

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

U.F.R. / SCIENCES DE LA VIE
ET DE LA TERRE

LABORATOIRE DE BIOLOGIE
ET ECOLOGIE VEGETALES



CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNOLOGIQUE (C.N.R.S.T.)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET
DE RECHERCHES AGRICOLES
(I.N.E.R.A.)
DEPARTEMENT PRODUCTIONS
FORESTIERES



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du :

DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D. E. A.)

Spécialité : Sciences Biologiques Appliquées

Option : Biologie et Ecologie Végétales

Par :

Sibiry Albert KABORE
Maître ès Sciences Biologiques

Sur le thème :

Etude de la dynamique de régénération du karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) dans le terroir de Sobaka (zone sud soudanienne du Burkina Faso) en champs et en jachères



Soutenu le 24 juillet 2010 devant le jury composé de:

Président : Sita GUINKO, Professeur Titulaire, Université de Ouagadougou

Membres : Issaka Joseph BOUSSIM, Maître de Conférences, Université de Ouagadougou
Brigitte BASTIDE, Chargé de recherche, Centre National de la Recherche

Scientifique et Technologique

Amadé OUEDRAOGO, Maître Assistant, Université de Ouagadougou

SOMMAIRE

Dédicace	IV
Remerciements.....	V
LISTE DES FIGURES	VII
LISTE DES TABLEAUX	VIII
Sigles et abréviations	IX
Résumé	X
Abstract.....	XI
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITES	3
1.1 Présentation de l'espèce <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	3
1.1.1 Taxonomie et variations intra-spécifiques.....	3
1.1.2 Génétique.....	4
1.1.3 Description de l'arbre	4
1.1.4 Multiplications sexuée et végétative	6
1.1.4.1 Germination	6
1.1.4.2 Techniques de régénération	7
1.1.4.3 Régénération en milieu naturel	8
1.1.5 Ecologie	9
1.1.5.1 Aire de répartition.....	9
1.1.5.2 Facteurs écologiques.....	10
1.2 Dynamique et structure des peuplements	11
1.3 Importance de <i>Vitellaria paradoxa</i>	12
1.3.1 Importance socio-économique	12
1.3.2 Importance agroforestière et sylviculture	12
1.4 Généralités sur le site d'étude.....	13
1.4.1 Choix du site	13
1.4.2 Situation géographique et administrative	14
1.4.3 Milieu physique.....	14
1.4.3.1 Climat.....	14
1.4.3.2 Paysages morphopédologiques	17
1.4.3.3 Végétation et faune	17
1.4.4. Milieu humain et activités socio-économiques.....	18
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	19
2.1 Matériel végétal.....	19
2.2 Méthode d'étude	19
2.2.1 Echantillonnage.....	19
2.2.2 Distinctions et choix des individus de la régénération	20
2.2.3 Etude de la structure des populations de <i>Vitellaria paradoxa</i>	21
2.2.4 Comptage et suivi de la croissance des plantules au cours de l'année.....	21
2.2.5 Etude de la végétation ligneuse des parcelles	21
2.2.6 Enquête sur les pratiques agricoles	22
2.2.7 Traitement et analyse des données	22
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION.....	23
3.1 Structure de la population de <i>Vitellaria paradoxa</i>	23
3.1.1 Caractéristiques dendrométriques de la population suivant les modes d'utilisation des terres.....	23
3.1.1.1 Jeunes champs	23
3.1.1.2 Champs d'âge intermédiaire	25
3.1.1.3 Vieux champs.....	27
3.1.1.4 Jeunes jachères	29
3.1.1.5 Jachères d'âges intermédiaires	31

3.1.1.6 Vieilles jachères	33
3.1.2 Discussion.....	36
3.1.3 Répartition spatiale et densité des individus.....	37
3.1.3.1 Répartition spatial.....	37
3.1.3.2 Densités des karités	42
3.1.4 Discussion.....	44
3.2 Végétation ligneuse des parcelles.....	45
3.2.1 Résultats.....	45
3.2.2 Discussion.....	47
3.3 Contribution des différents types de plantules à la régénération du karité.....	47
3.3.1 Résultats.....	47
3.3.2 Discussion.....	48
3.4 Suivi des plantules au cours de l'année	48
3.4.1 Evolution du nombre de plantules.....	49
3.4.1.1 Jeunes champs	49
3.4.1.2 Champs d'âge intermédiaire	49
3.4.1.3 Vieux champs	50
3.4.1.4 Jeunes jachères	51
3.4.1.5 Jachères d'âges intermédiaires	52
3.4.1.6 Vieilles jachères	53
3.4.1.7 Analyse	53
3.4.2 Discussion.....	55
3.4.3 Recrutement par semis et mortalité.....	57
3.4.4 Croissance des plantules	59
3.4.5 Discussion.....	60
3.5 Relation entre la densité du karité et les autres ligneux	62
3.5.1 Résultats de l'ACP	62
3.5.2 Discussion.....	64
3.6 Enquête sur les pratiques agricoles	64
3.6.1 Résultats.....	64
3.6.2 Discussion.....	65
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	67
Liste bibliographique.....	70
Annexes	i

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à :

Ma chère grand-mère paternelle **Yabré Marie NAMALGUE**

Pour sa sagesse, son affection pour son petit fils, ses encouragements et bénédictions, ...

Mon cher père **Lokoré Urbain KABORE**

Pour tous ses sacrifices, ...

Ma chère grand-mère maternelle **Lamoussa ZIDOUEMBA**

Pour son affection, ...

Ma chère et bien aimée mère **Noaga Joséphine LALLOGO**

Pour le don de la vie, ...

Remerciements

Nous remercions vivement le jury qui a accepté d'examiner notre travail. Merci aux : Pr Sita GUINKO, Professeur Titulaire à l'Université de Ouagadougou, Pr Joseph I. BOUSSIM, Maître de Conférences à l'Université de Ouagadougou, Dr Brigitte BASTIDE, Chargé de recherches au Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Dr Amadé OUEDRAOGO, Maître Assistant à l'Université de Ouagadougou.

Nous remercions sans réserves le Pr Joseph I. BOUSSIM, notre directeur de mémoire, pour avoir accepté notre inscription dans le Laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales. Merci pour la qualité de la formation, pour toutes vos démarches et encouragements dont les fruits ont abouti à ce document. Veuillez bien recevoir l'expression de notre sincère gratitude.

Nous exprimons toute notre gratitude au Dr Brigitte BASTIDE, notre encadreur, pour la qualité de la formation qu'elle a bien voulu nous assurer. Merci pour tout ce que vous avez entrepris afin que ce travail aboutisse, pour la rigueur scientifique dont vous nous avez fait montre dans l'exécution des activités et dans la rédaction de ce mémoire.

Nous remercions également le Pr Sibiri Jean OUEDRAOGO, ex-Chef du Département Productions Forestières de l'INERA, pour son accueil au sein de son Département.

Au laboratoire de Biologie et Ecologie Végétales (La.B.E.V.), nous remercions le Pr Sita GUINKO, le Pr Jeanne MILLOGO-RASOLODIMBY, Directrice du laboratoire, le Pr Adjima THIOMBIANO, le Dr Amadé OUEDRAOGO et le Dr Oumarou OUEDRAOGO pour l'accueil et pour leur encouragement.

Nous exprimons notre reconnaissance au Dr Salif TRAORE, pour sa précieuse contribution par ses conseils et la correction du document.

Nous remercions ensuite tous les enseignants ayant consacré leur temps à nous dispenser les cours de DEA.

Merci au Pr Stanislas WARO à l'UFR/SEA pour avoir accepté de vérifier l'aspect analyse statistique de notre document.

Merci au DPF / INERA, à tous les chercheurs et à tout le personnel pour l'accueil chaleureux et le bon climat de travail.

Merci au projet INNOVKAR qui a financièrement supporté les travaux.

Merci à Daniel KIBORA, Abel KABORE et au regretté Bobo COULIBALI qui, par leurs longues expériences des études des formations naturelles, nous ont grandement appuyé sur le terrain, bravant l'ardeur des activités.

Que Madj KAGAMBEGA et Amidou ZOUNDI soient remerciés à la hauteur de leurs sacrifices. Ces deux messieurs nous ont beaucoup assisté de bout en bout pendant la collecte de nos données.

Nous exprimons notre reconnaissance aux vaillants paysans de Sobaka pour leur franche collaboration et pour nous avoir gracieusement cédé leurs parcelles pour nos activités. Nous leur devons les résultats atteints.

Mercis à Paulin BAZIE et à Issa OUEDRAOGO au DPF pour leur soutien.

Nous disons merci à tous les camarades promotionnaires et à tous les doctorants du La.B.E.V. pour leur solidarité. Merci à Elisée TINDANO, Natacha E. D. THIOMBIANO, Inoussa COMPAORE, Phillippe BAYEN, Harouna ILBOUDO, Hugues R. BAZIE, Yacouba GUIGMA, Béatrice TINGUERI, Issaka OUEDRAOGO, Abel KADEBA, Bilassé ZONGO, Salfo

**SAVADOGO, Blandine M. I. NACOULMA, Assan GNOUMOU, Oumarou SAMBARE,
François W. KAGAMBEGA, Benjamin LANKOANDE, Lassina TRAORE, Haoua GUIRE/JIRO
et Elice KABORE.**

Enfin, merci à mon petit frère Narcisse KABORE pour ses soutiens multiformes.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Nouveaux rameaux de <i>V. paradoxa</i> (Photo B. BASTIDE, Sobaka mai 2009).....	6
Figure 2 : Karité en pleine floraison (source : KELLY, 2005)	6
Figure 3 : Fructification du karité (Photo : P. BAZIE. Sobaka).....	6
Figure 4 : Graine de karité germée dans une jachère (Photo A. S. KABORE , Sobaka, septembre 2009).....	7
Figure5 : Plantules de karité d'un mois (Photo : B. BASTIDE).....	7
Figure 6 : Plantule de karité dans une jachère (Photos : S. A. KABORE, Sobaka).....	9
Figure 7 : Aire de distribution naturelle de <i>Vitellaria paradoxa</i> (in KELLY, 2005).	10
Figure 8 : Localisation de Sobaka par rapport aux domaines phytogéographiques du Burkina Faso selon FONTES et GUINKO (1995)	14
Figure 9 : Pluviosité à Sapouy de 1995 à 2009 (Source : Direction de la Météorologie).....	15
Figure 10 : Pluviosité mensuelle à Sapouy en 2009 (Source : Direction de la Météorologie .	15
Figure 11 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à Sobaka de juin 2008 à janvier 2010.....	16
Figure 12 : Variations des températures minimale et maximale à Ouagadougou aéroport (Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2010)	16
Figure 13 : Exemple d'un dispositif des 6 placeaux (P) sur une parcelle.....	20
Figure 14: Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jeunes champs. a24	
Figure 15 : Distribution des individus de karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jeunes champs.....	25
Figure 16 : Pied de karité dans un jeune champ de 2 ans (Photo: S. A. KABORE. Sobaka, septembre 2009).....	25
Figure 17 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les champs d'âge intermédiaire.....	26
Figure 18 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les champs d'âge intermédiaire.....	27
Figure 19 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les vieux champs... 28	
Figure 20 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les vieux champs.. 29	
Figure 21 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jeunes jachères. 30	
Figure 22: Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jeunes jachères. 31	
Figure 23 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jachères d'âges intermédiaires.	32
Figure 24 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jachères d'âges intermédiaires	33
Figure 25 : Jeune karité (premier plan) et karité adulte (arrière plan) dans une jachère d'âge intermédiaire de 6 ans (Photo: S. A. KABORE. Sobaka, septembre 2009).....	33
Figure 26: Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les vieilles jachères 35	
Figure 27: Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les vieilles jachères 35	
Figure 28 : Distribution spatiale des karités dans un jeune champ de 2 ans (parcelle n°8).... 38	
Figure 29 : Distribution spatiale des karités dans un champ de 6 ans (parcelle n°2)	38
Figure 30 : Distribution spatiale aléatoire des pieds de karités dans un champ de 6 ans. (Photo: S. A. KABORE. Sobaka)	39
Figure 31 : Distribution spatiale des karités dans un vieux champ de 15 ans (parcelle n°5)... 39	
Figure 32 : Distribution spatiale des individus dans une jeune jachère de 3 ans (parcelle n°15)	
.....	40
Figure 33 : Importante régénération sous un karité dans une jeune jachère de 3 ans	40
(Photo : S. A. KABORE. Sobaka).....	40
Figure 34 : Distribution spatiale des karités dans une jachère d'âge intermédiaire de 6 ans (parcelle n°3)	41

Figure 35 : Distribution spatiale des karités dans une vieille jachère de 15 ans (parcelle n°13)	41
Figure 36: Pourcentage de sujets toutes hauteurs confondues par famille dans les champs ...	46
Figure 37: Pourcentage de sujets toutes hauteurs confondues par famille dans les jachères ..	46
Figure 38 : Contribution relative des différents types de plantules à la régénération de <i>V. paradoxa</i>	48
Figure 39 : Rejets de souche de <i>V. paradoxa</i> (Photo: S. A. KABORE. Sobaka,)	48
Figure 40 : Evolution du pourcentage des plantules dans les jeunes champs	49
Figure 41 : Evolution du pourcentage des plantules dans les champs d'âge intermédiaire	50
Figure 42 : Evolution du pourcentage des plantules dans les vieux champs	51
Figure 43 : évolution du pourcentage des plantules dans les jeunes jachères	52
Figure 44 : Evolution du pourcentage des plantules dans les jachères d'âges intermédiaires.	52
Figure 45 : Evolution du pourcentage des plantules dans les vieilles jachères.....	53
Figure 46: Graines en germination dans une jeune jachère de 6 ans (Photo : S. A. KABORE.)	57
Figure 47: Variations de la hauteur moyenne des plantules dans les différents types de parcelle en fonction du temps	59
Figure 48 : Plantule repoussée après avoir été calcinée, la flèche montre l'ancienne tige morte (Photo: S. A. KABORE. Sobaka, septembre 2010).....	60
Figure 49: Plan 1-2 de l'ACP	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Facteurs écologiques prévalant dans l'aire de distribution de <i>Vitellaria</i> selon HALL et al. (1996)	11
Tableau II: Résultats de l'analyse de variance des densités des différents groupes de karités en fonction du type de parcelle.....	42
Tableau III: Densités de <i>Vitellaria paradoxa</i> selon les classes de hauteur (H) des individus dans les différents types de parcelle en décembre 2008 à Sobaka	43
Tableau IV: Analyse de variance des pourcentages de plantules retrouvées chaque mois dans les différents types de parcelle.....	54
Tableau V : Dynamique d'évolution du nombre des tiges vivantes des plantules exprimé en pourcentage par rapport à l'effectif de décembre dans chaque type de parcelle	54
Tableau VI : Taux de mortalité (en %) des plantules de <i>V. paradoxa</i> autres que rejets de souches entre décembre et juillet	58
Tableau VII : Corrélations entre les densités du karité et de celles des autres ligneux.....	62

Sigles et abréviations

ANOVA :	Analyse of variance
CNRST :	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique.
CV :	Coefficient de variation
DPF :	Département Productions Forestières
GPS :	Global Position System ou Système de Positionnement Géographique
H :	Hauteur
INERA :	Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole
INNOVKAR:	Innovative Tools and Techniques for the Sustainable use of Shea Tree in Sudano-Sahelian Zone ou : Outils et Techniques Innovants pour l'utilisation durable du Karité dans la zone soudano-sahélienne
Inter. :	Intermédiaire
IRBET :	Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale
IRHO :	Institut de Recherche sur les Huiles et Oléagineux
LSD:	Least Significant Difference

Résumé

Le présent travail a comme objectif général d'étudier l'impact des pratiques agricoles sur la régénération de *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. Le karité constitue l'une des ressources végétales les plus précieuses de nos régions du point de vu écologique, économique et agroforestier. C'est dans les champs qu'il exprime au maximum ses potentialités. Or, si les opérations culturales lui sont favorables et nécessaires, le vieillissement de ses peuplements dans les parcs agroforestiers est cependant reconnu par plusieurs auteurs.

C'est partant de cette problématique que nous avons mené des activités sur la dynamique de régénération de *V. paradoxa* dans les champs et les jachères de différents âges à Sobaka, zone sud soudanienne du Burkina Faso. La structure de la population a été étudiée. Un suivi des plantules a été fait en vue d'estimer leur recrutement, leur mortalité et leur croissance. Une enquête sur les pratiques culturales a complété ces activités.

Nous avons trouvé des densités de $33,3 \pm 19,7$; $36,0 \pm 8,0$ et $22,7 \pm 4,6$ individus adultes (hauteur ≥ 1 m) ha^{-1} respectivement dans les jeunes champs (2 ans), les champs d'âges intermédiaires (6 à 8 ans) et les vieux champs (plus de 15 ans). La régénération, formée à plus de 90 % de plantules de moins de 10 cm de hauteur, est très déconnectée du groupe des adultes, et son effectif décroît avec le vieillissement des champs. Le renouvellement des pieds de karité n'est donc pas assuré en champ, la dynamique de sa population y est régressive.

La régénération est mieux fournie en jachère, atteignant 1150 ± 1052 , 1406 ± 591 et 2122 ± 2566 individus juvéniles (moins de 1 m de hauteur) ha^{-1} respectivement dans les jeunes jachères (2 ans), les jachères d'âges intermédiaires (6 à 8 ans) et les vieilles jachères (plus de 15 ans) mais toutes les classes de hauteur ne sont présentes que dans les dernières. Durant la saison sèche, beaucoup de plantules se dessèchent en mars et avril, considéré comme les mois les plus critiques. Dans les champs, les plantules ne sont pas épargnées lors des opérations culturales. Dans les jachères, le feu peut anéantir plus de 90 % des tiges. La mortalité réelle des plantules est restée nulle en absence du feu car la plantule rejette avec le retour des pluies, mais atteint 21 % dans le cas du feu tardif (février). La croissance moyenne en hauteur des plantules n'a été significative que dans les jachères de 6 ans et plus et se situe à 1,7 cm entre décembre et septembre.

La jachère de longue durée peut être utilisée pour rajeunir la population de karités dans les parcs mais elle est difficile dans le contexte de Sobaka (forte pression sur les terres). La grande capacité de survie des plantules devrait être exploitée dans le cadre d'opérations de plantation ou de régénération assistée des plantules en champs.

Mots clés : *Vitellaria paradoxa*, dynamique, plantule, champs, jachères, Burkina Faso.

Abstract

The main object of this work is to study the effect of cultural practices on the regeneration of *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn. In our country, shea is one precious specie in term of ecological, economic and agroforestry roles. Fields are necessary to shea for a good expression of its potentialities but its population is decreasing here.

It is in these contexts that some activities are done on fields and fallows of different ages at Sobaka, south sudan zone of Burkina Faso: studies of shea population structure, monthly measures one plants in order to estimate their growth rate, their mortality and investigations one cultural practices.

We find $33,3 \pm 19,7$; $36,0 \pm 8,0$ et $22,7 \pm 4,6$ sea tree ha^{-1} respectively one young fields (2 years old) middle-aged fields (6 years old) and old fields (>15 years). 90% of the regeneration (less than 1 m in high) has less than 10 cm in high. It becomes less abounding with the older of fields. So, *V. paradoxa* populations are decreasing in field's lands.

The regeneration is abounding in fallow. We find 1150 ± 1052 , 1406 ± 591 and 2122 ± 2566 plants ha^{-1} respectively one young fallows (2 to 3 years old), middle-age fallows (6 to 8 years old) and old fallows, but some class of high are absent excepting in the last category of fallow. During the dry season, many plants are dried. Bush fire can decimate more than 90% of plants but only 21% die effectively when the fire is late (February). Indeed, the stems of plant are regenerate when the humid season comes to. The growth of plant isn't significant except for aged fallow -6 years and more- (1,7 cm between December and September).

Old fallows can be use to rejuvenate sea population in fields but this technical is difficult to be use at Sobaka (strong pressing on land). The big survival aptitude of sea plant must be using to plant or to assist it regeneration in field.

Key words: *Vitellaria paradoxa*, dynamic, plant, fields, fallows, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Les systèmes agroforestiers traditionnels constituent le résultat d'un long processus de transformation du milieu par des techniques d'aménagement capitalisées sur plusieurs générations et généralement maîtrisées du point de vue écologique, agronomique et socio-économique (M.E.S.S.R.S., 1989). Les parcs agroforestiers, spécificité du paysage agraire de nos régions, sont dominés par l'espèce *Vitellaria paradoxa* (SERPENTIE et al., 1996).

Des inventaires menés dans diverses parties du Burkina Faso ont montré que les peuplements de karités sont vieillissants dans ces parcs (GUINKO, 1984 ; BONKOUNGOU, 1987 ; OUEDRAOGO, 1994). Or *V. paradoxa* a besoin des opérations culturelles pour exprimer au maximum ses potentialités - arbres plus imposants, meilleures productions fruitières - (BONKOUNGOU, 1987 ; GUIRA, 1997 ; LAMIEN, 2006). Les produits issus du karité occupent une place très importante dans l'économie burkinabée. Mais en dépit d'une importance socio-économique croissante du beurre de karité, les populations de *V. paradoxa* ne s'établissent que par régénération naturelle (LAMIEN, 2006). OUEDRAOGO (1995) rapporte qu'une enquête menée dans le Plateau central burkinabé sur les espèces jugées de première importance a donné les résultats suivants : *V. paradoxa* 59%, *Faidherbia albida* 7%, *Parkia biglobosa* 7%, *Mangifera indica* 6% et *Adansonia digitata* 5%. Dans cette zone où le karité a une évolution régressive (OUEDRAOGO, 1990) sa préférence par la population est très nette. Le karité a l'avantage d'être une ressource présente dans presque tout le pays. Il est une espèce protégée, sa valorisation contribuera à réduire substantiellement la pauvreté et fera asseoir le développement du pays sur une ressource propre et renouvelable. Certes, le karité est une ressource renouvelable, cependant le problème réside dans l'absence de régénération dans les parcs. La compréhension des difficultés liées à sa régénération dans les champs est donc impérieuse et capitale en vue de proposer des solutions adéquates. Les contraintes liées au karité sont, entre autres, d'après BONKOUNGOU (1987) :

- l'insuffisance d'informations sur les peuplements naturels ;
- les difficultés d'établir des plantations en raison de la longue durée du travail en pépinière. En effet, alors que la plupart des essences forestières de reboisement couramment utilisées nécessitent à peine 3 à 6 mois de pépinière pour l'élevage des jeunes plants, le karité exige 4 ans et même plus.

Malgré les recherches déjà entreprises, les scientifiques ne sont pas parvenus à la domestication du karité et nombreux sont les chercheurs qui se penchent pour une amélioration de la gestion *in situ* des populations spontanées (LAMIEN, 2001). Nous sommes d'accord avec cette approche, d'où la nécessité d'associer les modes de gestion des terres en champs/jachères, pour comprendre la dynamique de l'espèce. Selon OUEDRAOGO (1994) et OUEDRAOGO et DEVINEAU (1996), la jachère constitue une alternative pour mieux

régénérer les parcs à karités. Cependant, bien qu'indispensable à la régénération du parc, elle crée des conditions (compétition, feu, pâturage) qui peuvent agir sur la croissance, la production, la dissémination et même la mortalité des ligneux (KELLY, 2005). Les modes de gestion et les rôles de la jachère dans les processus de successions post-culturales ont été bien développés pour la composante herbacée associée aux facteurs pédologiques par beaucoup d'auteurs comme SOME (1996), BILGO (1999), DJIMADOUM (1999), YONI (2005) et la composante ligneuse en particulier en ce qui concerne *V. paradoxa* par SERPENTIE (1996 a, b), SERPENTIE et al. (1996), OUEDRAOGO et DEVINEAU (1996).

Cependant, jusqu'à présent, bien que la structure des populations de karités et les aspects liés à la production fruitière aient été abordés par plusieurs auteurs, les études sur la régénération de l'espèce en milieu naturel sont peu nombreuses. Pour des raisons d'équilibre et de durabilité, le stade juvénile des ligneux occupe une place très importante dans la vie des espèces et, au-delà, de leurs écosystèmes. L'intérêt particulier que nous accordons aux plantules du karité tient du fait qu'elles constituent un maillon crucial, du point de vue agronomique (fortes pressions foncières sur les terres cultivables) et de ses caractères intrinsèques (relative lenteur de la croissance) du cycle de développement des individus de l'espèce. Notre travail est une contribution à la recherche de solutions pour assurer le rajeunissement adéquat du peuplement de karités dans les champs.

L'objectif général de nos travaux est d'évaluer l'impact des pratiques culturales sur la régénération naturelle du karité. Les objectifs spécifiques sont:

- estimer le recrutement, la mortalité, et la croissance des plantules de karités en fonction du type d'utilisation des terres;
- vérifier si la régénération du karité est influencée par la durée de mise en culture et de mise en jachère.

Les recherches se sont axées sur les hypothèses suivantes :

1. la durée de mise en culture influence la régénération du karité ;
2. la capacité de restauration des populations de karités est fonction de la durée de mise en jachère.

Le présent document est organisé comme suit : le 1^{er} chapitre traite des généralités, le 2^{ième} chapitre est consacré au matériel et aux méthodes et le 3^{ième} chapitre porte les résultats suivis de leur discussion.

CHAPITRE I : GENERALITES

1.1 Présentation de l'espèce *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.

1.1.1 Taxonomie et variations intra-spécifiques

Le karité ou " *taanga* " en mooré, " *iré* " en bobo-dioula," *karehi* " en fulfuldé " *kur* " en bissa," *shea* " en anglais (HALL et al., 1996) est une espèce spontanée de la zone soudano sahélienne (BONKOUNGOU, 1987). Selon HALL et al. (1996), le plus vieil échantillon de *Vitellaria* a probablement été récolté par Mungo PARK le 26 mai 1797 mais Carl Friedrich von GAERTNER fut le premier à donner le binôme *Vitellaria paradoxa* à l'espèce en 1807. BONKOUNGOU (1987) fait remarquer que la taxonomie du karité a connu une histoire mouvementée et retiendra *Butyrospermum paradoxum* dans la monographie qu'il a publiée. Selon TRAORE (1999) *in* KELLY (2005), le karité appartient à :

Embranchement: Angiospermes ; Classe : Magnoliopsida ; Série: Hypogynes

Ordre: Ebénales ; Famille: Sapotaceae ; Tribu: Mimusopeae ; Genre: *Vitellaria*

D'après BONKOUNGOU (1987), *Vitellaria* est un genre monospécifique mais comportant deux sous-espèces : la sous-espèce *parkii* (G. Don) Hepper en Afrique Occidentale et la sous-espèce *niloticum* (Kotschy) Hepper en Afrique Orientale. Cependant HALL et al. (1996) rapportent trois sous-espèces dont la troisième est, en plus des deux précédentes, la sous-espèce *paradoxa* en Afrique de l'Ouest. S'appuyant sur l'aspect des feuilles, CHEVALIER (1943) *in* BONKOUNGOU (1987) distingue trois variétés à savoir :

- la variété *mangifolium* (Mali, Burkina Faso) avec deux sous-variétés :
 - *viridis* à petites feuilles, très ondulées sur les bords, vertes à l'état jeune,
 - *rubifolia* à feuilles plus grandes, à bords lisses, rouges à l'état jeune ;
- la variété *poissoni* (Bénin) à feuilles adultes très glabres, ovales-elliptiques, arrondies à la base et au sommet ;
- la variété *niloticum* (Soudan) à feuilles adultes ayant un limbe épais, un peu pubescent, oblong à la base.

Nonobstant les descriptions (couleur et dimension des feuilles, des fruits et des noix, fructification, qualité de la pulpe, du fruit), les corrélations entre les caractères phénotypiques sont mal établies si bien qu'il est difficile de classer les individus de karités sur le terrain au Burkina Faso (GUIRA, 1997).

1.1.2 Génétique

L'analyse d'un échantillon de la sous espèce *paradoxa* provenant de Niangoloko (Burkina Faso) par MIEGE (1954) *in* KELLY (2005) a montré que le génome de l'espèce renferme $2n = 24$ chromosomes. Cela a été confirmé par PILG (1980) sur des échantillons de Kwara (Nigeria), rapportent HALL et al. (1996). L'étude de l'impact des pratiques humaines sur la dynamique de la diversité génétique de *V. paradoxa* à partir des loci microsatellites conduite par KELLY (2005) montre que le karité a des paramètres de diversité génétique relativement faibles comparativement à d'autres espèces tropicales ayant le même mode de dissémination et étudiées avec les mêmes marqueurs. En plus, ces paramètres varient très peu en fonction des cohortes et même en fonction des milieux (jachère, forêt). Ces résultats suggèrent que *V. paradoxa* est une espèce à fécondation croisée. Le paramètre de différentiation génétique (*Fst*) est faible suggérant un important flux de gènes entre les parcelles de jachère et de forêt.

1.1.3 Description de l'arbre

Le karité est un arbre pouvant atteindre 10 à 15 m de hauteur avec une cime puissamment branchue et ramifiée. L'écorce, profondément crevassée en plaques rectangulaires rappelant la peau de crocodile, protège efficacement les arbres adultes contre les feux de brousse (BONKOUNGOU, 1987).

GUIRA (1997) en faisant la synthèse des travaux antérieurs de RUYSEN (1957), de DESMAREST (1958) et de PICASSO (1984) a abouti à trois types principaux de ports du karité qui sont :

- ✓ le port en boule : les branches secondaires s'étalent rapidement pour donner un aspect sphérique à la frondaison ;
- ✓ le port en balai ou parasol : les branches secondaires s'étalent vers le haut en V donnant un aspect de parasol à la cime ;
- ✓ le port semi-dressé ou érigé est intermédiaire entre les deux premiers types.

