT M. (1980).** Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahelennes p. 9

**Dagnelie P. (1975)** - Théorie et méthodes statistique. Application agronomique vol. 2 Pesses agronomiques de Gembloux, 462p.

**Dao M . C. E., (1993)** – Contribution, à l'amélioration génétique d'un fruitier sauvage à usages multiples : *Ziziphus mauritiana* Lam. Mémoire d'IDR, Univ. Ouagadougou Burkina Faso. 63p.

**Dao M. C. E. , (2002)** – Biologie de la reproduction sexuée de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) : suivis phénologiques et étude de la pollinisation en zone nord-soudanienne. DEA, ~~Département Productions Forestières~~ U. O. Burkina Faso ; 58p.

**Davies A. G. et Richards P., (1991)** – Rain forest in Munde life. Report tonESCOR. ODA, Londres p. 9

**Depommier D. (1988).** *Ziziphus mauritiana* lam., Culture et utilisation en pays Kapsiki (Nord- Cameroun). Revue Bois et forêts des tropiques, N°218. P 57 – 62.

**Depommier D (1993)-** Les haies vives sur courbes de niveau et la conservation de l'eau et du sol, 12p.

**FAO (1980b)** – Estimation des volumes et accroissements des peuplements forestiers. Vol. Etude et prévision de la production. Etudes FAO : 22/2 par D. Alder, 229p.



**FAO.** Forêt N°34. 1982. Espèces fruitières forestières. 201p

**Le Floc'H E.** 1969. Caractérisations Morphologiques des stades et phases phenologiques dans les communautés végétales. Montpellier. 136P


**Gampiné D.** 1998. Quelques observations sur la croissance en plantation. In rapport final de la septième rencontre tripartite ( BF, Côte d'Ivoire, Mali) pp38-51

**Giffard P. L., (1974)** - L'arbre dans le paysage Sénégalais. Sylviculture en zone Tropicale sèche. Centre technique forestier tropical . Dakar. 431p.

**Geerling. C. (1982).** Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano guineens. Section de Conservation et d'Aménagement de la nature Université de Wagening, Pays-Bas.339p.

**Guinko, S. et Pasgo, L.J. (1992)** – Récolte et commercialisation des essences forestières locales dans le département de Zitenga, Burkina Faso. Unasyva, 43 (168) : 16-19

**Guissou T. Bâ M. Guinko S. Plenchette C. Duponnois R.** Réponse du jujubier (*Ziziphus mauritiana* Lam.) à la mycorhization et aux apports de phosphates naturels de Kodiari dans un sol acidifié avec de la tourbe. Fruits, vol. 55, P. 187-194

**Lagemann J. (1977)** – Traditional African farming systems in Eastern Nigeria. Weltfforum Verlag, Munich, Allemagne. 

**MUNIER P. (1973).** Le jujubier et sa culture. Vol. 28, n°5. P377-388.

**Madge C. (1995)** – Ethnograph and agroforestry research : a case study from the Gambia. Agroforestry systems, 32: 127-146.

**Marshal C. , Johnston, (1972)** – Flora of Tropical East Africa, Rhamnaceae, Roy. Bot. Gard., Kew, E. Milne-Redhead Edit., 35p

**Neya A., (1988)** – Propection de l'aire naturelle de *Acacia raddiana* Savi., *Bauhinia rufescens* Lam. Et *Ziziphus mauritiana* Lam. Au Burkina Faso ; mémoire de fin d'étude IDR Univ. Ougadougou Burkina Faso. 62p.

**Schnell R. (1960)** -.. IPA : ICONES PLANTARUM AFRICANARUM, N°120. *Ziziphus mauritiana* Lam. Institut Français d'Afrique Noire. Dakar <sup>p. 9</sup>

**Simons, A. J., and Barnes, R.D. (1994)** – Selection and breeding to conserne and utlize tropical tree germplasm. In Leakey, R.R.B. and Newton, A.C, eds, *Tropical Trees: the Potential for Domestication. Rebuilding Forest Resources*. London, HMSO, 84-90

