

Valorisation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des fruits forestiers comestibles dans le département de Bignona (Région de Ziguinchor, Sénégal)

Abdoulaye Simon Pierre Diatta^{1**}, Antoine Sambou¹, Ousmane Ndiaye², Paul Diouf¹

Résumé

Dans la Région de Ziguinchor, les forêts fournissent une gamme de produits de valeur pour la population surtout des zones rurales. Parmi ces produits, les produits forestiers non ligneux (PFNL) jouent un rôle important dans l'amélioration des moyens de subsistance. Malgré leur importance, la contribution nutritionnelle et fonctionnelle des fruits forestiers (FF) n'est pas bien connue des acteurs de cette filière. Pour cette raison, cette recherche a pour objectif d'étudier la valeur nutritionnelle et fonctionnelle des FF pour une meilleure valorisation. Pour ce faire, des enquêtes et des analyses qualités ont été réalisées. Les FF les plus consommés par les ménages dans la zone d'étude sont *Saba senegalensis* (A.DC) Pichon (90,5%), *Landolphia heudelotii* P. Beauv (67,55%), *Detarium senegalense* J.F. Gmel (51,19%), *Sesbania sesban* (L.) Merrill (40,63%) et *Adansonia digitata* (L) (32,98%). Les trois PFNL les plus commercialisés sont *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon, *Detarium senegalense* J. F. Gmel et *Landolphia heudelotii* A.

Mots clés : Produits forestiers non ligneux, usage, transformation, valeur nutritionnelle

Abstract

In the Ziguinchor Region, forests provide a range of valuable products for the population, especially in rural areas. Among these products, non-timber forest products (NTFPs) play an important role in improving livelihoods. Despite their importance, the nutritional and functional contribution of NTFPs is not well known by stakeholders in this sector. For this reason, this research aims to study the nutritional and functional value of NTFPs for better valorization. To do this, surveys and quality analyses were conducted. The NTFPs most consumed by households in the study area are *Saba senegalensis* (A. DC) Pichon (90.5%), *Landolphia heudelotii* P. Beauv (67.55%), *Detarium senegalense* J.F. Gmel (51.19%), *Sesbania sesban* (L.) Merrill (40.63%) and *Adansonia digitata* (L) (32.98%). The three most traded NTFPs are *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon, *Detarium senegalense* J. F. Gmel and *Landolphia heudelotii*

DC. L'analyse qualité par la détermination des valeurs nutritionnelles (Protéine, lipide, glucide, phosphore, fer, vitamine C et vitamine B2) des FF a montré que les éléments nutritionnels des fruits forestiers transformés présentent des différences significatives ($p < 0,05$) selon les produits. Pour *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon, les confitures sont plus riches en protéines (0,1 %) et en phosphore (20 mg) que les Sirops. Quant à *Detarium senegalense* J. F. Gmel, la marmelade contient plus de protéines (0,43%), de phosphore (20 mg) et de fer (61 mg) que le sirop. Cependant, le sirop a un contenu plus important en glucides que la confiture et la marmelade. Il existe une variation des propriétés nutritionnelles entre le produit brut (plus riches en protéine, en phosphore, en lipide et en vitamine C) et le produit transformé (plus riche en glucides). Les FF sont riches en éléments nutritifs mais leur transformation réduit la valeur nutritionnelle.

A. DC. Quality analysis by determining the nutritional values (Protein, lipid, carbohydrate, phosphorus, iron, vitamin C and vitamin B2) of the NTFPs showed that the nutritional elements of the processed forest fruits differed significantly ($p < 0.05$) among the products. For *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon, jams are richer in protein (0.1%) and phosphorus (20 mg) than syrups. As for *Detarium senegalense* J. F. Gmel, the marmalade contains more protein (0.43%), phosphorus (20 mg) and iron (61 mg) than the syrup. However, syrup has a higher carbohydrate content than jam and marmalade. There is a variation in nutritional properties between the raw product (richer in protein, phosphorus, lipid and vitamin C) and the processed product (richer in carbohydrates). NTFPs are rich in nutrients but processing reduces the nutritional value.

*¹Département d'Agroforesterie, Faculté des Sciences et Techniques Université Assane Seck de Ziguinchor, Sénégal ;

²Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, Université Iba Der THIAM de Thiès, Sénégal

*Auteur correspondant : simoncephasdiatta@gmail.com

Soumis le 30 septembre 2022

Accepté pour publication le 15 décembre 2022

Keywords: forest fruits, food security, processing, nutritional, functional

1. Introduction

Les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) occupent une place importante auprès des populations surtout celles du monde rural. En effet, ils sont utilisés par ces populations pour satisfaire les besoins de subsistance (alimentation et santé) ou comme sources de revenus additionnels et d'emploi. Environ 1,2 milliards de personnes des pays en développement utilisent les arbres de leurs fermes (champs) pour en tirer de la nourriture et des revenus (Betti et al. 2011 ; Endamana et al., 2016). Selon plusieurs études antérieures, l'utilisation de produits forestiers non ligneux contribue aux moyens de subsistance des ménages (Biloso & coll., 2006 ; Vodouhè et al., 2011). Une large gamme de PFNL (feuilles de *Adansonia digitata* (L), calice de *Bombax costatum* Pellegr et Vuillet., produits dérivés des fruits de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G.Don., fruits de *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon et de *Detarium senegalense* J. F. Gmel., fruit et sève de *Borassus aethiopum* Mart. etc.) est utilisée dans l'alimentation en milieu rural. Consommés crus ou après cuisson, les PFNL remplacent les cultures céréalières durant les périodes de crise (sécheresse, invasion des cultures par les criquets) ou sont utilisés comme compléments nutritionnels (Biloso et al., 2006). La valeur nutritive d'une gamme de fruits sauvages montre que certaines carences en vitamines ou en micronutriments ont pu être évitées ou peuvent être corrigées par leur consommation régulière (Abesf, 1998). L'importance accordée à ces PFNL est surtout liée au rôle prépondérant qu'ils jouent dans la nutrition humaine en tant qu'une des principales sources de micronutriments : vitamines et sels minéraux (Sambou et al., 2016). Sur le plan économique, les revenus monétaires générés par l'exploitation des seuls PFNL, bien qu'en deçà de la réalité, seraient d'une vingtaine de milliards par an et représenteraient au moins 10 % du Produit Intérieur Brut (PIB) du pays (FAO, 1987 ; Fandohan et al., 2019). Aujourd'hui, au regard des réalités socio-économiques des divers pays en développement dont le Sénégal (insécurité alimentaire chronique, désertification ; dégradation des ressources naturelles, malnutrition aiguë etc.) ; les populations ont développé des activités lucratives diversifiées parmi lesquelles l'exploitation des PFNL (Lebel, 2003).