Selon PICASSO (1984), les feuilles, de 23 à 25 cm de long, sont simples, entières et glabres, à longs pétioles (6 cm à 12 cm), et regroupées en touffes au bout des rameaux. Elles se renouvellent chaque année généralement d'octobre à janvier. Elles ressemblent à celles de *Lophira lanceolata* qui, en plus d'avoir des nervations plus serrées et moins saillantes, n'exsudent pas de latex (ARBONNIER, 2009). D'après PICASSO (1984), la croissance des rameaux du karité se fait de deux manières :

- ☞ Par allongement des anciens rameaux : après la chute des feuilles, le bouton stipulé se gonfle en massue et s'allonge de 2 cm. En cours de végétation, un deuxième allongement plus faible se produit et le rameau s'allonge de 1 à 2 cm.
- ☞ Par formation de nouveaux rameaux : Ceux-ci naissent sur le côté du bouton stipulé après la floraison (Fig. 1). Leur longueur varie de 10 à 20 cm, et leur diamètre de 5 à 10 mm. Leur développement est plus rapide et contraste fortement avec la faible poussée des boutons dont ils sont issus.

Toujours selon PICASSO (1984), chez les très jeunes arbres, de 1 à 4 ans, l'allongement de la tige se fait uniquement selon le premier mode, soit par allongement terminal, mais à la différence des adultes il n'y a pas de gonflement de la partie terminale de la tige qui s'allonge plus rapidement. Après 7 ans, la proportion des deux modes d'allongement varie suivant la vigueur de la plante, la qualité du terrain et les travaux d'entretien. Chez les arbres adultes, les deux modes d'allongement se produisent avec des fréquences à peu près équivalentes.

Chez les pieds rejetant, l'allongement est à peu près continu, et suit les deux modes. Le nombre, la taille et le diamètre des rejets sont en rapport avec l'importance du pied mère. Chez les vieilles souches, les tiges dépassent la vingtaine. En fin de saison, certaines sont herbacées, et ont 15 à 25 cm de hauteur, 5 à 6 cm de diamètre tandis que d'autres, voisines des premières, sont lignifiées et ont atteint une hauteur dépassant 1 m avec un diamètre moyen de 2 à 3 cm (PICASSO, 1984).

D'après GUIRA (1997), l'inflorescence porte plusieurs fleurs pouvant aller jusqu'à 100, groupées à l'aisselle des feuilles terminales ou des cicatrices foliaires sur des rameaux défeuillés (Fig. 2). La fleur, hermaphrodite et actinomorphe, est enveloppée à la base de son pédoncule par une petite bractée. Le nombre des sépales externes varie de 3 à 9 et celui des sépales internes de 2 à 10. Les pétales sont au nombre de 6 à 10. L'androcée est souvent composé de 8 à 10 étamines disposées sur un seul cercle. Les anthères sont médifixes et extrorses. Les staminodes (4 à 10) sont apiculées, dentées et alternipétales. Le gynécée comporte un ovaire libre de 4 à 8 loges surmontées d'un style à stigmate papilleux.

Aussitôt après la floraison, les jeunes fruits, au nombre de 1 à 5, se développent en baies monospermes globuleuses ou ovoïdes (Fig. 3). À partir de la floraison, les fruits mettent environ 4 mois pour mûrir. La fructification est irrégulière d'une année à l'autre (BONKOUNGOU, 1987; GUIRA, 1997; KELLY, 2005; LAMIEN, 2006).



Figure 1 : Nouveaux rameaux de *V. paradoxa* (Photo B. BASTIDE, Sobaka mai 2009)

Figure 2 : Karité en pleine floraison (source : KELLY, 2005)

Figure 3 : Fructification du karité (Photo : P. BAZIE. Sobaka)

Le karité subit des attaques parasites dont celles des Loranthacées (*Agelanthus dodoneifolius*, *Tapinanthus globiferus* et *Tapinanthus ophioides*). En Afrique de l'Ouest, beaucoup de travaux ont été publiés sur le couple karité-Loranthacée (MAÏGA, 1988, BOUSSIM, 1991 ; TRAORE et DA, 1996 et 1997 ; SENOU, 2000 ; LAMIEN 2001 ; BOUSSIM 2001). Le taux élevé d'infestation par ces parasites, estimé à 95% au Burkina Faso, constitue une véritable menace pour les populations de karités (BOUSSIM, 1991).

1.1.4 Multiplications sexuée et végétative

1.1.4.1 Germination

BATIONO (1996) soutient que les grosses graines comme celles du karité germent préférentiellement à l'ombre. La germination de *V. paradoxa*, de type "cryptogé" a été étudiée par JACKSON (1968), BOKDAM (1977), rapportés par HALL et al. (1996), et par ZERBO (1987). L'embryon sort de la graine du côté opposé à la cicatrice de la noix. L'organe qui émerge se recourbe, pénètre dans le sol (Fig. 4) et se gonfle à 5-7 cm de profondeur. C'est à

partir de ce renflement que naît la tigelle (Fig. 5). BONKOUNGOU (1987) mentionne que le pivot atteint 65 cm à 18 mois.

Selon PICASSO (1984), la tige des jeunes sujets issus de semis atteint environ 5 à 7 cm de hauteur la première année ; 10 à 15 cm la deuxième année et 20 à 25 cm la troisième année.



Fig. 4

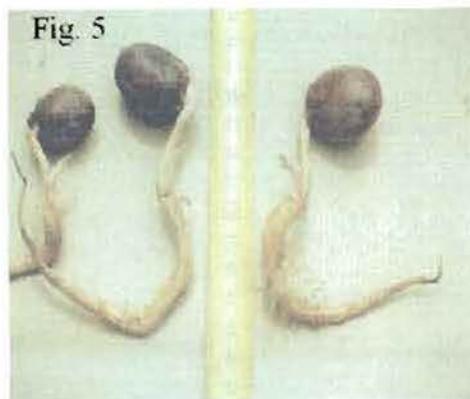


Fig. 5

Figure 4 : Graine de karité germée dans une jachère (Photo A. S. KABORE , Sobaka, septembre 2009)

Figure 5 : Plantules de karité d'un mois (Photo : B. BASTIDE)

1.1.4.2 Techniques de régénération

PICASSO (1984) rapporte les différentes techniques de régénération et de plantation déjà testées sur *Vitellaria paradoxa* comme suit :

- a) *Semis de graines* : les essais ont démontré que la germination des graines fraîches se fait facilement avec un pouvoir germinatif de 90%. Ce pouvoir germinatif dure au maximum 1 mois. Il est donc conseillé de n'utiliser que des graines tombées de l'arbre depuis moins de 8 à 10 jours et provenant de fruits bien mûrs. La levée débute une quarantaine de jours après le semis. Une différence hautement significative existe entre les profondeurs 3 cm, 10 cm et 5 cm, la dernière étant la meilleure.
- b) *Bouturage* : le bouturage de tiges et de racines a été testé combiné à divers traitements (boutures à crosette, boutures sous une feuille et entre deux feuilles, utilisation d'hormones de croissance). Sur 10 000 boutures, il n'y a eu aucun résultat positif.
- c) *Marcottage* : le procédé de "marcottage en l'air" avec des essais de traitement aux auxines a abouti à l'émission d'une radicelle au bout de trois mois sur une marcotte. En pratiquant l'annélation sur des rameaux bien aoûtés et en les enrobant d'une sphagnum humide sous un emballage plastique, de jeunes racines bien formées ont été obtenues sur plusieurs marcottes.

- d) *Greffage* : seul le greffage du bourgeon terminal a réussi parmi plusieurs autres modes de greffage testés. Le greffage du karité sur d'autres Sapotacées (*Achras sapota*, *Chrysophyllum caimito*, *Manilkara multinervis*) a donné quelques réussites mais les recherches se sont malheureusement arrêtées.
- c) *Transplantation* : la transplantation en pleine saison des pluies de plants issus de semis que l'on déterre ou déjà en pépinière (2 à 8 ans) est tout à fait possible à racines nues à condition d'être exécutée rapidement après une taille préalable de la tige, un habillage des racines et une suppression presque totale des feuilles.

YIDANA (2004) a réalisé des boutures avec un taux de réussite de 80 %. SANOU et al. (2004) in LAFLEUR (2008) et GROLLEAU (1989) sont également arrivés à greffer le karité avec de bons résultats. Cependant, le renouvellement de la ressource karité à l'aide des techniques de greffage requiert énormément d'organisation et de formation technique, sa durabilité est problématique et les chances de réussite sont habituellement moins élevées qu'avec les projets de régénération naturelle assistée, souligne LAFLEUR (2008).

1.1.4.3 Régénération en milieu naturel

En milieu naturel, la régénération (Fig. 6) est la résultante d'un ensemble complexe de facteurs biophysiques. L'importance des aires de régénération est sous la dépendance des agents disséminateurs-prédateurs des semences, de la disponibilité des sites germinatifs, des caractères biologiques et écophysiologiques des espèces, et des prédateurs des semences et des semis (BATIONO, 1996).

Pour BONKOUNGOU (1987), la régénération naturelle du karité par semis rencontre de nombreuses difficultés. Il est une espèce barochore et c'est ce qui explique l'abondance de sa régénération sous le houppier de ses pieds. La dissémination secondaire des fruits est assurée par les oiseaux, les chiroptères, les singes, les éléphants (NANDNABA, 1986), les écureuils, les lièvres, le ruissellement et l'homme (KELLY, 2005). En savane, le feu et la longue saison sèche limitent considérablement le processus de régénération de *Vitellaria paradoxa* (NANDNABA, 1986 ; BONKOUNGOU, 1987). BONKOUNGOU (1987) soutient que le karité possède un puissant pouvoir de rejet et de drageonnement. Les études menées en milieu naturel sur des racines de karités par ZERBO (1987) n'ont pas montré de drageonnement. L'examen du système racinaire de 200 plantules par KELLY (2005) n'a montré qu'un seul drageon. Les modes de régénération de *V. paradoxa* les plus fréquents seraient donc les semis et les rejets de souches.

Vitellaria paradoxa est une espèce à croissance jugée très lente mais d'une grande longévité pouvant atteindre 200 voire 300 ans (BONKOUNGOU, 1987 ; HALL et al., 1996).



Figure 6 : Plantule de karité dans une jachère (Photos : S. A. KABORE, Sobaka)

1.1.5 Ecologie

1.1.5.1 Aire de répartition

D'après BONKOUNGOU (1987), l'aire de distribution géographique de *Vitellaria paradoxa* couvre 1 million de km² s'étendant sur une bande longue de 5000 km environ allant de la Haute Gambie au Haut Nil, entre 16° de longitude Ouest et 34° de longitude Est (Fig. 7). La largeur de la bande varie entre 400 et 750 km. HALL et al. (1996) indiquent que *Vitellaria* est présent dans 18 pays. La sous-espèce *paradoxa* se rencontre au Bénin, au Burkina Faso, au Cameroun, en République Centrafricaine, au Tchad, en Côte d'Ivoire, au Ghana, en Guinée, en Guinée Bissau, au Mali, au Niger, au Nigeria, au Sénégal et au Togo. La sous-espèce *nilotica* de l'est du continent est présente en Ethiopie, au Soudan, en Ouganda et en République Démocratique du Congo. D'après les estimations de LAFLEUR (2008), le nombre de karités productifs et accessibles aux communautés serait proche de 280 millions pour toute l'Afrique dont 234 millions pour l'Afrique de l'Ouest. Selon PICASSO (1984) et BONKOUNGOU (1987), le karité est retrouvé dans presque tout le Burkina Faso, à l'exception de la partie sahélienne au nord du 14° parallèle Nord.

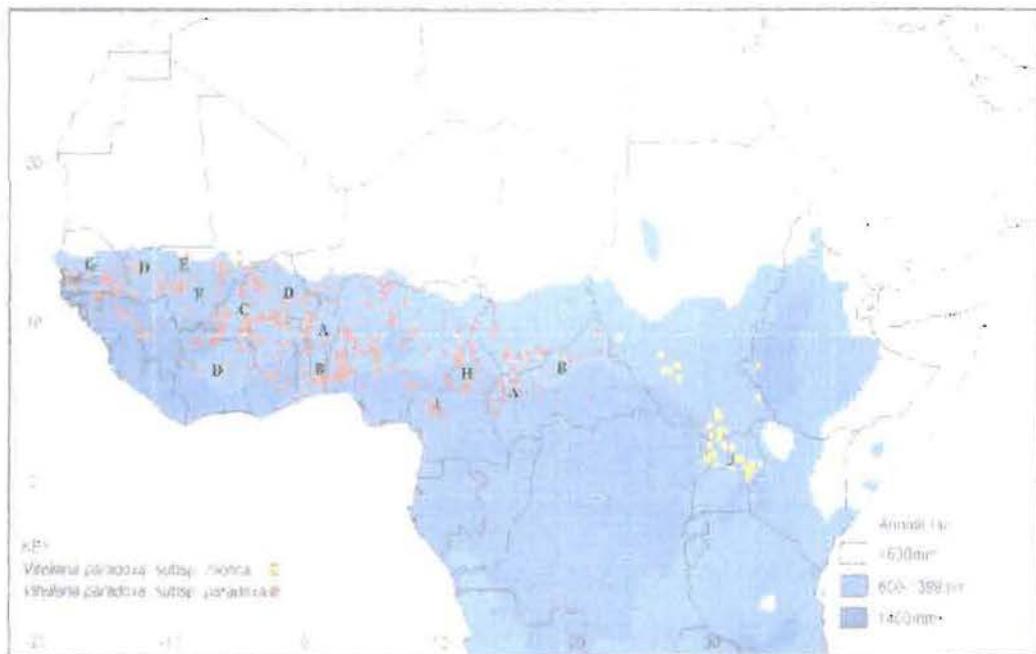


Figure 7 : Aire de distribution naturelle de *Vitellaria paradoxa* (in KELLY, 2005).

1.1.5.2 Facteurs écologiques

Dans l'aire de distribution de *Vitellaria paradoxa*, plus de 300 autres espèces ligneuses ont été décrites comme s'associant au karité (HALL et al., 1996). A Bondoukuy au Burkina Faso, LAMIEN (2001) trouve que les pieds vigoureux de l'espèce se rencontrent dans le bas glacis et dans les champs et jeunes jachères. Par contre, les jeunes individus, ou pieds chétifs, se trouvent sur le haut glacis, le moyen glacis, dans la forêt classée, les zones incultes et les vieilles jachères. Les plus grandes densités sont observées à proximité des cours d'eau. Les sols sabloé et sablo-limoneux sont des domaines de prédilection du karité (SENOU, 2000). De la description des conditions écologiques qui prévalent dans les habitats du karité donnée par HALL et al. (1996), nous pouvons faire la synthèse suivante (Tableau I) :

Tableau I : Facteurs écologiques prévalant dans l'aire de distribution de *Vitellaria* selon HALL et al. (1996)

Facteurs Sous-espèces	<i>paradoxa</i>	<i>nilotica</i>
Altitude (m)	100 - 1300	650 - 1600
Pluviométrie (mm)	600 - 1400 5 - 7 mois secs	900 - 1400 3 - 5 mois secs
Température (°C)	25 - 29	20 - 28
Géologie et sol	Basalte du Tertiaire, Roches volcaniques, Roches cristallines, Formations sédimentaires du Crétacé / Tertiaire. Livilsol ferrique, Lithosol, Nitrosol, Acrisol...	-
Toposéquence	Séquences élevées et basses des phases colluviales ou à transition illuviales. Sommets des montagnes.	Séquences élevées et basses des phases colluviales ou à transition illuviales.

1.2 Dynamique et structure des peuplements

A l'opposé des peuplements vieillissants dans les champs, on note la présence d'une forte régénération des karités dans les jachères de 2 à 4 ans et dans la savane arbustive ou boisée (NANDNABA, 1986). MARCHAL (1980) et LAHUEC (1980), rapportés par OUEDRAOGO (1995) remarquent que, dans une considération générale, la régénération des espèces du parc est relative par rapport à la dynamique régressive de l'ensemble des formations "naturelles". Cette régénération est sélective. *Faidherbia albida* régénère bien dans certains sites mais est confrontée par endroits à des difficultés de développement liées au pédoclimat, aux rabattages systématiques et à des attaques larvaires (OUEDRAOGO et ALEXANDRE, 1993). *Adansonia digitata* présente également un dynamisme positif aux abords des habitats. Quant à *Vitellaria paradoxa*, par l'absence de juvéniles dans les champs et une absence totale dans de nombreux espaces de culture, sa dynamique est en régression (OUEDRAOGO, 1995).

La densité des peuplements naturels est très variable dans le pays. En se basant PICASSO (1984), on peut retenir que ces peuplements couvrent un million d'hectares. Les densités vont de 30 à 50 individus / ha dans le secteur Banfora-Soubaka-Niangoloko-Ferkessédougou et dans le secteur Houndé-Boromo-Koudougou, à 4 à 10 individus / ha dans le secteur Diebougou-Léo-Pô.

L'architecture de l'arbre varie selon la région. Dans toute la moitié ouest du Burkina Faso, GUITA (1997) a trouvé les valeurs moyennes suivantes : 0,30 m pour le diamètre

moyen à hauteur de poitrine, 2,01 m pour la hauteur du fût, 10,71 m pour la hauteur totale et 8,29 m pour le diamètre du houppier.

1.3 *Importance de Vitellaria paradoxa*

1.3.1 Importance socio-économique

Le karité est un arbre respecté et protégé par les populations africaines et est même considéré comme un cadeau divin par certaines ethnies (BONKOUNGOU, 1987). Ses fruits sont délicieux et le beurre extrait de l'amande est utilisé habituellement dans la préparation des aliments, la fabrication du savon, les soins médicaux, l'éclairage et les cosmétiques. Les différents organes de l'arbre (écorce, fruits, fleurs...) sont indiqués en médecine traditionnelle burkinabée (NACOULMA-OUEDRAOGO, 1996). Les feuilles bouillies sont consommées et la pulpe sert à fabriquer une boisson qui s'apparente au lait (MILLOGO-RASOLODIMBY, 2001). Le karité, très nectarifère et très pollinifère (MILLOGO-RASOLODIMBY, 1989 *in* HALL *et al.*, 1996), est beaucoup recherché en apiculture.

La production mondiale annuelle d'amandes sèches avoisine 150 000 à 200 000 tonnes les bonnes années de production (BONKOUNGOU, 1987) voire 500 000 tonnes (HALL *et al.*, 1996). Le beurre de karité est utilisé en cosmétologie, en pâtisserie - confiserie et en pharmacologie. Cependant, l'absence de garanties sur le niveau de la demande internationale et l'incertitude sur le cours des prix à l'exportation sont entre autres des contraintes pour la "filière Karité" (BONKOUNGOU, 1987).

Exceptée la production du Nigeria, le Burkina Faso se placerait au premier rang du point de vue des potentialités de production. Ses potentialités sont évaluées à 872 000 tonnes selon TERPEND (1982) *in* BONKOUNGOU (1987). Avec son taux d'acide stéarique estimé à 45% et de triglycérol (SOS) à 40%, le beurre de karité du Burkina Faso est le meilleur beurre de substitution à celui du cacao (MARANG *et al.*, 2004 *in* LAMIEN, 2006). Les populations de karités du Burkina Faso pourraient dans ces conditions constituer la première source de beurre pour l'industrie du chocolat (LAMIEN, 2006). Entre 1999 et 2005, le pays a exporté des graines de karité d'une valeur de plus de 9 milliards de F CFA (INSD, 2007).

1.3.2 Importance agroforestière et sylviculture

Les karités, préservés dans les champs deviennent plus vigoureux et plus productifs que les sujets des formations naturelles (BONKOUNGOU, 1987 ; LAMIEN, 2006). Sous les parcs arborés, les paysans produisent diverses cultures et ces dernières n'ont pas trop à

souffrir de l'ombrage. Mieux, les karités protègent le sol contre l'érosion éolienne et pluviale et améliorent le microclimat local (BONKOUNGOU, 1987).

La production de fruits frais par arbre va de 15,38 kg à 137,68 kg avec une moyenne de 48,65 kg (GUIRA, 1997). LAMIEN (2006) a obtenu une valeur moyenne de $4,3 \pm 0,7$ kg. Malgré l'irrégularité de la production (GUIRA, 1997), il est possible de prédire le rendement et de l'augmenter de 100 % par le cernage (LAMIEN, 2006).

Malheureusement, tous ces aspects importants du karité resteront vains et caduques dans un futur pas très lointain si des actions vigoureuses s'appuyant sur la recherche biologique et écologique ne sont pas déployées pour assurer sa régénération dans le sens de la pérennité de cette précieuse ressource des parcs agroforestiers.

1.4 Généralités sur le site d'étude

1.4.1 Choix du site

Notre étude s'insère dans le cadre du projet INNOVKAR. Dans le cadre de ce programme, divers travaux portant sur plusieurs aspects du karité sont conduits au Sénégal, au Mali, au Ghana, en Ouganda et au Burkina Faso. Trois sites implantés suivant des gradients climatiques ont été choisis dans chaque pays pour y conduire les études. Au Burkina Faso, ces trois sites ont été retenus selon le gradient climatique nord-sud. Il s'agit des localités suivantes : 1. nord du gradient : Guibaré (Bam, zone nord soudanienne) ; 2. centre du gradient : Sobaka (Ziro, zone sud soudanienne) ; 3. sud du gradient : Niangoloko (Comoé, zone sud soudanienne).

Notre étude s'est déroulée sur le terroir de Sobaka. Son choix repose sur :

- la présence dans la région d'un important peuplement de karités ;
- sa situation géographique. Il est localisé dans la zone centrale de l'aire de distribution du karité dans le pays, selon BONKOUNGOU (1987) ;
- la présence de champs et de jachères d'âges variés et connus ;
- l'importance des études écologiques, végétales et pédologiques déjà menées dans le terroir (SOME, 1992 et 1996 ; OUEDRAOGO, 1994 ; ZOMBRE et al., 1995 ; BATIONO, 1996 et 2000 ; BASTIDE et OUEDRAOGO, 2008 a et b; BAZIE, 2009) ;
- la présence d'une station météorologique (Voltage Pro 2) dans le village permettant le suivi climatique direct du site d'étude ;
- sa facilité d'accès en toutes saisons.

1.4.2 Situation géographique et administrative

Sobaka est à 75 km au sud de Ouagadougou (Fig. 8). Il s'étend sur 3687,2 ha entre les latitudes 11°43' et 11°48' Nord et les longitudes 1°38' et 1°43' Ouest avec une altitude moyenne de 300 m (SOME, 1996). Administrativement, le village relève de la commune de Sapouy, province du Ziro, région du Centre Ouest.

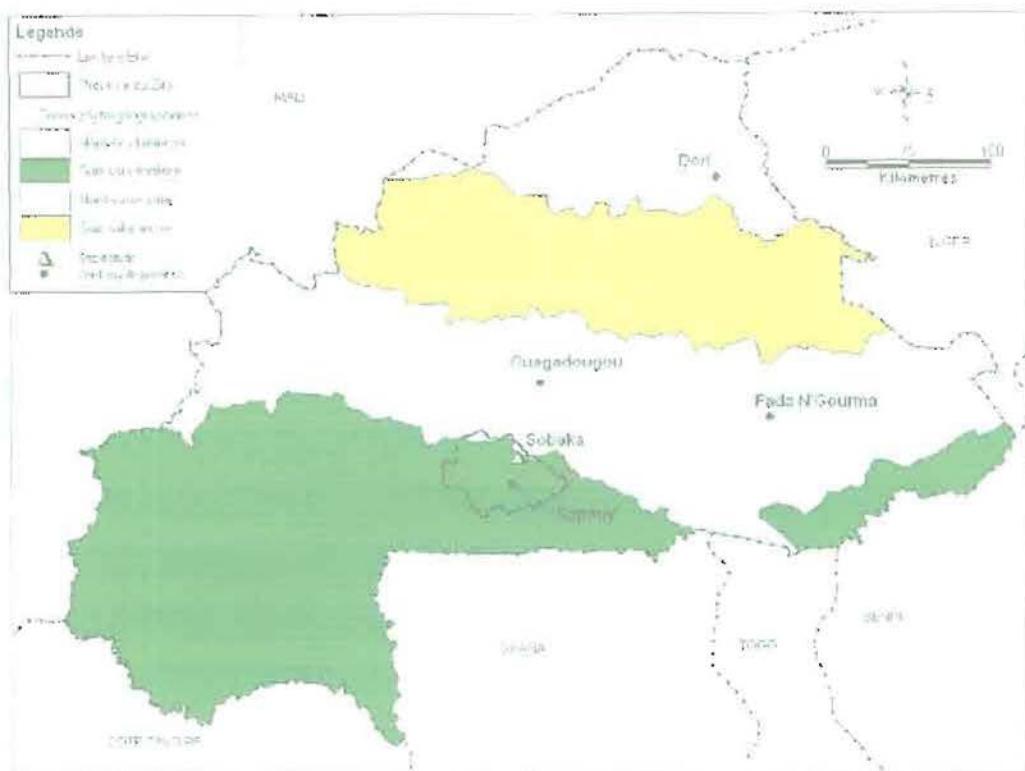


Figure 8 : Localisation de Sobaka par rapport aux domaines phytogéographiques du Burkina Faso selon FONTES et GUINKO (1995)

1.4.3 Milieu physique

1.4.3.1 Climat

❖ *Pluviosité.* La pluviosité à Sapouy (situé à 20 km au sud de Sobaka) de 1995 à 2009 est présentée à la figure 9. La répartition des quantités d'eau au cours de l'année 2009 est présentée à la figure 10. La moyenne pluviométrique de ces 15 dernières années (1995 - 2009) est de 888 mm d'eau. La pluviométrie se caractérise par une variation interannuelle souvent importante entre deux années consécutives. Cela a été le cas de l'année 1998 qui a enregistré un excédent pluviométrique de 294 mm par rapport à 1997 et de l'année 2005 qui a accusé un déficit de 242 mm par rapport à 2004. Durant l'année 2009, il est tombé 792 mm d'eau. Août est le mois le plus pluvieux. La durée moyenne de la saison des pluies est de 5 à 6 mois.

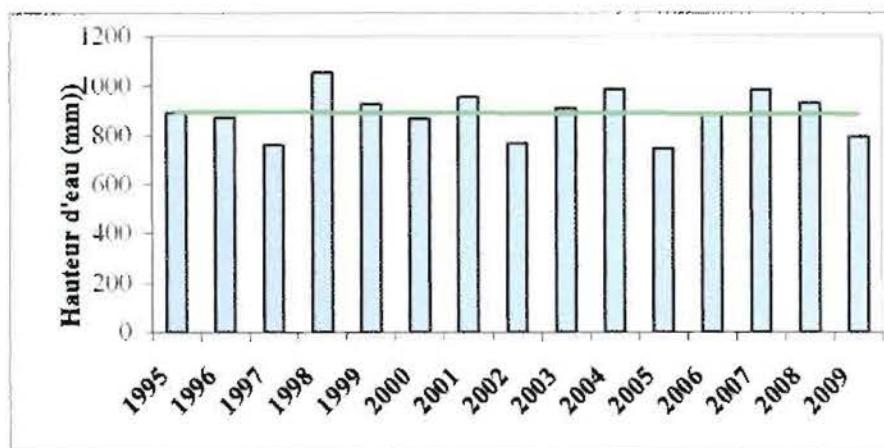


Figure 9 : Pluviosité à Sapouy de 1995 à 2009 (Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2010)

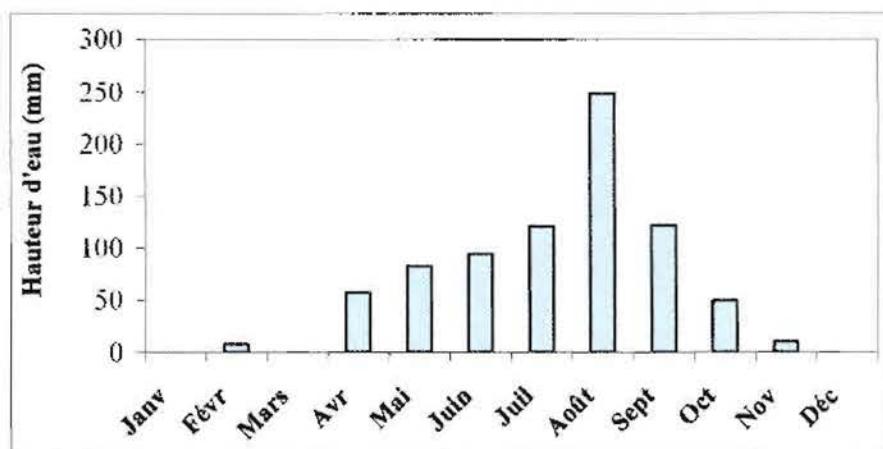


Figure 10 : Pluviosité mensuelle à Sapouy en 2009 (Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2010)

❖ *Humidité relative.* Ce paramètre climatique exprime le rapport de la pression effective de la vapeur d'eau sur la pression maximale. SOME (1996) rapporte que son augmentation en avril-mai se traduit au niveau de la végétation par un démarrage du cycle végétatif (débourrement des bourgeons chez les ligneux et repousse de nouvelles tiges chez les herbacées pérennes). Ses variations mensuelles relevées à Sobaka sont présentées sur la figure 11.

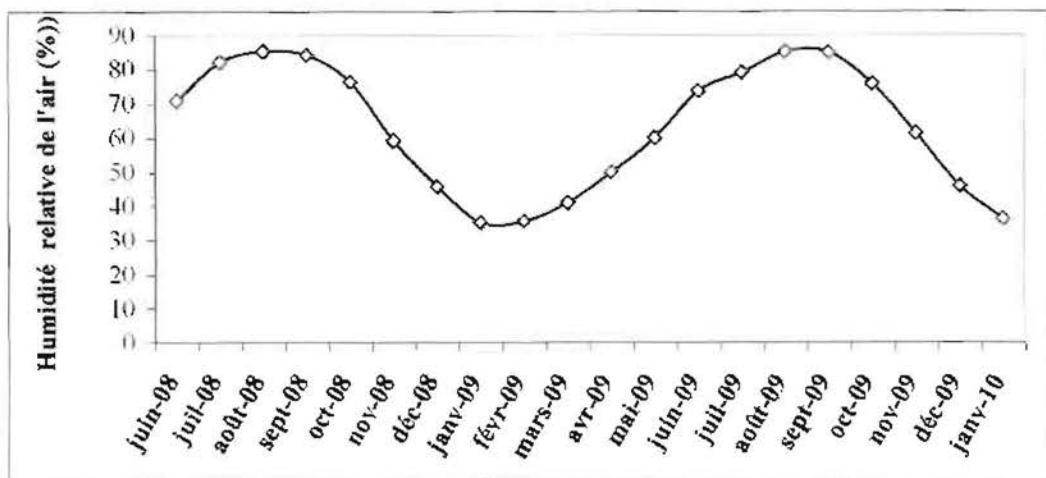


Figure 11 : Humidité relative moyenne mensuelle de l'air à Sobaka de juin 2008 à janvier 2010

L'humidité relative moyenne de l'air, de 85 % en août (niveau le plus élevé), descend progressivement à 35% en janvier (plus bas niveau). A partir de février, son taux croît assez régulièrement jusqu'en août.

