

ESTIMATION DE LA PRODUCTION FRUITIÈRE DES ESPÈCES LIGNEUSES ALIMENTAIRES EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

A. M. KOUYATE*, B. M. I. NACOUлма**, A. M. LYKKE*** & A. THIOMBIANO**

*Institut d'Economie Rurale, Mali – Email : Kouyate01@hotmail.com

**Laboratoire de Biologie & Écologie Végétales, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, Email : nblandine@gmail.com ; Email :adjima_thiombiano@yahoo.fr

***Department of Bioscience, Aarhus University, Denmark, Email : aml@bios.au.dk

RÉSUMÉ

Le présent chapitre traite de l'estimation de la production fruitière des espèces ligneuses alimentaires. Trois méthodes sont présentées : 1) le comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits, 2) le comptage des fruits tombés sous l'arbre à travers un ramassage périodique des fruits, 3) le comptage par extrapolation. Aussi, les techniques de saisie et d'analyse sont décrites. Une corrélation positive a été souvent trouvée entre la grosseur du tronc et le nombre de fruits produits. L'estimation annuelle de la production fruitière est recommandée sur une période de 3 à 5 ans. L'évaluation de la ressource fruits des espèces ligneuses permet de mettre en évidence les potentialités fruitières disponibles pour les populations locales. Les outils développés ici sont simples et faciles à mettre en œuvre.

Mots clés : Arbres, Arbustes, Fruits, Production, Afrique Sub-Saharienne

ABSTRACT

This chapter deals with the estimation of fruit production of edible fruit tree species. Three methods are presented: 1) counting the total number of fruit after a full harvesting, 2) counting fallen fruit beneath the tree through a periodic collection of fruits, 3) counting by extrapolation. Data entering and analysis techniques are also described. A positive correlation was often found between the size of the trunk and the number of fruits produced. The estimation of fruit production is recommended to be made annually over a period of 3 to 5 years. The assessment of fruit resources from woody species highlights the potential of the fruit resources for the local population. The tools developed here are simple and easy to implement.

Keywords :Tree, Shrub, Fruits, Production, Sub-Saharan Africa

INTRODUCTION

En Afrique Sub-Saharienne, les espèces ligneuses alimentaires sont très prisées des populations. Ces espèces sont considérées comme la source de la diversification de l'agriculture de subsistance. Leur rôle dans la lutte contre l'insécurité alimentaire et dans la méso-économie est indéniable dans les zones rurales. C'est le cas pour beaucoup des espèces utilisées dans la vie quotidienne et des espèces de soudure qui sont disponibles à un moment où les greniers sont vides. A titre d'exemple, on peut citer *Adansonia digitata*, *Cola cordifolia*, *Cordyla pinnata*, *Annona senegalensis*, *Borassus aethiopum*, *Detarium microcarpum*, *Lannea microcarpa*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Saba senegalensis*, *Vitellaria paradoxa*, etc. Aussi, ces espèces

ligneuses jouent un rôle capital dans le régime alimentaire et dans la lutte contre la malnutrition.

Aujourd'hui, les techniques d'inventaire des espèces ligneuses alimentaires pour la détermination de la densité et du volume sont assez connues. En plus du bois, l'arbre et la forêt procurent d'autres produits qui ne sont pas ligneux. Parmi ces produits forestiers non ligneux, les fruits occupent une place de choix dans la sauvegarde de la biodiversité, dans l'utilisation, le maintien de la santé et la lutte contre l'insécurité alimentaire.

Dans les terroirs villageois, les fruits de ces espèces ligneuses alimentaires interviennent dans les maillons essentiels de la vie socio-économique. L'utilisation durable de ces fruits est confrontée à un certain nombre de contraintes notamment leur faible valorisation due au faible niveau de transformation des fruits, la croissance exponentielle des besoins des humains et la collecte abusive des fruits compromettant la régénération naturelle.