Dans la région de Ziguinchor, les forêts fournissent une gamme de produits que l'on trouve au quotidien dans les maisons et sur les marchés appréciables pour les populations surtout rurales. Parmi ces produits, les PFNL jouent un rôle important dans l'alimentation pendant les périodes de soudure. Comme c'est le cas dans d'autres forêts tropicales de par le monde, il existe un paradoxe à propos de ces produits : malgré leur importance et leur utilisation quotidienne, on dispose de très peu d'information sur la qualité nutritionnelle de ces fruits, ce qui limite techniquement les acteurs de cette filière. Pour répondre à cette problématique, cette recherche est une contribution à la valorisation nutritionnelle et fonctionnelle des Fruits Forestiers pour une meilleure utilisation dans les ménages. De façon spécifique, il s'agit d'une part de documenter les différents usages des FF et d'autre part d'évaluer l'influence des opérations de transformation sur les propriétés nutritionnelles, fonctionnelles et organoleptiques des FF.

2. Matériel et Méthodes

Présentation de la zone d'étude

Le Département de Bignona est situé dans la zone éco géographique sud. Il est limité au Nord par la République de Gambie, au Sud par le Département de Ziguinchor, à l'Est par la Région de Sédhiou et à l'Ouest par l'Océan Atlantique. Ce Département couvre une superficie de 5.295 km². C'est le plus grand département de la Région de Ziguinchor en termes de superficie (Figure 1). Le Département de Bignona correspond à la partie du territoire national relevant du domaine sud-soudanien. Son climat tropical chaud et humide subit l'influence de la mer dans la partie basse du bassin versant du fleuve Casamance.

Le Département de Bignona se trouve entre les isohyètes 800 mm (Arrondissements de Sindian et Kataba 1) et 1300 mm (Arrondissement de Tenghory et Tendouck). La tendance de la pluviométrie qui était à la baisse dans les années 1997. Elle a amorcé une tendance à la hausse ces dernières années avec une moyenne annuelle de 1.000 mm et une variation du nord-est (Arrondissement de Sindian, 1097mm) au sud-ouest (Arrondissements de Tendouck, 1267mm). Le Département de Bignona compte à lui seul 20 des 30 massifs forestiers classés de la Région, pour une superficie de 100 405,3 ha (86% des superficies classées de la Région). L'étude a porté sur 15 villages qui se trouvent dans le Département de Bignona. Neuf Villages (Tobor, Teubi, Guirina, Colomba, Petit Coulaye, Badiouré, Tjangouthj, Diarone et Tenghory transgambienne) sont localisés dans les communes de Tenghory et de Niamone dans l'Arrondissement de Tenghory et six (Diégoûne, Tendouck, Mangangoulack, Dianki, Thiobon et Mandégane) dans les Communes de Diégoûne, Kartiack, Balinghor, et Mangagoulack, dans l'Arrondissement de Tendouck (Figure 2).

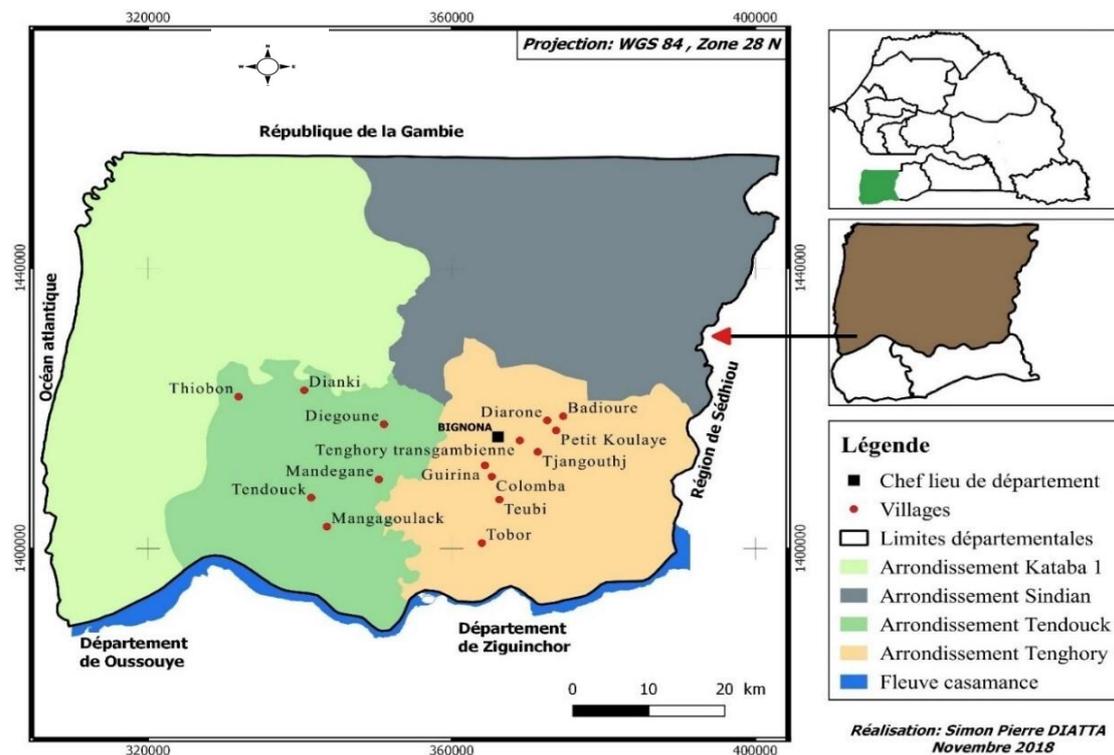


Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude dans le département de Bignona