❖ *Température.* Autant la chaleur est vitale pour les processus biologiques dans des limites tolérables, autant elle peut présenter des conséquences néfastes pour la vie des plantes. La température influe sur certains paramètres climatiques et pédologiques comme l'humidité atmosphérique, l'évapotranspiration et le taux d'humidité du sol et peut concourir à l'aggravation de leur déficit. Les variations mensuelles des minima et des maxima se sont présentés comme suit pour Ouagadougou (Fig. 12).

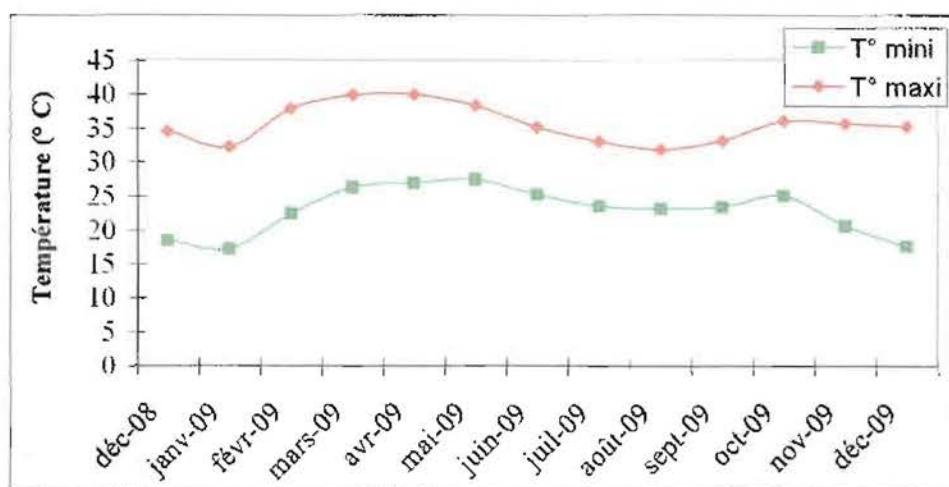


Figure 12 : Variations des températures minimale et maximale à Ouagadougou aéroport (Source : Direction de la Météorologie Nationale, 2010)

Mars et avril sont les mois les plus chauds de l'année, décembre et janvier les plus frais.

1.4.3.2 Paysages morphopédologiques

ZOMBRE et al. (1995) ont caractérisé les sols et cartographié le terroir de Sobaka. On y rencontre quatorze (14) familles de sols regroupées en quatre (4) classes dominées par les sols ferrugineux tropicaux lessivés sur cuirasse et carapace (SOME, 1996) : la classe des sols minéraux bruts représentés par des lithosols sur cuirasses ou sur granite. Ces sols sont localisés au niveau des buttes ou des plateaux cuirassés et sur des glacis. Ils couvrent 5,4% de la superficie du terroir ; la classe des sols peu évolués (5,1 % de la superficie du terroir) d'apport colluvio-aluvial hydromorphe ou d'érosion régosolique présents sur les axes de drainage ou sur les pentes supérieures, moyennes et inférieures des glacis ; la classe des sols à sesquioxides de fer et de manganèse (86,6 % du terroir) localisés sur les pentes supérieures, moyennes et inférieures des glacis ; la classe des sols hydromorphes (2,9 % du terroir) à pseudogley d'ensemble et typique des bas fonds.

1.4.3.3 Végétation et faune

Selon le découpage phytogéographique du Burkina Faso par FONTES et GUINKO (1995), le terroir de Sobaka se situe dans le domaine Est-Mouhoun du secteur soudanien méridional. La végétation de la forêt du Nazinon, au sein de laquelle se trouve le terroir de Sobaka, est essentiellement représentée par des savanes arborées avec un important tapis graminéen dominé par les Andropogonées (BASTIDE et OUEDRAOGO, 2008), excepté dans les bas-fonds et dans les jeunes jachères où l'on observe respectivement une grande variété de formations ripicoles et arbustives (BATIONO, 1996). A la savane type constituée d'une strate herbacée haute, continue en période végétative, dominée par un couvert ligneux plus ou moins dense, s'associe une strate intermédiaire formée d'espèces pérennes à tiges semi ligneuses (SOME, 1996). ALEXANDRE (1992) y a dénombré plus de cent (100) espèces ligneuses. SOME (1996) a caractérisé les différents faciès de la végétation du terroir de Sobaka et a fait remarquer que « l'observation de la végétation révèle une imbrication nette, avec une variation du recouvrement en fonction des seuils, des trois types biologiques que constituent les espèces ligneuses, les espèces "sous ligneuses" et les espèces herbacées ».

Sur toute l'étendue du village, la végétation se présente en un parc à *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica* et *Parkia biglobosa* engendré par les défrichements pour l'installation des champs (M. E. T., 1995).

BATIONO (1996) signale la présence de termites, d'oiseaux frugivores (calaos), d'insectes prédateurs du genre *Disderscus*, de rongeurs (écureuils, rats) et de singes impliqués dans la dissémination séminale des ligneux. Le gibier reste limité aux francolins, aux lièvres et aux pintades sauvages (M. E. T., 1995). D'après les habitants, la forêt de leur village renferme toujours ces animaux et reçoit de temps à autre des migrations d'éléphants.

1.4.4. Milieu humain et activités socio-économiques

Le village de Sobaka a été fondé vers 1920 par les Moose. Les habitants étaient estimés en 1995 à environ 927 (dont 58,57% de femmes). Le village compte quelques groupements dont celui de gestion forestière et celui des agriculteurs. A l'instar de l'ensemble du pays, les activités socio-économiques se résument pour l'essentiel à l'agriculture et à l'élevage. Selon le M. E. T. (1995), le système de production agricole, de type extensif avec une utilisation prédominante d'outils aratoires traditionnels (comme la daba), concerne les cultures vivrières (sorgho, mil). La production pastorale est également extensive. Le système de production forestière est focalisé sur l'exploitation du parc à karités et de la forêt classée du Nazinon. La gamme de produits exploités va du bois de feu et de service aux fruits, fleurs et feuilles. La chasse villageoise porte sur les francolins, les lièvres et les pintades sauvages (M. E. T., 1995).

Actuellement, l'exploitation de la forêt pour l'approvisionnement en bois de feu de la ville de Ouagadougou est une activité importante qui occupe plusieurs personnes du terroir. Cependant, un suivi des techniques d'exploitation s'avère indispensable pour une pérennisation des ressources de la forêt classée du Nazinon. Plusieurs agriculteurs ont intégré le coton dans la gamme des plantes cultivées. L'ouverture d'une école primaire publique en 2003 constitue, au dire de la population, une aubaine pour le village en terme d'amorce de développement.

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1 Matériel végétal

Le peuplement de *Vitellaria paradoxa* dans les champs et dans les jachères a constitué le matériel végétal de nos travaux : nous nous sommes intéressés à tous les stades de développement végétatif des karités.

2.2 Méthode d'étude

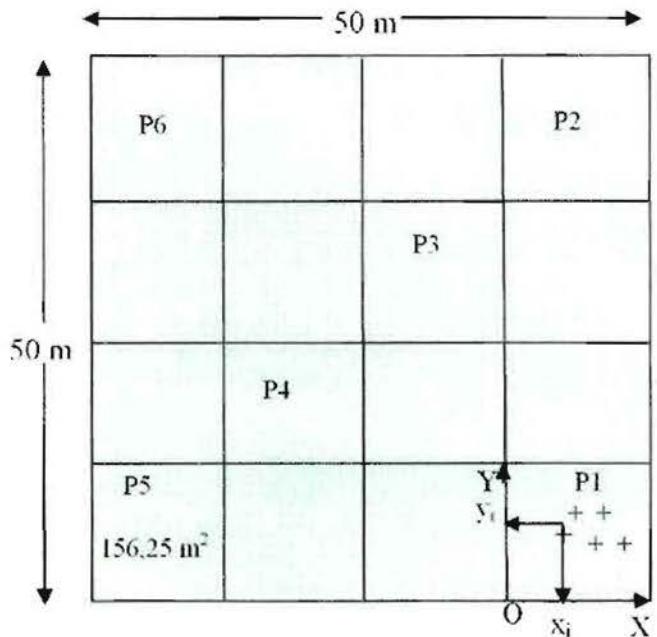
2.2.1 Echantillonnage

Un modèle d'échantillonnage stratifié aléatoire a été utilisé suivant les modes d'utilisation des terres : durée de la mise en culture ou de mise en jachère. Ainsi la stratification suivante a été utilisée :

- ❖ jeunes champs : exploitation depuis 2 ans ;
- ❖ champs d'âge intermédiaire: exploitation depuis 6 ans ;
- ❖ vieux champs : exploitation depuis plus de 15 ans ;
- ❖ jeunes jachères : abandon depuis 2 à 3 ans ;
- ❖ jachères d'âges intermédiaires: abandon depuis 6 à 8 ans ;
- ❖ vieilles jachères : abandon depuis plus de 15 ans.

Trois parcelles carrées (deux dans les jachères d'âges intermédiaires car la troisième a été remise en culture au cours de nos travaux) ayant chacune $50\text{ m} \times 50\text{ m}$ (2500 m^2) ont été échantillonnées dans chacune des unités soit dix sept (17) parcelles au total.

Chacune de ces 17 parcelles est subdivisée en 16 placeaux carrés de 12,5 m sur 12,5 m. À l'issu de la première série de relevés, 6 ont été retenus et matérialisés pour le suivi de la croissance des plantules (Fig. 13). Trois placeaux sous houppier de karité et trois autres placeaux hors houppier ont été retenus pour tenir compte de l'agrégation des plantules sur les parcelles.



Légende : (OXY) : repère orthonormé
 (x_i; y_i) : coordonnées de la plantule i (+)

Figure 13 : Exemple d'un dispositif des 6 placeaux (P) sur une parcelle

2.2.2 Distinctions et choix des individus de la régénération

En phytoécologie, on appelle « régénération » l'ensemble des individus qui forment, de par leur âge et/ou leur taille la part de la population sensée assurer le renouvellement des adultes. On la désigne également par le terme « classe des juvéniles ». Nous avons choisi de considérer tout individu de karité dont la taille est inférieure à 1 m comme faisant partie de la régénération. Une telle définition de la régénération a déjà été utilisée par GANABA et GUINKO (1995).

Nous avons, dans un premier temps, distingué dans notre étude les trois modes possibles de régénération à savoir les semis, les rejets de souches et les drageons. Pour le karité, les travaux de ZERBO (1987) et de KELLY (2005) ont montré une quasi inexistence de drageons. Nous avons donc classé les individus de la régénération en deux catégories :

- 1) les plantules issues de semis, quand il n'y a pas à la base des plantes les restes ou signes d'une disparition d'un tronc préexistant ;
- 2) les rejets de souches, quand il y a à la base des plantes des restes ou signes d'un tronc préexistant.

2.2.3 Etude de la structure des populations de *Vitellaria paradoxa*

L'inventaire de la population de karités sur nos parcelles a consisté à recenser tous les pieds de karité et à mesurer leurs paramètres dendrométriques. Nous avons mesuré la hauteur des arbres ne dépassant pas 10 m avec une perche télescopique. La hauteur des individus de plus de 10 m a été simplement estimée. Les circonférences à la base du tronc et à 1,30 m du sol ont été notées.

Pour les individus de moins d'un mètre de hauteur (régénération) les mesures ont porté sur la hauteur totale et le diamètre à la base de la tige des individus. Les coordonnées de tous les individus ont été relevées à l'aide d'un GPS en vue de connaître leur structure spatiale.

2.2.4 Comptage et suivi de la croissance des plantules au cours de l'année

Chaque mois, à la même date, le comptage de tous les karités de moins de 1 m de hauteur est effectué sur toutes les parcelles. La ressemblance des plantules de *V. paradoxa*, notamment les plus jeunes d'environ 5 cm de hauteur, avec celles de *Combretum glutinosum* (Combretaceae) ou de *Diospyros mespiliformis* (Ebenaceae), a nécessité un examen minutieux des plantules dans ces parcelles en s'appuyant principalement le mode de nervations des feuilles.

L'absence d'informations sur la croissance des plantules de karité en milieu naturel nous a conduit à opter pour leur suivi *in situ* grâce au dispositif décrit à la figure 13. Le diamètre à la base et la hauteur totale de chaque plantule ont été mensuellement mesurés. Deux côtés adjacents de chaque placeau retenu pour le suivi de la croissance des plantules ont constitué les axes (OX) et (OY) d'un repère orthonormé. Cela permet de noter à chaque fois les coordonnées de chaque plantule suivie en tendant correctement deux rubans gradués jusqu'aux axes du repère du placeau (Fig 13).

2.2.5 Etude de la végétation ligneuse des parcelles

Les végétaux entretiennent entre eux des relations d'entraide (symbioses, créations de microclimats favorables à d'autres...) mais également de compétition pour l'espace et les ressources. Il nous est donc apparu opportun de connaître l'importance relative des espèces ligneuses compagnes du karité dans les parcelles. Un inventaire exhaustif de ces ligneux a

ainsi été effectué. Pour chaque espèce, les juvéniles (régénération) ont été également recensées.

2.2.6 Enquête sur les pratiques agricoles

Une enquête a été conduite auprès des dix huit (18) propriétaires de nos parcelles afin de cerner certaines pratiques culturales qui pourront influer sur la dynamique du karité. Un questionnaire a été élaboré à cet effet en vue de recueillir certaines informations relatives aux modes de gestion des karités et aux pratiques culturales. Les questions ont porté sur :

- la pratique de l'alternance champ - jachère, sa fréquence et les durées de mise en culture et de mise en jachère ;
- la protection des plantules de *Vitellaria paradoxa* dans les champs ;
- les modes de gestion du karité : émondage, récolte de fruits et des Loranthacées;
- Les spéculations et les pratiques agricoles : rotation, outils aratoires utilisés, etc.

2.2.7 Traitement et analyse des données

Les logiciels EXCEL 2003 et XLSTAT 7.5.2 ont été utilisés. Nous avons effectué une Analyse de Variance (ANOVA) avec un seuil de risque de 5% et utilisé les tests LSD de Fischer et t de Student pour apprécier nos résultats. Les résultats fournis par l'ANOVA permettent d'évaluer la qualité de l'ajustement du modèle aux données. Une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été faite en utilisant comme variables les densités du karité, celles des autres ligneux et la proportion des plantules retrouvées vivantes en avril sur les parcelles. L'objectif de l'ACP est de mettre en évidence graphiquement l'information essentielle d'un tableau de données ; son grand mérite tient dans ce qu'elle permet de voir plus clairement et simultanément l'ensemble des variables (PHILIPPEAU, 1992).

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

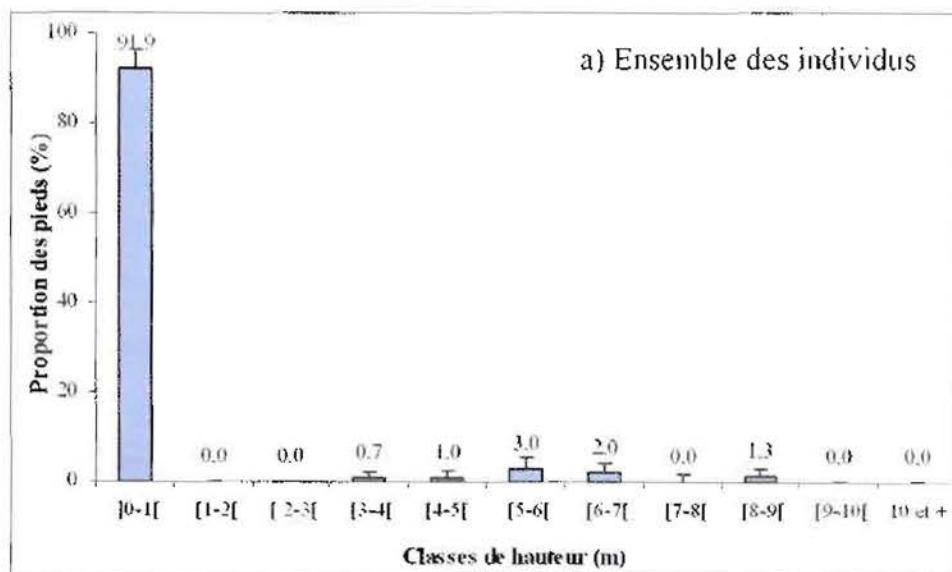
*3.1 Structure de la population de *Vitellaria paradoxa**

3.1.1 Caractéristiques dendrométriques de la population suivant les modes d'utilisation des terres

3.1.1.1 Jeunes champs

Dans les jeunes champs, la distribution selon les classes de hauteur pour l'ensemble de la population de karités est dominée à plus de 90% par la classe des juvéniles de 0 à 1 m (Fig. 14 a). Pour la régénération, les hauteurs s'étalent de 1 cm à 60 cm avec une moyenne de 5,5 cm (Fig. 14 b). Elle est essentiellement composée d'individus n'excédant pas 10 cm de hauteur (près de 90 %) avec une absence totale d'individus dans les classes supérieures à 60 cm.

S'agissant des karités d'au moins 1 m de hauteur, leur structure présente une allure en cloche avec 72 % d'individus compris entre 4 et 7 m (Fig. 14 c). La moyenne est de 5,8 m avec des hauteurs minimale de 3,7 m et maximale de 8,6 m.



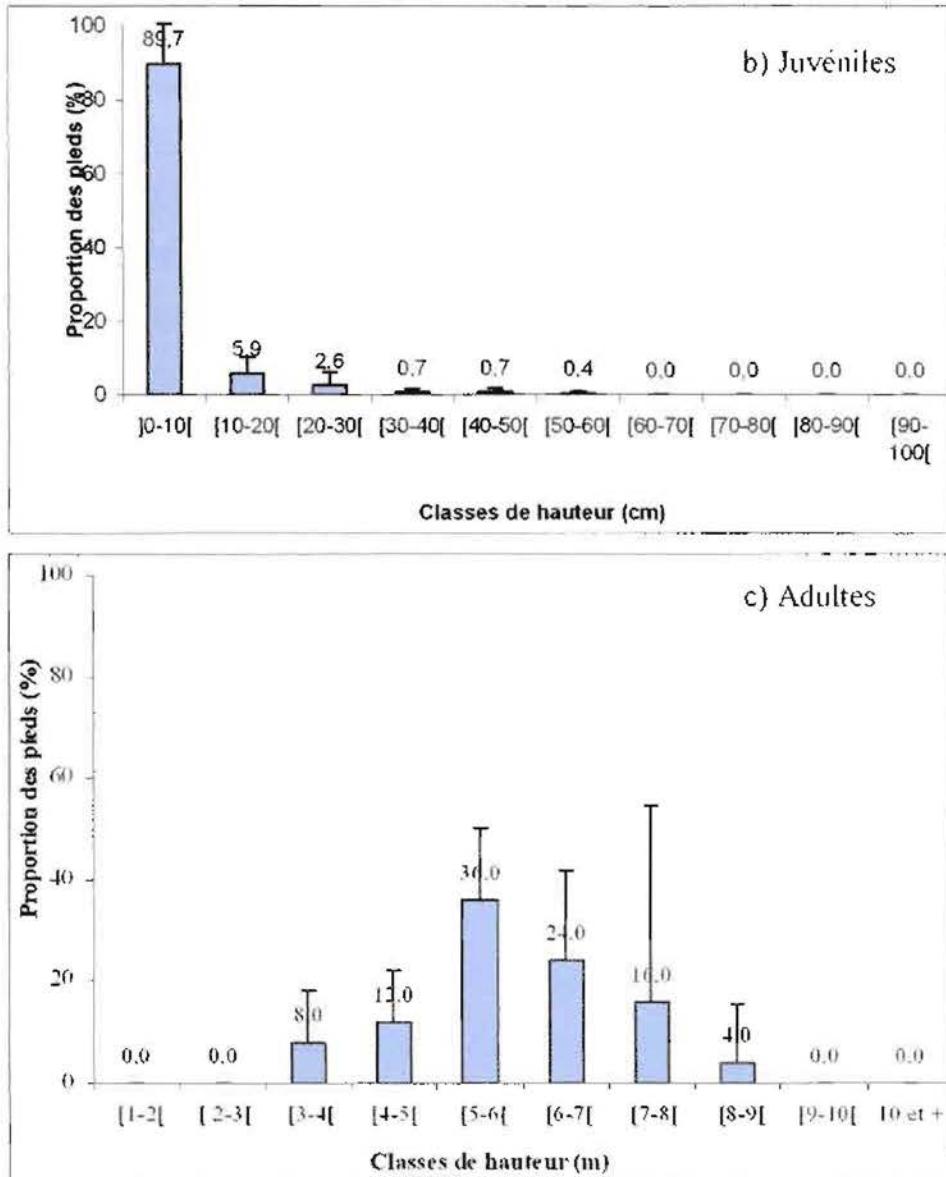


Figure 14: Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jeunes champs. a

Quant aux circonférences à 1,30 m, elles vont de 18 à 136 cm, la moyenne étant de 59 cm. La figure 15 montre que les jeunes champs sont dominés à près de 50% par des karités ayant entre 26 à 45 cm de circonférence (soit respectivement 8 et 14 cm de diamètre). La population des nouvelles défriches est dès le départ déséquilibrée comme en témoigne l'insignifiante proportion des jeunes pieds: la première classe ([5-26[cm) représente à peine 4% des pieds épargnés.

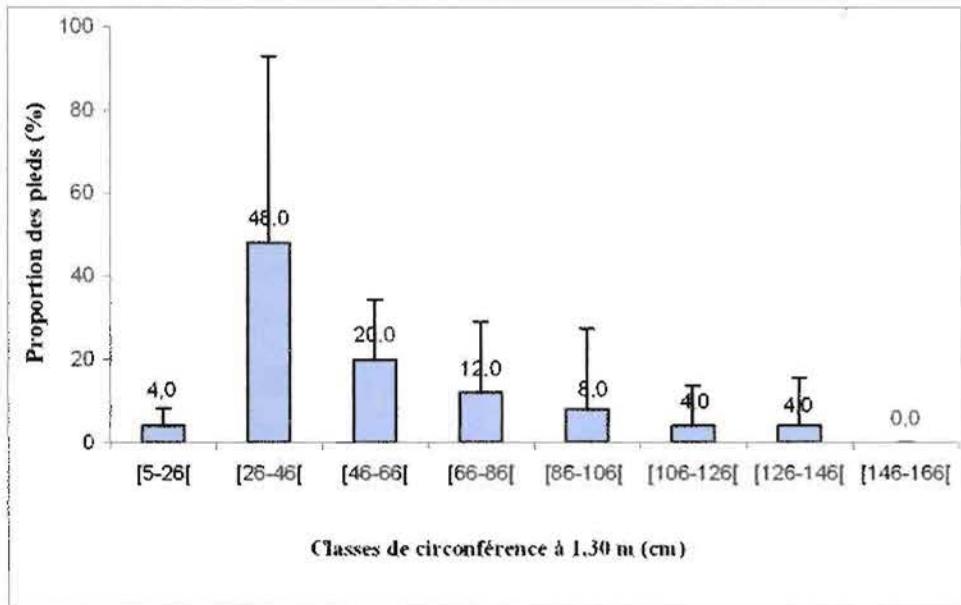


Figure 15 : Distribution des individus de karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jeunes champs



Figure 16 : Pied de karité dans un jeune champ de 2 ans (Photo: S. A. KABORE. Sobaka, septembre 2009)

3.1.1.2 Champs d'âge intermédiaire

La population de karité est composée à 95% par des individus de moins de 1 m de hauteur (Fig. 17 a). La hauteur moyenne des plantules est de 3,1 cm. La régénération est formée d'individus de 1 à 17 cm de hauteur dont 99 % ne dépassent pas 10 cm (Fig. 17 b).

S'agissant des individus de 1 m et plus de hauteur, nous avons mesuré 5 m pour le plus petit karité et 9,8 m pour le plus grand avec 7,7 m comme hauteur moyenne. 74 % des individus ont entre 7 et 10 m de hauteur (Fig. 17 c). La représentativité des petits arbres est nulle creusant ainsi l'écart entre juvéniles et adultes.

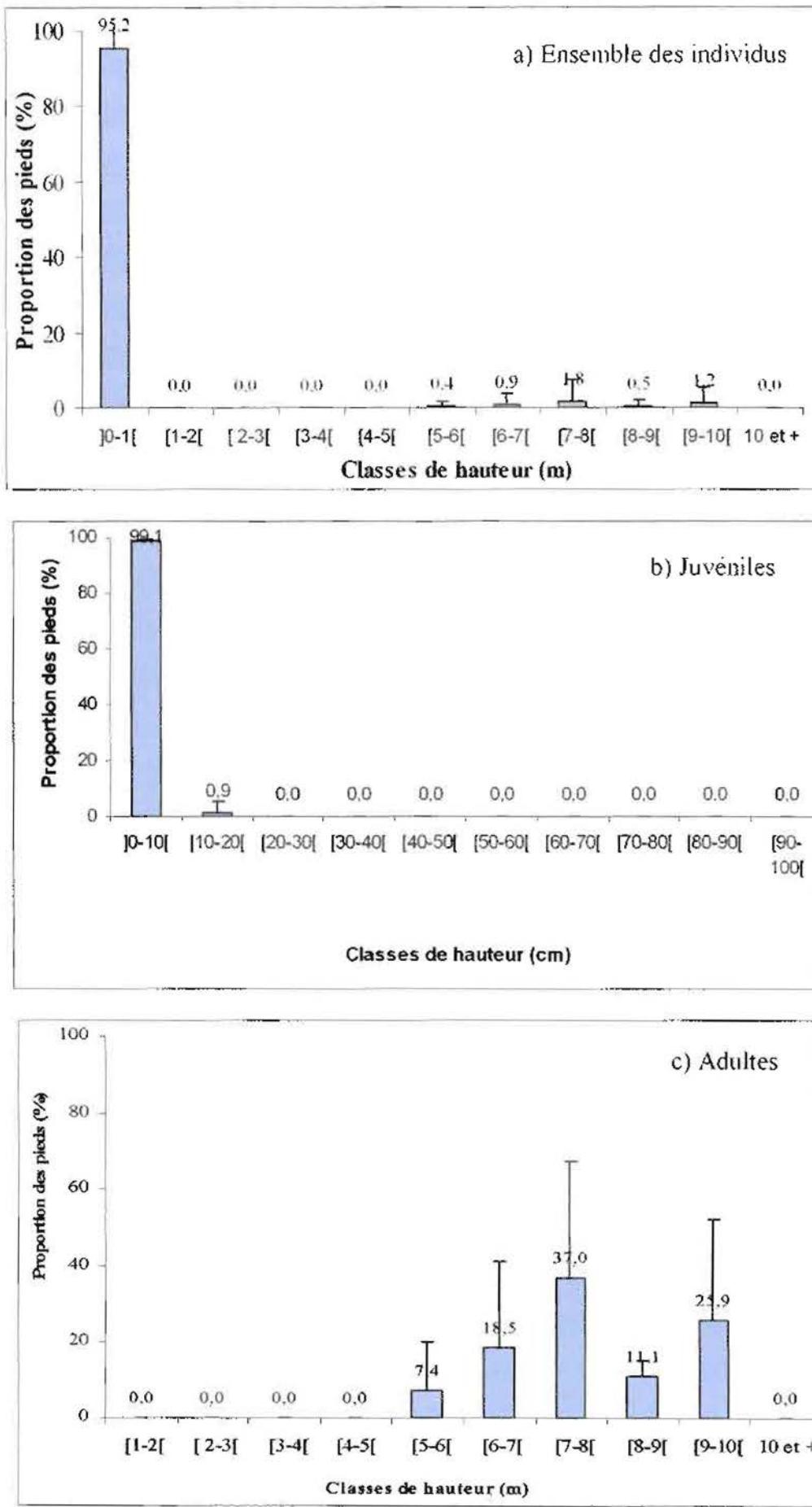


Figure 17 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les champs d'âge intermédiaire.

Les circonférences à 1,30 m vont de 51 à 128 cm avec 94,1 cm comme valeur moyenne. La figure 18 montre une distribution symétrique autour de la classe [86-106 cm]. Cette dernière représente 37 % des karités de plus de 5 cm de circonférence à 1,30 m.

