



Structure des populations de *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa* et *Haematostaphis barteri* au nord du Togo.

Akouèthê Agbogana^{ab*}, Koffi Tozo^{ab}, Kpérkouma Wala^a, Ronald Bellefontaine^c, Marra Dourma^a, Sémihinva Akpavi^a, Yao Agbelessesi Woegan^a, Kangbéni Dimobe^a et Koffi Akpagana^a.

^aLaboratoire de botanique et écologie végétale, Faculté des sciences, Université de Lomé.

^bLaboratoire de physiologie et de biotechnologie végétales, Facultés des sciences, Université de Lomé. BP : 1515 Lomé,

^cCIRAD, UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France.

* Auteur correspondant E – mail : a_agbogana@yahoo.fr, calebagbogana@gmail.com, Tél : (00228) 90 31 25 69 / 98 31 34 10

Mots clés : arbres fruitiers spontanés ; structure des populations ; régénération

Keywords: edible wild fruit trees; population structure; regeneration.

1 RESUME

La présente étude a pour objectif de contribuer à la gestion durable de *Sclerocarya birrea*, *Lannea microcarpa* et *Haematostaphis barteri*, trois arbres fruitiers spontanés très appréciés par les populations rurales du Nord-Togo. Des inventaires floristiques et forestiers ont été effectués dans les peuplements de ces espèces. Les données floristiques ont servi aux analyses multivariées et les données dendrométriques, à calculer les densités et à illustrer les structures démographiques au sein de groupes discriminés. Ainsi, la caractérisation de leur habitat et de leur distribution dans la région des savanes montre que ces trois espèces ont des préférences écologiques distinctes. *H. barteri* est cantonné aux sommets des cuestas. *L. microcarpa* se rencontre dans la plaine inondable de l'Oti, mais aussi sur les bas-plateaux et les bas-versants des collines, alors que *S. birrea* se concentre principalement sur les bas-plateaux et les bas-versants des collines. Ces trois arbres fruitiers se caractérisent par des populations vieillissantes, de faible densité et de faibles potentiels de régénération. Leur restauration serait plus aisée dans leurs différentes zones de prédilection définies. La sensibilisation des villageois à la sauvegarde des populations éparses existantes, la protection des juvéniles et la plantation de plants ou de clones sélectionnés sont importantes pour leur conservation.

ABSTRACT

Sclerocarya birrea (Marula), *Lannea microcarpa* (Wild grapes) and *Haematostaphis barteri* (Blood plum) are three edible wild fruit trees highly appreciated by rural populations in northern-Togo. The characterization of their habitat in the savannah areas in the northern Togo shows that these species were differently distributed because of their distinct ecological preferences. *H. barteri* is confined to the summit of Cuesta. *L. microcarpa* occurs in the floodplain of the Oti river, but also on the uplands and low hillsides, while *S. birrea* is localised mainly on the uplands and low hillsides. These three fruit trees are characterized by aging populations, low population densities and low regeneration potential. Sensitization of villagers to safeguard the existing scattered populations, protection of juveniles and the planting of selected seedlings or clones are important to their conservation.

2 INTRODUCTION

En Afrique, les arbres fruitiers spontanés, adaptés à leurs conditions environnementales, sont reconnus comme une source d'aliments, de médicaments et de revenus pour les ménages (Haq *et al.*, 2008 ; Arbonnier, 2009 ; Bowe et Haq, 2010). Ils jouent un rôle très important dans la conservation des eaux, des sols et de la biodiversité par leurs fonctions agroécologiques (Teklehaimanot, 2008 ; Bowe et Haq, 2010). Au Togo, des données ethnobotaniques (Atato *et al.*, 2010) ont montré l'importante contribution de *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst communément appelé : le prunier d'Afrique (photo 1), *Lannea microcarpa* Engl. & K.Krause, le raisin sauvage (photo 2) et *Haematostaphis barteri* Hook.f., la prune rouge (photo 3) (Anacardiaceae), trois arbres fruitiers spontanés d'importance capitale

dans l'amélioration des conditions de vie des populations rurales, notamment dans la région des savanes. Leur distribution géographique restreinte dans la partie septentrionale du pays leur confère le statut de plantes menacées de disparition (Akpavi *et al.*, 2012). Cependant, à l'instar des autres espèces ligneuses locales, leurs biotopes, sous forte emprise humaine, subissent une dégradation de plus en plus marquée et rapide en rapport avec l'expansion démographique (Akpagana, 2006). Cette étude a pour objectif de caractériser leur habitat, distribution, structure et dynamique de régénération, ce qui permettra de disposer d'une base de données, nécessaire pour définir un plan de gestion durable de ces essences par les populations locales.



Photo 1 : Rameau fructifère de *S. birrea*



Photo 2 : Rameau fructifère de *L. microcarpa*



Photo 3 : Pied de *H. barteri* portant des fruits

3 METHODOLOGIE

3.1 Zone d'étude : L'étude a été conduite au nord du Togo dans la « région des savanes » qui appartient au domaine soudanien d'Afrique (Arbonnier, 2009). Elle est caractérisée par une pluviométrie unimodale (de mai/juin à octobre) variant de 900 à 1100 mm par an. La température annuelle moyenne est de 28°C. L'agriculture et l'élevage sont les principales activités économiques de la région. Le relief est formé de plaines et de plateaux, surplombés par des cuestas et des collines. Les sols sont ferrugineux tropicaux. Les formations végétales de ces savanes, sous l'emprise agricole, sont surexploitées pour la production de bois-énergie et de produits forestiers non ligneux. Ces activités s'effectuent au détriment de la conservation des ressources végétales (Atato *et al.*, 2010 ; Agbogun *et al.*, 2012).

3.2 Collecte de données : Les inventaires floristiques et forestiers ont été réalisés en saison sèche dans des savanes boisées assez bien conservées excepté celles de la réserve de l'Oti-Mandouri. Les formations savaniques existantes ont été initialement repérées à l'aide d'une carte

de la région, mais le choix des sites prospectés a été guidé par l'observation visuelle de la présence relativement fréquente de l'une des trois espèces étudiées. Le nombre de placeaux installés dans chaque site a varié selon la fréquence des espèces recherchées. Au total, 231 placeaux de 2000 m² (50 x 40 m) espacés d'au moins 200 m ont été installés dans lesquels toutes les espèces ligneuses ont été relevées, affectées d'un coefficient d'abondance/dominance selon l'échelle de Braun-Blanquet (1932) (+ : espèce rare, recouvrement de 0 à 1% ; 1 = recouvrement de 1 à 5% ; 2 = recouvrement de 5 à 25% ; 3 = recouvrement de 25 à 50% ; 4 = recouvrement de 50 à 75% ; 5 = recouvrement de 75 à 100%). La caractérisation écologique des placeaux a été faite à l'aide de descripteurs tels que le type de formation végétale, la topographie, la texture du sol, la nature des affleurements rocheux et les traces d'activités humaines. Les variables dendrométriques mesurées sont le diamètre à 1,30 m du sol dbh (diameter at breast height) et la hauteur des « arbres adultes » de dbh \geq 5 cm. Les individus de dbh < 5 cm ou de hauteur < 1,5 m,



dénommés ci-après « juvéniles », ont été assimilés à la régénération. Compte tenu de sa rareté, un inventaire systématique par placeau de la régénération a été réalisé.