Il convient de signaler que la production des fruits des espèces ligneuses alimentaires reste tributaire des variations interannuelles, de la saisonnalité et de la prédation. En dépit de la disponibilité des statistiques d'exportation des fruits de certaines espèces, les informations sur la quantité de fruits produits par arbre et par an sont presque inexistantes. Or, cette insuffisance de méthodologies éprouvées d'estimation annuelle de la production dans les pays d'Afrique au Sud du Sahara peut constituer un frein au développement de leurs chaînes de valeur. Au regard de cette situation, la nécessité de proposer et de vulgariser une méthode permettant de connaître le potentiel en fruits tout en préservant la vie de l'arbre s'impose.

OBJECTIFS

L'objectif visé est de mettre un outil de gestion à la disposition des élèves, des étudiants et des gestionnaires ou des planificateurs forestiers pour l'estimation de la production fruitière des espèces ligneuses en Afrique Sub-Saharienne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

Les matériels techniques nécessaires pour réaliser l'estimation sont les suivants : GPS, pied à coulisse, peinture ou plaques numérotées, balance, peson, sacs en cretonne, balais, bâches, gaules, binoculaires ou télescopes.

Méthodes

Assemblée générale

Une assemblée générale dans la zone d'étude pour partager l'objectif du travail et l'estimation de la production fruitière des espèces ligneuses pourra créer un climat de confiance et faciliter l'adhésion des principaux acteurs de la chaîne de valeur des fruitiers locaux.

Choix des arbres et nombre d'échantillons d'arbres

Le comptage des fruits sera basé principalement sur les décisions à prendre concernant les types d'arbres et de taille de fruits (gros ou petits fruits). En effet, le choix doit porter sur des arbres qui ont commencé à fructifier. Ces arbres fructifères doivent être représentatifs à travers toute l'aire de récolte. Ils doivent être choisis au hasard dans la population inventoriée. Le nombre d'arbres choisis pour le comptage des fruits doit être ≥ 30 pour tenir compte de l'irrégularité de fructification de la plupart des arbres tropicaux (FAO, 2001) d'une part, et dans un souci de représentativité statistique de l'échantillon d'autre part. Ce nombre doit renfermer toutes les classes de circonférence (petite, moyenne, grande) des individus productifs. Pour matérialiser les arbres choisis, le gestionnaire ou le planificateur forestier peut se servir de la peinture ou des plaques en les numérotant (Figure 1) et/ou de GPS (latitude, longitude) de préférence.



Figure 1. Un pied d'*Azelia africana* au Burkina Faso matérialisé par une plaque portant un numéro d'ordre

Pour estimer la production fruitière, les arbres sélectionnés doivent être bien portants, c'est-à-dire exempts de traces antérieures d'exploitation humaine (écorçage, émondage non contrôlé) et de plantes parasites. Des études ont, en effet, montré que les techniques d'exploitation inappropriées et le parasitisme (Boussim *et al.*, 1993 ; Gaoué & Ticktin, 2008 ; Nacoulma *et al. sous presse*) peuvent influencer significativement et négativement la production fruitière des arbres considérés.

Pour comparer la production fruitière de deux paysages différents, il faut appliquer un échantillonnage stratifié où au moins 30 arbres seront choisis au hasard dans chacune des strates.

Techniques de récolte et d'évaluation de la production fruitière

Différentes approches ont été développées pour la récolte et l'évaluation de la production fruitière chez les ligneux. Il s'agit de :

Comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits

La méthode la plus simple pour la mesure de la production fruitière est le comptage direct (Cunningham, 2001). Peters (1996) a préconisé la méthode qui consiste à récolter la totalité des fruits en secouant les branches ou en utilisant les gaules. Cette récolte en un seul passage concernera les fruits arrivés au stade de pleine maturation. Cette méthode a été utilisée par Ouoba *et al.* (2006) au Burkina Faso. Elle a été modifiée par Kouyaté *et al.* (2006) au Mali en nettoyant le sol sous l'arbre ou en étalant une bâche sous l'arbre. Le comptage des fruits peut être fait en utilisant les binoculaires (ouverture de 50 mm au minimum et un grossissement de 7 ou 8) ou les télescopes d'une excellente qualité optique. Pour tenir compte des facteurs abiotiques pouvant influencer la production en fruits au stade de pleine maturation, il sera nécessaire de faire un pré-comptage au stade de nouaison pour déterminer un facteur correctif. La réussite de la méthode exige au préalable une sensibilisation des communautés de la zone d'étude. Ces communautés doivent être rassurées que les fruits leur reviendraient après l'estimation.

Comptage des fruits tombés sous l'arbre à travers un ramassage périodique des fruits

La méthode consistant à compter les fruits tombés sous l'arbre à travers un ramassage périodique des fruits a été utilisée par Shackleton (2002) sur *Sclerocarya birrea* et Lamien *et al.* (2007) sur *Vitellaria paradoxa*. Son application nécessite l'implication de la population et la mise en place d'un

dispositif adapté permettant de ramasser les fruits au fur et à mesure qu'ils tombent. L'efficacité du travail de récolte peut être améliorée en étalant sous les arbres de grandes toiles, des nattes, des feuilles en plastique ou des bâches pour recueillir les fruits qui tombent. Si cela n'est pas possible, il faut débarrasser le sol des feuilles mortes, des branches et de la végétation pour faciliter le ramassage des fruits et avoir le moins d'impuretés possible. Ainsi, la production totale d'un arbre devient la somme des récoltes journalières.

Comptage par extrapolation

Lorsque la méthode du comptage direct devient impraticable et lorsque le nombre de fruits est élevé, la méthode par extrapolation peut être envisagée. Celle-ci consiste à compter : i) le nombre total de branches fructifères à partir de la première ramification basale et ii) le nombre de fruits présents sur le quart des branches fruitières choisies au hasard. Ce nombre de fruits est ensuite extrapolé au nombre total de branches fructifères pour estimer le nombre total de fruits pour un arbre. Cette approche a été adoptée avec succès dans la zone ouest-africaine par de nombreux auteurs (Gaoué & Ticktin, 2008 ; Nacoulma, 2012) respectivement sur *Khaya senegalensis* et *Azelia africana*.

Une autre méthode d'extrapolation consiste, pour toutes les branches d'un arbre donné, à établir des classes de diamètres puis à retenir un certain nombre de branches de manière représentative dans chaque classe tout en tenant compte de l'orientation (Est-Ouest, Nord-Sud) des branches. Ensuite, le nombre de fruits produits par branches seront comptés. La production fruitière de la classe sera d'abord évaluée en multipliant la moyenne du nombre de fruits des branches retenues par le nombre total de branches appartenant à la même classe. La production totale du pied est obtenue par la sommation des productions des différentes classes de diamètre des branches.

Quel que soit le type de comptage, chaque lot de fruit récolté doit être convenablement étiqueté. L'étiquette comportera les renseignements suivants : le nom scientifique de l'espèce, la date et le lieu de récolte, les coordonnées géographiques, le numéro de l'échantillon, le nom de la localité et les caractéristiques du site.

Fréquence d'estimation

Au regard de la fructification irrégulière des espèces ligneuses d'Afrique Sub-Saharienne, l'estimation de la production des fruits doit être faite annuellement sur une période de 3 à 5 ans (Encadré 1). C'est pourquoi, on

distinguera des années de production nulle, moyenne, abondante et exceptionnelle.

Encadré 1. Variation interannuelle de la production fruitière de deux espèces ligneuses alimentaires

- *Vitellaria paradoxa* (Soro et al., 2001)

Dans le parc de Tengrela en Côte d'Ivoire, le nombre moyen de fruits par arbre de *Vitellaria paradoxa* a varié entre 1124 et 1658 sur une période de 5 ans. Les valeurs minimale et maximale de la production de fruits par arbre, pour la même période, ont varié respectivement de 0 à 14713. Ce travail a été réalisé en utilisant le comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits.