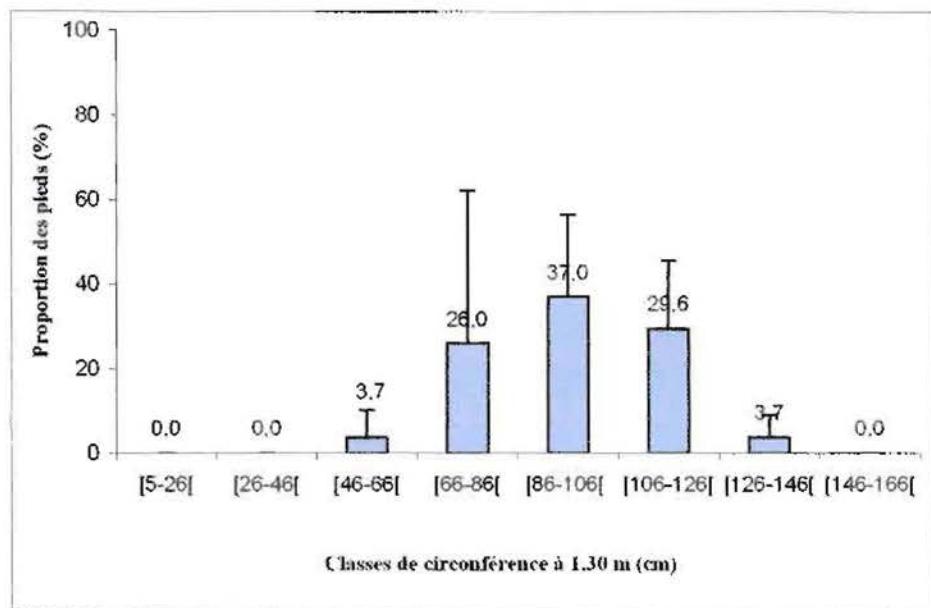


Figure 18 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les champs d'âge intermédiaire

3.1.1.3 Vieux champs

Les individus de moins de 1 m de hauteur représentent 90 % de la population de karité (Fig. 19 a). La régénération est caractérisée par des individus mesurant entre 1 et 40 cm de hauteur pour une moyenne de 4,8 cm mais composés à 99 % d'individus de moins de 10 cm (Fig. 19 b). L'absence des classes de transition vers le stade adulte est similaire à ce que l'on observe pour les champs d'âges intermédiaires.

La différence avec les précédents types de champs est la présence dans les vieux champs des plus grands karités. La hauteur minimale des adultes est de 6,5 m, la maximale 10,6 m pour une moyenne de 8,1 m. La population est marquée par une absence de jeunes adultes. 82 % des adultes mesurent entre 7 et 10 m de hauteur (Fig. 19).

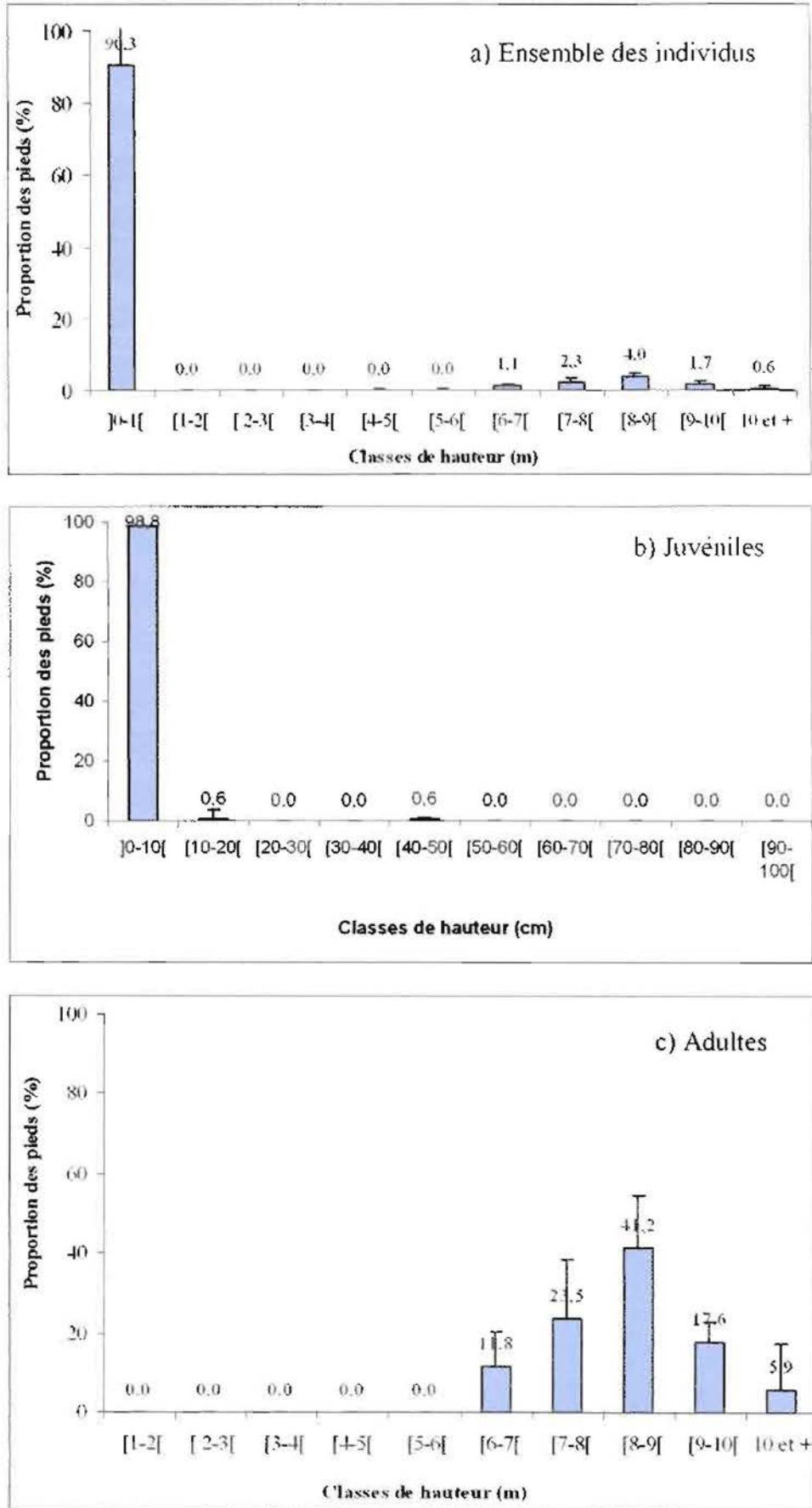


Figure 19 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les vieux champs

La plus petite circonférence à 1,30 m est de 52 cm et la plus grande est de 141 cm avec une moyenne de 102 cm. 47 % des karités ont entre 106 et 125 cm de circonférence (soit respectivement 34 et 40 cm de diamètre). Les plus gros karités (126 cm – 145 cm) représentent 12 % des individus (Fig. 20).

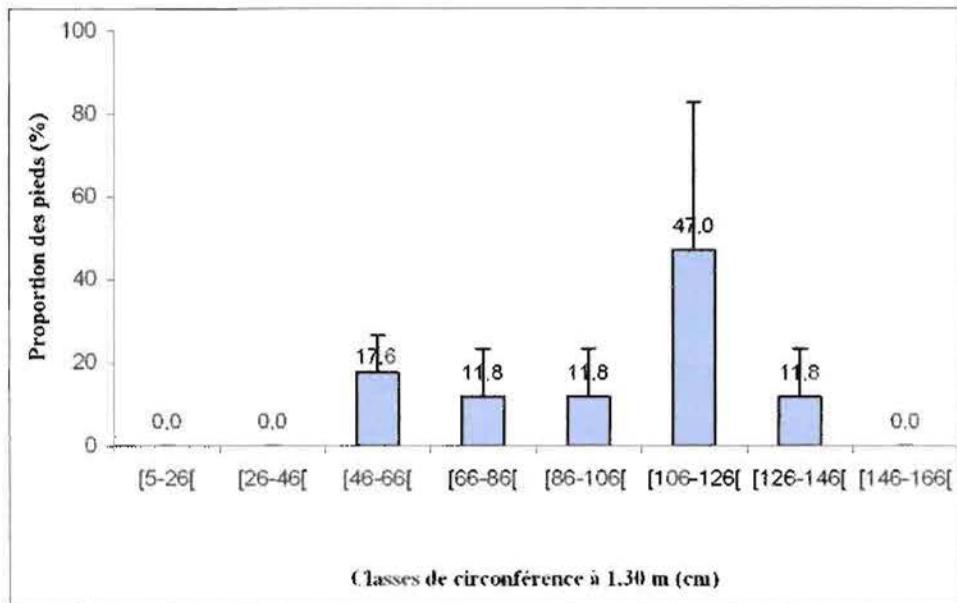


Figure 20 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les vieux champs

3.1.1.4 Jeunes jachères

Les juvéniles représentent 98 % de l'effectif total de la population (Fig. 21 a). Elles sont caractérisées par une abondance des plus jeunes sujets (moins de 10 cm de hauteur) et on note une brusque diminution d'effectif entre les classes [0-10 cm [et [10-20 cm [(Fig. 21 b). Les hauteurs vont de 2 cm à 79 cm pour une moyenne de 7,4 cm. Comme dans les champs, on remarque une très forte majorité d'individus de moins de 10 cm de hauteur (86 %).

65 % des karités de 1 m et plus de hauteur ont entre 7 et 10 m de hauteur (Fig. 21 c). On note la présence d'individus dans presque toutes les classes (sauf dans la classe [3-4 m [). La présence d'individus des classes [1-2 m [(5 %) et [2-3 m [(10 %) dans les jeunes jachères constitue une différence avec les champs dans lesquels ces classes sont totalement absentes. Le plus petit karité et le plus grand ont respectivement 1,4 m et 10,5 m de hauteur avec une valeur moyenne de 6,8 m pour l'ensemble des pieds. La structure des karités est déséquilibrée.

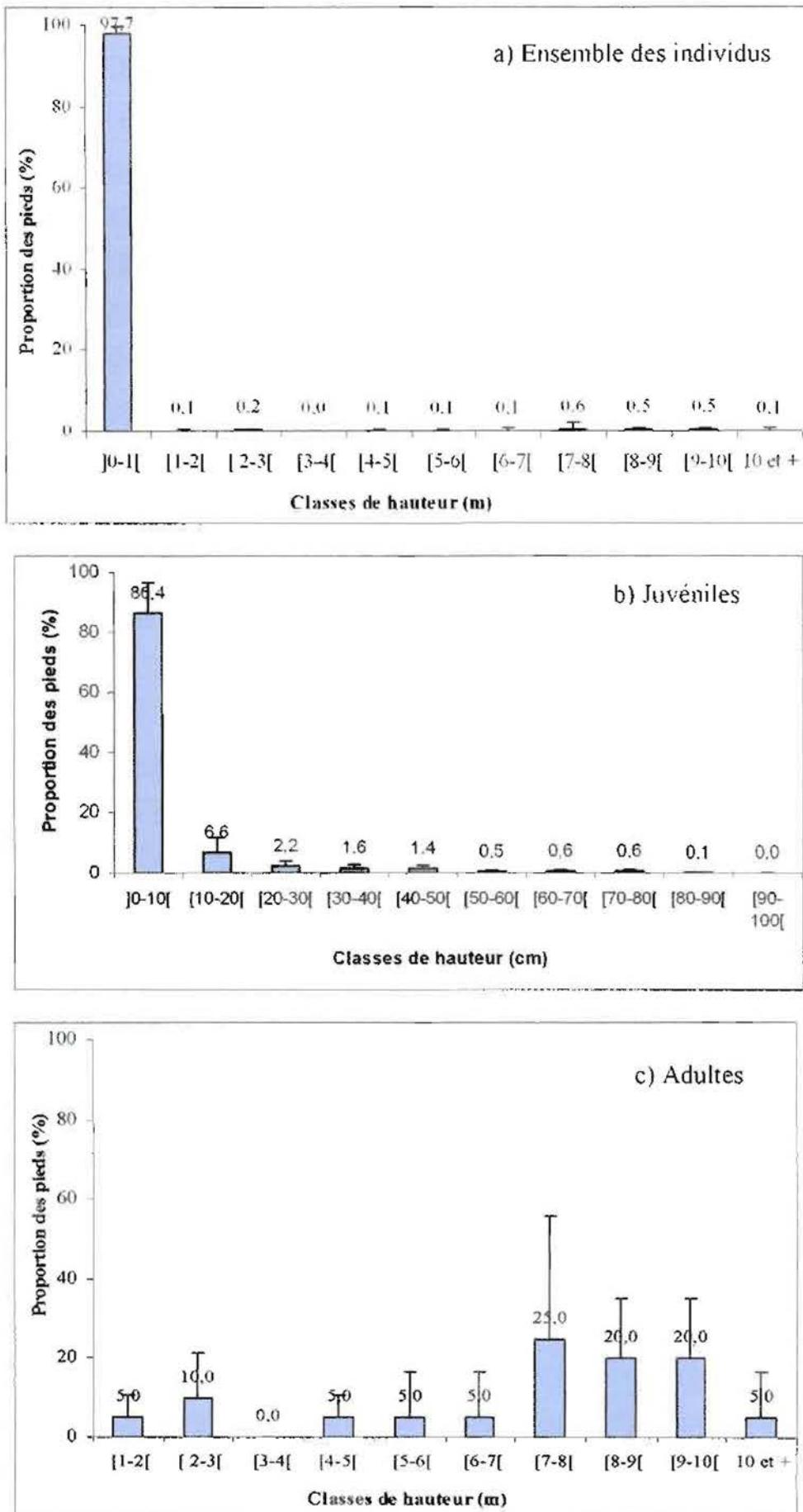


Figure 21 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jeunes jachères

La distribution de la population selon la circonférence à 1,30 m a comme classe modale la classe [86-106 cm [(35 %) (Fig. 22). Ici, les classes [5-26 cm[et [26-46 cm [, non représentées dans les champs d'âge intermédiaire et les vieux champs, font respectivement 15% et 5% des pieds. Les extrêmes vont de 11 à 156 cm, la circonférence moyenne est de 82,5 cm.

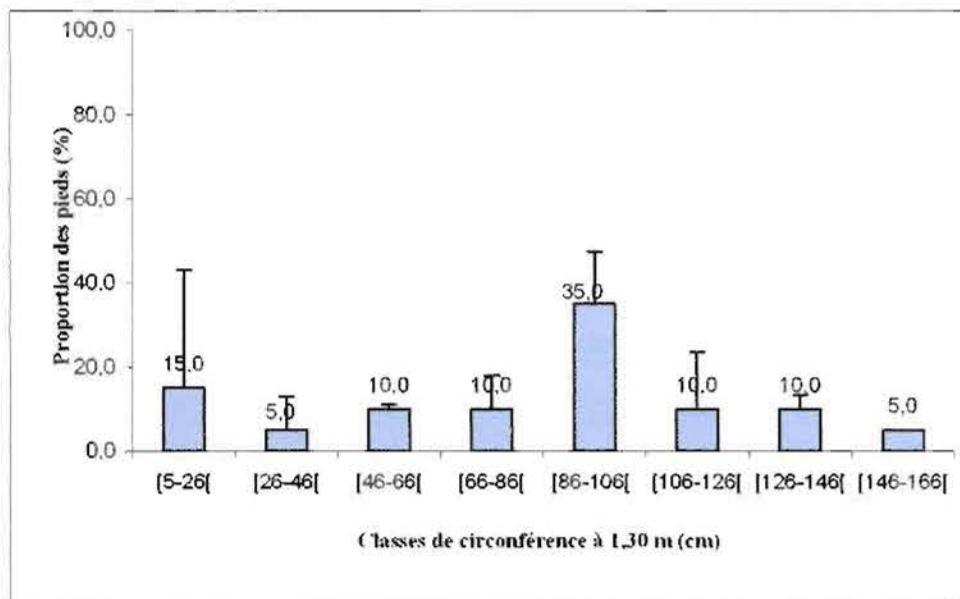


Figure 22: Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jeunes jachères

3.1.1.5 Jachères d'âges intermédiaires

Les karités de moins 1 m de hauteur sont les plus abondants et représentent 96 % de l'effectif total de la population (Fig. 23 a). Cependant, ceux qui mesurent moins de 10 cm de hauteur constituent l'essentiel de la régénération (88%) au sein de laquelle les plus grands individus (classe [60-70 cm [) ne représentent que 0,3 % (Fig. 23 b). On observe un accroissement de la proportion des plantules de la classe [10-20 cm [qui passent de 6,6 % de l'ensemble de la régénération des jeunes jachères à 10,2 % de celui des jachères d'âges intermédiaires. Les plantules ont entre 2 et 60 cm pour une taille moyenne de 6,2 cm.

La répartition des karités de 1 m et plus de hauteur n'est pas très différente de celle des jeunes jachères. Néanmoins, signalons l'augmentation de la proportion des pieds de la classe [1-2 m [qui passent de 5 % à 12 % respectivement des jeunes jachères aux jachères d'âges intermédiaires (Fig. 23 c). Les individus mesurent entre 1 et 10,6 m de hauteur pour une moyenne de 6,5 m. 65% ont entre 6 et 10 m.

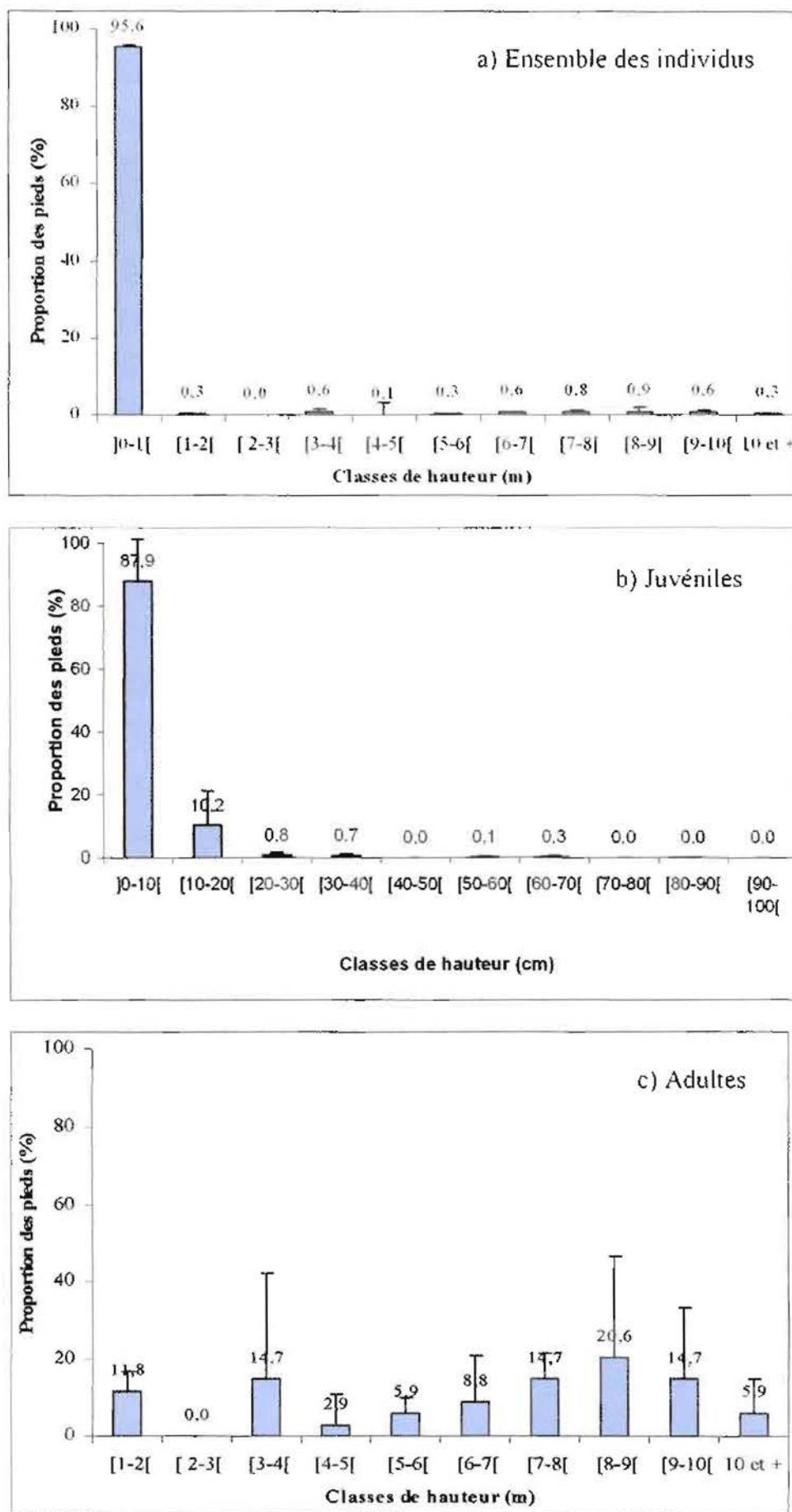


Figure 23 : Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les jachères d'âges intermédiaires.

Nous avons noté 19 cm et 140 cm comme la plus faible et la plus grande circonférence à 1,30 m, la moyenne étant de 75,4 cm. Plus de la moitié des individus ont entre 66 cm et 106 cm (respectivement 21 cm et 34 cm de diamètre) (Fig. 24).

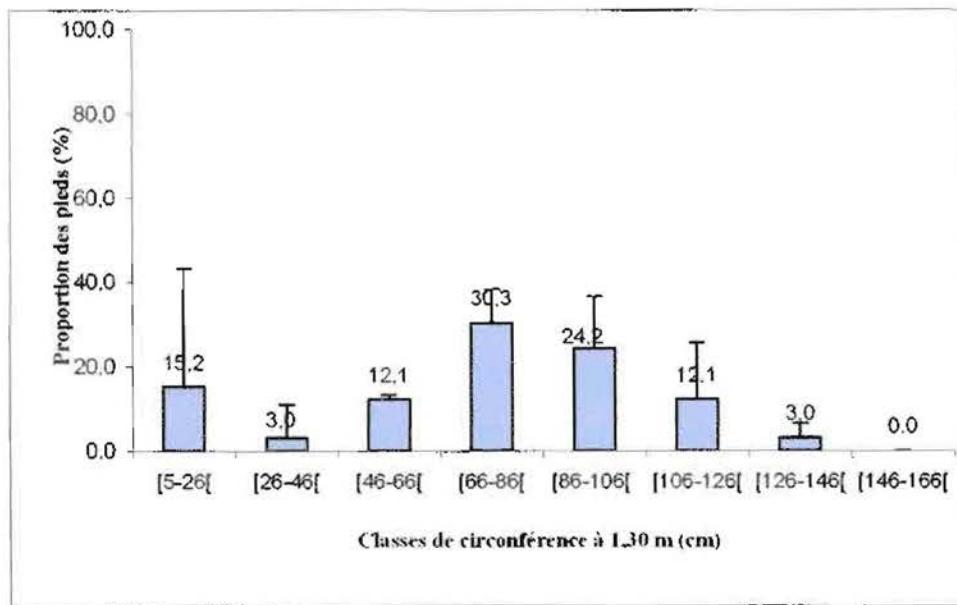


Figure 24 : Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les jachères d'âges intermédiaires



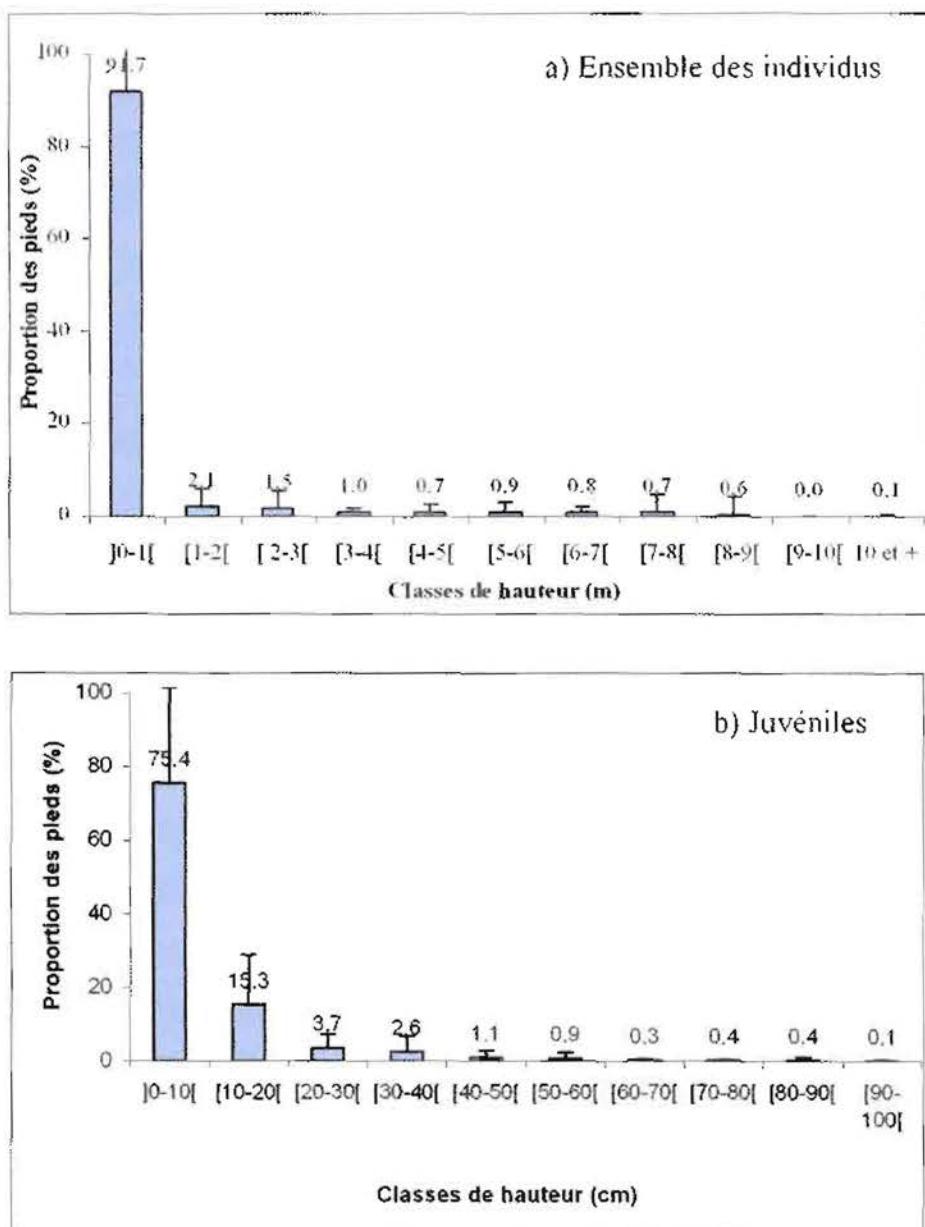
Figure 25 : Jeune karité (premier plan) et karité adulte (arrière plan) dans une jachère d'âge intermédiaire de 6 ans (Photo: S. A. KABORE. Sobaka, septembre 2009)

3.1.1.6 Vieilles jachères

La figure 26 a montre une structure plus équilibrée dans les jachères de plus de 15 ans que dans les autres types de parcelles, quoique les plantules de moins de 1 m dépassent toujours de loin (92 %) les autres classes. Toutes les classes de régénération sont représentées mais les très jeunes sujets demeurent très prédominants (Fig. 26 b). Les proportions des individus des classes [10-20 cm] (15,3%) et [20-30 cm] (3,7 %) se sont accrues sous l'effet

de l'allongement de la durée de mise en jachère. La classe [90-100 cm] qui fait la transition avec les classes de hauteurs supérieures à 1 m (adultes) y est très faiblement représentée avec seulement 0,1% de l'effectif total de la régénération. Quant à la hauteur moyenne des plantules, elle devient relativement plus élevée (9 cm).

Plus de 55 % des individus de 1 m et plus ont moins de 4 m (Fig. 23 c), ce qui correspond également à la hauteur moyenne de ce groupe d'individus. Les extrêmes vont de 1 à 10 m.



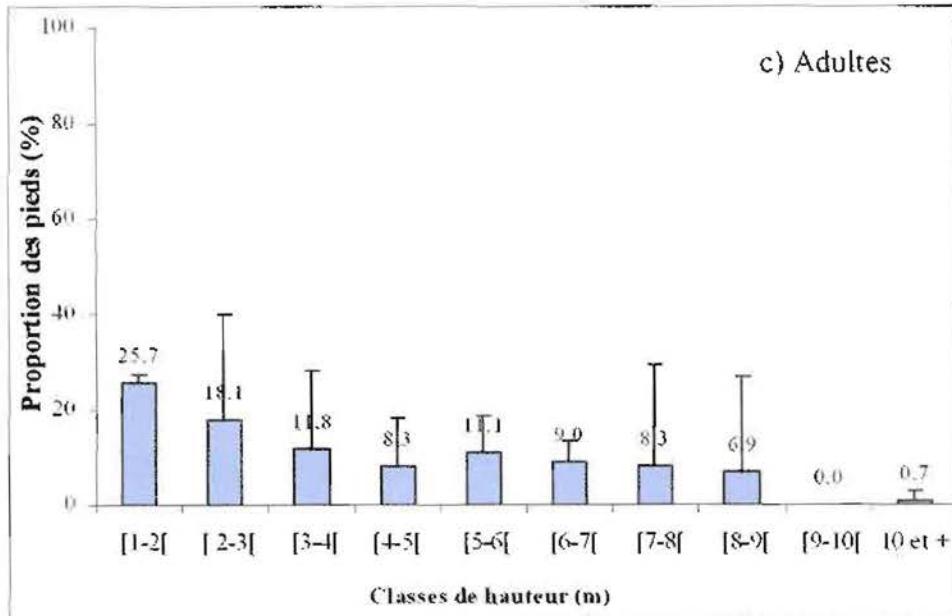


Figure 26: Structure de la population de karités suivant la hauteur dans les vieilles jachères

Les circonférences à 1,30 m varient de 7 à 140 cm pour une moyenne de 38,8 cm (Fig. 27). Près de 70 % des karités ont moins de 46 cm de circonférence à 1,30 (soit 15 cm de diamètre). Contrairement à ce que l'on trouvait dans les champs et les jachères plus jeunes, les plus gros sujets ([126-146 cm]) sont exceptionnels avec moins de 1 % des adultes.