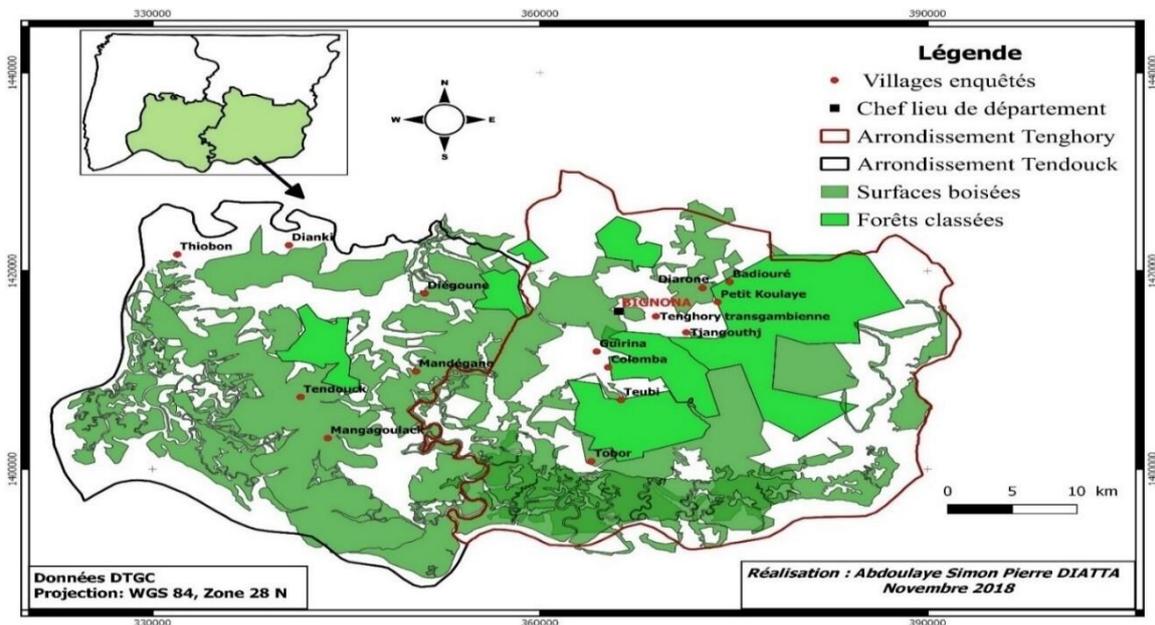


Figure 2 : Localisation géographique de la zone couverte par l'enquête ménage

Échantillonnage et collecte des données

Pour documenter les différents usages et évaluer la valeur nutritionnelle des FF, une approche méthodologique basée sur des enquêtes (ménages, marchés, unités de transformation et personnes ressources) et un échantillonnage (produits transformés) a été réalisée.

Enquêtes

Le département de Bignona compte 23994 ménages selon le rapport de l'Ands en 2002, sur quatre arrondissements que compte le département, nous avons choisi les deux arrondissements (Tenghory et Tendouck) à cause de la présence de massifs forestiers. Ces derniers comptent respectivement 4383

et 5604 ménages. Les communes concernées sont celles dont les villages se situent aux alentours de la forêt classée des Kalounayes, de la forêt de Bignona et des forêts de la boucle du Blouf. L'ensemble des villages concernés par l'enquête comptent globalement 2879 ménages. Afin de disposer d'un échantillon représentatif, un échantillonnage aléatoire a été réalisé pour choisir les ménages à enquêter. La constitution de l'échantillon a été faite par quota avec un taux de sondage de 25 % applicable à tous les villages concernés suivant la méthode non probabiliste (Bréchon, 2010). Les quotas par site ont servi comme base de sondage. Le taux d'échantillonnage est de 45.88% appliqué sur la base de sondage. À partir du taux d'échantillonnage sur une base de sondage de 826 ménages, 379 ménages ont été choisis au hasard pour l'enquête. Les chefs de ménages hommes ou femmes ont été enquêtés à l'aide de questionnaire. Ils étaient interrogés pour obtenir les informations sur la consommation, la commercialisation (utilisation, mode de consommation, mode de conservation, origine, disponibilité, stade de maturité, fréquence d'exploitation, quantités cueillies, destination, mode de commercialisation, etc.) et la stratégie de gestion.

L'enquête sur le marché est basée sur un échantillonnage avec critère et aléatoire. Seuls les intervenants commercialisant les FF sont concernés par l'enquête. C'est sur la base de l'observation et de la présence de FF sur les tables de commercialisation qu'un échantillonnage aléatoire a été réalisé. Au total, neuf commerçants ont été enquêtés à l'aide d'un questionnaire. Ils sont questionnés sur la qualité des produits achetés et sur leur mode de commercialisation.

L'échantillonnage des unités de transformation s'est également fait de façon aléatoire. Les unités de transformation sont sélectionnées sur la base de leurs principales activités de transformation. Sur un total de quatre (4) unités répertoriées, nous avons appliqué un taux d'échantillonnage de 75% Soit un total de trois (3) unités de transformation formelles interrogées. Les personnes cibles sont la présidente et le chef de production. Ils sont questionnés sur le processus de production, le processus de transformation, la qualité et la commercialisation des produits transformés.