3.3 Traitement de données : Une matrice « relevés x espèces ligneuses » constituée par les abondances de toutes les espèces ligneuses a été soumise à une analyse de correspondances détendancées (DCA : *Detendred Correspondence Analysis*). La DCA regroupe les relevés floristiquement similaires dans un plan factoriel et permet, suite à son interprétation, la définition de communautés d'espèces relativement homogènes et la mise en exergue des facteurs écologiques par analyse indirecte. Ceci a permis la discrimination de quatre groupes de végétaux. Ces quatre groupes définis ont servi par la suite aux analyses comparatives des données dendrométriques. La même matrice « relevés x espèces ligneuses » a permis de décrire les profils écologiques liés aux trois arbres fruitiers. Le profil écologique permet de ressortir, sur la base du taux de recouvrement la répartition d'une espèce dans le plan factoriel. Ainsi, le profil a permis à l'aide des gradients écologiques déduits de l'interprétation de la DCA, de définir l'écologie des espèces dont les profils sont étudiés. Il a permis également de comparer l'écologie des trois arbres fruitiers. La DCA a été réalisée à l'aide du logiciel CANOCO. Les densités moyennes à l'hectare, les hauteurs et les diamètres moyens des adultes des trois espèces ont été calculés dans chaque groupe. Les densités moyennes à l'hectare des juvéniles, leurs

fréquences [nombre de placettes dans lesquels les juvéniles sont présents / nombre total de placettes] et leurs ratios [nombre d'adultes / nombre de juvéniles] ont été calculés pour chaque espèce dans chaque groupe. Les valeurs moyennes ont été comparées au seuil de 5% par le test de Tukey à l'aide de Minitab 16. Dans ces groupes, les structures démographiques des trois espèces ont été modélisées par des distributions de Weibull. La distribution de Weibull est bien adaptée pour modéliser les structures diamétriques observées (Husch *et al.*, 2002). A partir des paramètres (*a*, *b* et *c* : voir ci-dessous) sont tirées des conclusions quant aux conditions de vie des arbres. Les modèles de structures établies permettent alors de définir des options adéquates d'aménagement des peuplements étudiés. La distribution de Weibull se fonde sur la fonction de densité de probabilité définie comme

$$\text{suit : } f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left[\frac{x-a}{b}\right]^c}$$

où *x* est le diamètre des arbres ;
a est le paramètre d'origine ou de position. Il correspond au diamètre de précomptage de la population adulte.
b est le paramètre d'échelle lié à la valeur médiane des diamètres des arbres ;
c est le paramètre de forme liée à la structure considérée (Tableau 1). Aux valeurs de "*c*" sont liées des formes de distribution bien établie (Husch *et al.*, 2002).

Tableau 1. Forme de la distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre *c*.

<i>c</i> < 1	Distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes.
<i>c</i> = 1	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction.
1 < <i>c</i> < 3,6	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
<i>c</i> = 3,6	Distribution symétrique ; structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monospécifiques de même cohorte.
<i>c</i> > 3,6	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.



Les modélisations ont été établies grâce à Minitab 16 et reportées dans Excel.

Les structures démographiques des trois espèces ont été également analysées par le calcul des coefficients d'asymétrie. Le coefficient d'asymétrie (g) permet de déterminer les tendances des structures des populations. Il se

calcule selon la formule : $g = \frac{n \sum_i (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)\sigma^3}$

où n est le nombre d'arbres de dbh ≥ 5 ,
 x_i est le diamètre à hauteur de poitrine,
 \bar{x} le diamètre moyen

4 RÉSULTATS

4.1 Distribution des trois espèces fruitières dans la région des savanes : La distribution des relevés floristiques dans le plan factoriel des deux premiers axes de la DCA (Figure 1) a permis de discriminer quatre groupes de végétaux (G1 à G4). Les groupes discriminés ont été nommés en fonction de l'abondance des arbres fruitiers cibles. L'axe 1 (axe horizontal) présente successivement de l'origine vers l'extrémité, le groupe des relevés effectués dans les formations à dominance de *L. microcarpa* (G1) et de *S. birrea* (G2) sur les terres basses (plaines inondables et bas-plateaux), le groupe des relevés

et σ l'écart type de x_i . Ce coefficient est une mesure de la proportion relative d'arbres de petits diamètres par rapport aux arbres de grands diamètres au sein d'une population. Il décrit l'uniformité des distributions tronquées :

$g > 0$ pour des distributions diamétriques ayant relativement peu d'arbres de petits diamètres et beaucoup d'arbres de grands diamètres ;

$g < 0$ pour des distributions diamétriques ayant relativement peu d'arbres de grands diamètres et beaucoup d'arbres de petits diamètres (Feeley *et al.*, 2007). Le coefficient d'asymétrie est déterminé grâce au logiciel de traitement statistique Minitab

effectués dans les formations à *L. microcarpa* et *S. birrea* (G3) sur les bas et mi-versants des collines et le groupe des relevés des formations à *H. barteri* sur les hauts versants et les sommets de collines (G4). Ainsi cet axe traduit un gradient topographique croissant. L'axe 2 (axe vertical) discrimine les groupes de relevés des formations de *L. microcarpa* sur les sols argilo-sableux temporairement inondés des groupes de relevés des formations de *S. birrea* (G2) sur les sols gravillonnaires. Ainsi, il traduit un gradient édaphique et aussi un gradient d'humidité décroissant.

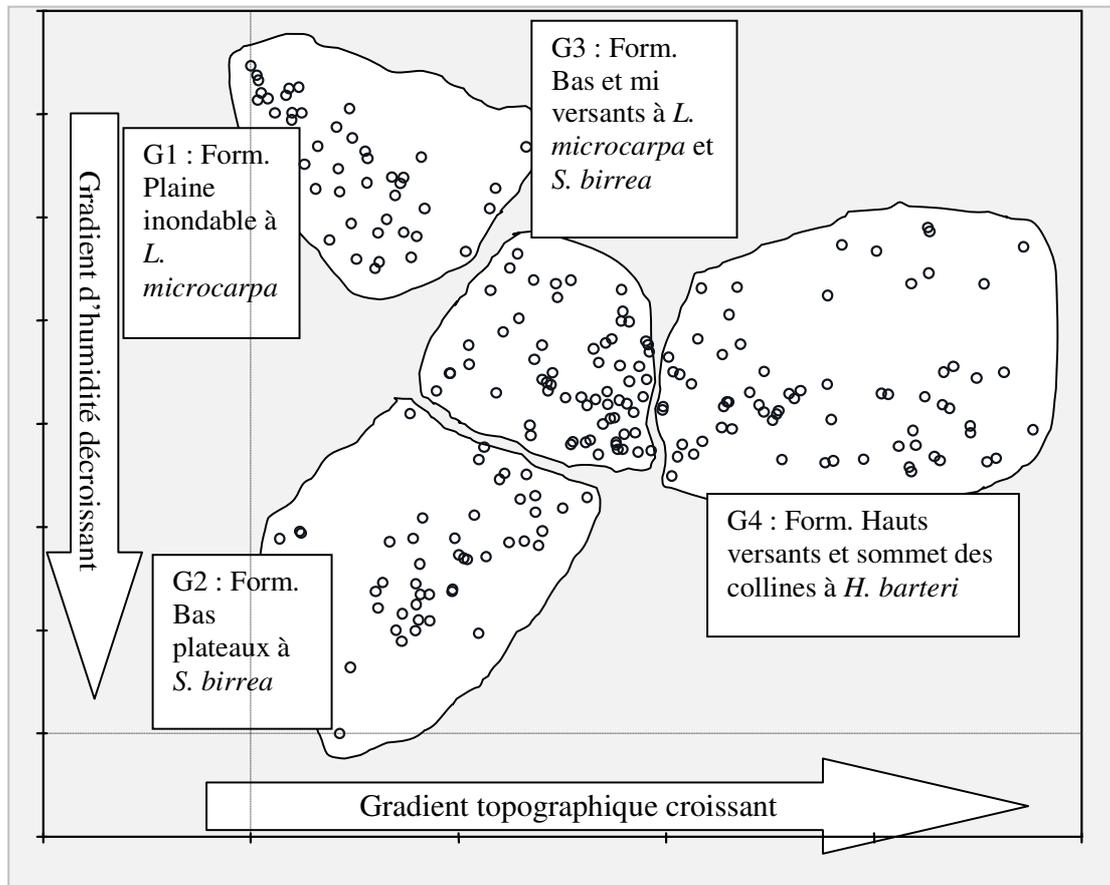


Figure 1. Distribution des relevés floristiques dans le plan factoriel des axes 1 et 2 de la DCA

G1 : Formations de plaine inondable à dominance de *L. microcarpa*

G2 : Formations de bas plateaux à dominance de *S. birrea*

G3 : Formations de bas et mi versants de colline à dominance de *L. microcarpa* et *S. birrea*

G4 : Formations de hauts versants et sommets de collines à dominance de *H. barteri*

Les profils écologiques (Figures 2-4) montrent que ces trois espèces ont des préférences écologiques différentes en relation avec la géomorphologie de la zone d'étude. *L. microcarpa* (Figure 2) est l'espèce la plus plastique et la plus

abondante sur les basses terres (par moment inondées) de la plaine de l'Oti, mais s'étend également sur les versants des collines des cuestas.