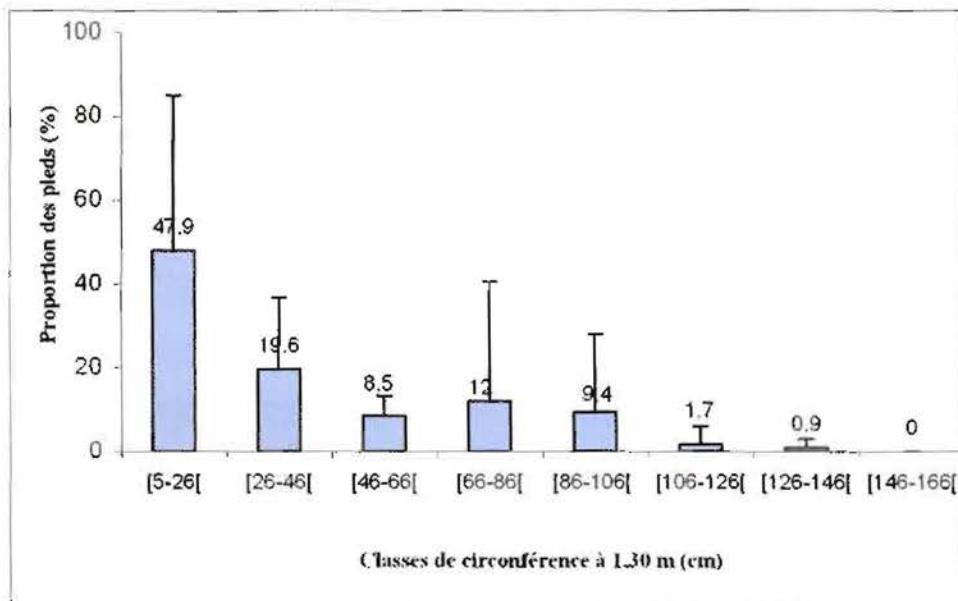


Figure 27: Distribution des karités selon la circonférence à 1,30 m dans les vieilles jachères

3.1.2 Discussion

Dans les champs, la distribution des différents pieds de karité laisse entrevoir deux groupes bien tranchés. Le premier regroupe les grands sujets qui impriment de loin par leur taille la physionomie du parc. Ils ont des hauteurs minimales allant de 3 à 6 m selon que le champ est jeune ou vieux. Le second groupe est composé de plantules qui passent inaperçues et semblent inexistantes pour un observateur non avisé.

Les moyennes de la taille des adultes (5,8 m dans les jeunes champs, 7,7 m dans les champs d'âge intermédiaire et 8,1 m dans les vieux champs) sont assez proches de celles trouvées par GUIRA (1997) à Saponé (7,96 m) et à Léo (8,74 m) mais restent nettement inférieures aux valeurs trouvées à Tougan (14,96 m) et à Ouahigouya (14,86 m) par le même auteur. La raison semble être liée à la jeunesse du village en termes d'occupation humaine (ce qui implique aussi la relative jeunesse de la plupart des champs et donc des karités qui y sont entretenus) et aux facteurs écologiques de l'ensemble de la zone sud du pays, en particulier les facteurs climatiques. Le plus grand karité mesuré n'excède pas 11 m. Toutefois, nos valeurs moyennes sont inférieures à l'intervalle 10-15 m donné par PICASSO (1984) et par BONKOUNGOU (1987) pour le Burkina Faso. CHEVALIER (1943) et AMIN (1990) *in* HALL et *al.* (1996) ont déjà mentionné que les karités peuvent atteindre 25 m de haut sur les terrains où ils sont protégés, alors que dans les milieux défavorisés, ils ne dépassent pas 7 m.

Quant aux circonférences des karités prises à 1,30 m du sol, les moyennes, (59 ; 94 et 102 cm) dans les trois types de champs, ont tendance à doubler quand on passe des jeunes aux vieux champs. Elles sont proches (sauf pour les jeunes champs) de la moyenne de GUIRA (1997) pour l'ensemble de la moitié ouest du pays (0,30 m de diamètre soit 94 cm de circonférence) mais restent nettement inférieures aux moyennes trouvées au nord (Ouahigouya et Tougan): 0,45 m de diamètre soit 141 cm de circonférence. Nos valeurs sont également similaires aux 102 cm rapportés par SENOU (2000) dans les champs du Sud Mali.

Toutes les plantules retrouvées dans les champs sont de très faible hauteur : plus de 90% mesurent moins de 10 cm. Néanmoins, elles peuvent y être en nombre assez élevé. Cela représente de bonnes potentialités et fait dire que la régénération naturelle, même si elle y souffre du fait des labours, offre de grandes possibilités. Cependant, l'absence de renouvellement des adultes fait communément dire que la régénération est absente des champs.

Dans les jachères, la hauteur moyenne des karités de 1 m et plus ne varie pas des jeunes jachères aux jachères d'âges intermédiaires (6,8 et 6,5 m) mais chute nettement dans les vieilles jachères (4 m). Il en est de même des circonférences moyennes à 1,30 m : 82,5 cm,

75,4 cm et 38,8 cm respectivement pour les jeunes jachères, jachères d'âges intermédiaires et vieilles jachères. C'est l'apparition de jeunes pieds, plus nombreux dans les vieilles jachères que dans les autres, qui entraîne la baisse de ces valeurs. Au sud Mali, SENOU (2000) a trouvé 60 cm de circonférence moyenne à 1,30 m dans les jachères.

Les individus des classes [1-2 m [et [2-3 m [, absents des champs, apparaissent dans les jachères et représentent, dans les vieilles jachères, respectivement 26 % et 18 % du groupe des karités de 1 m et plus de hauteur. L'équilibre de la structure des karités par un apport de tels jeunes pieds est l'un des résultats les plus importants offerts par la mise en jachère prolongée. Les sujets des classes de circonférences [5-26 cm [et [26-46 cm [ne sont présents que dans les jachères et les jeunes champs. Ainsi, quand les champs vieillissent, les arbres grossissent et ces classes ne sont pas renouvelées.

La régénération représente plus de 90 % de tous les sujets. Les plantules ont des hauteurs maximales atteignant à peine 70-80 cm dans les jeunes jachères et les jachères d'âges intermédiaires. Selon KELLY (2005), le passage des plantules de hauteur inférieure ou égale à 50 cm aux classes supérieures est très faible pour *V. paradoxa*. Pendant 3 années de suivi, l'auteur n'a noté que 3 passages (deux en jachère et un en forêt). Le fait que la régénération soit sujette à plusieurs aléas et/ou pressions en plus de la lenteur de sa croissance expliquent cette situation. Nos résultats corroborent donc ceux de l'auteur (qui ne précise pas l'âge des parcelles étudiées) sur l'absence des classes de transition avec le stade adulte dans les jeunes jachères et dans les jachères d'âges intermédiaires. Le vieillissement de la jachère se traduit d'une part par l'augmentation de la population des plantules de la classe [10-20[cm et d'autre part par celle des karités de 1 à 2 m de hauteur. Cela est perceptible dès les jachères d'âges intermédiaires.

Les classes de transitions avec les adultes sont surtout observées dans les vieilles jachères. Toutefois, les effectifs de ces classes sont insignifiants comparativement à l'abondance de la régénération. Cela suppose que peu d'individus passent du stade semis aux stades supérieurs et suggère que l'abondante régénération au stade de semis subit de très fortes perturbations (KELLY, 2005).

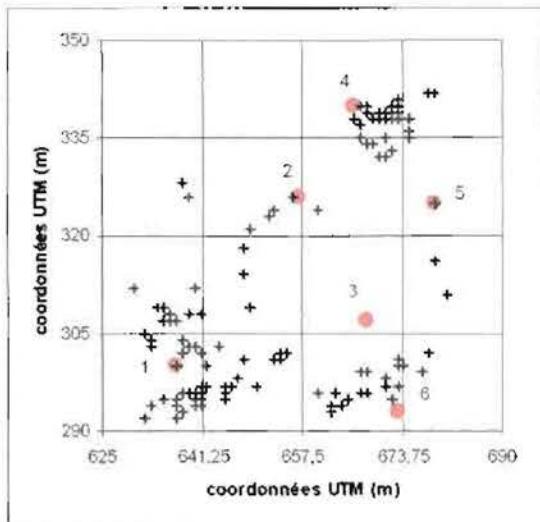
3.1.3 Répartition spatiale et densité des individus

3.1.3.1 Répartition spatial

❖ Jeunes champs (2 ans)

Les karités de plus de 4 m de hauteur ont une répartition spatiale aléatoire et dispersée (Fig. 28). La distance entre deux karités épargnés lors de l'éclaircie n'est pas fixe mais tend à être régulière. Les plantules sont regroupées majoritairement sous le houppier des semenciers

(arbres 1, 4, 6). Néanmoins, quelques unes sont disséminées entre eux semblant témoigner d'une dispersion secondaire. Certains adultes ne sont pas entourés de plantules (arbres 3 et 5).

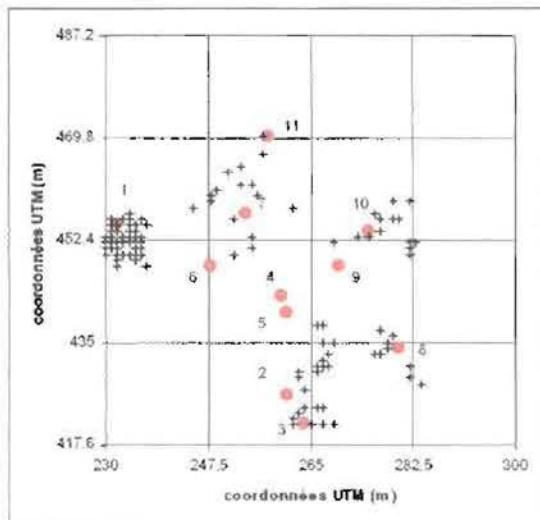


Légende : ● : pieds $H \geq 4$ m + : plantule $H \leq 0,5$ m

Figure 28 : Distribution spatiale des karités dans un jeune champ de 2 ans (parcelle n°8)

❖ *Champs d'âge intermédiaire (6 ans)*

La même distribution spatiale des adultes s'observe ici (Fig. 29 et 30). On trouve également des plantules regroupées autour des semenciers (arbres 1, 3, 8, 10), des plantules hors houppier des semenciers, et des semenciers non entourés de plantules (arbres 4, 5, 6, 9).



Légende : ● : pieds $H \geq 4$ m + : plantule $H \leq 0,5$ m

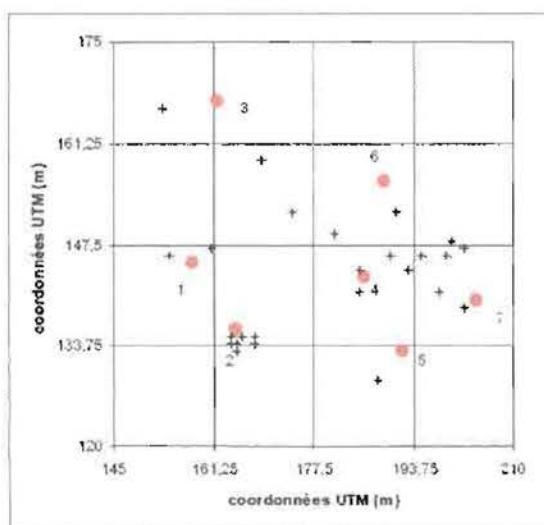
Figure 29 : Distribution spatiale des karités dans un champ de 6 ans (parcelle n°2)



Figure 30 : Distribution spatiale aléatoire des pieds de karités dans un champ de 6 ans.
(Photo: S. A. KABORE. Sobaka)

❖ *Vieux champs (15 ans)*

Les arbres conservent une distribution aléatoire et tendent à être plus régulièrement repartis dans la parcelle (Fig. 31). Quelques plantules, peu nombreuses cependant, sont positionnées sous les semenciers et d'autres, plus isolées des adultes, sont dispersées dans le champ.

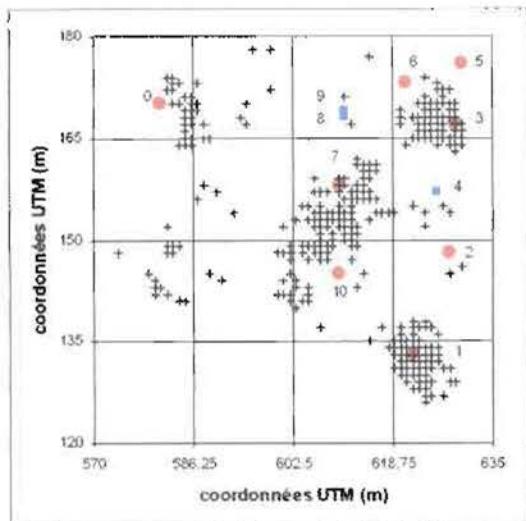


Légende : pieds $H \geq 4$ m Croix noire : plantule $H \leq 0,5$ m

Figure 31 : Distribution spatiale des karités dans un vieux champ de 15 ans (parcelle n°5)

❖ *Jeunes jachères (2 - 3 ans)*

La dispersion aléatoire des adultes ne varie pas avec le récent abandon des champs en jachère. On remarque sur la figure 32 un abondant regroupement de la régénération sous le houppier de la plupart des sujets adultes (arbres 0, 1, 3 et 7) (Fig. 33) ; des adultes entourés d'un très faible nombre de plantules (arbres 2 et 4) ; des plantules isolées des adultes.



Légende : ● : pieds $H \geq 4$ m ; ■ : pieds $1,5 \leq H < 4$ m + : plantule $H \leq 0,5$ m

Figure 32 : Distribution spatiale des individus dans une jeune jachère de 3 ans (parcelle n°15)

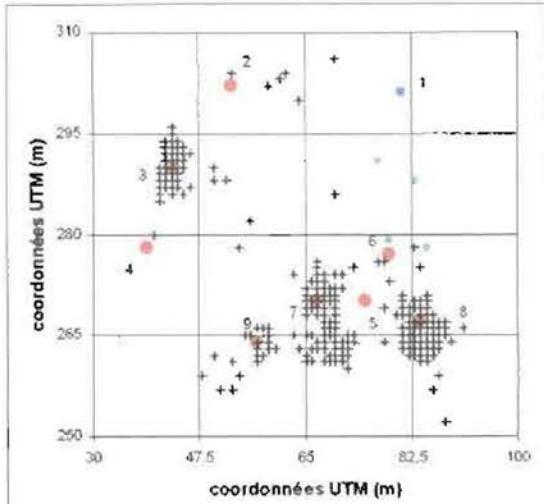


Figure 33 Importante régénération sous un karité dans une jeune jachère de 3 ans

(Photo : S. A. KABORE. Sobaka)

❖ *Jachères d'âges intermédiaires (6 - 8 ans)*

Aucune différence nette avec les jeunes jachères ne s'affiche quant à l'emplacement des individus (Fig. 34). Seulement, quelques rares plantules de plus de 0,5 m font leur apparition sous ou hors houppier des adultes (non représentées ici)

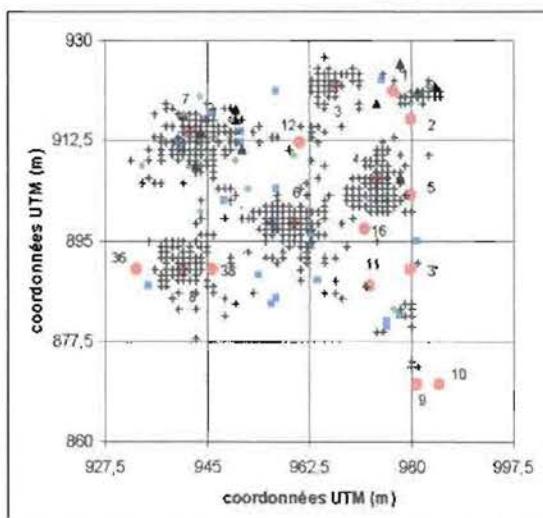


Légende : ● : pieds $H \geq 4$ m ; ✕ : pieds $1,5 \leq H < 4$; + : plantule $H \leq 0,5$ m

Figure 34 : Distribution spatiale des karités dans une jachère d'âge intermédiaire de 6 ans (parcelle n°3)

❖ Vieilles jachères (15 ans)

La distance entre les arbres diminue (Fig. 35). En effet, les vieilles jachères sont relativement bien fournies en jeunes arbres de 1 à 4 m comme l'a montré la structure verticale de la population. La distribution présente une tendance au regroupement. Les jeunes pieds sont plus ou moins agrégés autour des plus vieux. La régénération se concentre autour des grands karités et a tendance à couvrir la totalité de la parcelle.



Légende : ● : pieds $H \geq 4$ m ; ✕ : pieds $1,5 \leq H < 4$, ▲ : individus de $1 \leq H < 1,5$ m
 ◆ : plantule $0,5 m < H < 1 m$; + : plantule $H \leq 0,5$ m

Figure 35 : Distribution spatiale des karités dans une vieille jachère de 15 ans (parcelle n°13)

3.1.3.2 Densités des karités

L'ANOVA montre les différences de densités réellement dues au type de parcelle (tableau II). Le coefficient de corrélation R indique, dans chaque tranche de hauteur des pieds de karité, le pourcentage de la variabilité des densités expliqué par le type de parcelles (jeunes champs, champs d'âges intermédiaires, vieux champs, jeunes jachères, jachères d'âges intermédiaires, vieilles jachères), la part restante étant liée à d'autres facteurs non pris en compte dans le présent travail.

Tableau II: Résultats de l'analyse de variance des densités des différents groupes de karités en fonction du type de parcelle

Classes de hauteur	R (%)	F de Fischer	P
1 m ≤ H < 4 m	77,4	3,287	0,047 (S)
H ≥ 4 m	79,0	3,663	0,034 (S)
Ensemble individus de H ≥ 1m	86,1	6,298	0,005 (SS)
H < 0,5 m	55,1	0,959	0,482 (NS)
0,5 m ≤ H < 1 m	64,9	1,602	0,239 (NS)
Ensemble de la régénération	55,3	0,971	0,476 (NS)

P ≤ 0,05 : Corrélation significative (S); P > 0,05 : Corrélation non significative (NS).

Le tableau III montre les différentes densités moyennes de karités trouvées. Les types de parcelles portant la même lettre sur la même colonne ne sont pas significativement différents au seuil de 5 % (Test LSD de Fischer) pour la classe de hauteur considérée. Les écart-types sont indiqués entre parenthèses.

Tableau III: Densités de *Vitellaria paradoxa* selon les classes de hauteur (H) des individus dans les différents types de parcelle en décembre 2008 à Sobaka

Types de parcelles	Individus de 1 m et + de hauteur (individus ha ⁻¹)			Régénération (individus ha ⁻¹)		
	1 ≤ H < 4 m	H ≥ 4 m	Densité totale	H < 0,5 m	0,5 ≤ H < 1 m	Densité totale
Vieux champs	0,0 ^b (0,0)	22,7 ^b (4,6)	22,7 ^b (4,6)	212,0 ^a (241,0)	0,0 ^b (0,0)	212,0 ^a (241,0)
Champs d'âge inter.	0,0 ^b (0,0)	36,0 ^b (8,0)	36,0 ^b (8,0)	717,3 ^a (611,8)	0,0 ^b (0,0)	717,3 ^a (611,8)
Jeunes champs	2,7 ^b (2,3)	30,7 ^b (18,9)	33,3 ^b (19,7)	361,3 ^a (203,3)	1,3 ^b (2,3)	362,6 ^a (204,2)
Jeunes jachères	5,3 ^b (11,5)	22,7 ^b (4,6)	28,0 ^b (11,5)	1132,0 ^a (1020,7)	18,7 ^{a,b} (32,3)	1150,7 ^a (1052,6)
Jachères d'âge inter.	20,0 ^b (0,0)	50,0 ^{a,b} (42,4)	70,0 ^b (42,4)	1398,0 ^a (579,8)	8,0 ^{a,b} (11,3)	1406,0 ^a (591,1)
Vieilles jachères	109,3 ^a (97,5)	85,3 ^a (29,5)	194,7 ^a (98,0)	2077,3 ^a (2526,4)	44,0 ^a (44,0)	2121,3 ^a (2566,0)

Selon les résultats de l'ANOVA (Tableau II), le type de parcelle a un effet significatif ($P = 0,005$; $R = 86,1\%$) sur la densité des karités de hauteurs supérieures ou égales à 1 m. Pour ce groupe d'individus, 86,1 % de la variabilité de leur densité sont donc liée au type de parcelle. Le test LSD de Fischer (Tableau III) permet d'apercevoir la singularité des vieilles jachères qui se démarquent des autres types de parcelle par la densité des karités de hauteur ≥ 1 m.

La plus faible et la plus forte densité de plantules sont retrouvées respectivement dans les vieux champs (212,0 plantules ha⁻¹) et dans les vieilles jachères (2121,3 plantules ha⁻¹). Toutefois, l'ANOVA a montré que ces densités ne sont pas significativement différentes entre les différents types de parcelle pour les plantules de moins de 0,5 m de hauteur et pour l'ensemble de la régénération.

La densité moyenne des pieds de hauteur supérieure ou égale à 1 m croît avec l'âge des jachères. Toutefois, la différence n'est significative qu'entre les vieilles jachères d'une part, et les jeunes jachères et les jachères d'âges intermédiaires d'autre part. Pour les densités de la même catégorie de pieds, il n'y a pas de différence significative entre les champs de différents âges d'une part et les jeunes jachères d'autre part comme le montre le test LSD de Fischer.

3.1.4 Discussion

En champ, la répartition spatiale des karités adultes est aléatoire mais tend à être régulière. Aucun ordre spatial apparent ne peut y être dégagé. Cela semble témoigner du fait que le paysan non seulement s'intéresse peu à l'arrangement des arbres qu'il entretient, mais également à leur densité. Tout laisse penser alors que l'arbre est une (grande) opportunité que le paysan capitalise et protège, mais il serait peu regardant quand à la construction du parc alors qu'il pourrait planter ou éliminer des pieds pour donner l'architecture voulue (ordonnée). KELLY (2005) trouve qu'en champ, l'agrégation décroît et une tendance à la distribution régulière s'affiche. Pour lui, ce mode de distribution des arbres convient mieux aux paysans car il minimise la compétition entre arbres, maximise la production de fruits, minimise la charge du couvert entraînant une meilleure homogénéité de la lumière et de l'ombrage, bénéfique pour les cultures.

En champ, les plantules sont majoritairement situées sous le houppier des semenciers mais on peut également en trouver partout ailleurs sur la parcelle. Cela résulterait de la dispersion des graines lors des travaux champêtres ou d'une dissémination secondaire par les animaux ou par l'homme.

En jachère, si les grands pieds sont hérités des champs et gardent par conséquent le même arrangement, le mode de distribution des plantules se précise avec l'âge des parcelles. Les plantules sont le plus souvent agrégées autour des grands karités. Cela réside dans la barochorie de l'espèce. Les graines germent sous les pieds mères. BATIONO (1996) parle alors de véritable "brosse de semis", KELLY (2005) utilise le terme d'attraction des petits pieds de karités par les gros. Le recrutement des jeunes pieds se fait de manière centrifuge, sous le houppier du semencier vers l'espace environnant. La population de *V. paradoxa* possède ainsi une distribution qui tend à être de plus en plus agrégée en passant du champ aux jachères d'âges avancés voire à la "forêt" (KELLY, 2005).

Les densités des pieds de karités passent de 33,3 individus ha⁻¹ dans les jeunes champs à 22,7 individus ha⁻¹ dans les vieux champs. Il s'agit d'une preuve supplémentaire de la régression de la population de karités dans les parcs. Ces chiffres restent tout de même supérieurs à ceux trouvés par OUEDRAOGO (1995) qui situe la densité à 5 karités ha⁻¹ dans les champs de Watinoma, à ceux de YELEMOU (1993) rapporté par OUEDRAOGO (1995) qui a trouvé 2 à 9 karités ha⁻¹ au Boulkiemdé. Les densités des karités en champ à Sobaka sont également supérieures à celles trouvées par SENOU (2000) au Mali (10 karités ha⁻¹) et par LAMIEN (2001) à Bondoukuy (12 karités ha⁻¹).

Les densités moyennes des individus d'au moins 1 m de hauteur doublent avec l'âge des jachères (28 ; 70 ; 194,7 individus / ha). Avec également une densité en plantules ayant plus de 0,5 m de hauteur de l'ordre de 45,3 individus ha^{-1} , les vieilles jachères offrent un nombre important de plants pouvant être sélectionnés suivant différentes classes de hauteur et être protégés lors de la remise en culture. Les résultats de l'ANOVA révèlent l'existence d'un effet hautement significatif de l'âge et du type de parcelle sur la densité des karités de hauteur supérieure ou égale à 1 m. Par contre, l'absence de différence significative entre les parcelles en ce qui concerne la densité des plantules ($R = 55,3$; $P = 0,476$), chose apparemment paradoxale, indiquerait que ces plantules subissent les effets d'autres facteurs assujettis aux parcelles et qui les perturbent fortement (labour, feux ...). Les résultats du test LSD de Fischer ont montré la particularité des vieilles jachères qui se démarquent des autres parcelles par la densité de tous les groupes de karités sauf pour les plantules de moins de 0,5 m de hauteur.

3.2 Végétation ligneuse des parcelles

3.2.1 Résultats

Les espèces ligneuses recensées dans les parcelles, leurs importances relatives en adultes et en régénération figurent dans les annexes 2 et 3. Les pourcentages de sujets, toutes hauteurs confondues par famille, sont portés sur les figures 36 et 37.

Les champs de Sobaka sont des parcs agroforestiers fortement dominés par le karité. En effet, *V. paradoxa* représente 70% du nombre total des quinze (15) espèces ligneuses adultes recensées, suivie de *Parkia biglobosa* (6%), *Anogeissus leiocarpus* (4%), *Detarium microcarpum* (3%), *Piliostigma thonningii* (3%), *Afzelia africana* (2%), *Lannea microcarpa* (2%), *Tamarindus indica* (2%), *Balanites aegyptiaca* (1%), *Bridelia ferruginea* (1%), *Burkea africana* (1%), *Dicrostachys cinerea* (1%), *Pterocarpus erinaceus* (1%), *Sterculia setigera* (1%), et *Terminalia laxiflora* (1%). La richesse spécifique diminue avec l'âge des champs. Malgré leur absence souvent totale parmi les adultes, *Piliostigma thonningii* et *Combretum glutinosum* sont représentées par des plantules en nombre relativement important dans tous les types de champs. La plupart des espèces ligneuses qui y sont recensées présentent un mauvais dynamisme.

Cette structuration évolue dans les jachères où *V. paradoxa* ne représente plus que 8 % des ligneux adultes dans les jeunes jachères, 20 % dans les jachères d'âges intermédiaires, et 21 % dans les vieilles jachères. En somme, 65 espèces ligneuses y ont été recensées contre 45 dans les champs. Sur toutes les jachères, les espèces les mieux représentées en adultes sont :

P. thonningii (29,6%), *V. paradoxa* (18%), *D. microcarpum* (15,7%), *C. glutinosum* (5%), *Strychnos spinosa* (4,6 %) et *Crocepteryx febrifuga* (3,5%).

30 % environ de l'ensemble de la régénération dans les jeunes champs appartiennent au karité, 60 % dans les champs d'âges intermédiaires, 45 % dans les vieux champs, 44 % dans les jeunes jachères, 47 % dans les jachères d'âges intermédiaires et dans les vieilles jachères.

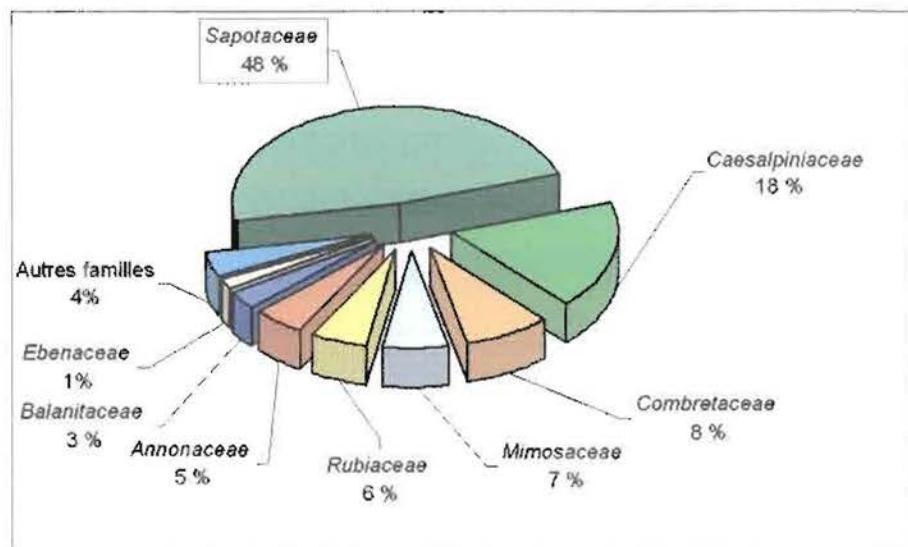


Figure 36: Pourcentage de sujets toutes hauteurs confondues par famille dans les champs

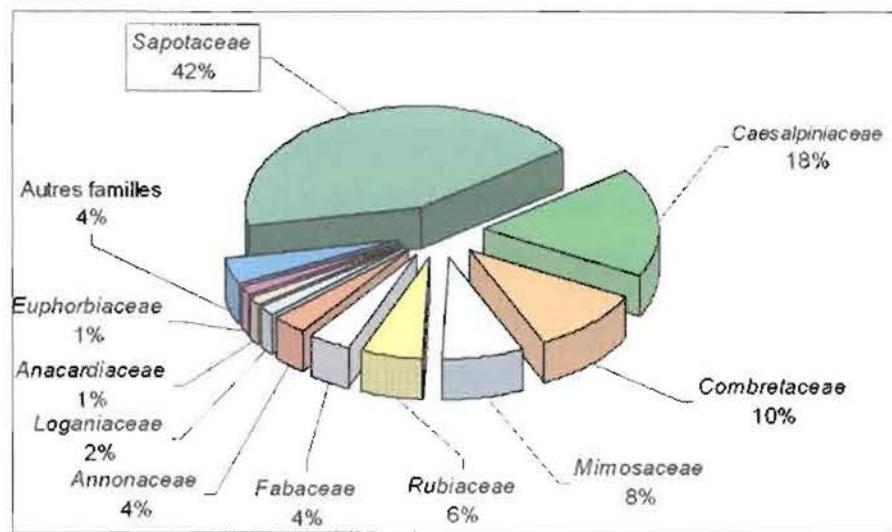


Figure 37: Pourcentage de sujets toutes hauteurs confondues par famille dans les jachères

50 % environ des ligneux dans les champs toutes classes de hauteurs confondues sont des *Sapotaceae*, suivies des *Caesalpiniaceae* (18 %) et des *Combretaceae* (8%) (Fig. 36). En jachère, ces trois familles conservent leur importance relative (Fig. 37). Ce spectre n'évolue légèrement que par l'augmentation du nombre total de familles qui passe de 21 dans les champs à 24 dans les jachères, et le pourcentage plus important des *Fabaceae* (4%) dans ces mêmes jachères.