Les personnes ressources interviewées ont été choisies en fonction de leur expertise par rapport à la problématique de l'étude. De ce fait, nous avons enquêté le service départemental des eaux et forêts de Bignona et le conseil départemental de Bignona. Ils ont été interrogés pour obtenir des informations sur le mode de gestion et les modalités de renouvellement des ressources forestières.

Echantillonnage des fruits forestiers transformés

Les FF transformés qui ont été utilisés pour les analyses nutritionnelles ont été collectés dans les trois unités de transformations enquêtées. Au total cinq types de produits transformés ont été ciblés sur la base de leur proportion d'utilisation dans l'alimentation des ménages. Sur cette base, au total 15 échantillons à raison de 3 échantillons par type de produit ont été collectés (Tableau 1).

Tableau 1 : Échantillonnage des fruits forestiers transformés

Unités de transformation	Types de produits	Nombre d'échantillons
GIE Karonghen Muri	Sirop de rônier Marmelade de ditakh	3 Bouteilles de 1l 3 bocaux de 500g
GIE Casa Ecologie	Confiture de madd	3 bocaux de 500g
GIE Casa Technologie Alimentaire	Sirop de ditakh Sirop de madd	6 bouteilles de 1l
TOTAL		15

Traitement et analyse des données

Les données d'enquête ont été saisies sur le tableur Excel qui a permis de faire les calculs de proportion et les graphiques. Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour le traitement des données nutritionnelles. Le test statistique de Fischer est effectué grâce à ce logiciel XSTAT qui nous a permis de tirer des conclusions sur les corrélations entre les variables et les tendances observées. La signification des résultats a été calculée au seuil de 5%.

Pour déterminer la valeur nutritionnelle des produits forestiers non ligneux bruts, les tables de composition de la FAO, des fruits sauvages du Sénégal et de la pulpe de Ditax ont été utilisés (FAO, 2011 ; Diop et al.2010). Elles ont servi d'outils pour comparer la valeur nutritionnelle des produits bruts (fruits frais) et celle des produits transformés (confiture, sirop et marmelade).

Les échantillonnages de fruits forestiers transformés ont été analysés au laboratoire d'analyse qualité de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar pour déterminer les glucides (méthode de Luff- Schoorl), les protéines (méthode NF EN ISO 166634-1), les lipides (méthode NF EN ISO 11085), les éléments minéraux : Phosphore et Fer (méthode NF EN 14084) et les vitamines (méthode Rutkowski *et al.*, 2007 pour la vitamine C et méthode AOAC 2011.09 pour la vitamine B6).

3. Résultats

✚ La consommation des fruits forestiers (FF)

Les espèces forestières non ligneuses les plus consommées dans la zone d'étude sont : *Saba senegalensis* (A.DC.) Pichon, *Detarium senegalense* J. F. Gmel., *Adansonia digitata* (L), *Borassus aethiopicum* Mart., *Moringa oleifera* Lam., *Elaeis guineensis* Jacq., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G. Don, *Sesbania* sp, *Landolphia heudelotii* A. DC., *Tamarindus indica* L., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Anacardium occidentale* L. et *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance.

Parmi ces fruits forestiers, les plus utilisés dans l'alimentation sont *S. senegalensis* (90,5%), *L. heudelotii* (67,55%), *D. senegalense* (51,19%), *Sesbania* (40,63%) et *A. digitata* (32,98%) (Figure 3). Dans la zone d'étude, les fruits forestiers sont majoritairement consommés crus par les ménages. Les fruits les plus consommés crus sont *S. senegalensis* (89,2%), *L. heudelotii* (66,5%) et *D. senegalense* (50,7%). Certains fruits forestiers tels que *A. digitata*, *T. indica* et *Z. mauritiana* sont seulement consommés crus. *B. aethiopicum* et *A. occidentale* sont consommés seulement crus et cuits et crus et transformés respectivement. Les autres fruits forestiers sont consommés crus, cuits ou transformés avec des proportions de cuits et transformés faibles (Figure 4). Quant au mode de conservation, 92% des fruits forestiers sont conservés frais, 77% secs et 69% transformés. Les fruits forestiers qui sont conservés à la fois frais, secs et transformés sont *S. senegalensis*, *D. senegalense*, *M. oleifera*, *E. guineensis*, *P. biglobosa*, *Sesbania* sp, *L. heudelotii* et *N. macrophylla*. Ces fruits sont plus consommés frais que secs ou transformés. Par exemple, *S. senegalensis* est plus consommé frais (87,3%) que sec (8,2%) et transformé (2,6%). Les résultats de l'enquête ont montré que tous les fruits forestiers consommés dans la zone proviennent tous (100%) de la nature. Les populations font principalement la cueillette pour s'approvisionner en fruits forestiers. Certains fruits tels que *S. senegalensis*, *D. senegalense*, *P. biglobosa*, *Sesbania* sp et *L. heudelotii* proviennent également du marché et des dons avec des proportions assez variantes de 0,26 à 19,53%. Sur la base de la perception des populations, la disponibilité de tous les fruits forestiers est saisonnière. Cependant, certains fruits tels que *S. senegalensis* et *D. senegalense* sont perçus comme étant rares tandis que *Moringa oleifera* Lam, *E. guineensis* et *Sesbania* sp sont abondants. La fréquence hebdomadaire d'exploitation des fruits forestiers est variable et fonction de la disponibilité des FF dans les milieux naturels de chaque village. Les fruits forestiers sont fréquemment cueillis plusieurs fois par semaine avec des proportions allant de 0 à 41,42% suivant le type de fruit.