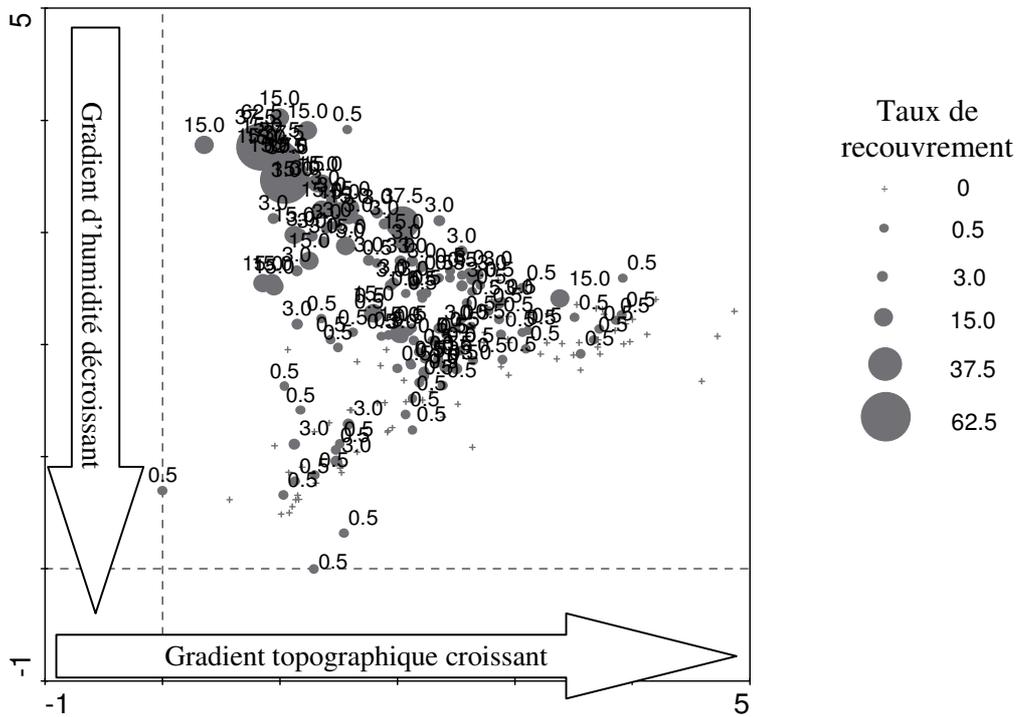


Figure 2. Profil écologique de *Lannea microcarpa* issu de la DCA *S. birrea* (Figure 3) se rencontre sur les bas-plateaux et aux pieds des collines.

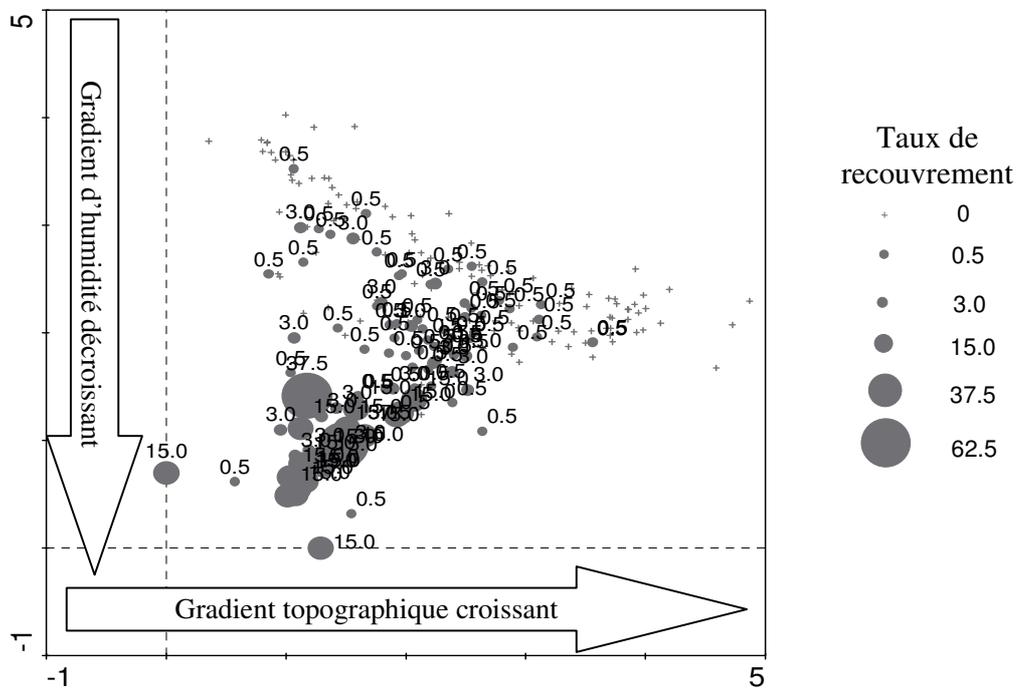


Figure 3. Profil écologique de *Sclerocarya birrea* issu de la DCA *H. barteri* (Figure 4) se rencontre sur les hauts-versants et les sommets des collines des cuestas.