3.2.2 Discussion

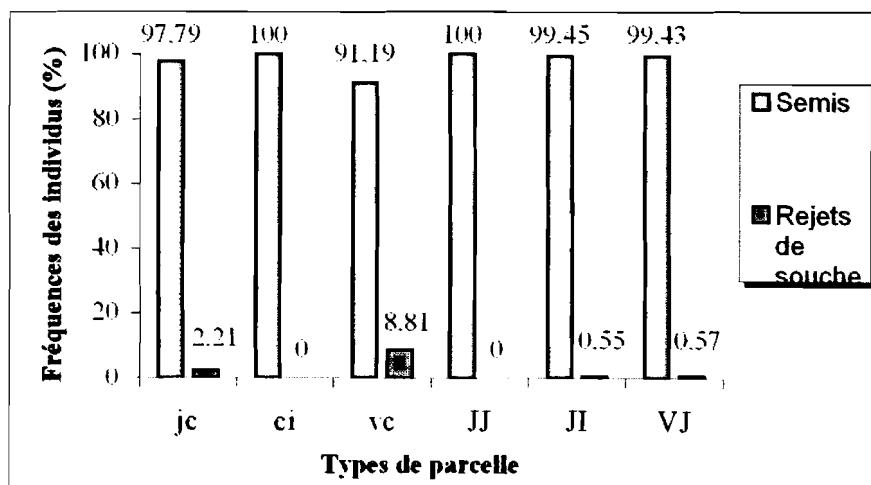
En intégrant les autres ligneux dans l'analyse de la dynamique de régénération du karité, il apparaît que les longues jachères offrent des capacités de recolonisation à une diversité d'espèces et de familles. On remarque particulièrement un retour (du champ à la jachère) en grand nombre des espèces comme *Piliostigma thonningii*, *Detarium microcarpum* et *Combretum glutinosum* et une régénération bien fournie en *Annona senegalensis*, *Guiera senegalensis* et *Dicrostachys cinerea*.

Nous avons recensé 65 espèces ligneuses en jachère, un nombre largement supérieur aux 21 espèces trouvées par KELLY (2005) dans des jachères au Sud Mali. Nos observations sont conformes à celles de cet auteur quant à la remarquable présence de *Piliostigma thonningii* à côté des karités mais diffère d'avec celles concernant *Pteleopsis suberosa*. Par ailleurs, LAMIEN (2001) avait auparavant noté de grandes fréquences de *D. microcarpum*, *P. suberosa* et *P. thonningii* en présence du karité. Les Caesalpiniaceae, les Combretaceae, les Mimosaceae et les Rubiaceae sont les familles les mieux représentées chez les ligneux aussi bien en champ qu'en jachère ce qui corrobore les résultats de SOME (1996), HALL et al. (1996) et LAMIEN (2001). Nous avons rencontré très peu d'individus d'espèces de première importance dans les parcs et les jachères, comme *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Lannea microcarpa*, *Bombax costatum*, mal représentées en adultes et en régénération. Leurs dynamiques respectives sont donc régressives. En jachère, la régénération du karité semble pourtant tolérer la présence des autres ligneux.

3.3 Contribution des différents types de plantules à la régénération du karité

3.3.1 Résultats

Les proportions des différents types de plantules de *V. paradoxa* sont présentées sur la figure 38.



jc : jeunes champs

JJ : jeunes jachères

ci : champs d'âge intermédiaire
vc : vieux champs

JI : jachères d'âges intermédiaires
VJ : vieilles jachères

Figure 38 : Contribution relative des différents types de plantules à la régénération de *V. paradoxa*

La régénération du karité est composée essentiellement de plantules autres que des rejets de souches.



Figure 39 : Rejets de souche de *V. paradoxa* (Photo: S. A. KABORE. Sobaka.)

3.3.2 Discussion

Si la plupart des espèces développent plusieurs stratégies de multiplication avec souvent une nette préférence pour l'une d'entre elle (MITJA, 1992), celles de *V. paradoxa* sont les semis et les rejets de souches. Le grand pouvoir de germination des graines (PICASSO, 1984) fait des semis le mode de régénération privilégié de l'espèce.

Par contre *Bombax costatum*, une autre espèce non moins importante des parcs prisée surtout pour ses fleurs, se régénère mieux par drageons (BELEM et al., 2008). Le karité a également une capacité élevée à régénérer les pieds coupés par la formation de rejets comme l'a déjà soutenu BONKOUNGOU (1987). En jachère, la quasi absence de rejet de souche traduit l'absence de coupe des pieds de karités. Du fait de la proximité de la forêt classée du Nazinon soumise à exploitation pour le bois énergie, les paysans disposent d'une gamme variée d'espèces pour s'en procurer, épargnant ainsi les jachères.

3.4 Suivi des plantules au cours de l'année

Cette partie analyse le comportement végétatif de la régénération du karité entre décembre 2008 et septembre 2009. Les plantules de *V. paradoxa* comportent souvent plusieurs brins ou tiges chacune. Nous considérons comme individu l'ensemble des brins issus d'une seule tige. De cette manière, nous avons considéré le nombre de plantules dont au

moins une tige était vivante en début décembre 2008 (début de la saison sèche) comme celui de la population initiale (100%).

3.4.1 Evolution du nombre de plantules

3.4.1.1 Jeunes champs

La courbe moyenne (en rouge) montre une diminution progressive du nombre de plantules jusqu'en mai. Ainsi, le nombre total de plantules pour les trois jeunes champs est passé de 272 à 49 soit une perte moyenne de 80 %. Suivant la parcelle, seules 3 % à 20 % des plantules ont survécu entre décembre et mai (Fig. 40). À partir de mai, on observe une repousse importante de plantules jusqu'aux mois de juin ou de juillet selon la parcelle, suivie d'une nouvelle baisse des effectifs en juillet ou en août. Cette forte diminution correspond à la date de labour de la parcelle qui provoque la coupe de l'appareil aérien des plantules, voire leur arrachage. Après le labour, certaines plantules repoussent. Le labour élimine beaucoup de plantules et en épargne peu.

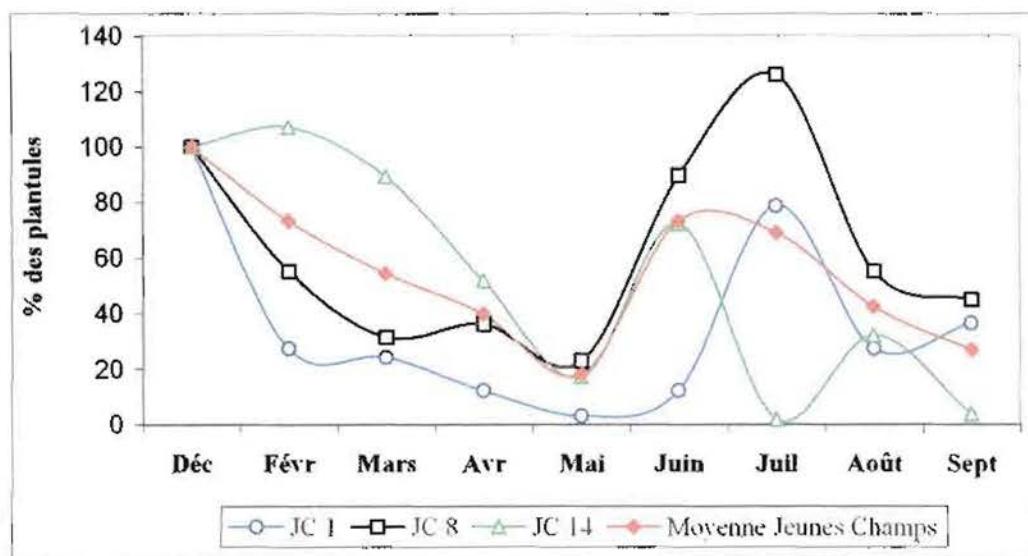


Figure 40 : Evolution du pourcentage des plantules dans les jeunes champs

3.4.1.2 Champs d'âge intermédiaire

La baisse du nombre de plantules est progressive de décembre à mai et similaire à ce que l'on a observé pour les jeunes champs (Fig. 41). Suivant la parcelle, 70 % à 98 % des tiges ont séché entre décembre 2008 et mai 2009, la moyenne étant de 80 %. Une brusque augmentation est observée au mois de juin sur les trois parcelles. Le labour sur les parcelles au cours du mois de juin explique le peu de plantules notées en juillet. 24 % des plantules de juin sont retrouvées en juillet. Entre deux labours, une légère remontée du nombre de

plantules peut être observée. En septembre, seules 23 % des plantules demeurent toujours dans ces parcelles.

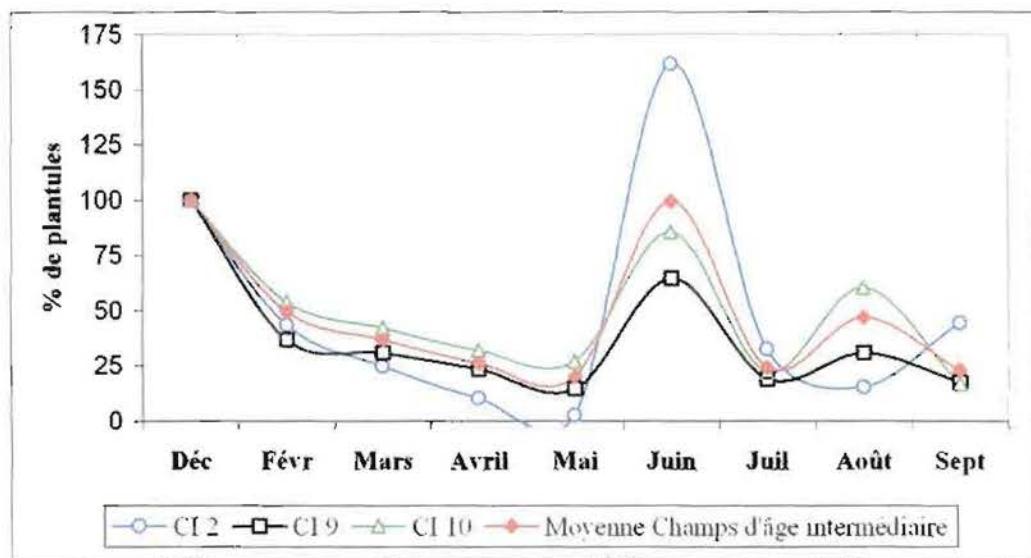


Figure 41 : Evolution du pourcentage des plantules dans les champs d'âge intermédiaire

3.4.1.3 Vieux champs

Dès le mois de février, nous notons une très brusque diminution du nombre de tiges dans les parcelles N°5 (en bleu) et N°18 (en vert) (Fig. 42) où il ne restait respectivement que 7 % et 6 % de plantules. Par contre, le comportement de la parcelle N°12 (en noir) est assez différent. Il s'agit d'un vieux champ de brousse contrairement aux deux premiers qui sont des champs de case. Le nombre de plantules y est plus important. Les récoltes s'y sont faites plus tardivement et il subit moins de piétinement de la part des hommes et des animaux subissant ainsi une pression moindre

De nouvelles repousses s'observent ici aussi après les premières pluies. En juillet, le nombre initial de plantules est non seulement retrouvé mais est largement dépassé atteignant 260 % et 360 % respectivement dans les parcelles N°12 (en noir) et N°18 (en vert). Ces deux dernières parcelles ont été tardivement cultivées, d'où la baisse tardive des effectifs des plantules. A l'opposé, les fluctuations de la courbe de la parcelle N°5 (en bleu) témoignent des fréquences des labours dès juin. En tout, seulement 34 % des plantules sont retrouvées en septembre.

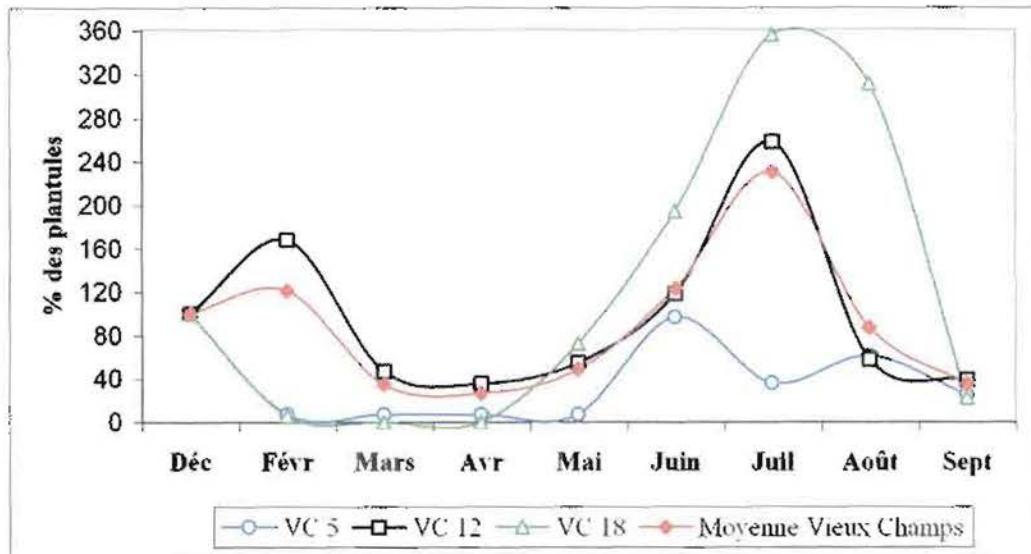


Figure 42 : Evolution du pourcentage des plantules dans les vieux champs

3.4.1.4 Jeunes jachères

De décembre 2008 à mars 2009, seules 35 % en moyenne des plantules ont survécu dans les trois jeunes jachères (Fig. 43). Il faut noter que le passage d'un feu que l'on qualifierait de précoce le 13 décembre 2008 sur la jachère N°15 (en noir) n'a occasionné qu'une disparition de plantules légèrement supérieure à celles des deux autres parcelles non soumises aux flammes. En effet, les chiffres indiquant la part des plantules disparues entre décembre et février ont été de 58,16 %, 51,38 % et 41,49 % respectivement pour les jachères N°15, 17 et 7. La courbe commence à être ascendante en avril pour la parcelle brûlée et en juin pour les deux autres, semblant indiquer que le feu a activé la repousse des plantules. Un pallier s'établit à partir de juin mais avec une légère inflexion en septembre (courbe moyenne) due à une diminution du nombre de plantules sur les parcelles N°7 (en bleu) et 17 (en vert). Les inflexions observées semblent imputables aux traumatismes causés par le bétail (piétinement et/ou broutage).

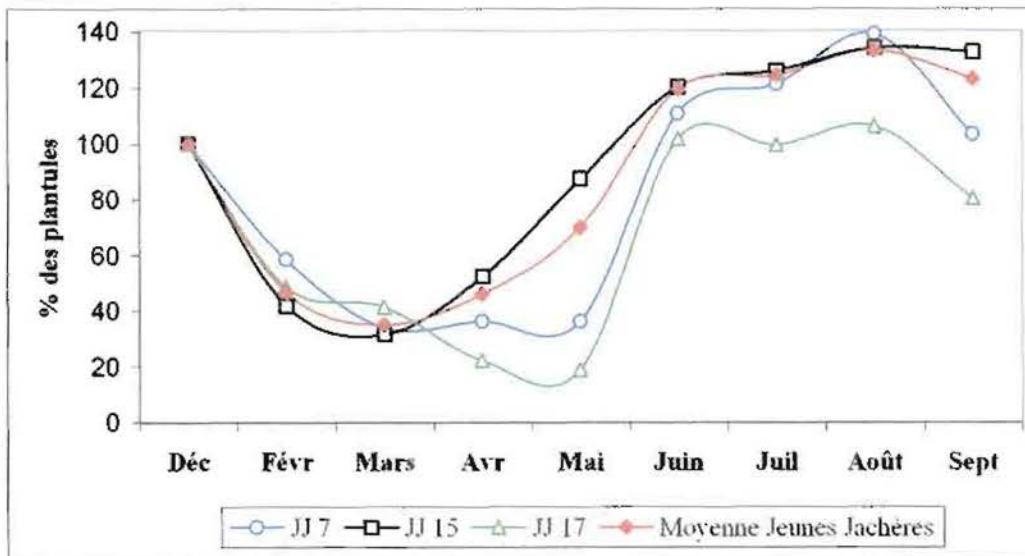


Figure 43 : évolution du pourcentage des plantules dans les jeunes jachères

3.4.1.5 Jachères d'âges intermédiaires

Comme dans les jeunes jachères, la diminution du nombre de plantules se fait de manière progressive jusqu'en mars avant de peu varier entre mars et avril comme on peut le voir sur la courbe moyenne en rouge (Fig. 44). Un feu de brousse passé le 22 février sur la parcelle n°3 a décimé de nombreuses plantules. Entre février et mars, nous y avons noté la disparition de 70% des plantules de *V. paradoxa*. Les effectifs connaissent une augmentation à partir de mai avant de se stabiliser dans les mois de juillet, août et septembre. On note que, sur les parcelles brûlées, seules 78 % des plantules ont repoussé.

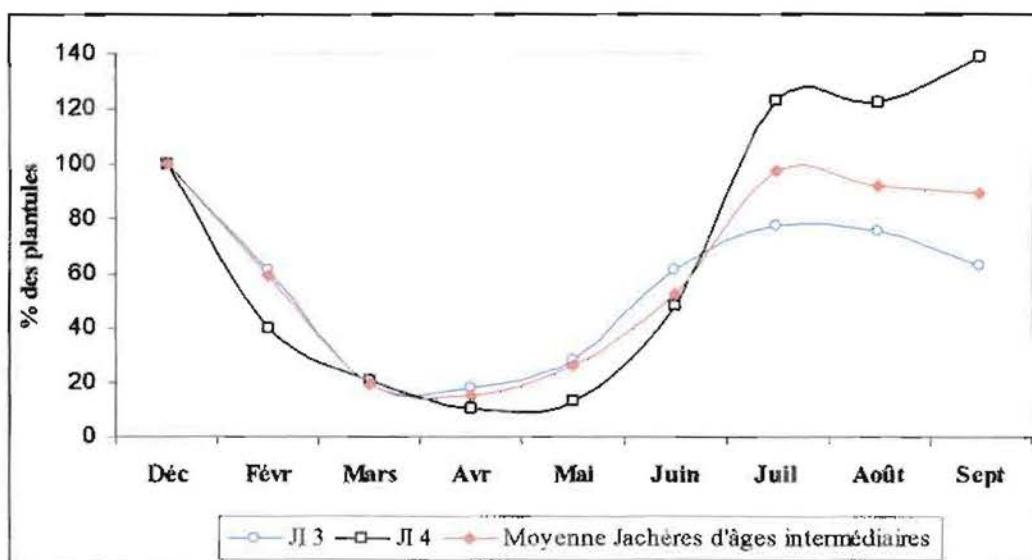


Figure 44 : Evolution du pourcentage des plantules dans les jachères d'âges intermédiaires

3.4.1.6 Vieilles jachères

Entre décembre et avril, l'effectif moyen des plantules a chuté de 80 % comme le montre la courbe moyenne en rouge de la figure 45. Le feu est passé le 10 janvier dans la parcelle n°13 (en noir) et le 1^{er} février dans la parcelle n°16 (en vert) n'épargnant respectivement que 30 % et 4 % des tiges. Cependant, on note une disparition également forte et brutale dans la parcelle n°6 (en bleu) entre décembre et février même si elle n'a subi aucun feu. Entre décembre et mai, 91 % des plantules ont séché. L'augmentation du nombre et le retour à l'effectif initial des plantules ont été observés entre mai et juillet, excepté sur la parcelle N°16 en vert. Sur cette dernière, la repousse des nouvelles tiges a été progressive de mars à juin montrant l'effet anticipateur du feu de février. En juillet, un pallier qui s'establi au dessus du niveau initial s'observe sur toutes les parcelles : jachère n°16 : 220 %, jachère n°6 : 125 % et jachère n°13 : 115 %.

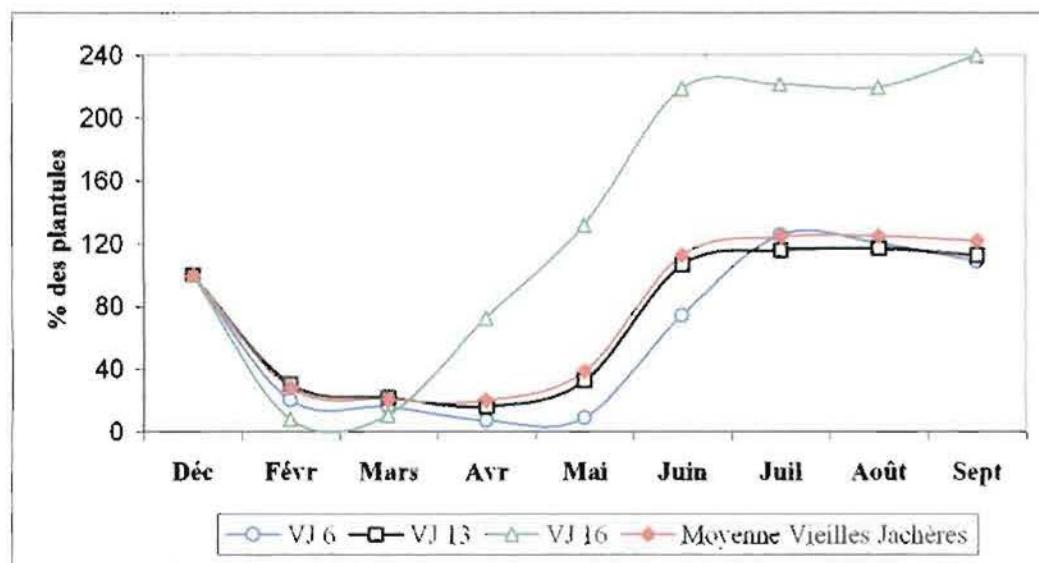


Figure 45 : Evolution du pourcentage des plantules dans les vieilles jachères

3.4.1.7 Analyse

Une ANOVA effectuée sur l'ensemble des pourcentages des plantules retrouvées chaque mois donne les résultats présentés dans le tableau IV. A chaque période, le coefficient de corrélation R indique la part de la variabilité des pourcentages des plantules expliquée par les types de parcelle pris simultanément.

Tableau IV: Analyse de variance des pourcentages de plantules retrouvées chaque mois dans les différents types de parcelle

Mois	R (%)	F de Fischer	P
Février	37,9	0,370	0,859 (NS)
Mars	60,2	1,251	0,350 (NS)
Avril	47,3	0,634	0,678 (NS)
Mai	52,1	0,820	0,560 (NS)
Juin	63,1	1,458	0,279 (NS)
Juillet	69,9	2,100	0,142 (NS)
Août	65,7	1,671	0,222 (NS)
Septembre	84,6	5,517	0,009 (S)

P \leq 0,05 : significative (S); P > 0,05 : non significative (NS).

Le tableau V récapitule pour chaque type de parcelle l'évolution du nombre des tiges vivantes exprimé en pourcentage par rapport à l'effectif de décembre. Les types de parcelle portant la même lettre sur la même colonne ne sont pas significativement différents au seuil 5 % (Test LSD de Fischer).

Tableau V: Dynamique d'évolution du nombre des tiges vivantes des plantules exprimé en pourcentage par rapport à l'effectif de décembre dans chaque type de parcelle

TYPES DE PARCELLES	POURCENTAGE DE TIGES VIVANTES								
	Déc.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept
Jeunes champs	100	73,2 ^a	54,4 ^a	39,7 ^a	18,0 ^a	73,2 ^a	69,1 ^b	42,3 ^a	26,8 ^b
Champs interm.	100	49,5 ^a	36,9 ^a	26,2 ^a	20,2 ^a	99,4 ^a	24,1 ^b	46,9 ^a	23,0 ^b
Vieux champs	100	121,0 ^a	34,6 ^a	26,4 ^a	48,4 ^a	123,0 ^a	230,0 ^a	86,8 ^a	34,6 ^b
Jeunes jachères	100	46,7 ^a	35,0 ^a	45,9 ^a	69,8 ^a	119,3 ^a	124,1 ^{a b}	133,0 ^a	123,0 ^a
Jachères interm.	100	59,5 ^a	19,6 ^a	15,5 ^a	26,5 ^a	52,6 ^a	97,3 ^{a b}	91,6 ^a	89,3 ^{ab}
Vielles jachères	100	28,0 ^a	20,5 ^a	19,9 ^a	38,2 ^a	112,8 ^a	124,4 ^{a b}	124,9 ^a	121,9 ^a

Avant le mois de septembre, il n'existe pas de différence significative entre les pourcentages de plantules retrouvées chaque mois dans les différents types de parcelles. C'est uniquement en septembre qu'une différence hautement significative ($P = 0,009$; $R = 84,6$) apparaît entre les parcelles. Il s'agit du mois où les plantules sont à leur effectif maximal dans les jachères et où les labours sont effectifs dans tous les champs.

Les plus faibles pourcentages ont été enregistrés en avril et en mai ; la valeur la plus petite est détenue par les jachères d'âges intermédiaires (15,5% en avril). D'après le test LSD de Fischer, ces chiffres ne sont pas significativement différents, de février à juin, selon qu'on a à faire à un champ ou à une jachère quelque soit son âge. En septembre, on remarque que tous les champs se ressemblent et toutes les jachères aussi, sauf que les jachères d'âges intermédiaires présentent une situation médiane entre champs et jachères. En rappel, les jachères d'âges intermédiaires se sont démarquées des autres du fait principalement de la repousse de seulement 75 % des tiges dans la parcelle N°3 suite au passage du feu. En conclusion, pour l'aspect taux de survie des tiges, c'est plutôt les paramètres champ ou jachère qui l'influence plus que les âges des parcelles.

3.4.2 Discussion

Le suivi des individus les plus vulnérables que constitue la régénération, nous a fourni des résultats expliquant la situation actuelle de la dynamique des karités. D'une manière générale, en présence ou en absence de facteurs anthropiques (labours, feu), les tiges de certaines plantules se dessèchent.

En champs, les mois les plus critiques ont été avril et mai. On n'observait plus en mai que 18 % et 20 % des plantules recensées en décembre respectivement dans les jeunes champs et les champs d'âge intermédiaire. Pour les vieux champs, seuls 26 % des plantules sont restés vivants en avril.

Les nombres de plantules (chaque plantule est représentée par une tige) dans le jeune champ n°8, le champ d'âge intermédiaire n°2 et les vieux champs n°12 et n°18 ont dépassé leur niveau initial (100 % correspond à décembre) à la reprise de la végétation sans qu'il y ait de nouveaux recrues par semis. Cela pourrait s'expliquer par trois raisons:

- 1) Bien que nous ayons commencé nos inventaires à un moment où les champs sont bien dégagés, certaines tiges étaient déjà sèches et, de ce fait, n'ont pas pu être prises en compte. La repousse des plantules au retour de l'humidité expliquerait alors le surplus observé.
- 2) La levée de certaines plantules de la campagne 2008 a été reportée à des périodes plus propices débutant en mai-juin 2009. En effet, ZERBO (1987) a montré que la levée des plantules de karité, bien qu'elle commence dès la 5^{ème} semaine, s'étale bien au delà. En période froide, elle s'annule et reprend en période chaude correspondant à la période de

feuillaison du karité si bien que des levées ont été observées en début mai soit 8 mois après la mise en terre. KELLY (2005) rapporte également ces résultats : sur 1600 graines semées un 5 juillet en Côte d'Ivoire, on a observé 9 à 60 % de levées le 30 novembre et 38 à 77 % au 31 décembre.

3) Les récoltes des cultures (octobre - novembre) pourraient avoir aussi entraîné la destruction de l'appareil aérien des plantules présentes en fin de campagne agricole dans les champs.

La situation dans les jachères présente des points communs et des différences avec les champs. Dans toutes les jachères, on note une importante diminution du nombre de plantules présentant des signes de vie suivie d'une nouvelle augmentation des effectifs à partir de mai suite aux premières précipitations.

Dans les jeunes jachères N°7 et N°17, la chute des effectifs a été plus étalée et le nombre initial de tiges est rétabli en un mois correspondant à mai. Par contre dans la jeune jachère N°15, la repousse des plantules a été beaucoup plus progressive et cela dès avril. Cela s'explique par le fait que la parcelle N°15 a subi le passage d'un feu en décembre. C'est notamment la repousse de certaines plantules brûlées dès avril qui est à l'origine de la remontée au cours de ce mois. La légère inflexion en août (jachères N°7 et N°17) est due à l'abondance des herbacées dans ces parcelles rendant difficile la détection complète de toutes les plantules. Certaines tiges ont par ailleurs été coupées par le bétail qui y pâture. On peut ainsi dire que le nombre de plantules est stationnaire à partir de juin.

L'observation de la jachère d'âge intermédiaire N°3 permet de dire que la date (22 février) de passage du feu a eu un impact négatif sur la régénération. Les plantules ne se sont pas toutes régénérées. En effet, plus on s'éloigne de la saison humide, plus les feux sont violents (SCHMITZ et al., 1996).

Le feu est également passé le 1^{er} février dans la vieille jachère N°16 consumant presque totalement les juveniles. Comme dans la jeune jachère N°15, la repousse avait déjà démarré deux mois avant les pluies (avril). La comparaison avec les deux vieilles jachères N°13 (brûlée le 13 décembre) et N°6 (non brûlée) nous amène à dire que l'effet du feu tardif se traduit par un échelonnement de la repousse des plantules sur plusieurs mois. Les raisons liées à l'assèchement des plantules dès décembre et la levée tardive de certaines d'entre elles, évoquées plus haut, expliqueraient ici également l'établissement des paliers au dessus de 100 %.