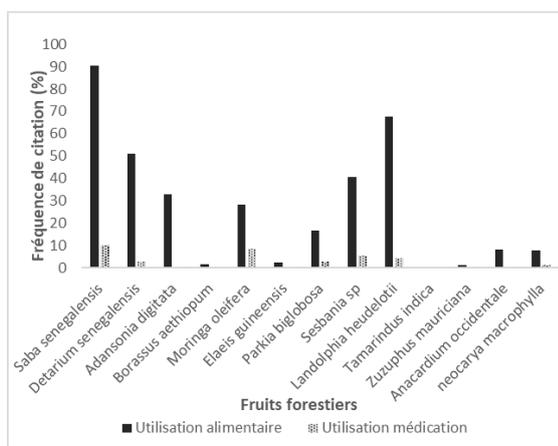


Figure 3 : Fréquence d'utilisation des Fruits forestiers

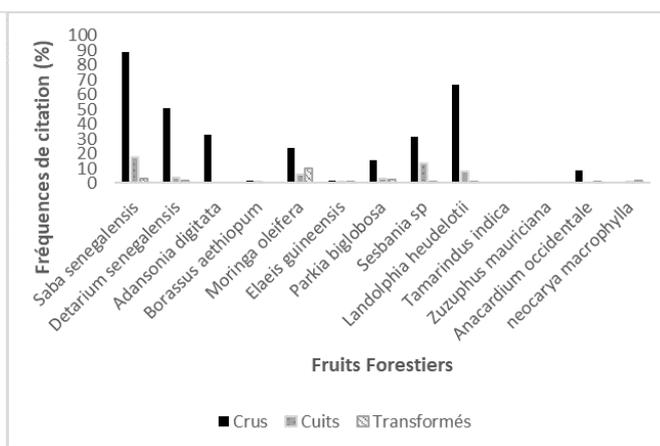


Figure 4 : Modes de consommation des Fruits forestiers

✚ Les stratégies de gestion des Fruits Forestiers (FF)

Le Test du Khi² d'indépendance a montré une différence significative ($p < 0.05$) entre les FF exploités et leur état d'évolution. Il existe donc un lien entre les FF exploités dans la localité et l'état d'évolution de

ces espèces (augmentation, stabilité et diminution). Il y a une dépendance entre les FF exploités et l'état d'évolution de ces espèces (Tableau 2). Une importante proportion (43,75 %) des FF est en diminution. Parmi les fruits en diminution *S. senegalensis* (92,35%), *D. senegalense* (80,74%), fruit de *A. digitata* (73,35%), *B. aethiopicum* (54,35%), les feuilles de *A. digitata* (79,16%), *E. guineensis* (69,92%) et *P. biglobosa* (72,82%). 37,5% des FF sont en état stable. Il s'agit *M. oleifera* (96,83%), *Combretum micranthum* (61,74%), *L. chevalierimoldenke* (81,79%), *Sesbania* (55,41%), *L. heudelotii* (6,33%) et *Z. mauritiana* (49,34%). Enfin, 18,75% des FF sont en état d'augmentation : *T. indica* (96,31%), *C. occidentalis* (75,73%) et *A. occidentale* (81%) (Figure 4).

Tableau 2 : Test du Khi² d'indépendance

Khi ² (valeur observée)	2254,340
Khi ² (valeur critique) (ddl = 30)	43,773
P-value unilatérale	< 0,0001
Alpha	0,050

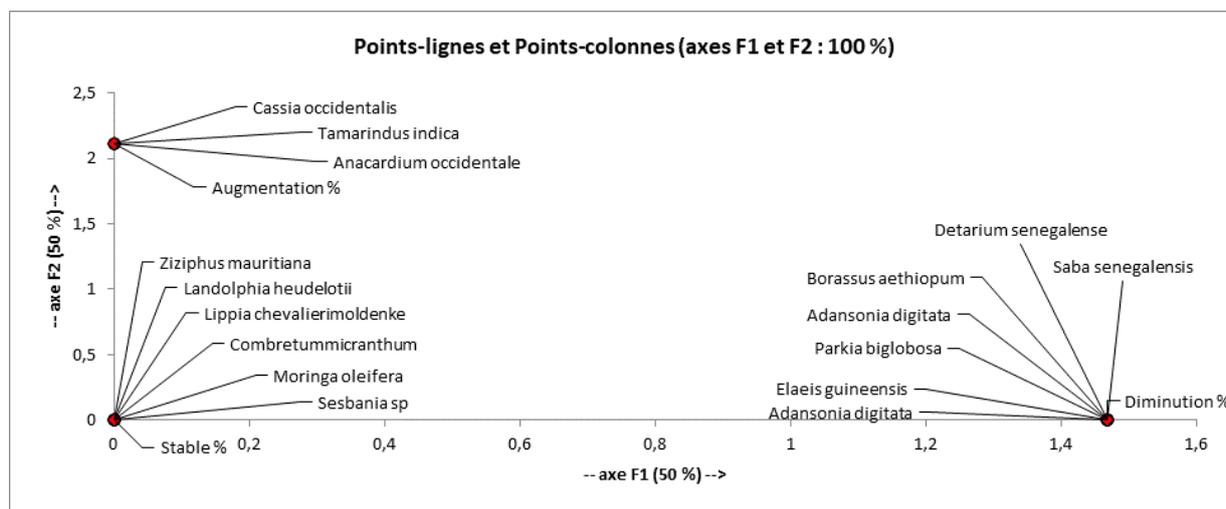


Figure 5 : Dépendance entre les espèces et leur niveau d'évolution

Face à la tendance de baisse des FF, les populations ont proposé des stratégies de gestion de ces FF. Les stratégies sont axées sur l'assistance technique (100%), l'éducation (100%), la domestication (90%) et la réglementation (20%) (Figure 5). Les populations ont également proposé des modalités de renouvellement des fruits forestiers. Parmi les plus recommandées, on peut citer les bonnes pratiques de récolte (97%), l'agroforesterie (97%), le reboisement (97%), la sensibilisation (97%), la restauration (97%) et le partage juste et équitable des ressources (5%) (Figure 6).