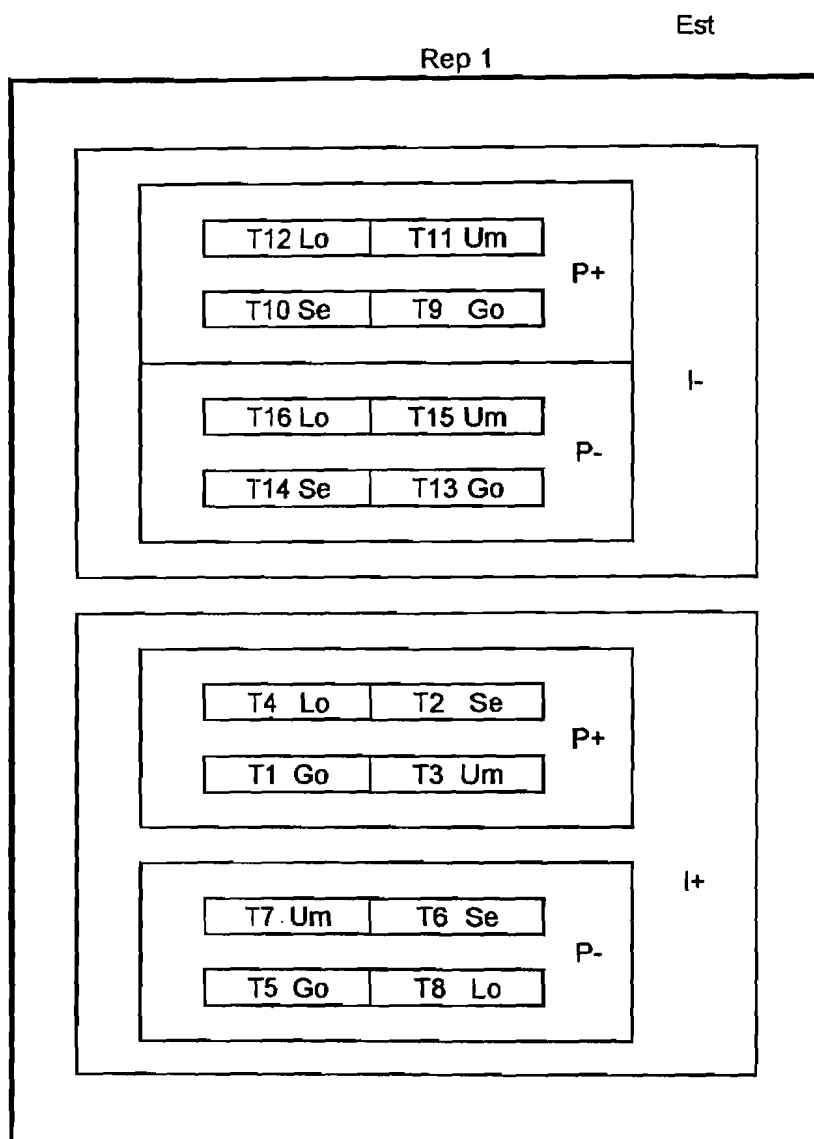
**Serpantié, G. (1997)** – La production de karité ( *Butyrospermum paradoxum* Gaertn.F. Hepper) des parcs arborés de l'Ouest Burkina Faso. Effets de différents modes de gestion. In C. Floret, éd. *La jachère, lieu de production*, p. 73-80. CORAF-Union européenne, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 2-3 oct. 1996.

**Tewari J.C. (2002)** – Jujube: A multipurpose Tree Crops for Solving Multiple Problems of Arid Lands. Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur. 6p.

**Vashishtha. B.B. 2001.** Ber Varieties: A Monograph 97p

# ANNEXES

# Dispositif expérimental



 : plateau de 5 plants

P+ : avec Burkina Phosphate (1364g)

P- : sans Burkiana Phosphate

I+ : Irrigué (30 l / semaine)