De février à juin, on ne trouve pas de différence significative entre les types de parcelle pour la proportion des tiges vivantes. En effet, les plantules supportent difficilement le manque d'eau et les fortes températures qui s'étalent sur plusieurs mois. Cela est aggravé par la petitesse de la plupart des plantules aussi bien dans les champs que dans les jachères, qui n'ont pas suffisamment de réserves pour supporter la dessiccation. C'est quand la saison

pluvieuse est bien installée que l'on observe un accroissement du coefficient de corrélation (R est proche de 70 % en juillet), ce qui signifie que d'autres facteurs contraignant la survie des plantules (climatiques notamment) et non liés au type de parcelle sont bien levés. Suite à la repousse optimale des plantules, on observe une différence très significative ($P = 0,009$; $R = 84,6$) en septembre entre les champs et les jachères due au labour dans les premiers.

3.4.3 Recrutement par semis et mortalité

Jusqu'en septembre nous n'avons observé aucune plantule de l'année c'est-à-dire issue de la germination des graines de la présente campagne (Fig. 46).



Figure 46: Graines en germination dans une jeune jachère de 6 ans (Photo : S. A. KABORE Sobaka)

L'état des parties aériennes des plantules de *V. paradoxa* est tel qu'il est difficile de déterminer chaque mois les taux de mortalité réelle des plantules. En effet, compte tenu du mode de développement des plantules du karité (dessèchement des tiges en saison sèche puis poussée d'autres tiges en début d'hivernage) (BONKOUNGOU, 1987 ; OUEDRAOGO 1994, HALL et al., 1996), il n'est pas possible, de pouvoir dire qu'un individu dont la tige est totalement sèche ou réduite en cendre est mort puisqu'elle peut repousser ultérieurement. Autrement dit, la disparition de la tige, traitée plus haut, ne signifie pas nécessairement celle de la plantule toute entière. Les taux de mortalité des plantules (Tableaux VI) doivent être déduits des valeurs maximales obtenues après la reprise de la végétation en début mai.

Tableau VI : Taux de mortalité (en %) des plantules de *V. paradoxa* autres que rejets de souches entre décembre et juillet

Types de parcelles	Jeunes champs			Champs d'âges intermédiaires			Vieux champs		
N° parcelle	1	8	14	2	9	10	5	12	18
Taux de mortalité	21	0	28	0	35	16	5	0	0
Types de parcelles	Jeunes jachères			Jachères d'âges intermédiaires.			Vieilles jachères		
N° parcelle	7	15*	17	3*	4	6	13*	16*	7
Taux de mortalité	0	0	0	23	0	0	0	0	0

*15 : parcelle brûlée le 13 décembre 2008

*13 : parcelle brûlée le 10 janvier 2009

*16 : parcelle brûlée le 1^{er} février 2009

*3 : parcelle brûlée le 22 février 2009

Les feux tardifs (fin février) sont très meurtriers pour la régénération. En effet, la mortalité des plantules, nulle dans les autres jachères non soumises au feu ou brûlé plus précocement (décembre - janvier), a atteint 23 % sur la parcelle N°3. C'est également le constat de SENOU (2000) qui écrit que les feux de brousse surtout tardifs détruisent toute forme de régénération et ralentissent la croissance aérienne. Des études sur l'impact du feu sur plusieurs espèces ont montré son rôle néfaste pour leur régénération (GAMPINE et BOUSSIM, 1995 ; THIOMBIANO, 1997 ; BASTIDE et OUEDRAOGO, 2008). En dehors du feu, les autres facteurs (Types de parcelles, sécheresse...) semblent n'affecter aucunement la survie de la partie souterraine des juvéniles, celle-ci continue à vivre pendant les moments les plus critiques de l'année. Cette capacité de survie des plantules est vraiment indispensable dans un contexte d'aridité de plus en plus marquée. *V. paradoxa* a donc des limites de tolérance assez larges. Cependant, cette simple survie ne suffit pas pour avoir un meilleur rajeunissement des populations. La survie et la saine croissance des tiges constituent une condition *sine quo non* à l'obtention d'individus adultes.

Jusqu'en septembre, l'absence de plantules issues de semis de la campagne 2009 malgré un début précoce de la production fruitière en mai, suggère l'importance du ramassage des noix dans les champs. Cela limiterait considérablement les possibilités maximales de germination des fruits sur ces parcelles. Le même constat en jachère aurait pour explication la prédation déjà notifiée par BATIONO (1996) et/ou le transport par ruissellement des fruits loin des jachères, et la faible production fruitière des karités des vieilles jachères (LAMIEN,

2006). A cela s'ajoute la levée tardive des plantules qui débute autour du 40^{ème} jour suivant la germination (PICASSO, 1984 ; ZERBO 1987). Ainsi seuls les fruits tombés assez tardivement, ayant échappé à toutes ces contraintes et pouvant bénéficier d'au moins un mois et demi d'humidité auront le privilège de former de nouvelles plantules. Pour notre zone d'investigation, les mois les mieux indiqués pour l'étude des nouveaux recrus par semis de *V. paradoxa* semble être octobre et novembre.

3.4.4 Croissance des plantules

L'effectif des plantules dont les mêmes tiges ont pu être mesurées chaque mois, du début (décembre) à la fin du suivi (septembre), n'a pas été statistiquement suffisant pour le calcul des taux de croissances mensuels. Cela nous a conduit à raisonner suivant les hauteurs moyennes notées au début de l'inventaire et celles obtenues avant le mois des premiers labours pour les champs (mai pour les jeunes champs et juillet pour les autres champs) et en septembre pour les jachères. Les résultats sont portés par la figure 47. Ils concernent uniquement les plantules autres que les rejets de souches. La comparaison se fait entre décembre et le dernier mois. Il n'était plus possible de suivre la croissance des mêmes tiges au delà d'avril pour les jeunes champs et juin pour les autres champs car les plantules sont continuellement coupées. Une même lettre portée pour le mois de décembre et pour le dernier mois signifie que les différences entre les moyennes des hauteurs des plantules retrouvées à ces dates ne sont pas significatives (test t de Student à un seuil de risque de 5%).

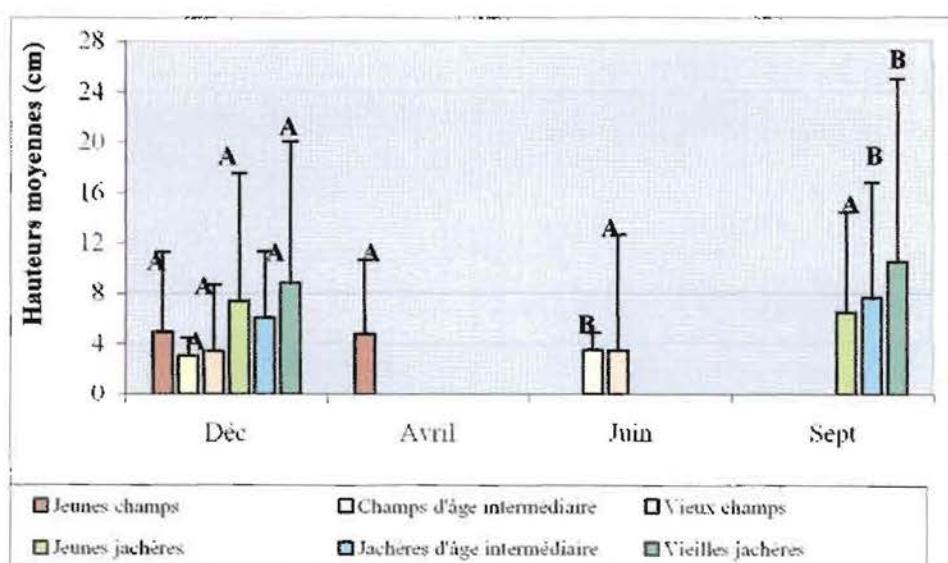


Figure 47: Variations de la hauteur moyenne des plantules dans les différents types de parcelle en fonction du temps

La hauteur moyenne des plantules n'a pas significativement varié dans les jeunes champs, les vieux champs et les jeunes jachères. Par contre, cette différence (0,5 cm) est significative dans les champs d'âge intermédiaire. Dans les jachères d'âges intermédiaires et les vieilles jachères, elle s'est significativement accrue respectivement de 1,6 cm et 1,7 cm. En moyenne, le diamètre au collet des plantules n'a pratiquement pas varié sur toutes les parcelles.

Dans l'ensemble, ces résultats, bien qu'exprimant une vue globale de la croissance des plantules (celles ayant moins de 1 m de hauteur en décembre et suivies tout au long des mois) montre clairement que la taille des individus a peu varié au cours du suivi d'autant plus que beaucoup de tiges n'ont pas été constamment vivantes (Fig. 48). Toutefois, la croissance en hauteur reste meilleure dans les jachères d'âges intermédiaires et les vieilles jachères que dans les autres parcelles.



Figure 48 : Plantule repoussée après avoir été calcinée, la flèche montre l'ancienne tige morte (Photo: S. A. KABORE, Sobaka, septembre 2010)

3.4.5 Discussion

La lenteur de la croissance de *V. paradoxa* déjà évoquée par plusieurs auteurs (PICASSO, 1984 ; BONKOUNGOU, 1987 ; HALL et al., 1996) est ici confirmée par la faible augmentation des hauteurs et des diamètres moyens des plantules, voire leur quasi stagnation, durant tout le temps de suivi.

Avant la remise en culture des champs, les plantules, du fait de la lenteur de leur croissance, n'augmentent pas assez en taille pour attirer l'attention et inciter le producteur à les "respecter" (épargner) lors du nettoyage et des labours des parcelles. Par contre, OUEDRAOGO (1995) reconnaît que du fait du fardeau que le rabattage répété des plantules

de *Faidherbia albida* qui croissent plus vite que celles de *V. paradoxa* inflige aux paysans, un certain nombre d'entre elles étaient tout simplement laissées à leur libre croissance.

Bien que les meilleures croissances soient observées dans les jachères d'âges intermédiaires (1,6 cm) et dans les vieilles jachères (1,7 cm), celles-ci demeurent tout de même faibles. On peut y noter une forte hétérogénéité dans la croissance des individus. Certains plants n'ont pas varié en hauteur, d'autres par contre ont doublé la leur dans l'intervalle du temps du suivi (10 mois). Même si nos résultats traduisent une vue moyenne de la croissance des plantules *in situ* où elle est contrariée par les facteurs pédoclimatiques stationnels, l'accroissement en taille des plantules des jachères d'âges intermédiaires et des vieilles jachères de 1,7 cm en 10 mois reste inférieur aux résultats de ZERBO (1987). Cet auteur a trouvé que la hauteur moyenne des plantules de karité a augmenté de 3,5 cm entre octobre et avril (5 mois) soit une croissance moyenne de 0,13 cm / semaine. L'une des raisons découlerait du fait que ZERBO (1987) a utilisé des plantules transplantées en mottes.

Le rôle de la jachère comme alternative pour restaurer les populations du karité dans les parcs agroforestiers (OUEDRAOGO, 1994 ; OUEDRAOGO et DEVINEAU, 1996), bien que mis en exergue par le présent travail, nous dévoile du coup ses limites car la longue saison sèche et le feu y constituent des facteurs qui contrecarrent la croissance optimale des individus. Ces feux de brousse (accidentels) qui atteignent les jachères représentent alors une menace pour la bonne régénération de l'espèce parce que sans croissance il n'y a pas de restauration des adultes. Pour appuyer d'avantage cette allégation, des plantules issues de noix de karités expérimentalement semées en juillet 1999 en Forêt classée du Nazinon, annuellement parcourue par le feu, ne mesurent que 4 cm de hauteur, 2 mm de diamètre à la base en mai 2009 (BASTIDE, *com. pers.*). La tige est continuellement réduite en cendre chaque année. Celles qui sont épargnées dans les jachères sont situées sur des parties non atteintes par les flammes : emplacements moins enherbés, termitières... La croissance des plantules est certes lente en pépinière et sur le terrain, mais une protection bien menée contre les effets néfastes d'éventuels feux ou de la coupe lors des travaux, voire une vraie assistance de la régénération en champs par un arrosage durant la période sèche optimiseront certainement le plein développement de ces pieds.

DUPRIEZ et LŒNER (1993) indiquent qu'un balivage drastique effectué sur les jeunes neems (*Azadirachta indica*) les forcent à monter en hauteur. Par suite de l'émondage, seule une petite houppe de feuilles subsiste au sommet du pied, autour du bourgeon terminal. Celui-ci a tendance à croître vers le haut en vue de produire les feuilles dont l'arbre a besoin. Certes, *V. paradoxa* est loin d'avoir les caractéristiques du neem du point de vue de la vitesse de croissance des pieds mais de telles méthodes pourront lui être adaptées sur les individus qui s'affranchiront d'une certaine taille (autour d'un mètre de haut).

3.5 Relation entre la densité du karité et les autres ligneux

3.5.1 Résultats de l'ACP

Le but recherché avec l'ACP est de voir dans quelle mesure la prise en compte simultanée de certaines variables notées sur nos parcelles pouvait se révéler importante pour la dynamique du karité sur les différents types de parcelle. Au seuil alpha = 5 %, les valeurs en gras (hors diagonale) du tableau VII indiquent des corrélations significatives existant entre les variables concernées ($dk \geq 1$, drk, dla, %rkva).

Tableau VII : Corrélations entre les densités du karité et de celles des autres ligneux

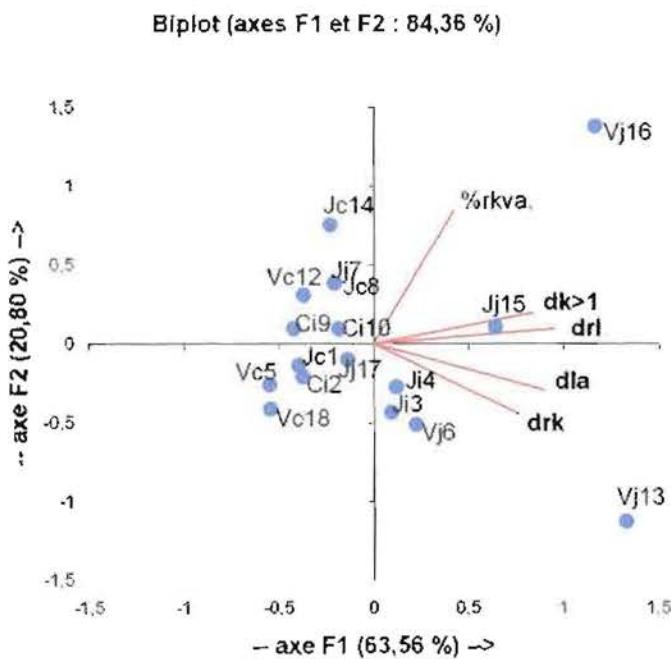
	$dk \geq 1$	drk	dla	drl	%rkva.
$dk \geq 1$	1				
drk	0,442	1			
dla	0,630	0,757	1		
drl	0,802	0,609	0,830	1	
% rkva.	0,377	0,077	0,152	0,435	1

Légende :

- $dk \geq 1$: densité des karités de 1 m et plus de hauteur
- drk : densité de la régénération du karité
- dla : densité des adultes des autres espèces ligneuses
- drl : densité de la régénération des autres espèces ligneuses
- %rkva : pourcentage de la régénération du karité vivant en avril par rapport au nombre de plantules de décembre.

Le tableau VII met en évidence une forte corrélation entre les densités des karités de taille inférieure à 1 m (drk) et de 1 m et plus ($dk \geq 1$) et celles de la régénération (drl) et des adultes des espèces ligneuses (dla). La densité de la régénération du karité (dak) n'est pas liée à celle des karités de 1 m ou plus de hauteur ($dk \geq 1$) contrairement aux autres ligneux. Le pourcentage de la régénération du karité vivant en avril (%rkva) est indépendant des autres variables.

L'ACP nous a fourni le plan suivant (Fig. 49) :



Légende :

dk ≥ 1	: densité des karités de 1 m ou plus de hauteur
drk	: densité de la régénération du karité
dla	: densité des adultes des autres espèces ligneuses
drl	: densité de la régénération des autres espèces ligneuses
%rkva	: pourcentage de la régénération du karité vivant en avril par rapport à leur nombre de décembre
Jc	: jeune champ
Ci	: champ d'âge intermédiaire
Vc	: vieux champ
Jj	: jeune jachère
Ji	: jachère d'âge intermédiaire
Vj	: vieille jachère

Figure 49: Plan 1-2 de l'ACP

Les variables qui contribuent le plus à former l'axe 1 (63,56 % de l'inertie totale expliquée par les axes) sont : la densité de la régénération des autres ligneux (drl) (28,4 %), celle de leurs adultes (dla) (25,5 %) et la densité des karités d'au moins 1 m de hauteur (dk ≥ 1) (22,1%). Pour les individus (types de parcelle), ce sont les vieilles jachères Vj13 (35,4%) et Vj16 (27,3 %) qui sont les plus déterminantes à la formation du premier axe.

Le 2^{ème} axe ne représente que 20,8 % de l'inertie totale expliquée par les axes, il est donc peu important. La variable qui a le plus contribué à son élaboration est la proportion des plantules de karité vivantes en avril (%rkva) (68,5%).

Le plan engendré par les deux premiers axes de l'ACP montre une nette opposition entre les champs (à gauche du graphique) dans lesquels toutes les variables ont des valeurs faibles et les vieilles jachères (à droite du graphique) où leurs valeurs sont élevées. Parmi les vieilles jachères, Vj 13 se démarque par une plus forte densité en plantules de karité. Quant à

Vj 16, elle se caractérise par un pourcentage plus élevé des plantules retrouvées en avril. Vj 6 se rapproche plus des jachères d'âges intermédiaires.

À travers les variables prises en compte dans la présente analyse, les vieilles jachères se révèlent propices à un dynamisme positif du karité et à la restauration des populations de ligneux en général.

3.5.2 Discussion

L'absence de corrélation significative entre le pourcentage de plantules de *V. paradoxa* restées vertes en avril et les autres variables semble indiquer que globalement ces plantules ne bénéficient pas (pour ce caractère) d'une protection particulièrement efficace vis-à-vis de la présence des ligneux : protection contre la brûlure du soleil en créant un microclimat plus clément. La densité des plantules de karité n'a pas de lien avec celle des karités d'au moins 1 m de hauteur. Par contre, la densité de la régénération du karité se trouve corrélée avec celles de la régénération et des adultes des autres espèces ligneuses. Cela semble indiquer l'existence de liens entre l'état du peuplement ligneux présent sur les parcelles et les capacités d'établissement de la régénération du karité par ces parcelles. On peut attribuer la particularité de la Vj 16 (faible pourcentage de la régénération du karité vivant en avril) au fait qu'elle a été brûlée tardivement, ce qui a eu un impact négatif sur le nombre de plantules restées toujours vertes en avril.

3.6 Enquête sur les pratiques agricoles

3.6.1 Résultats

Il ressort de l'enquête que les champs du terroir de Sobaka sont cultivés en continu en moyenne depuis 12 ans, les plus vieux le sont depuis plus de 25 ans. Les terrains abandonnés en jachères le sont depuis 10 ans en moyenne. La forêt classée du Nazinon abrite un grand nombre de vieilles jachères. Ces dernières sont d'anciennes exploitations d'agriculteurs qui s'y étaient illégalement installés et qui ont été déguerpis en 1989 - 1993. 65 % des enquêtés disent ne pas pratiquer l'alternance champ-jachère par manque de terres cultivables.

Le sorgho, le petit mil, le maïs, le niébé, le sésame, l'arachide et le coton sont les principales cultures. Tous les enquêtés (100 %) utilisent la charrue (culture attelée) et la daba comme outils de travail. Les cultures ne bénéficient ni d'engrais chimiques ni de pesticides sauf sur les parcelles de coton (Champs n°14). Les champs N° 1, 2, 5, et 14 bénéficient d'un amendement en fumure organique. Les récoltes de noix de karités se font exclusivement par

les femmes et les enfants. Les pieds de karités ne bénéficient d'aucune protection particulière. Toutefois, 30 % des personnes citent la protection contre le feu mais sans aucun dispositif perceptible. 43 % des personnes affirment épargner les plantules de karité lors des travaux champêtres et 57 % disent ne pas le faire pour des raisons pratiques de protection des plantules durant les labours. Les Loranthacées sont récoltées par 70 % des enquêtés qui les utilisent principalement comme fourrage pour les caprins.

3.6.2 Discussion

Plus de la moitié (57 %) des enquêtés disent ne pas épargner les plantules de karité lors des travaux champêtres. Plusieurs auteurs ont auparavant rapporté l'inexistence de la protection des jeunes individus dans les champs dans des régions différentes (GUINKO, 1984 ; BONKOUNGOU, 1987 ; OUEDRAOGO, 1995 ; HALL et al., 1996 ; KELLY, 2005). Le manque d'adéquation entre labour et protection des plantules est systématiquement évoqué par les paysans pour justifier les difficultés d'épargner quelques plantules. Dans les faits, aucune plantule n'est épargnée au vu de la structure des juvéniles dans tous les champs. Les outils aratoires (charrue, daba) et les types de cultures adoptés (céréales principalement) ne nous semblent pas constituer un handicap majeur, dans la pratique, à préserver quelques jeunes individus. En effet, c'est plutôt la volonté du paysan qui pourrait primer quant à la convenance de sauvegarder les jeunes individus. L'utilisation de fumure organique sur certaines parcelles (champs N°1, 2, 5, et 14) pourrait constituer un atout pour la croissance plus rapide des plantules que l'on y préserveraient éventuellement.

La jachère ne constitue plus un mode de gestion des parcelles pour 65 % des personnes et la tendance est à la disparition complète de la mise en repos momentanée des champs. C'est le cas des parcelles N°5 et N°18 continuellement cultivées depuis plusieurs années au milieu des cases. SOME (1992) notait que de l'avis du paysan, il lui serait difficile de concevoir autrement son terroir sans la jachère qui a toujours eu sa place dans l'organisation et la structuration de Sobaka. L'une des raisons, qui résidait dans la disponibilité des terres (SOME, 1992), n'est plus à l'ordre du jour présentement. Cependant, nous avons montré effectivement que la jachère est un lieu privilégié pour le rajeunissement de la population de karités. Que faire si la jachère disparaissait ? GUINKO (1984) prône plutôt l'impérieuse nécessité de la protection des pieds de toutes tailles dans les champs alors que les vieux pieds improductifs souvent parasités par les Loranthacées doivent être éliminés au profit des jeunes que l'on laissera se développer. Quant à ALEXANDRE (2002), il trouve que la technique consistant à semer le karité en bordure de champs, le long des diguettes antiérosives, fonctionne et semble bien acceptée. Nous avons montré que les champs abritent

un nombre assez élevé de plantules qui pourraient suffir à une éventuelle restauration de l'équilibre entre vieux karités et jeunes pieds si elles étaient entretenues. LAFLEUR (2008) pense que le renouvellement de la ressource karité peut être assuré par l'identification, la protection et la stimulation de la croissance des pieds qui se régénèrent naturellement dans les champs. Cette technique appelée *régénération naturelle assistée* consiste à repérer les jeunes ligneux à l'aide de piquets peints pour les rendre plus visibles et de les protéger contre la dent du bétail, le travail du sol et le feu (BOFFA, 2000 in LAFLEUR, 2008). Lors de la remise en culture des jachères, il pourrait se poser le risque que l'exploitant ne préserve uniquement que des pieds encore plus vieux au détriment des jeunes adultes formés qui sont alors abattus. Cette contradiction a été effectivement constatée sur le terrain par SENOU (2000). La sensibilisation par les acteurs spécialisés, déjà menée sur les changements de comportements à adopter face aux crises environnementales en général, devra être l'outil qui guidera le producteur soucieux de la pérennité de l'agroforesterie dans son ensemble.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La dynamique de régénération de *Vitellaria paradoxa* dans les parcs agroforestiers est influencée par un certain nombre de facteurs que nous avons essayé de cerner. L'un des facteurs majeurs est constitué par les pratiques culturales de l'homme si bien que l'avenir du parc à karité sera lié aux questions foncières et à la démographie humaine dans un avenir peut être peu lointain.

En ce qui concerne notre site d'étude, dans l'hypothèse d'une exploitation "éternelle" des champs, nous osons dire, au vu de la structure de l'espèce dans les champs que le karité disparaîtra totalement des champs à long terme si rien n'est entrepris dès à présent. La tendance régressive du karité en champ à Sobaka est clairement démontrée. En effet, les champs présentent une structure très déséquilibrée entre la régénération et les adultes. Les plantules sont systématiquement rabattues. Les adultes ont quasiment le même âge notamment dans les vieux champs. L'espèce est donc menacée de disparition dans les parcs.

La longévité du karité estimée à 200 ans environ (PICASSO, 1984 ; BONKOUNGOU, 1987), soit approximativement huit (8) générations humaines, semble être perçue comme une éternité des sujets adultes de l'espèce. Et pourtant on peut observer de vieux individus morts sur pied dans les parcs. Plus de 80 % des adultes ont une circonférence à 1,30 m comprise entre 46 cm et 146 cm assimilables à des âges allant de 50 ans à 120 ans si l'on se réfère à NANDNABA (1986). Ces pieds sont en pleine production et le paysan semble mesurer très peu, du moins pour le moment, l'importance du renouvellement du karité dans les parcs. Par contre la régénération est assez bien fournie dans les vieilles jachères. Cependant, la question de la pérennité de la jachère, pratique qui permet la remontée biologique et le rajeunissement de la population du karité, reste une réalité avec laquelle il faudra désormais composer. Le suivi des plantules au cours de l'année nous a fourni des informations expliquant la structure de la population aussi bien en champs qu'en jachères.

L'absence de protection des plantules est une réalité dans les champs. Dans les jachères les plantules peuvent croître mais c'est le feu qui constitue l'handicap majeur à la bonne régénération de l'espèce. Le fait que les plantules régénèrent leurs tiges après le brûlis est une bonne "adaptation" à la sécheresse et au feu.

D'une manière générale à partir du pouls de plantules présentes à la fin de la saison pluvieuse (octobre), la sécheresse et le feu réduisent le nombre de tiges vivantes à son minimum en avril- mai. Les individus séchés se régénèrent et le nombre initial est retrouvé, parfois même dépassé, en juillet.

La proportion très élevée des individus de taille inférieure à 10 cm (90% à 98% selon la parcelle) traduit l'importance en terme d'effectif de la régénération de *V. paradoxa* sur

toutes les parcelles. Cependant, cela ne traduit pas un bon renouvellement des pieds ou du moins n'assure pas la pérennité de l'espèce dans les champs. Nous avons montré à travers la structure verticale de la régénération l'absence de classes de transition vers des pieds adultes avec une présence presque exclusive d'individus de moins de 10 cm de hauteur. Le karité a une croissance lente, c'est l'une de ses spécificités biologiques. Le potentiel séminal baisse avec la durée de mise en culture et ce d'autant plus que de nombreuses noix sont ramassées.

Notre propos n'est pas de dire aux agriculteurs de laisser se développer toutes plantules de karité qui poussent dans leurs champs. Nous disons qu'il faut que l'agriculteur fasse du rajeunissement des karités une de ses priorités culturales en décidant de l'emplacement et du nombre de plants à sauvegarder dans sa parcelle et en s'attelant à leur assurer un plein épanouissement. La lenteur de croissance des pieds de karité est l'une de ses spécificités biologiques. Des observations continues doivent se poursuivre pour comprendre la physiologie de la croissance et les conditions écologiques idoines qui l'accompagnent.

Nous avons montré que la régénération est possible dans les champs mais que c'est dans les jachères qu'elle est bien assurée et qu'elle est influencée par la durée de mise en culture et de mise en jachère. Nos deux hypothèses de départ se sont vérifiées :

- La durée de mise en culture se traduit par une diminution de la densité des pieds, un vieillissement de la population et une diminution du potentiel de régénération.
- La durée de mise en jachère a un effet sur la capacité de restauration des populations de karités. Cela est visible à partir des jachères d'âges intermédiaires (6 - 7 ans) et est net dans les vieilles jachères (15 ans).

En perspective, nous proposons que les points suivants soient abordés :

Perspectives de recherche :

- ☞ Etendre l'étude à d'autres régions et expérimenter les faisabilités et les meilleures modalités d'entretien des plantules au champ.
- ☞ Continuer les investigations pour rechercher les meilleurs matériaux biologiques pouvant réduire la période végétative des jeunes pieds de karité : plants issus d'arbres sélectionnés pour la vitesse de croissance, la qualité de la production fruitière et la résistance aux Loranthacées, transplantations de plantules, boutures, etc.

Perspectives de développement :

- ☞ Promouvoir par de vastes campagnes de sensibilisation et d'encouragement des exploitants agricoles à entreprendre le rajeunissement des karités par des semis de noix (ou d'exploitation des juvéniles déjà établies), des plantations et l'entretien des plantules aux champs.
- ☞ Conseiller la sélection raisonnable de quelques jeunes karités lors des remises en culture des jachères et les protéger dans les champs.
- ☞ Déterminer et conseiller un minimum d'arbres / ha (dont le karité) à épargner lors de toute nouvelle défriche.
- ☞ Faire intégrer l'aspect renouvellement du parc dans tout projet visant la promotion et la valorisation du karité et de ses produits.