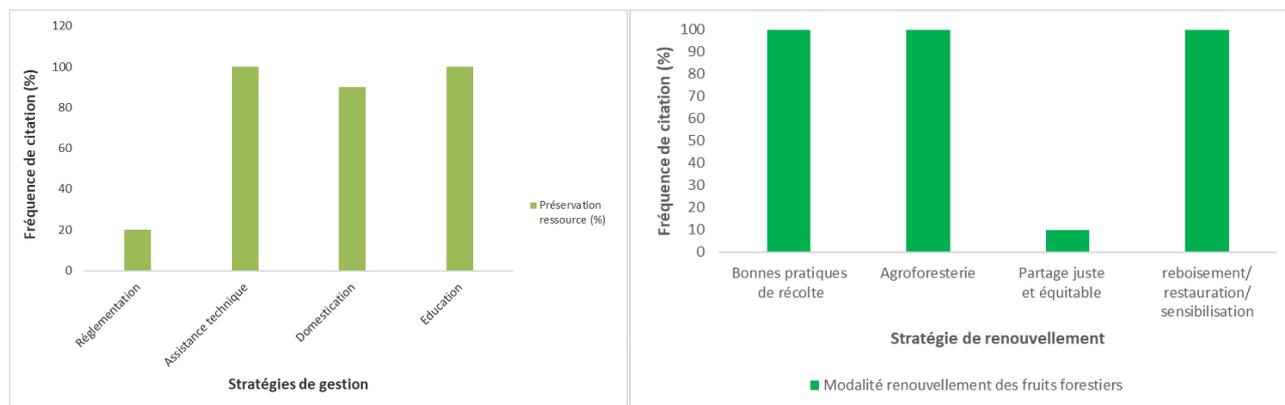


Figure 6 : Stratégies de gestion des fruits forestiers

Figure 7 : Modes de renouvellement des fruits forestiers

Les FF les plus commercialisées sont : *S. senegalensis* (100%), *D. senegalensis* (100%) et *L. heudelotii* (100%) suivis de *A. digitata* (67%) et de *Sesbania sp* (44%). Ces derniers proviennent pour la plupart du domaine classé (*S. senegalensis* (33%), *D. senegalensis* (22%), *L. heudelotii* (22%) et *Sesbania sp* (11%) à l'exception de *A. digitata* (22%) et de *A. occidentale* (11%) qui selon les commerçants proviennent des autres forêts. Ils sont commercialisés à l'état frais et leur caractère saisonnier fait qu'ils ne sont disponibles sur le marché qu'à une certaine période de l'année (Tableau 3).

Tableau 3 : Calendrier de pleine cueillette des fruits forestiers

PFNL	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
<i>S. senegalensis</i>												
<i>A. digitata</i>												
<i>D. senegalensis</i>												
<i>L. heudelotii</i>												
<i>B. aethiopicum</i>												

Figure 6 : Modalités de renouvellement des fruits forestiers

Composition nutritionnelle des fruits forestiers

Les fruits bruts de *D. senegalense*, de *B. aethiopicum* et de *S. senegalensis* sont riches en protéine (0,8%), glucide (17,2%), phosphore (28 mg), fer (1 mg) et vitamine C (48 mg). Les lipides et les vitamines B6 sont très faibles dans ces trois fruits. Parmi les trois fruits celui de *B. aethiopicum* est plus riche en protéine avec 2,7%. Concernant les glucides, le fruit de *D. senegalense* est le plus riche avec 27,3%. Le phosphore est plus présent dans le fruit de *B. aethiopicum* avec 140 mg contre 48 mg dans le fruit de *D. senegalense* et 28 mg dans le fruit de *S. senegalensis*. Le fer est seulement présent dans le fruit de *D. senegalense* (2,8 mg) et dans le fruit de *S. senegalensis* (1mg). La vitamine C est plus présente dans le fruit de *S. senegalensis* (48 mg) que *B. aethiopicum* (8mg) et *D. senegalense* (1,13 mg) (Tableau 4).

Tableau 4 : valeur nutritionnelle de la pulpe des fruits bruts de *S. senegalensis*, *D. senegalense* et *B. aethiopicum*

PRODUITS BRUTS							
Fruits	Protéine (%)	Glucide (%)	Lipide (%)	Phosphore (mg)	Fer (mg)	Vitamine C (mg)	Vitamine B6 (mg)
<i>D. senegalenses</i>	1,9	27,30	0,40	48	2,80	1,13	0
<i>B. aethiopicum</i>	2,7	26,6	0,2	140	0	8	0
<i>S. senegalensis</i>	0,8	17,2	0,2	28	1	48	0,02

Les fruits transformés de *S. senegalensis*, de *D. senegalense* et de *B. aethiopicum* sont riches en glucide, phosphore et fer. La teneur en glucide de ces fruits transformés varie de 38% à 60%. Ces produits ont une teneur relativement importante de phosphore avec en moyenne 13,49 mg/100g. Le fer a été trouvé en quantité importante seulement dans les fruits transformés de *D. senegalense* et de *B. aethiopicum*. Certains éléments nutritifs tels que les protéines et les vitamines C et B6 sont faiblement contenus dans

ces fruits forestiers transformés. Cependant, l'absence totale de lipides a été notée. En comparant par type de transformation, le contenu de glucides est plus important dans le sirop de *S. senegalensis* (59,95%) suivi du sirop de *D. senegalense* (56,77%), sirop de *B. aethiopium* (53,99%), la marmelade de *D. senegalense* (48,68%) et la confiture de *S. senegalensis* (38,26%). Le fer est plus important dans la marmelade de *D. senegalense* (60,95 mg/100g) que le sirop de *D. senegalense* (24,71 mg/100g) et de *B. aethiopium* (10,01 mg/100g). La confiture et la marmelade sont plus riches en protéine et en phosphore que le sirop (Tableau 5).