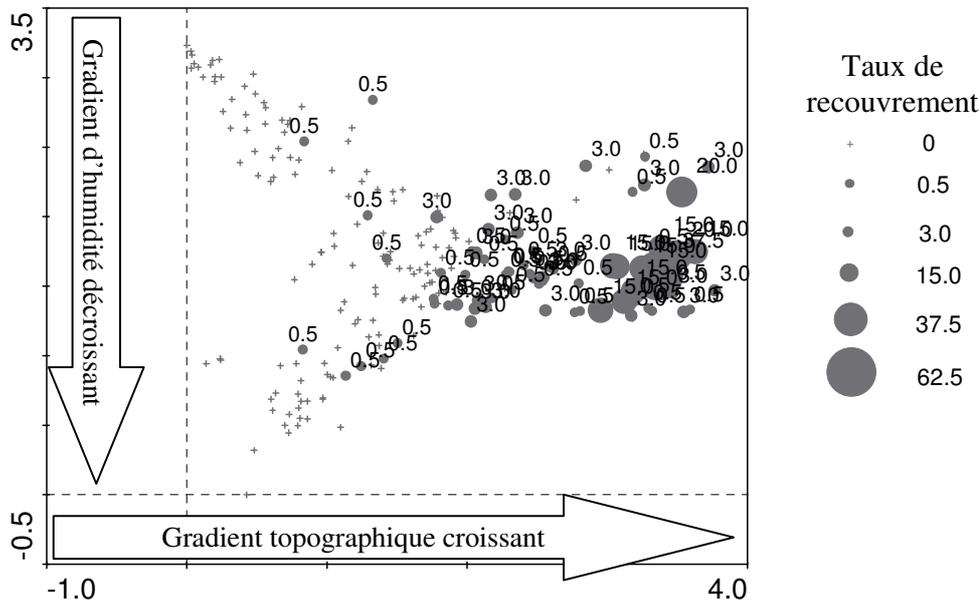


Figure 4. Profil écologique de *Haematostaphis barteri* issu de la DCA

4.2 Densités et structures des populations

des trois espèces fruitières : Les densités moyennes (D) des trois arbres fruitiers des quatre groupes sont faibles ($D_{S. birrea} = 13,20 \pm 17,51$ arbres/ha ; $D_{L. microcarpa} = 25,06 \pm 21,83$ arbres/ha ; $D_{H. barteri} = 13,23 \pm 15,85$ arbres/ha). Elles représentent approximativement 1/8 ; 1/4 et 1/8 (respectivement) de la densité moyenne totale de l'ensemble des peuplements toutes espèces confondus ($101,82 \pm 20,46$ arbres/ha). Les écarts types très élevés montrent une forte variabilité des densités d'un groupe à l'autre de ces espèces. Pour *S. birrea*, la densité des adultes sur les bas-plateaux ($39,00 \pm 31,63$ arbres/ha) est significativement supérieure ($p = 0,000$) à celles des plaines ($1,72 \pm 0,00$), des Bas et mi-versants ($9,25 \pm 6,87$ arbres/ha) et des collines ($2,85 \pm 1,59$ arbres/ha). Ces trois dernières densités ne présentent pas entre elles de différence significative. Sa densité est très faible sur les versants de collines et faible dans les plaines temporairement inondables. Cependant, les gros arbres de *S. birrea* de diamètre moyen significativement supérieur ($p = 0,008$) et de hauteur moyenne significativement plus élevée ($p = 0,000$) se cantonnent dans les plaines ($41,50 \pm 17,20$ cm ; $9,64 \pm 2,15$ m) et sur les bas-plateaux ($32,12 \pm 20,37$ cm ; $7,89 \pm 3,28$ m). Les

diamètres moyens et les hauteurs de *S. birrea* sur les bas et mi-versants sont : $28,96 \pm 15,59$ cm et $6,87 \pm 2,85$ m ; sur les hauts versants et les sommets des collines : $18,00 \pm 9,59$ cm et $5,00 \pm 2,67$ m. *S. birrea* présente dans certains sites des concentrations plus importantes d'individus issus très probablement de drageons. Contrairement à *S. birrea*, *L. microcarpa* est plus abondante dans les plaines. Ainsi, sa densité dans les plaines ($55,8 \pm 31,15$ arbres/ha) est significativement supérieure ($p = 0,000$) à celles des bas et mi-versants ($24,57 \pm 22,99$ arbres/ha) et des bas plateaux ($13,71 \pm 11,54$ arbres/ha). Sa densité est plus faible sur les hauts versants et les collines ($6,19 \pm 3,19$ arbres/ha). De même que *S. birrea*, les *L. microcarpa* de gros diamètres se rencontrent dans les plaines ($31,27 \pm 16,35$ cm) et aussi sur les bas plateaux ($32,88 \pm 19,54$ cm). Ces diamètres moyens sont significativement supérieurs ($p = 0,000$) à ceux des bas et mi-versants ($26,26 \pm 13,94$ cm) et des hauts versants et collines ($21,84 \pm 10,87$ cm). Quant aux hauteurs moyennes, elles ne sont significativement différentes ($p = 0,000$) qu'entre les valeurs des bas et mi-versants et celles des plaines qui renferment les individus de plus grande taille. Les hauteurs moyennes de *L. microcarpa* dans les plaines sont : $7,56 \pm 2,49$ m, sur les bas plateaux : $7,08 \pm 2,67$ m, les bas et mi-

versants : $6,23 \pm 2,55$ m et sur les hauts versants et sommets des collines : $6,96 \pm 2,67$ m. En ce qui concerne *H. barteri*, ses individus sont fréquents sur les hauts-versants et les sommets des collines pour lesquels la densité ($24,44 \pm 14,80$ arbres/ha) étant 12 fois supérieure, est significativement différente ($p = 0,000$) à celle des mi-versants ($2,02 \pm 0,89$ arbres/ha). Cependant il n'y a aucune différence significative entre les hauteurs ($p = 0,762$) et les diamètres moyens ($p = 0,859$) des individus de *H. barteri* sur les hauts versants et sommets des collines ($18,40 \pm 4,25$ arbres/ha ; $4,25 \pm 1,42$ cm) et des mi-versants

($18,74 \pm 6,78$ arbres/ha ; $4,12 \pm 1,29$ cm). Sur les cuestas, *H. barteri* est plus fréquent en altitude dans les blocs et dalles de quartzites ; il est très rare dans les cuirasses. Toutes les distributions (Figures 5-7) ont des allures en cloche et présentent une valeur de "v" comprise entre 1 et 3,6 pour les trois espèces. Ces valeurs de "v", de même que les coefficients d'asymétrie positifs ($g > 0$ pour toutes les distributions dans tous les groupes), indiquent des distributions asymétriques à droite pour toutes les structures diamétriques.

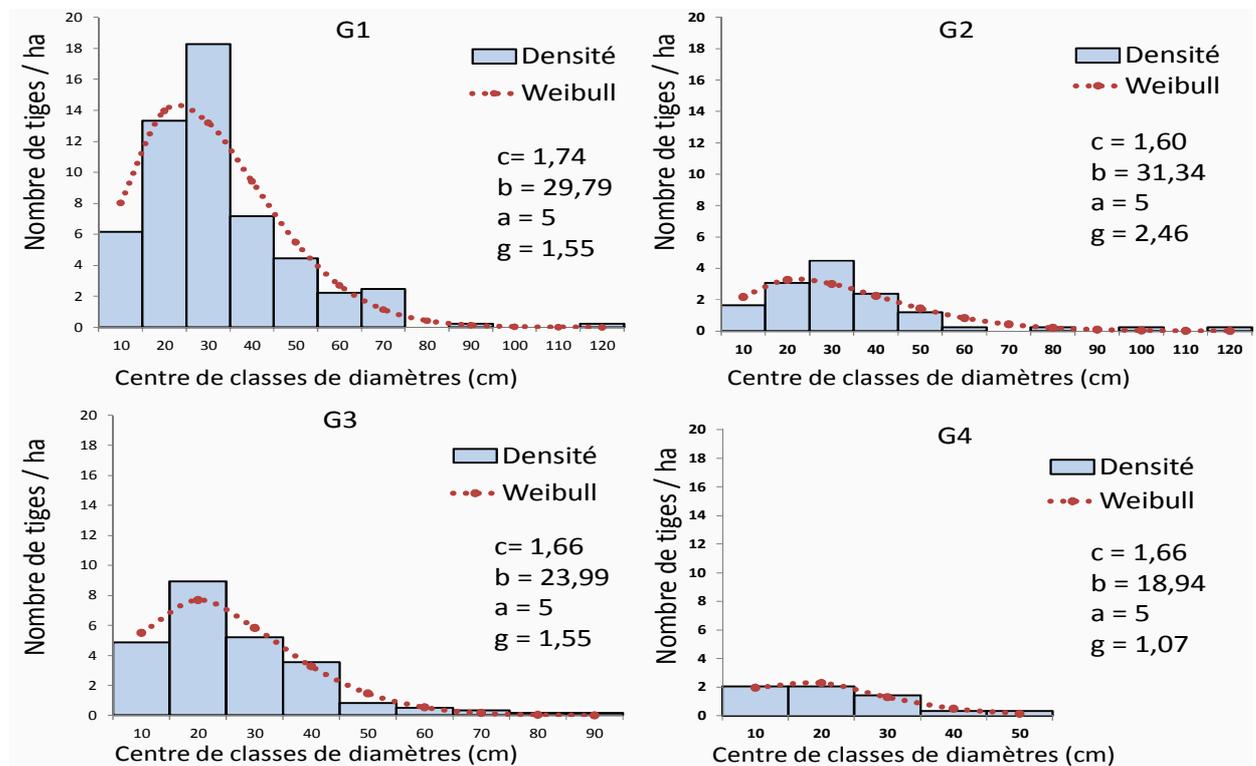


Figure 5. Structure diamétrique de *L. microcarpa* dans les quatre groupes: G1. Plaines, G2. Bas-plateaux, G3. Bas et mi versants, G4. Hauts-versants et sommet des collines. a, b et c sont respectivement les paramètres d'origine ou de position (ici, diamètre de précomptage), d'échelle et de forme de la distribution de Weibull. g : coefficient d'asymétrie.