I- : non irrigué

Date de plantation : 16/07/2001

GO : Golan

UM : Umran

SE : Seb

LO : Locale

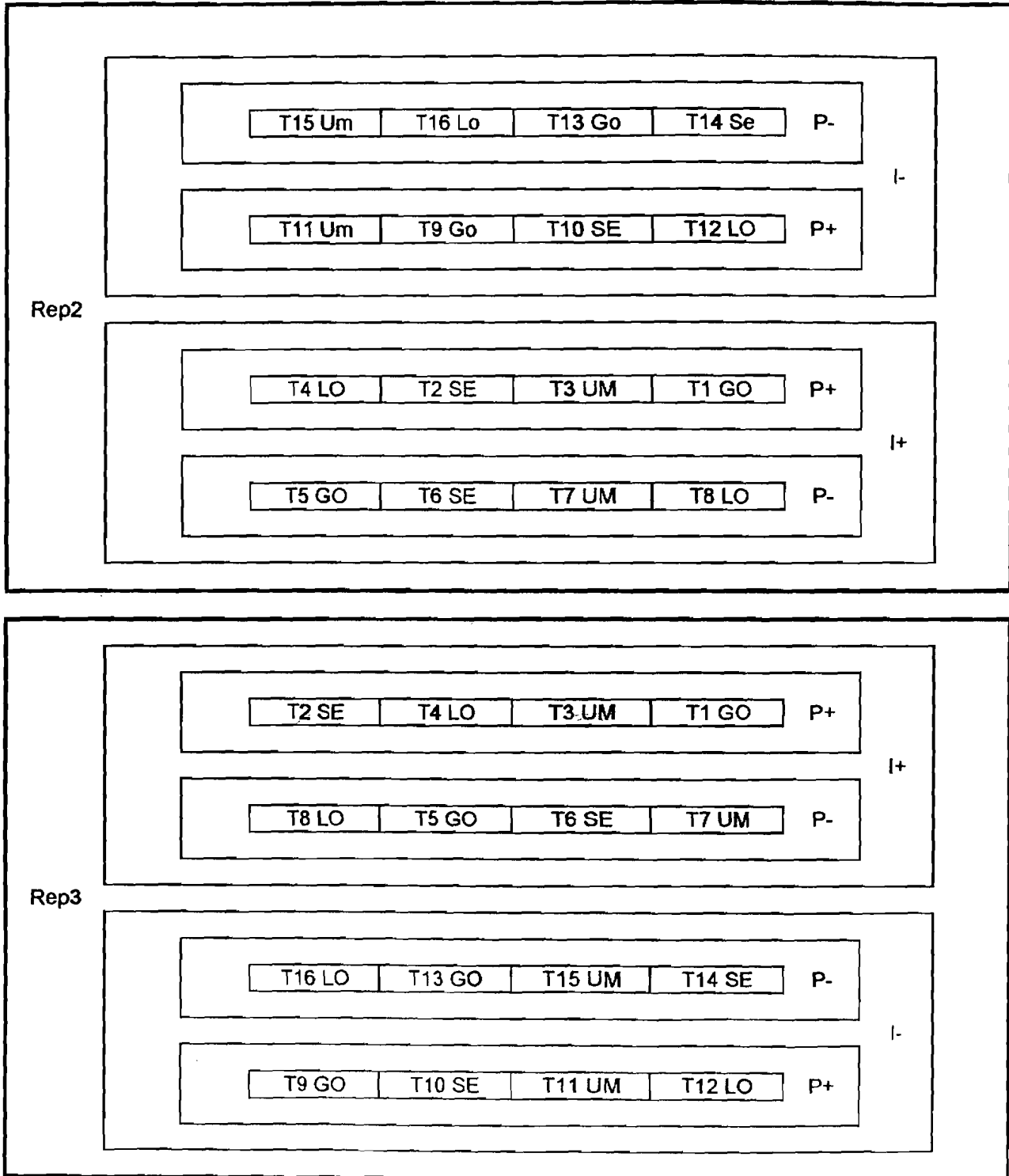
Ecartement entre les plants : 2,5 m

Ecartement entre les lignes : 4 m

Ecartement entre répétition : 5 m

# Dispositif expérimental (suite)

Ouest



P+ : Avec Burkina Phosphate

P- : Sans Burkina Phosphate

I+ : Irrigué

I- : Non irrigué

Date de plantation : 16/07/2001

: plateau de 5 plants

GO : Gola

UM : Umran

SE : Seb

LO : Locale

Ecartement entre les plants : 2,5 m

Ecartement entre les lignes : 4 m

Ecartement entre répétition : 5 m



Variété Locale



Variété Seb



Variété Gola



Variété Umran

Les quatre variétés de *Z. mauritiana* utilisées dans l'expérimentation