- *Detarium microcarpum* (Kouyaté et al., 2006)

A Yanfolila au Sud du Mali, le nombre de fruits par kilo a varié de 83 (2001-2002) à 100 (2002-2003). Le poids des fruits a varié de 3,73 kg (2001-2002) à 9,97 kg (2002-2003). Ce travail a été réalisé en utilisant le comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits

Paramètres à mesurer

Au niveau de chaque arbre, les mesures peuvent concerner :

- la circonférence ou le diamètre prise à 1,30 m du sol à l'aide de ruban de couturier ou ruban ;
- la hauteur totale à l'aide d'une règle coulissante ou en utilisant un clinomètre ;
- la hauteur de la première ramification basale à l'aide d'une règle coulissante ou en utilisant un clinomètre;
- la hauteur du houppier à l'aide d'une règle coulissante ou en utilisant un clinomètre ;
- le poids des fruits à l'aide d'une balance ou de peson ;
- le poids de la pulpe à l'aide de peson ;
- le petit diamètre et le grand diamètre du houppier à l'aide d'un pied à coulisse. Le petit diamètre sera mesuré à partir de la petite projection verticale au sol du houppier. Le grand diamètre sera mesuré à partir de la grande projection verticale au sol du houppier.

Saisie et traitement des données

Les données collectées peuvent être saisies en Excel (Encadré 2) ou Access. L'Encadré 2 est un exemple de saisie en Excel des données collectées sur *Detarium microcarpum* suivant le comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits.

Encadré 2. Exemple d'un tableau Excelde saisie de données collectées sur *Detarium microcarpum* suivant le comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits

N° arbre	C _{1,30 m} (cm)	HT (m)	Hr (m)	HH (m)	Nfr	Pfr (g)	Pp (g)	PDH (m)	GDH (m)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
.....									
30									

C_{1,30 m} : circonférence prise à 1,30 m du sol ; HT : hauteur totale ; Hr : hauteur de la première ramification basale ; HH : hauteur du houppier ; Nfr : nombre de fruits ; Pfr : poids du fruit ; Pp : poids de la pulpe ; PDH : petit diamètre du houppier ; GDH : grand diamètre du houppier

Le diamètre du houppier correspond à la moyenne du petit diamètre et du grand diamètre du houppier (Pouderoux *et al.*, 2001).

Volume du houppier = surface de la projection x hauteur du houppier x 0,5 ; 0,5 étant un facteur correctif.

Calcul de la corrélation et de la régression entre paramètres physiques et production fruitière

L'Encadré 3 illustre quelques corrélations obtenues entre la grosseur du tronc de certaines espèces et leur production fruitière.

Encadré 3. Corrélation entre paramètres physiques et production fruitière

Les résultats obtenus sur *Detarium microcarpum* au Sud du Mali (Kouyaté et al., 2006) montrent que la circonférence du tronc prise à 1,30 m du sol est positivement et significativement corrélée au nombre des fruits ($r = 0,51$; $p < 0,01$) et au poids des fruits ($r = 0,56$; $p < 0,01$). Ils indiquent que le nombre et le poids des fruits sont positivement et significativement corrélés entre eux ($r = 0,94$; $p < 0,01$).

Une corrélation positive a été trouvée entre la grosseur du tronc et le nombre de fruits produits chez *Adansonia digitata* (Schumann et al., 2010).