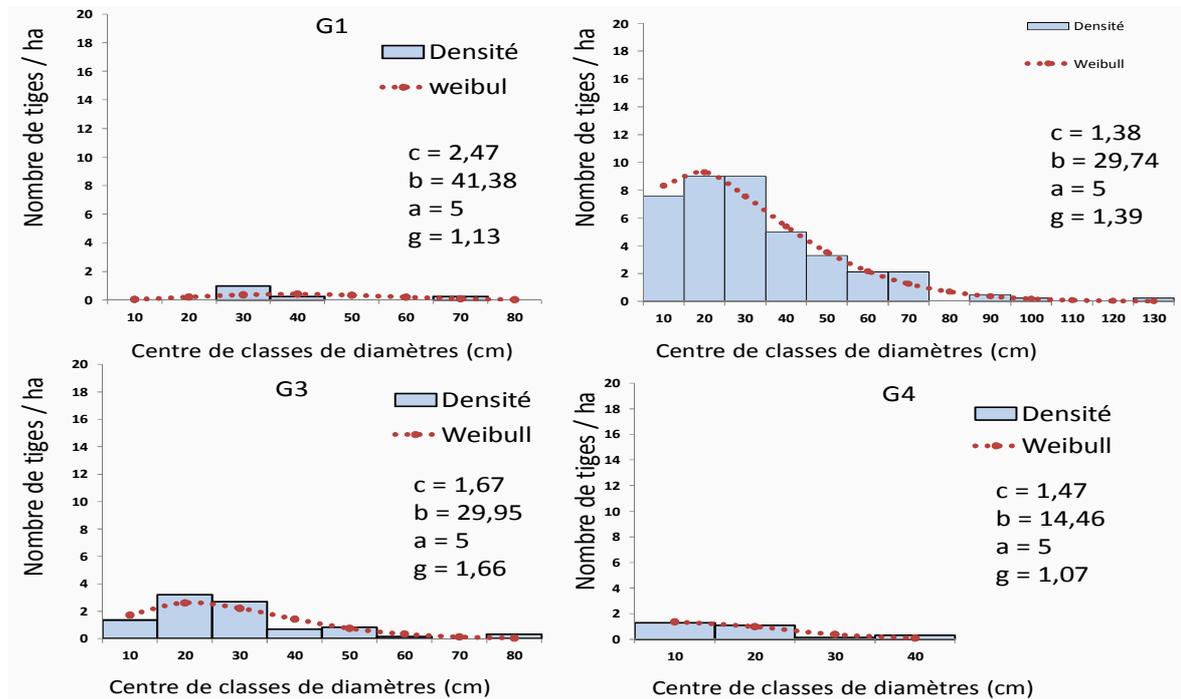


Figure 6. Structure diamétrique de *S. birrea* dans les quatre groupes: G1. Plaines, G2. Bas-plateaux, G3. Bas et mi versants, G4. Hauts-versants et sommet des collines. a, b et c sont respectivement les paramètres d'origine ou de position (ici, diamètre de précomptage), d'échelle et de forme de la distribution de Weibull. g : coefficient d'asymétrie.

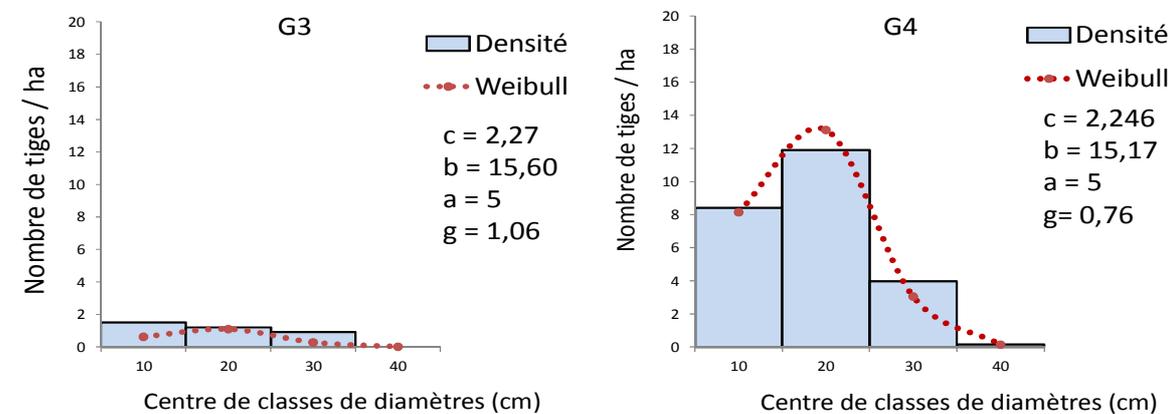


Figure 7. Structure diamétrique de *H. barteri* dans les cuestas : G3. Bas et mi versants, G4. Hauts-versants et sommet des collines. a, b et c sont respectivement les paramètres d'origine ou de position (ici, diamètre de précomptage), d'échelle et de forme de la distribution de Weibull. g : coefficient d'asymétrie.

En effet ces populations adultes sont caractérisées par une abondance d'arbres de 10 à 40 cm de dbh pour *S. birrea* et *L. microcarpa* et de 10 à 20 cm pour *H. barteri* et une rareté d'individus de très gros diamètres

(vraisemblablement assimilables à de vieux semenciers).

4.3 Densités de régénération des trois espèces fruitières : Les régénérations de ces espèces sont rares dans les quatre groupes. Pour *S. birrea*, les fréquences de régénération sont dans



les plaines : 4,54 %, sur les bas plateaux : 32,60 %, sur les bas et mi-versants : 26,56 % et 20,58 % sur les hauts versants et sommets des collines. Quant à *L. microcarpa*, les fréquences de régénération sont dans les plaines : 4,54 %, sur les bas plateaux : 13,04 %, sur les bas et mi-versants : 12,50 % et 8,82 % sur les hauts versants et sommets des collines. En ce concerne *H. barteri*, sur les collines rocheuses où elle est présente, sa régénération n'a été observée que sur les hauts versants et les sommets pour une fréquence de 11,76 %. Dans l'ensemble, les juvéniles sont présents dans moins du quart des relevés pour *L. microcarpa* et *H. barteri* contre environ un tiers des relevés pour *S. birrea*. Les densités moyennes varient de 0 à 35 juvéniles/ha selon les espèces et les groupes. Elles sont pour *S. birrea* $1,26 \pm 0,35$ juvéniles/ha dans les plaines ; $35,26 \pm 30,35$ juvéniles/ha sur les bas plateaux ; $10,41 \pm 5,22$ juvéniles/ha sur les bas et mi-versants et $5,23 \pm 2,38$ juvéniles/ha sur les hauts versants et sommets des collines. La densité de juvéniles des bas-plateaux diffère significativement ($p = 0,000$) de celles des autres stations. Cela peut s'expliquer par l'abondance des drageons observés. La densité de régénération de *S. birrea* semble augmenter avec la densité des adultes (corrélation de Pearson : $r = 0,996$; $p = 0,004$). Cette corrélation n'est pas observée au niveau de *L.*