Tableau 5 : Composition nutritionnelle des produits transformés

Fruits	Transformation	Protéine (%)	Lipide (%)	Glucide (%)	Phosphore (mg/100g)	Fer (mg/100g)	Vitamine C (mg/100g)	Vitamine B6 (mg/100g)
<i>Saba senegalensis</i>	Confiture	0,51 b	0	38,26 a	20,31 b		0.33	0.06 b
	Sirop	0,3 a	0	59,95 b	10,47 a		0.33	0.04 a
<i>Detarium senegalense</i>	Sirop	0,25 a	0	56,77 b	10,47 a	24,71 a	3.28 b	
	Marmelade	0,43 b	0	48,68 a	20,31 b	60,95 b	1.64 a	
<i>Borassus aethiopicum</i>	Sirop	0.22	0	53.99	5.87	10.01	0.66	0.05

En comparant les produits bruts et transformés, les résultats ont montré que le produit brut contient plus de protéines, de lipides, phosphore et vitamine C que le produit transformé. Cependant, le produit transformé est plus riche en glucides, en fer et en vitamine B6 que le produit brut. La transformation du produit a favorisé une diminution variant de 94 à 99% du contenu en protéines de produit brut. La perte de protéines est beaucoup accentuée pour le sirop avec une diminution de 96 à 99%. Il y a une absence totale de lipide dans les produits transformés. La transformation des produits a également favorisé la perte de phosphore variant de 27 à 96%. La transformation des produits en sirop favorise plus la perte de phosphore (62 à 96%) que la marmelade (78%) et la confiture (27%). Une diminution importante du contenu de vitamine C allant de 92 à 99% a été notée au niveau des produits transformés de *S. senegalensis* et *B. aethiopicum* tandis qu'une augmentation de 31 à 65% de vitamine C a été enregistrée au niveau des produits transformés de *D. senegalense*. La transformation des produits a augmenté de 55% le contenu de glucides. Cependant, le sirop (58%) a favorisé plus l'augmentation de glucides suivis de la confiture (55%) et la marmelade (44%). Quant au fer, la transformation des produits a favorisé une augmentation de 95% pour *D. senegalense* et *B. aethiopicum*. Les résultats ont montré que le contenu de vitamine B6 a augmenté en moyenne de 72% dans les produits transformés comparés aux produits bruts. (Tableau 6).

Tableau 6 : Comparaison de la valeur nutritionnelle de chaque produit brut avec ses produits transformés

Fruits	Type	Protéine (%)	Lipide (%)	Glucide (%)	Phosphore (mg/100g)	Fer (mg/100g)	Vitamine C (mg/100g)	Vitamine B6 (mg/100g)	
<i>Saba senegalensis</i>	Brut	8	0.2	17.2	28	1	48	0.02	
	Transformé	Confiture	0.51	0	38.26	20.31		0.33	0.06
		Sirop	0.3	0	59.95	10.47		0.33	0.04
<i>Detarium senegalense</i>	Brut	19	0.4	27.3	48	2.8	1.13	0	
	Transformé	Sirop	0.25	0	56.77	6.39	24.71	3.28	
		Marmelade	0.43	0	48.68	10.5	60.95	1.64	
<i>Borassus aethiopicum</i>	Brut	27	0.2	26.6	140	0	8	0	
	Transformé	Sirop	0.22	0	53.99	5.87	10.01	0.66	0.05

4. Discussion

✚ La consommation et la commercialisation des fruits forestiers comestibles

Les résultats ont montré une diversité de FF consommés dans la zone d'étude. En effet, les FF constituent une source de nourriture, de remèdes, de revenus pour de nombreuses familles rurales dans les villages situés aux alentours des forêts. La plus grande richesse de ces produits est dans les nutriments qu'ils peuvent fournir en période critique aux populations dans le besoin (FAO,1991). On y retrouve des calories et vitamines essentielles (Arnold & Dewees,1995). En Casamance, la plupart des arbres fournissent d'ailleurs des produits alimentaires (Walter, 2001). On peut se servir des fruits forestiers dans la

pharmacopée et l'artisanat en particulier (Kerkhof, 1991 ; Karmann et al., 1996). Falconer & Arnold, 1991 ont démontré que l'argent provenant de la vente des PFNL peut contribuer de trois manières aux revenus des ménages en fonction de la durée de conservation des produits ainsi que de l'urgence des besoins.

L'analyse de nos résultats montre que les produits forestiers non ligneux cités par les ménages proviennent de la nature (forêts) et sont utilisés soit pour l'alimentation et/ou la médication. Ils sont consommés crus, cuits ou transformés. Les ménages des villages enquêtés ne sont pas très actifs dans la collecte des plantes médicinales. Ce constat paraît contraire par rapport aux études menées au Cameroun et en Guinée équatoriale par Tchatat & Ndoye, 2006., qui ont révélé une participation active de nombreux habitants des forêts à la récolte des plantes médicinales destinées à la consommation. Les résultats révèlent aussi que les PFNL sont conservés frais, secs ou transformés. Ce résultat est confirmé par Biloso et al., 2006 qui estime que la consommation des PFNL se fait de différentes manières : fruits consommés crus à l'état frais, tels que les espèces *Aframomum spp.*, *Landolphia spp.*, *Strychnos cocculoides Baker.*, *Psychotria kimuenzae De Wild* et bien d'autres. La plupart de ces fruits sont comestibles quand ils sont frais et ont un goût à la fois sucré (l'endocarpe) et acide (les graines), c'est le cas d'*Aframomum melegueta* (Roscoe) K. Schum. L'activité de commercialisation de ces fruits forestiers est effectuée pour 80% par les femmes. En Afrique, les femmes représentent les principaux acteurs dans les activités socio-économiques des PFNL. Elles sont majoritairement impliquées dans les activités d'exploitation jusqu'à la vente ou la consommation (Kambou et al., 2022). Le commerce des PFNL a donc un impact réel sur les économies des ménages et même des pays même si cela n'a pas été démontré jusque-là de façon irréfutable à l'échelle de tout le pays (Loubelo, 2012). Michon & De Foresta, 1996 croient également que les fruits forestiers vont connaître un fort accroissement dans les échanges commerciaux, car les produits naturels à base de composés phytochimiques vont être en demande dans la pharmacologie. Selon Biloso et al., 2006, des prélèvements importants des PFNL sont effectués à Kinshasa à des fins commerciales voire même d'exportation. Les substances d'origine naturelle seront, elles aussi, en grande demande dans l'industrie alimentaire. Tous ces changements s'opèrent de surcroît dans un climat sociopolitique favorable à ce type de produits.