Au Sénégal, les résultats sur *Adansonia digitata* (Sanogo et al., 2015) ont montré que le diamètre du tronc à 1,30 m du sol est positivement et significativement corrélé au nombre de fruits ($r = 0,50$; $p < 0,05$), au poids des fruits ($r = 0,48$; $p < 0,05$) et au poids de pulpe ($r = 0,49$; $p < 0,05$). Ils ont indiqué que le nombre et le poids des fruits sont positivement et significativement corrélés entre eux ($r = 0,84$; $p < 0,05$).

p : probabilité ; r : coefficient de corrélation

L'Encadré 4 montre quelques relations allométriques entre les descripteurs physiques et certains descripteurs de la production fruitière.

Encadré 4. Quelques relations allométriques entre les paramètres physiques et certains paramètres de production fruitière

Régression linéaire entre la circonférence du tronc prise à 1,30 m du sol, la hauteur de la première ramification basale et certains paramètres des fruits pour un échantillon de 41 arbres de *Detarium microcarpum* étudiés au Mali (Kouyaté et al., 2006).

Poids des fruits = $0,1976 C_{1,30\text{ m}} - 4,852$; $p = 0,000$

Nombre de fruits = $20,368 C_{1,30\text{ m}} - 537,415$; $p = 0,001$

Poids des fruits = $6,813 - 0,414 \text{ Hr}$; $p = 0,537$

Nombre de fruits = $699,050 - 58,718 \text{ Hr}$; $p = 0,435$.

Régression linéaire entre le diamètre du tronc pris à 1,30 m du sol, le nombre de fruits et certains paramètres de la production pour un échantillon de 142 arbres d'*Adansonia digitata* au Sénégal (Sanogo et al., 2015).

Poids de fruits = $42,467 D_{1,30\text{ m}} - 12,35$; $p < 0,0001$

Poids de la pulpe = $23,211 D_{1,30\text{ m}} - 3,9431$; $p < 0,0001$

Nombre de fruits = $82,528 D_{1,30\text{ m}} - 20,376$; $p = 0,0001$

Poids de fruits = $3,1377 \text{ Dh} - 6,714$; $p < 0,0001$

Poids de la pulpe = $1,7849 \text{ Dh} - 1,9383$; $p < 0,0001$

Nombre de fruits = $2,0534 \text{ Dh} + 59,447$; $p = 0,44$.

$C_{1,30\text{ m}}$: circonférence du tronc prise à 1,30 m du sol (m) ; Hr : hauteur de la première ramification basale (m) ; $D_{1,30\text{ m}}$: diamètre du tronc à 1,30 m du sol (m) ; Dh: diamètre moyen du houppier (m) ; p : probabilité.

Estimation de la production fruitière d'un peuplement

Pour estimer la production fruitière du peuplement issue du comptage du nombre total de fruits à travers la récolte intégrale des fruits, on peut procéder comme suit (Kouyaté *et al.*, 2006 ; Sanogo *et al.*, 2015) :

$$PT = Pu \times Dp$$

PT est la production fruitière du peuplement par ha

Pu est la production fruitière moyenne

$$Pu = \sum pi / N$$

pi est le nombre total de fruits récoltés sur l'arbre i

N est le nombre total d'arbres sur lesquels les fruits ont été récoltés.

Dp représente la densité à l'hectare.

Encadré 5 : Production fruitière moyenne d'un peuplement et d'un parc agroforestier

Au Mali, la production fruitière moyenne d'un peuplement de *Detarium microcarpum* possédant 268 arbres à l'hectare atteint 1,6 tonnes de fruits à l'hectare (Kouyaté *et al.*, 2006).

Au Sénégal, la production fruitière des parcs agroforestiers d'*Adansonia digitata* varié en fonction des zones climatiques. La densité à l'hectare a varié entre 9 arbres en zone soudano-guinéenne et 13 arbres en zone sahélienne. Ainsi, cette production atteint 487 kg à l'hectare en zone soudano-sahélienne contre 558 kg à l'hectare en zone soudano-guinéenne (Sanogo *et al.*, 2015).