microcarpa ($r = -0,130$; $p = 0,870$), pour laquelle, les densités des juvéniles ne sont pas significativement différentes ($p = 0,289$) en dépit des différences significatives des densités des adultes. Ces densités de juvéniles de *L. microcarpa* sont : $4,54 \pm 0,71$ juvéniles/ha dans les plaines, $11,59 \pm 8,74$ juvéniles/ha sur les bas plateaux, $13,36 \pm 13,19$ juvéniles/ha sur les bas et mi-versants et $2,45 \pm 2,29$ juvéniles/ha sur les hauts versants et sommets des collines. Les écarts types en général assez élevés des densités de régénération montrent une grande variabilité de la densité des juvéniles dans les peuplements de ces espèces. Quant à *H. barteri*, sa régénération est la plus faible ($1,79 \pm 0,67$ juvéniles/ha) et ne s'observent qu'en altitude dans les chaos rocheux. Ainsi, elle est nulle sur les mi versants. Ce manque de régénération entraîne des ratios [nombre d'adultes / nombre de juvéniles] supérieurs à 1, sauf pour *S. birrea* sur les versants et sommets de collines rocheuses où l'espèce est moins bien représentée. Parmi les trois espèces, *H. barteri* présente le ratio le plus élevé : 14. Suivent les ratios de *L. microcarpa* qui sont aussi supérieurs à ceux de *S. birrea* dans les plaines : 12, 27 contre 1,4 ; sur les bas plateaux : 1,2 contre 1,13 ; sur les bas et mi-versants : 1,89 contre 0,91 et sur les hauts versants et les sommets des collines : 2,6 contre 0,56.

5 DISCUSSION

5.1 Préférences écologiques et distribution des trois espèces fruitières : Seul *L. microcarpa* est relativement fréquent en plaine temporairement inondable. *S. birrea* et *L. microcarpa* se rencontrent assez fréquemment sur les bas et mi-versants de collines et les bas-plateaux. Ces deux espèces ne sont pas inféodées comme *H. barteri* aux sols rocheux (Arbonnier, 2009). La présence de *H. barteri* uniquement sur les flancs et les sommets de collines a été également notée sur la chaîne montagneuse de l'Atakora au Togo (Agbogon *et al.*, 2012) et au Bénin (Wala *et al.*, 2006). *H. barteri* est l'espèce la moins abondante, de par sa distribution exclusive sur les escarpements rocheux situés uniquement dans la partie ouest des cuestas. *S. birrea* préfère les sols sableux et limoneux bien drainés de

texture légère à moyenne (Arbonnier, 2009 ; Hall *et al.*, 2002), d'où son abondance sur les bas-plateaux et sa présence moins dense au pied des collines et sur les versants. Il est très rare dans les milieux inondables (Hall *et al.*, 2002). *L. microcarpa* préfère les sols profonds des plaines, des bas-plateaux et du bas des collines (Sacande, 2007 ; Arbonnier, 2009). Ceci explique son abondance (bien qu'il ne drageonne pas) par rapport à *H. barteri* et *S. birrea*, car la région des savanes est dominée par la vaste plaine de la rivière Oti et de ses affluents qui occasionnent à chaque saison pluvieuse des crues dans les zones inondables. *L. microcarpa* est une espèce plus plastique que les deux autres, d'où sa présence également sur les collines.



5.2 Densités et structures des populations des trois espèces fruitières :

Les faibles densités de ces espèces peuvent s'expliquer par leur dissémination naturelle (Arbonnier, 2009), mais aussi par la pression anthropique. Par exemple, la densité moyenne ($13,20 \pm 17,51$ arbres/ha) de *S. birrea* obtenue dans cette étude, qui est légèrement inférieure à celle des formations protégées au nord du Bénin (Gouwakinnou *et al.*, 2009) (où densité moyenne = $27,6 \pm 3,8$ arbres/ha), mais largement supérieure à celle des agrosystèmes (densité moyenne = $3,4 \pm 0,6$ arbres/ha) dans ce même pays, montrent bien l'impact de la protection ou de la pression humaine sur cette espèce. Au Burkina Faso, *S. birrea* et *L. microcarpa* ont montré des pourcentages d'occurrence plus élevés dans les aires protégées que dans les formations communes sous impact anthropique (7,30 contre 4,25 pour *S. birrea* et 7,87 contre 6,60 pour *L. microcarpa*) (Nacoulma *et al.*, 2011). De même, une étude similaire sur l'impact du type d'habitat sur la conservation des populations de *Tamarindus indica* a montré que les densités des arbres adultes et des régénérations diminuent en fonction de la pression humaine, en passant des galeries forestières aux savanes boisées et enfin aux terres cultivées dans lesquelles la régénération est nulle (Fandohan *et al.*, 2010). Dans les plaines cultivées du Togo, les drageons de *S. birrea* seraient systématiquement éliminés par les agriculteurs. En effet, l'étude précitée sur *S. birrea* (Gouwakinnou *et al.*, 2009) a montré que les juvéniles sont plus abondants dans les formations protégées (34,5 tiges/ha) que dans les formations cultivées (1 tige/ha) où ils sont très rares. Les bosquets de *S. birrea* rencontrés sur les bas-plateaux et mi-versants de collines seraient dus à son aptitude au drageonnage (Hall *et al.*, 2002; Bellefontaine, 2005; Harivel *et al.*, 2006; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011) et à la faible dispersion de ses graines de taille relativement grande (Hall *et al.*, 2002; Gouwakinnou *et al.*, 2009). Quant aux concentrations d'individus de *L. microcarpa* rencontrées dans notre étude, elles s'expliquent selon Arbonnier (2009), par le fait que *L. microcarpa* est une espèce rare qui présente en des milieux propices des densités locales très

élevées. Cette observation est aussi faite par Haarmeyer *et al.* (2013) qui note une densité d'individus plus élevée dans les formations communales (29,10 arbres/ha) résultant d'anciens peuplements de l'espèce que dans le parc national W (17,09 arbres/ha) au sud-est du Burkina Faso. Cela explique également les fortes densités observées dans la zone communale de Nobéré au centre-sud du même pays ; 122 ± 101 arbres/ha (Thiombiano *et al.*, 2010). L'écart type de cette moyenne presque égale à ladite moyenne corrobore la variabilité des densités exprimée dans notre étude. Au centre-est du même pays, *L. microcarpa* a une densité assez faible (15 arbres/ha) dans les savanes arborées et arbustives (Ky *et al.*, 2009). Elle est 1,6 fois inférieure à celle de notre étude. L'absence quasiment générale de jeunes *L. microcarpa* dans les champs, contrairement aux savanes arborées et arbustives, et ce malgré la densité de pieds adultes dans les champs un peu plus élevée (18 arbres/ha) (Ky *et al.*, 2009), montre également que sa régénération est éliminée dans les formations cultivées, à l'instar de celle de *S. birrea*. La faible densité de *H. barteri* s'expliquerait par sa prédilection pour les enchevêtrements rocheux. Les distributions obtenues présentent des allures en cloche ayant toutes une asymétrie à droite ($1 < C < 3,6$). L'allure en cloche des distributions diamétriques traduit des populations en déclin, perturbées ou vieillissantes (Ouédraogo *et al.*, 2006). D'autres études ont aussi révélé des allures régressives de populations vieillissantes de *S. birrea* au Bénin (Gouwakinnou *et al.*, 2009), de *L. microcarpa* au Burkina Faso (Ky *et al.*, 2009; Thiombiano *et al.*, 2010), et de *H. barteri* sur la chaîne de l'Atakora au Togo (Agbogon *et al.*, 2012). Selon Feeley *et al.* (2007), la distribution par classe de taille ne peut prédire avec exactitude les tendances futures d'une population. Cependant, le coefficient d'asymétrie, qui permet de caractériser l'abondance des individus immatures, est le meilleur outil pour prédire les modifications pouvant intervenir au sein d'une population. Toutefois, ces mêmes auteurs attestent que la distribution par classes de diamètre est informative à petite échelle. En dépit de ces controverses, les tendances régressives décrites