Liste bibliographique

- ALEXANDRE D.-Y., 1992.** Amélioration des jachères en zone de savane: l'expérience de reforestation des friches du Nazinon. In : *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Atelier international, Montpellier, 2-5 décembre 1991, pp. 395-403.
- ALEXANDRE D.-Y., 2002.** *Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne. Les arbres des champs du Plateau Central du Burkina Faso.* IRD - Karthala, 220 p.
- ARBONNIER M., 2009.** *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest.* Editions Quæ, 3^{ème} édition, MNHN, 573 p.
- BASTIDE B. et OUEDRAOGO S. J., 2008.** Rejets de *Detarium microcarpum* et feu précoce. *Bois et Forêt des Tropiques*, n° 296 (2), pp. 27-37.
- BASTIDE B. et OUEDRAOGO S. J., 2009m.** Feux précoces et production fruitière de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. en zone sud soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 20 (1e) : e 11- e 19.
- BATIONO B. A., 1996.** *Etude de la régénération séminale des ligneux dans les jachères de Sobaka (Forêt classée du Nazinon, Burkina Faso).* Mémoire de DEA Option Biol. et Ecologie Vég., Univ. de Ouagadougou, 62 p.
- BATIONO B. A., 2000.** *Régénération naturelle et fonctionnement de cinq espèces ligneuses de la forêt classée du Nazinon (Burkina Faso) : Detarium microcarpum Guill. et Perr ; Afzelia africana Sm ; Isoberlinia doka Craib. et Staph. ; Piliostigma thonningii (Sch.) Miln.-Rech. et Terminalia avicennioides Guill. et Per..* Thèse de doctorat, Spécialité Sci. Biologiques et Appliquées, Options : Biol. et Ecologie Vég., Univ. de Ouagadougou, 164 p.
- BAZIE P., 2009.** *La physiologie du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. F.) en fonction des modes de gestion de l'espace dans les écosystèmes à Sobaka.* Mémoire de DEA de Sci. Biologiques Appliquées, Option : Ecophysiologie, Univ. de Ouagadougou, 47 p.
- BELEM B., BOUSSIM I. J., BELLEFONTAINE R., GUINKO S., 2008.** Drageonnage du *Bombax costatum* ou kapokier rouge par blessure des racines au Burkina Faso. *Notre Environnement*, N° 41, pp. 9-11.
- BELEM M., SORGHO M. C., GUIRE D., ZARE A., ILBOUDO B., 1996.** Les jachères et leurs utilités dans la province du Bazèga: cas des villages de Tanguin et de Bazoulé (Burkina Faso). In : *La jachère, lieu de production.* C. Floret (éds), pp. 89-100.
- BERHAUT J., 1967.** *Flore du Sénégal.* Editions Clairafrique, 2^{ème} édition, Dakar, Sénégal, 485 p.
- BILGO A., 1999.** *Les différents modes de gestion des jachères courtes et leurs impacts sur le sol. Cas de la région de Bondoukuy, Burkina Faso.* DEA Sciences biologiques appliquées, Univ. de Ouagadougou, 74 p + annexes.
- BONKOUNGOU E. G., 1987.** *Monographie du Karité (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. f. Hepper), espèce agroforestière à usages multiples.* IRBET / CNRST, 67 p.

- BOUSSIM I. J., 1991.** *Contribution à l'étude des Tapinanthus parasites du karité au Burkina Faso.* Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, Univ. de Ouagadougou, 152 p.
- BOUSSIM I. J., 2002.** *Les phanérogames parasites au Burkina Faso : inventaire, taxonomie, écologie et quelques aspects de leur biologie. Cas particuliers des Loranthaceae parasites du karité.* Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Univ. de Ouagadougou, 306 p.
- DJMADOUM M., 1999.** *Recherche des facteurs favorables à l'installation du peuplement de Andropogon gayanus Kunth dans les jachères en savanes soudanaises. Cas de la région de Bondoukuy, Burkina Faso.* Mémoire de DEA Sci. biologiques appliquées, Univ. de Ouagadougou, 67 p + annexes.
- DUPRIEZ H. et LŒNER P., 1993.** *Arbres et agricultures multiétagées d'Afrique.* Terre et Vie, ISBN 2-87105-012-0 & ISBN 92-90811-005, 280 p.
- FONTES J. et GUINKO S., 1995.** *Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso.* Institut. Internat. de la Végét. Labo. d'Ecologie Terrestre (UMR 9964), Centre Nat. de la Rech. Sc., Univ. de Toulouse III, France / Institut. du Dével. Rur., Fac. des Sc. et Tech., Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso, 67 p.
- GAMPINE D. et BOUSSIM I. J., 1995.** Etude des contraintes à la régénération naturelle de quelques espèces locales de *Combretaceae* et *Caesalpiniaceae* au Burkina Faso. In : *Etude sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays environnants.* R. Wittig et S. Guinko (éds), Francfort et Ouagadougou, vol 2, ISSN 0943-2884, pp. 33-41.
- GANABA S. et GUINKO S., 1995.** Etude et dynamique du peuplement ligneux de la région de la marre d'Oursi (Burkina Faso). In: *Etude sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays environnants.* R. Wittig et S. Guinko (éds), Francfort et Ouagadougou, vol 2, ISSN 0943-2884, pp. 3-14.
- GUINKO S., 1984.** *Végétation de la Haute-Volta.* Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Université de Bordeaux III, 364 p.
- GUIRA M., 1997.** *Etude de la phénologie et de la variabilité de quelques caractères chez le karité, *Butyrospermum paradoxum* subsp. *parkii* (G.Don) Hepper (Sapotaceae) dans les champs et les jeunes jachères dans la moitié ouest du Burkina Faso.* Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle, Univ. de Ouagadougou, 176 p.
- GROLLEAU A., 1989.** Contribution à l'étude de la multiplication végétative par greffage du karité. *Bois et forêts de tropiques*, n°222, pp. 38-40.
- HALL J. B., AEBISCHER D. P., THOMLINSON H. F., OSEI-AMANING E. and HINDLE J. R., 1996.** *Vitellaria paradoxa a monograph.* School of Agriculture and Forest sciences, Univ. of Wales, Bangor, U. K. 105 p.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD), 2007.** *Annuaire statistique 2007.* Burkina Faso, 433 p.
- KELLY B., 2005.** *Impact des pratiques humaines sur la dynamique des populations et sur la diversité génétique de Vitellaria paradoxa Gaertn. (karité) dans les systèmes agroforestiers au sud du Mali.* Thèse de Doctorat de l'Univ. de Bamako, Mali, 233 p + annexes.

KERKHOF, 1991. *L'agroforesterie en Afrique*. Institut Panos, Editions L'Harmattan, ISBN 2-7384-1016-2, 254 p.

LAFLEUR M., 2008. *Recherches et documentation des meilleures pratiques pour la gestion durable des parcs à karités en Afrique de l'Ouest*. Centre d'Etude et de Coopération Internationale (CECI), Montréal, Québec, 110 p.

Sur le site Web :

http://www.ceci.ca/ceci/fr/medias_et_information/karite/recherches%20et%20documentation%20des%20 (consulté le 20 décembre 2009)

LAMIEN N., 2001. *Organisation structurale et état sanitaire des populations fructifères de Karité (*Vitellaria paradoxa Gaertn*) de la région de Bondoukuy, Burkina Faso*. Mémoire de DEA, Option Biologie et Ecologie Végétales, Univ. de Ouagadougou, 70 p + annexes.

LAMIEN N., 2006. *Fructification du karité (*Vitellaria paradoxa C. F.Gaertn.*, Sapotaceae): Facteurs de déperdition, Amélioration et Prévision des rendements à Bondoukuy, Ouest Burkina Faso*. Thèse de Doctorat de l'Univ. de Ouagadougou, 101 p + annexes.

MAÏGA A. Y., 1988. *Action thématique sur la mortalité du karité (*Butyrospermum paradoxum (Gaertn. f.) Hepper* dans la région de ségou*. Rapport 2^e mission CCE.

MILLOGO-RASOLODIMBY J., 2001. *L'homme, le climat et les ressources alimentaires végétales en période de crise de subsistance au cours du 20^{ème} siècle au Burkina Faso*. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Univ. de Ouagadougou, 248 p.

Ministère de l'Environnement et du Tourisme (M. E. T.), 1995. *Monographie du village de Sobaka*. Projet "Forêt et sécurité alimentaire en Afrique Sahélienne", Burkina Faso, 32 p.

Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique (M.E.S.S.R.S.), 1989. *Priorités nationales de recherches en agroforesterie au Burkina Faso*. Actes du séminaire de Ouagadougou. S. J. Ouédraogo, S. J. Zoundi et E. G. Bonkoungou (éds.), 43 p.

MITJA D., 1992. Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Boroton-Touba). *O.R.S.T.O.M. Editions, Collection Etudes et Thèses*, Paris 1992, 247 p + annexes.

NACOULMA-OUEDRAOGO O. G., 1996. *Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso. Cas du plateau central*. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Univ. de Ouagadougou, 261 p.

NADNABA E., 1986. *Dynamique comparée de populations de Karité : *Vitellaria paradoxa* dans une zone protégée et sur jachères dans la région de Nazinga, Burkina Faso*. Mémoire de DEA Option : Biologie des communautés terrestres, Univ. Paris - Sud Centre d'Orsay, 44 p + annexes.

- OUEDRAOGO S. J., 1990.** *Situation et dynamique des parcs agroforestiers de Watinoma en 1990, province du Bam, Burkina Faso.* DEA, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 36 p.
- OUEDRAOGO S. J., 1994.** *Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du plateau central burkinabé. Influences des facteurs biophysiques et anthropique sur la composante arborée.* Thèse de Doctorat Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 222 p.
- OUEDRAOGO S. J., 1995.** *Les parcs agroforestiers au Burkina Faso.* Rapport de consultation pour le réseau SALWA, 76 p.
- OUEDRAOGO S. J. et DEVINEAU J. L., 1996.** Rôles des jachères dans la reconstitution du parc à karités (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. f. Hepper) dans l'ouest du Burkina Faso. In : *La jachère, lieu de production.* C. Floret (éds), pp. 81-87.
- PHILIPPEAU G., 1992.** Composantes Principales : comment interpréter les résultats ? Collection STAT-ITCF, ISBN 2-86492-161-8- ISSN : 1151-7050, 63 p.
- PICASSO C., 1984.** *Synthèse des résultats acquis en matière de recherche sur le Karité au Burkina Faso de 1950 à 1958.* Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux, 45 p.
- SCHMITZ A., FALL A. O. et ROUCHICHE S., 1996.** Contrôle et utilisation du feu en zones arides et semi-arides. *Cahier FAO Conservation* n°29, FAO, Rome, 211 p.
- SENOU O., 2000.** *Les peuplements de karités (*Vitellaria paradoxa* Gaertn) dans le cercle de Koutiala, au sud du Mali : répartition, structure et parasitisme par les *Tapinanthus*.* Mém. de DEA de Biologie et Ecologie Végétale, Univ. de Ouagadougou, Burkina Faso, 84 p.
- SERPENTIE G., 1996 a.** Rôles des jachères dans la production arborée non ligneuse en savane soudanienne. Cas du karité dans l'Ouest du Burkina Faso. In : *La jachère, lieu de production.*, C. Floret (éds), pp 55-57.
- SERPENTIE G., 1996 b.** La production de karité (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. f. Hepper) des parcs arborés de l'Ouest du Burkina Faso. Effets de différents modes de gestion. In : *La jachère, lieu de production.* C. Floret (éds), pp. 73-80.
- SERPENTIE G., HELMFRID S., LAMIEN N., et BAYALA J., 1996 :** Pratiques et enjeux de la culture du karité (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. f. Hepper) dans l'Ouest du Burkina Faso. In : *La jachère, lieu de production.* C. Floret (éds), pp. 59-72.
- SOME N. A., 1992.** *Conception et pratique de la jachère dans le terroir de Sobaka (Burkina Faso).* Mémoire de Diplôme d'Etudes Supérieures Universitaires de Biologie Végétale Tropicale, Univ Pierre et Marie CURIE, Paris 6, Labo. de Bota. Tropicale, 44 p..
- SOME N. A., 1996.** *Les systèmes écologiques post-culturaux de la zone soudanienne (Burkina Faso). Structure spatio-temporelle des communautés végétales et*

évolution des caractères pédologiques. Thèse de Doctotat de l'Univ. Pierre et Marie CURIE, Paris 6, 212 p + annexes.

TRAORE D. et DA., 1996. *Lutte contre les plantes vasculaires parasites du karité et du néré dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Cas des départements de Korhogo, Boundiala, Ferkessédougou et Tengrela.* Rapport annuel de PEP A.I.S.A. - C I., 34 p.

TRAORE D. et DA., 1997. *Lutte contre les plantes vasculaires parasites du karité et du néré dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Cas des départements de Korhogo, Boundiala, Ferkessédougou et Tengrela.* Rapport annuel de PEP A.I.S.A. - C I., 16 p.

THIOMBIANO H., 1997. *Influence du feu et du pâturage sur la régénération d'une formation naturelle soudanienne du Burkina Faso : Forêt classée de Tiogo.* Mém. DEA Sci. bio. appl., Univ. de Ouagadougou, 58 p.

YIDANA J. A., 2004. Progress in developing technologies to domesticate the cultivation of shea tree in Ghana. *Agriculture and food science journal of Ghana*, vol 3, pp. 249-267.

YONI M., 2005. *Contribution à l'étude de la matière organique du sol des jachères à Andropogon gayanus de Bondoukuy, Ouest du Burkina Faso.* Thèse de Doctorat de l'Univ. de Ouagadougou, 139 p + annexes.

ZERBO J. L., 1987. *Expérimentation de technique de production de plants d'arbres utilisés en agroforesterie traditionnelle : cas du karité Butyrospermum paradoxum (Gaertner F.) Hepper.* Mém. de Fin d'Etudes : Développement Rural : Eaux et Forêts, IDR, Univ. de Ouagadougou, 75 p.

ZOMBRE P., DJIM A., DOUM M., SOME N. A., et BLIC P., 1995. *Etude pédologique du terroir de Sobaka, forêt classée du Nazinon.* Texte et carte. IRBET / ORSTOM, Ouagadougou, 41 p + carte.

Annexes

Annexe 1 : Valeurs moyennes des mesures sur la population de *V. paradoxa*. Décembre 2008. Sobaka, Burkina Faso

	Karités de 1 m et plus de hauteur totale							Régénération (moins de 1m de hauteur)		
	Diamètre à 1,30 m (cm)	Diamètre à la base (cm)	Diamètre au houppier (cm)	Diamètre E-O du houppier (m)	Diamètre N-S du houppier (m)	Hauteur du fût (m)	Hauteur totale du pied (m)	Hauteur de l'individu (cm)	Circonf. à la base (cm)	Nombre de tiges
Jeunes champs	18,7	23,3	17,8	4,7	4,9	2,0	5,8	5,5	1,4	2,0
Champs d'âge intermédiaires	30	37,9	29,1	7,7	7,7	2,3	7,7	3,1	1,0	1,1
Vieux champs	32,4	38,8	32,4	7,8	8,2	2,2	8,1	4,8	1,3	1,7
Jeunes jachères	26,3	32,1	24,6	6,4	6,8	1,9	6,8	7,4	1,4	1,3
Jachères d'âge intermédiaires	24	30,4	21,5	6,3	6,1	2,2	6,5	6,2	1,2	1,2
Vieilles jachères	12,4	13,8	9,3	3,4	3,5	1,7	4,0	9,0	1,6	1,4

Annexes 2 : Espèces ligneuses recensées dans les différents types de champs (3 parcelles de 2500 m² chacune par type de champ).

Espèces	Nombre d'adultes					Nombre d'individus de la régénération					Familles
	Jeunes champs	Champs d'âge inter.	Vieux champs	Total	% des individus	Jeunes champs	Champs d'âges inter.	Vieux champs	Total	% des individus	
1 <i>Acacia dudgeonii</i> Craib.	-	-	-	0	0,00	1	-	1	2	0,09	Mimosaceae
2 <i>Acacia macrostachya</i> Reich.	-	-	-	0	0,00	-	1	1	2	0,09	
3 <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd.	-	-	-	0	0,00	-	6	8	14	0,66	
4 <i>Acacia sieberiana</i> DC.	-	-	-	0	0,00	4	13	5	22	1,04	
5 <i>Afzelia africana</i> Sm.	-	2	-	2	2,04	-	2	-	2	0,09	Caesalpiniaceae
6 <i>Annona senegalensis</i> Pers.	-	-	-	0	0,00	82	24	-	106	5,00	Annonaceae
7 <i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. et Per.	4	-	-	4	4,08	18	1	1	20	0,94	Combretaceae
8 <i>Balanites aegytiaca</i> (L.) Del.	1	-	-	1	1,02	59	2	8	69	3,26	Balanitaceae
9 <i>Bombax costatum</i> Pell. et Vuill.	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,05	Bombacaceae
10 <i>Boscia senegalensis</i> (Per.) Lam. ex Poir.	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,05	Capparaceae

11 <i>Bridelia ferruginia</i> Benth.	-	1	-	1	1,02	-	1	-	1	0,05	Euphorbiaceae
12 <i>Burkea africana</i> Hook.	1	-	-	1	1,02	1	-	-	1	0,05	Caesalpiniaceae
13 <i>Capparis corymbosa</i> Lam.	-	-	-	0	0,00	-	1	2	3	0,14	Capparaceae
14 <i>Cassia sieberiana</i> D. C.	-	-	-	0	0,00	8	14	2	24	1,13	Caesalpiniaceae
15 <i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex D. C.	-	-	-	0	0,00	88	17	26	131	6,19	Combretaceae
16 <i>Crocepteryx febrifuga</i> (Afz. ex G. Don.) Benth.	-	-	-	0	0,00	5	3	1	9	0,42	Rubiaceae
17 <i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	2	-	1	3	3,00	5	12	1	18	0,85	Caesalpiniaceae
18 <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	-	-	1	1	1,02	36	50	10	96	4,53	Mimosaceae
19 <i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst.	-	-	-	0	0,00	14	6	13	33	1,56	Ebenaceae
20 <i>Feretia apodantha</i> Del.	-	-	-	0	0,00	15	18	35	68	3,21	Rubiaceae
21 <i>Ficus ingens</i> Miq.	-	-	-	0	0,00	1	-	-	1	0,05	Moraceae
22 <i>Gardenia erubescens</i> Stapf. et Hutch.	-	-	-	0	0,00	28	3	9	40	1,89	Rubiaceae
23 <i>Gardenia ternifolia</i> Echum. et Thom.	-	-	-	0	0,00	3	-	-	3	0,14	
24 <i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	-	-	-	0	0,00	9	1	-	10	0,47	Combretaceae
25 <i>Lannea acida</i> A. Rich.	-	-	-	0	0,00	-	2	-	2	0,09	Anacardiaceae
26 <i>Lannea microcarpa</i> Engl. et Kr.	2	-	-	2	2,04	3	3	6	12	0,57	

27 <i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Excell.	-	-	-	0	0,00	4	1	-	5	0,24	Celastraceae
28 <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.	2	-	4	6	6,12	-	-	-	0	0,00	Mimosaceae
30 <i>Piliostigma reticulata</i> (DC.) Hochst.	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,05	Caesalpiniaceae
29 <i>Piliostigma thonningii</i> (Sch.) Miln. - Rich.	-	3	-	3	3,06	84	171	53	308	14,54	
31 <i>Prosopis africana</i> (Guill. et Perr.) Taub.	-	-	-	0	0,00	1	2	-	3	0,14	Mimosaceae
32 <i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. et Diels	-	-	-	0	0,00	15	1	1	17	0,80	Combretaceae
33 <i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	-	1	-	1	1,02	4	3	-	7	0,33	Fabaceae
34 <i>Saba senegalensis</i> (A. Rich.) Pichon	-	-	-	0	0,00	3	-	2	5	0,24	Apocynaceae
35 <i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,05	Anacardiaceae
36 <i>Fluggea virosa</i> (Roxb. ex Wild) Baill.	-	-	-	0	0,00	8	20	2	30	1,42	Euphorbiaceae
37 <i>Sterculia setigera</i> Del.	-	1	-	1	1,02	-	-	-	0	0,00	Sterculiaceae
38 <i>Stereospermum</i> <i>kunthianum</i> Cham.	-	-	-	0	0,00	-	4	2	6	0,28	Bignoniaceae
39 <i>Strychnos spinosa</i> Lam.	-	-	-	0	0,00	8	-	-	8	0,38	Loganiaceae
40 <i>Tamarindus indica</i> L.	-	1	1	2	2,04	1	2	1	4	0,19	Caesalpiniaceae
41 <i>Terminalia avicennioides</i> Gill. et Perr.	-	-	-	0	0,00	54	2	2	58	2,74	Combretaceae
42 <i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	1	-	-	1	1,02	1	1	-	2	0,09	

43 <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaertn.	25	27	17	69	70,41	272	538	159	969	45,75	Sapotaceae
44 <i>Ximenia americana</i> L.	-	-	-	0	0,00	1	-	-	1	0,05	Olacaceae
45 <i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	-	-	-	0	0,00	-	-	2	2	0,09	Rhamnaceae
Nombre total	38	36	24	98	100	836	929	353	2118	100	21
Densité (individus ha ⁻¹)	50,7	48,0	32,0	-	-	1114,7	1238,7	470,7	-	-	-

La Flore du Sénégal a servi de référence pour les noms d'espèces.

Annexe 3: Espèces ligneuses recensées dans les différents types de jachères (8 parcelles de 2500 m² chacune : * 2 parcelles dans les jachères d'âges intermédiaires, 3 dans les jeunes jachères et 3 dans les vieilles jachères).

Espèces	Nombre d'adultes					Nombre d'individus de la régénération					Familles
	Jeunes Jachères	Jachères d'âge inter.*	Vieilles jachères	Total	% des individus	Jeunes jachères	Jachères d'âge inter.*	Vieilles jachères	Total	% des individus	
1 <i>Acacia dudgeonii</i> Craib	-	-	-	0	0,00	52	1	1	54	0,79	Mimosaceae
2 <i>Acacia macrostachya</i> Reich	1	-	4	5	0,44	2	1	25	28	0,41	
3 <i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd	-	-	8	8	0,71	5	-	9	14	0,21	
4 <i>Acacia gourmaensis</i> A. Chev.	-	-	-	0	0,00	-	-	1	1	0,01	
5 <i>Acacia pennata</i> (L.) Willd	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,01	
6 <i>Acacia sieberiana</i> DC	-	-	1	1	0,09	16	31	21	68	1,00	
7 <i>Albizia chevalieri</i> Hams	-	-	-	0	0,00	-	-	2	2	0,03	
8 <i>Annona senegalensis</i> Pers.	8	2	18	28	2,49	66	7	182	255	3,74	Annonaceae
9 <i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. et Per.	-	1	8	9	0,80	4	52	26	82	1,20	Combretaceae
10 <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	-	-	-	0	0,00	1	-	-	1	0,01	Meliaceae
11 <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	-	4	6	10	0,89	4	22	50	76	1,11	Balanitaceae

12 <i>Bridelia ferruginia</i> Benth.	-	1	9	10	0,89	7	1	13	21	0,31	Euphorbiaceae
13 <i>Burkea africana</i> Hook.	-	3	8	11	0,98	-	-	6	6	0,09	Caesalpiniaceae
14 <i>Cadaba farinosa</i> Forsk.	-	-	-	0	0,00	-	-	2	2	0,03	Capparaceae
15 <i>Capparis corymbosa</i> Lam.	-	-	-	0	0,00	-	-	13	13	0,19	
16 <i>Cassia sieberiana</i> DC.	9	1	14	24	2,14	36	8	16	60	0,88	Caesalpiniaceae
17 <i>Cassia singueana</i> Del.	3	-	-	3	0,27	64	-	-	64	0,94	
18 <i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex D. C.	14	1	40	55	4,89	-	8	109	117	1,71	Combretaceae
19 <i>Combretum micranthum</i> G. Don.	-	-	1	1	0,09	-	1	-	1	0,01	
20 <i>Combretum molle</i> R. Br.	-	-	1	1	0,09	2	3	-	5	0,07	
21 <i>Combretum nigricans</i> Lepr.	-	2	1	3	0,27	-	28	112	140	2,05	
22 <i>Crostepteryx febrifuga</i> (Afz. ex G. Don.) Benth.	9	-	30	39	3,47	62	7	39	108	1,58	Rubiaceae
23 <i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	12	50	114	176	15,66	23	48	142	213	3,12	Caesalpiniaceae
24 <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	-	-	4	4	0,36	168	42	185	395	5,79	Mimosaceae
25 <i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst.	1	3	4	8	0,71	24	9	45	78	1,14	Ebenaceae
26 <i>Entada africana</i> Guill. et Perr.	-	-	1	1	0,09	-	-	-	0	0,00	Mimosaceae
27 <i>Feretia apodantha</i> Del.	-	-	4	4	0,36	66	15	93	174	2,55	Rubiaceae

28 <i>Ficus sycomorus</i> subsp. <i>gnaphalocarpa</i> (Miq.) C. Berg	-	-	8	8	0,71	-	-	-	0	0,00	Moraceae
29 <i>Gardenia aqualla</i> Hutch.	-	-	6	6	0,53	-	-	8	8	0,12	Rubiaceae
30 <i>Gardenia erubescens</i> . Stapf et Hutch.	-		7	7	0,62	38	13	49	100	1,46	
31 <i>Gardenia ternifolia</i> Schum et Thonn.	-	-	2	2	0,18	1		5	6	0,09	
32 <i>Grewia bicolor</i> Juss.	-	-	1	1	0,09	1	-	5	6	0,09	Tiliaceae
33 <i>Grewia mollis</i> Juss.	1		1	2	0,18	1	25	14	40	0,59	
34 <i>Guiera senegalensis</i> J. F. Gmel.	1	3	5	9	0,80	22	7	172	201	2,94	Combretaceae
35 <i>Lannea acida</i> A. Rich.	-	2	8	10	0,89	3	11	15	29	0,42	
36 <i>Lannea microcarpa</i> Engl. et Kr.	-	-	-	0	0,00	14	6	22	42	0,62	Anacardiaceae
37 <i>Lannea velutina</i> A. Rich.	1	-	-	1	0,09	-	5	-	5	0,07	
38 <i>Maerua angolensis</i> DC.	-	-	-	0	0,00	-	1	-	1	0,01	Capparaceae
39 <i>Maytemus senegalensis</i> (Lam.) Excell.	2	-	2	4	0,36	8	2	9	19	0,28	Celastraceae
40 <i>Xerroderis stulmanii</i> (Taub.) Dunn.	-	-	3	3	0,27	-	-	4	4	0,06	Caesalpiniaceae
41 <i>Ozoroa insignis</i> O. Ktze	-	-	-	0	0,00	1	-	4	5	0,07	Anacardiaceae
42 <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth.	1	-	2	3	0,27	2	2	2	6	0,09	Mimosaceae
43 <i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth.) van Meeuwen	-	-	1	1	0,09	-	292	-	292	4,28	Fabaceae

44 <i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	4	-	3	7	0,62	4	-	9	13	0,19	Caesalpiniaceae
45 <i>Piliostigma thonningii</i> (Sch.) Miln. -Rich.	161	57	115	333	29,63	343	-	126	469	6,87	
46 <i>Prosopis africana</i> (Guill. et Perr.) Taub.	2	1	2	5	0,44	4	1	12	17	0,25	Mimosaceae
47 <i>Pseudocedrela kotchyi</i> (Schw.) Harms.	-	-	-	0	0,00	-	6	1	7	0,10	Meliaceae
48 <i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. et Diels	-	-	15	15	1,33	2	-	58	60	0,88	Combretaceae
49 <i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	1	-	1	2	0,18	4	-	1	5	0,07	Fabaceae
50 <i>Saba senegalensis</i> (A. Rich.) Pichon	-	-	-	0	0,00	2	-	5	7	0,10	Apocynaceae
51 <i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	-	3	1	4	0,36	1	5	2	8	0,12	Anacardiaceae
52 <i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	-	-	3	3	0,27	-	1	-	1	0,01	Polygalaceae
53 <i>Securinega virosa</i> (Roxb.) ex Baill	-	-	1	1	0,09	19	23	30	72	1,05	Euphorbiaceae
54 <i>Sterculia setisera</i> Del.	-	2	-	2	0,18	-	1	4	5,	0,07	Sterculiaceae
55 <i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	-	-	-	0	0,00	3	3	5	11	0,16	Bignoniaceae
56 <i>Strychnos spinosa</i> Lam.	-	-	52	52	4,63	9	16	56	81	1,19	Loganiaceae
57 <i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	-	-	-	0	0,00	-	-		0	0,00	Caesalpiniaceae
58 <i>Tamarindus indica</i> L.	-	-	4	4	0,36	-	-	4	4	0,06	

59 <i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	5	-	10	15	1,33	11	15	24	50	0,73	Combretaceae
60 <i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	5	-	4	9	0,80	4	-	42	46	0,67	
61 <i>Trichilia emetica</i> Vahl.	-	-	1	1	0,09	-	-	2	2	0,03	Meliaceae
62 <i>Vitellaria paradoxa</i> C. F. Gaernt.	21	35	146	202	17,97	863	699	1592	3211	47,04	Sapotaceae
63 <i>Vitex simpliciflora</i> Oliv.	1	-	-	1	0,09	2	-	1	3	0,04	Verbenaceae
64 <i>Ximenia americana</i> L.	-	-	7	7	0,62	2	-	8	10	0,15	Olacaceae
65 <i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	-	3	-	3	0,27	1	-	-	1	0,01	Rhamnaceae
Nombre total	263	174	687	1124	100	1967	1476	3383	6826	100	24
Densité (Individus ha ⁻¹)	350,7	348,0	916,0	-	-	2622,7	2952,0	4512,0	-	-	-

La Flore du Sénégal a servi de référence pour les noms d'espèces.

Annexe 4 : Caractéristiques des parcelles d'étude

Types de parcelles	N°	Topographie / Sol
Jeunes champs	1	Terrain plat. Carapace à 15-35 cm.
	8	Terrain plat. Cuirasse à 30-60 cm.
	14	Terrain plat. Cuirasse à 30-45 cm.
Champs d'âges intermédiaires	2	Terrain plat. Carapace à 30- 45 cm
	9	Terrain plat. Cuirasse à 25-50 cm
	10	Terrain plat. Cuirasse à 20-50 cm
Vieux champs	5	Terrain plat. Cuirasse et carapace à 20-30 cm.
	12	Terrain plat. Cuirasse à 80 cm
	18	Terrain plat. Cuirasse à 30-70 cm
Jeunes jachères	7	Terrain plat. Carapace à 40-50 cm
	15	Terrain plat. Cuirasse à 15-30 cm
	17	Terrain plat. Cuirasse à 20-50 cm
Jachères d'âges intermédiaires	3	Terrain plat. Cuirasse et carapace à 20-75 cm
	4	Terrain plat. Cuirasse et carapace à 30-75 cm
Vieilles jachères	6	Terrain plat. Cuirasse et carapace à 30-75 cm
	13	Terrain plat. Cuirasse à 30-50 cm
	16	Terrain plat. Cuirasse à 10-50 cm