CONCLUSION

L'évaluation de la ressource fruits des espèces ligneuses permet de mettre en évidence les potentialités fruitières de ces espèces. Ceci permettra de justifier les futurs programmes de sélection et d'amélioration génétique pour une meilleure domestication en vue de contribuer à la réduction de la pauvreté. De récents travaux de domestication de *Detarium microcarpum*, *Tamarindus indica* et *Balanites aegyptiaca* irrigués à raison de 10 litres d'eau par semaine suivant deux saisons sèches consécutives ont fructifié à 4 à 6 ans après la plantation. Quelle que soit la méthode adoptée, elle doit reposer principalement sur un échantillon d'au moins 30 arbres choisis au hasard dans la population inventoriée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUSSIM I. J., SALLE G. & GUINKO S. 1993. *Tapinanthus*, parasite du karité au Burkina Faso, *Bois et Forêts de Tropiques* 238 : 45-65
- CUNNINGHAM A. B. 2001. Applied ethnobotany, people, wild plant use and conservation, WWF. Earthscan Publications Ltd, London.

- DELOLME A. 1947. Etude du karité à la station agricole de Ferkéssédougou. *Oléagineux* 4: 186-200.
- FAO 2001. Évaluation des ressources en produits forestiers non ligneux. *Produits Forestiers Non Ligneux* 13. FAO, Rome.
- GAOUE O. G. & TICKTIN T. 2008. Impacts of bark and foliage harvest on *Khaya senegalensis* (Meliaceae) reproductive performance in Benin. *Journal of Applied Ecology* 45 : 34-40.
- KOUYATE A. M., VAN DAMME P. & DIAWARA H. 2006. Évaluation de la production en fruits de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali. Note technique. *Fruits* 61 : 1-13.
- LAMIEN N., TIGABU M., GUINKO S. & ODEN PER C. 2007. Variations in dendrometric and fruiting characters of *Vitellaria paradoxa* populations and multivariate models for estimation of fruit yield. *Agroforestry Systems* 69 : 1-11
- LEAKEY R. R. B., SIMONS A. J. 1998. The domestication and commercialization of indigenous trees in agroforestry for the alleviation of poverty. *Agroforestry Systems* 38 : 165-176.
- NACOULMA B. M. I., 2012. Dynamique et stratégies de conservation de la végétation et de la phytodiversité du complexe écologique du Parc national du W du Burkina Faso. Thèse Unique, Université de Ouagadougou, Ouagadougou, 202 p.
- NACOULMA B. M. I., LYKKE A. M., TRAORÉ S., SINSIN B. & THIOMBIANO A., Subm. Impact of bark and foliage harvest on fruit production of the multipurpose tree *Azizelia africana* in Burkina Faso (West Africa). *Agroforestry Systems*.
- OUOBA P., BOUSSIM I. J. & GUINKO S. 2006. Le potentiel fruitier de la forêt classée de Niangoloko au Burkina Faso. *Fruits* 61 : 1-11.
- PETERS C. M. 1996. The ecology and management of non-timber forest resources. World Bank, Tech. Pap. 322, Washington, USA.
- POUDEROUX S., DELEUZE C. & DHOTE J. F. 2001. Analyse du rendement des houppiers dans un essai d'éclaircie de hêtre grâce à un modèle à base écophysiological. *Annals of Forest Sciences* 58 : 261-275.
- SCHUMANN K., WITTIG R., THIOMBIANO A., BECKER U. & HAHN K. 2010. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa. *Forest Ecology and Management* 260 : 2035-2044.
- SANOGO D, BADJI M., DIOP M., SAMB C. O., TAMBA A. & GASSAMA Y. K. 2015. Évaluation de la production en fruits de peuplements naturels de Baobab (*Adansonia digitata* L.) dans deux zones climatiques au Sénégal. *Journal of Applied Biosciences* 85:7838-7847.
- SORO D., KASSI N-D.J. & TRAORE K. 2011. Effect of the temperature and rainfall on shea tree fruit production. *Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2 (7): 220-226.