plus haut concordent avec les coefficients d'asymétrie positifs ($g > 0$) qui indiquent des populations vulnérables pour ces trois espèces, quelles que soient les différentes situations topographiques. La vulnérabilité de *S. birrea* et de *L. microcarpa* est également constatée au Burkina Faso (Savadogo *et al.*, 2007). Des travaux sur la structure démographique de peuplements adultes de *L. microcarpa* dans le sud du Burkina Faso (Thiombiano *et al.*, 2010) ont montré une baisse du nombre d'arbres dans la classe de diamètres [10-15] par rapport à la classe de diamètres suivante et une absence d'arbres dans la classe [5-10] qui devrait être alimentée par la régénération. L'absence de *L. microcarpa* de 6 à 10 cm de diamètre est également constatée dans les savanes arborées dans le centre-est du même pays (Ky *et al.*, 2009). La faible régénération que présente *L. microcarpa* dans ces zones est due à des facteurs anthropiques qui sont la récolte presque intégrale des fruits, le défrichement pour la mise en place de nouveaux champs et les feux de brousse (Ky *et al.*, 2009 ; Thiombiano *et al.*, 2010). En effet, Haarmeyer *et al.* (2013) travaillant sur les populations de *L. microcarpa* de deux sites communaux de différentes densités de populations humaines, ont montré en accord avec les travaux de Ky *et al.* (2009) que l'intensification des impacts humains des milieux densément peuplés affecte négativement la structure des populations de l'espèce. Au Bénin dans les systèmes agroforestiers, les recherches sur *S. birrea* (Gouwakinnou *et al.*, 2009), ont montré une forte baisse dans le centre de classe 7,5 cm dans les forêts protégées et une quasi-absence d'arbres dans les centres de classe 7,5 et 15 cm. Ceci traduit une nette différence de structure selon les systèmes d'utilisation des terres. Ces taux réduits d'arbres de faible diamètre parmi la population adulte des pays voisins corroborent le très faible potentiel de régénération mis en évidence pour ces espèces, sauf *S. birrea* qui drageonne. De ces trois espèces, *H. barteri* demeure l'espèce la plus vulnérable eu égard à sa distribution très réduite et à son plus faible potentiel de régénération.

5.3 Potentiels de régénération des trois espèces fruitières : Ces espèces ont des

potentiels de régénération faibles (*S. birrea*) à très faibles (*L. microcarpa* et *H. barteri*). Cette constatation a été également faite pour *L. microcarpa* et pour *S. birrea* dans les savanes soudanaises et dans le Parc National d'Arly au Burkina Faso (Savadogo *et al.*, 2007 ; Ouédraogo *et al.*, 2009). *H. barteri* est également très pauvre en juvéniles dans les savanes arborées peu perturbées situées sur la chaîne de l'Atakora (Agbogon *et al.*, 2012). Les difficultés inhérentes à leur régénération seraient liées aussi bien à leur biologie qu'à leurs conditions d'existence sur des sols squelettiques. Les principaux facteurs écologiques affectant généralement la régénération naturelle de ces espèces sont la sécheresse, les feux de brousse, le surpâturage et les prélèvements excessifs (Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Savadogo *et al.*, 2007 ; Ouédraogo *et al.*, 2009). Face à ces facteurs, les espèces qui ont une régénération relativement abondante sont celles qui montrent une aptitude au drageonnage (Hall *et al.*, 2002 ; Bellefontaine, 2005 ; Meunier *et al.*, 2008 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011). Ceci permet d'expliquer le taux relativement élevé de régénération de *S. birrea* par rapport à celui de *L. microcarpa* et de *H. barteri*. Le taux de régénération presque nulle de *H. barteri* s'explique aussi par les difficultés de germination de ses graines (Agbogon *et al.*, 2014).

5.4 Stratégies futures de conservation et de domestication : La région des savanes, fortement dominée par le paysage agraire, ne présente que quelques reliques de peuplements ligneux sur des terres marginales, car les terres agricoles sont prises d'assaut par les populations locales. L'agriculture et l'élevage limitent les possibilités de conservation *in situ* de ces arbres fruitiers spontanés, parfois peu productifs. A cet effet, des études de sélection variétale et de domestication de ces espèces doivent être rapidement envisagées. Face à la récurrence dans les milieux savaniques des facteurs de dégradation (Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Savadogo *et al.*, 2007 ; Ouédraogo *et al.*, 2009) qui limitent le potentiel de régénération de ces espèces, la régénération asexuée serait une des voies pour des options d'aménagement. La multiplication végétative à très faible coût notamment par



marcottage aérien (Bellefontaine, 2005 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011) par induction du drageonnage (Bellefontaine, 2005 ; Harivel *et al.*, 2006 ; Meunier, 2008 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011) ou par boutures de segments racinaires (Ky-Dembélé *et al.*, 2010 ; Bellefontaine, 2013) de clones très productifs et une sensibilisation suivie d'une formation des populations locales à ces techniques permettraient d'envisager à brefs délais la domestication progressive de clones performants pour *S. birrea* et *L. microcarpa*. En effet, la sensibilisation des paysans sur la protection des juvéniles dans les jachères et les formations boisées, la promotion de la régénération assistée dans les champs et la plantation des meilleures variétés de ces espèces dans les jardins de case permettraient également leur conservation par les populations locales.

Pour la restauration des peuplements de ces espèces, des seuils de densité optimale déterminés globalement par la frontière haute de l'intervalle de densités moyennes des stations les plus représentatives de ces espèces, sont proposées dans leurs zones de prédilection. Ainsi, la conservation des populations de *S. birrea* serait plus commode à envisager pour une densité seuil de 80 arbres/ha dans les bas-plateaux des cuestas

6 CONCLUSION

La caractérisation des habitats de ces arbres fruitiers montre qu'ils affichent des préférences écologiques marquées. Les populations de ces trois espèces sont en régression du fait notamment de leurs faibles potentiels de régénération. Parmi ces trois espèces, *H. barteri* est l'espèce la plus vulnérable, compte tenu de sa distribution éco-géographique très restreinte, de sa plus faible densité et du taux de régénération quasi-inexistant dans les sols squelettiques qu'elle affectionne. La capacité à drageonner de *S. birrea* explique la relative abondance de juvéniles par rapport à *L. microcarpa*, bien qu'elle soit moins abondante que cette dernière. La sensibilisation des ruraux pour la sauvegarde des rares

par induction de drageons dans un premier temps ou des plantations de clones performants et sélectionnés élevés en pépinière (Meunier, 2008 ; Noubissié Tchiagam *et al.*, 2011). En ce qui concerne *L. microcarpa*, après sensibilisation des riverains de la plaine de l'Oti, les pieds remarquables (productifs et vigoureux) pourraient être conservés *in situ*. La restauration des peuplements de *L. microcarpa* à une densité seuil de 80 arbres/ha par la plantation de clones sélectionnés est à envisager. Elle nécessite la participation active des populations rurales et une protection accrue des juvéniles. Quant à *H. barteri*, sa localisation uniquement sur les sommets des cuestas nécessite de former sans délai les populations rurales à la protection des juvéniles, pour une conservation *in situ* de l'espèce. Il est urgent d'étudier la physiologie de la germination, les aptitudes de survie de jeunes plants dans ces sols squelettiques et la possibilité de multiplication à faible coût par bouturage. Ceci permettrait de restaurer les peuplements de *H. barteri* à une densité seuil de 40 arbres/ha, sur les sommets et les hauts versants des cuestas, étant donné que les cuestas en dépit de leurs anthropisations sont l'habitat privilégié de l'espèce au Togo (Agbogon *et al.*, 2012).

peuplements existants de ces arbres fruitiers est importante pour leur conservation. Celle-ci serait plus commode pour chacune de ces espèces dans les stations de leurs milieux de prédilection. Elle nécessite également le maintien *in situ* des pieds remarquables dans les champs lors des défrichages, la protection des juvéniles, la plantation de plants ou mieux de clones sélectionnés, l'induction du drageonnage (exclusivement pour *S. birrea*). Des études approfondies relative à la régénération sexuée et à la multiplication végétative de ces espèces sont nécessaires afin d'affiner les pistes d'un aménagement et d'une domestication futures.

7 REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Fondation Internationale pour la Science (FIS) et

l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT) pour leur appui financier.



8 BIBLIOGRAPHIE

- Agbogban A, Bammitte D, Tozo K. et Akpagana K : 2014. Contribution à la multiplication par graines et par bouturage de segments de tiges et de racines de trois fruitiers spontanés de la région des savanes au Togo : *Haematostaphis barteri* Hook. F. *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krause et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. *European Scientific Journal* 10 (6): 195-211.
- Agbogban A, Tozo K, Wala K, Batawila K, Dourma M. et Akpagana K: 2012. Abondance et structure d'un fruitier spontané : *Haematostaphis barteri* Hook.f. dans deux sites rocheux en région soudanienne au Togo. *International Journal of Biology and Chemical Sciences* 6 (6): 6042-6048.
- Akpagana K : 2006. *Savoirs locaux et gestion de la biodiversité : habitudes alimentaires et utilisation des plantes alimentaires mineures ou menacées de disparition au Togo*. Rapport année III. Programme de recherche N°101517 (CRDI). Université de Lomé Togo.
- Akpavi S, Wala K, Gbogbo KA, Odah K, Woegan YA, Batawila K, Dourma M, Pereki H, Butare I, De Foucault B. et Akpagana K: 2012. Distribution spatiale des plantes alimentaires mineures ou menacées de disparition au Togo : un indicateur de l'ampleur de leur menace. *Acta Botanica Gallica* 159 (4): 411-432.
- Arbonnier M : 2009. *Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest*. Paris, France : MNHN, éd. QUAE.
- Atato A, Wala K, Batawila K, Woegan YA. et Akpagana K : 2010. Diversité des fruitiers ligneux spontanés du Togo. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*. 4(Special issue 1): 1-9. Ouagadougou : Burkina Faso.
- Bellefontaine R : 2005. Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie : analyse de 875 cas – Texte introductif, tableau et bibliographie. *Sécheresse* 16 (4): 315-317.
- Bellefontaine R, Ferradous A, Alifriqui M, Bouzoubaa Z, Ky-Dembele C, Nsibi R, Le Boulter H. et Meunier Q : 2013. Multiplication végétative d'arganiers par greffes, drageons et boutures de segments racinaires. In *Actes du 1er Congrès international de l'arganier, Agadir, 15-17 décembre 2011*, 379-388. Agadir: INRA-ANDZOA.
- Bowe C. and Haq N: 2010. Quantifying the global environmental niche of an underutilized tropical fruit tree (*Tamarindus indica*) using herbarium records. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139 (1-2): 51-58.
- Fandohan B, Assogbadjo AE, Glèlè Kakai RL, Sinsin B. and Van Damme P: 2010. Impact of habitat type on the conservation status of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) populations in the W National Park of Benin. *Fruits* 65 (1): 11-19.
- Feeley JK, Davies SJ, Noor NS, Kassim AR. and Tan S : 2007. Do current stem size distributions predict future population changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. *Journal of Tropical Ecology* 23: 191-198.
- Gouwakinnou GN, Kindomihou V, Assogbadjo AE. and Sinsin B : 2009. Population structure and abundance of *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst. subsp. *birrea* in two contrasting land-use systems in Benin. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 1 (6): 194-201.
- Haarmeyer DH, Schumann K, Bernhardt-Römermann M, Wittig R., Thiombiano A. and Hahn K : 2013. Human impact on population structure and fruit production of the socio-economically important tree *Lannea microcarpa* in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 87 (6): 1363-1375.
- Hall JB., O'Brien EM. and Sinclair FL : 2002. *Sclerocarya birrea: a monograph*. School of Agricultural and Forest Sciences Publication University of Wales, Bangor, vol 19.



- Haq N, Bowe C. and Dunsiger Z : 2008. Challenge to stimulating the adoption and impact of indigenous fruit trees in tropical agriculture. In *Indigenous Fruits Trees in the Tropics: Domestication, Utilization and Commercialization*, edited by F.K. Akinnifesi et al., 50 – 69. London : CAB.
- Harivel A, Bellefontaine R. et Boly O : 2006. Aptitude à la multiplication végétative de huit espèces forestières d'intérêt au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 288(2): 39-50.
- Husch B, Beers TW. and Kershaw JA : 2002. *Forest Mensuration*, London: Ronald Press Company
- Ky JMK, Gnoula C, Zerbo P, Simporé J, Nikiema JB, Canini A. and Millogo-Rasolodimby J : 2009. Study of floristic diversity and the structural dynamics of some species providers of non woody forest products in the vegetable formations of the centre east of Burkina Faso. *Pakistan Journal of Biological Science* 12 (14): 1004-1011.
- Ky-Dembélé C, Tigabu M, Bayala J, Savadogo P, Boussim IJ. and Oden PC : 2010. Clonal propagation of *Detarium microcarpum* from root cuttings. *Silva Fennica* 44 (5): 775-787.
- Meunier Q, Bellefontaine R, et Monteuis O : 2008. La multiplication végétative d'arbres et arbustes médicinaux au bénéfice des communautés rurales d'Ouganda. *Bois et Forêts des Tropiques* 295 (2): 71-82.
- Nacoulma BMI, Katharina Schumann K, Traore S, Bernhardt-Römermann M, Hahn K, Wittig R. and Thiombiano A :2011. Impacts of land-use on West African savanna vegetation: a comparison between protected and communal area in Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation* 20: 341-3362.
- Noubissié Tchiagam JB, Ndzie JP, Bellefontaine R. et Mpongmetsem PM: 2011. Multiplication végétative de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex. A.Rich. et *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst. au nord du Cameroun. *Fruits* 66 (5): 1-16.
- Ouédraogo A, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K. et Guinko S : 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse* 17 (4): 485-491.
- Ouédraogo O, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K. et Guinko S : 2009. Diversité et dynamique de la végétation ligneuse juvénile du Parc National d'Arly (Burkina Faso). *Candollea* 64: 257-278.
- Sacandé M : 2007. *Lannea microcarpa*. Seed Leaflet N° 123 September 2007. *Forest & Landscape Denmark*. (curis.ku.dk/ws/files/20496596/123net.pdf), accessed 09/20/2014.
- Savadogo P, Tigabu M. Savadogo L. and Oden PC : 2007. Woody species composition, structure and diversity of vegetation patches of a Sudanian savanna in Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 294 (4): 5-20.
- Teklehaimanot Z : 2008. The role of indigenous fruit trees in sustainable dryland agriculture in Eastern Africa. In *Indigenous Fruits Trees in the Tropics: Domestication, Utilization and Commercialization*, edited by F.K. Akinnifesi et al., 204-223. London : CAB.
- Thiombiano DNE, Lamien N, Dibong SD. et Boussim IJ : 2010. État des peuplements des espèces ligneuses de soudure des communautés rurales de Pobé-Mengao et de Nobéré (Burkina Faso). *Journal of Animal and Plant Sciences* 9: 1104-1116.
- Wala K, Sinsin B, Hahn-Hadjali K. et Akpagana K : 2006. Analyse floristique et écologique de la végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin. *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé* 8 (1): 9-18.