Les PFNL permettent de diversifier les revenus des ménages grâce à leur commercialisation sur les marchés. À cette valeur économique certaine vient s'ajouter une valeur écologique de protection des sols, de recyclage de la matière organique, de maintien de la biodiversité, de maintien des ressources en eau de bonne qualité et de régulation du cycle climatique, de la sous-région et même de la planète. Sans oublier la forte valeur culturelle et religieuse associée aux forêts par les différentes populations (Lescuyer et al., 2009).

L'impact de la valorisation nutritionnelle des fruits forestiers

Nous constatons globalement que les fruits frais ont les teneurs les plus élevées par rapport aux fruits transformés concernant les différents éléments étudiés à l'exception du glucide et du fer. Les résultats montrent que la teneur en protéine, en vitamine C, en phosphore varie en fonction de l'état du fruit à la consommation et/ou de son temps de préparation lors de la transformation en sirop, marmelade et confiture. Par comparaison, on note une perte ou une diminution de ces mêmes valeurs au niveau des produits transformés à partir des mêmes fruits forestiers ; résultats confirmés par les études menées au Nigeria (Oyeleke et al., 2012), au Cameroun (Ahmed et al., 2010) et au Burkina Faso (Ngoulou, 2003). Cette variation est en partie causée par l'influence des opérations technologiques lors de la transformation des fruits forestiers. DIOP et al., 2010 montre que la composition des jus de fruits est généralement identique à celle des fruits dont ils sont issus, mais en quantité moindre à cause des pertes liées à la dilution et/ou au procédé de fabrication. Les résultats affirment que les FF sont des sources importantes de macro et micronutriments et d'énergie pour des millions de personnes dans les zones forestières. Ce résultat corrobore les observations de Betti et al., 2011 qui soutiennent que les aliments autres que les ignames sauvages sont également des sources importantes de macro et micronutriments et d'énergie pour des millions de personnes dans le bassin du Congo. Également, les études menées au Sud-Kivu (République Démocratique du Congo) soutiennent que les PFNL sont une source importante de protéine, de matière grasse, de vitamine et de minéraux (Ombeni & Munyuli, 2017).

Ces FF ont une place vitale dans la sécurité alimentaire des populations locales. Ils méritent une plus grande attention de la part de l'ensemble de la communauté pour assurer leur gestion durable et une meilleure utilisation pour réduire la malnutrition qui sévit dans nos pays.

✚ L'effet de la transformation des fruits forestiers sur leurs propriétés nutritionnelles

Les résultats ont montré que les fruits forestiers bruts et transformés sont riches en éléments nutritifs. Cette connaissance permet une meilleure valorisation de ces produits. Ruiz-Perez *et al.*, 2000, montrent que la connaissance de la valeur nutritionnelle et économique d'un produit forestier non ligneux est un préalable indispensable pour sa promotion et son exploitation. Les résultats montrent que les fruits forestiers constituent un trésor nutritionnel (en termes de glucides, protéines, lipides, vitamines et minéraux) et médicinal. Selon la variété et les préférences alimentaires, ils peuvent être consommés comme plat principal, condiment ou fortifiant, et ils participent à la diversité et à l'équilibre de l'alimentation des populations. Mais la saisonnalité de nombreux PFNL limite leur disponibilité, tout comme leur surexploitation et la destruction des habitats. Selon Termote *et al.*, 2012, le fait de vivre dans un environnement riche de biodiversité ne signifie donc pas nécessairement bénéficier d'une alimentation plus variée.

Les résultats montrent également une différence considérable des éléments biochimiques suivants : protéine, phosphore, lipide, vitamine C et B6 présentent dans les fruits forestiers transformés et dans les fruits bruts frais ayant subi aucun traitement thermique par comparaison. Cette différence de protéine peut s'expliquer par l'intensité du traitement thermique assez élevé pour la préparation du sirop qui influence la teneur en protéine soluble thermosensible. Ce même phénomène est observé avec le phosphore ce qui déprécie la qualité fonctionnelle du produit fini. La perte des nutriments à l'exception des glucides au niveau des produits transformés pourrait s'expliquer par la dilution et /ou le procédé de fabrication utilisé. L'augmentation et la quantité élevée de la teneur en glucide dans les produits transformés sont certainement dus à l'ajout du sucre comme stabilisateur pour assurer une longue conservation du produit fini. Des études effectuées sur la connaissance des aliments (Fredot, 2005) montrent que l'activité de l'eau est diminuée lors de la cuisson et à l'adjonction de sucre ce qui confère à ces produits une stabilité lors de leurs stockages. Les nutriments les plus représentés sont les glucides. L'augmentation de la teneur en vitamine C dans la marmelade et le sirop de *D. senegalense* peut s'expliquer par l'ajout d'acide citrique durant la préparation du produit. L'effet contraire observé dans le madd est certainement lié d'une part au fait qu'il n'y a pas d'ajout d'acide citrique durant la préparation à cause de la nature du produit brut et d'autre part du fait qu'avec la cuisson prolongée on assiste à la perte de la vitamine C qui est réputée être volatile.

✚ Les stratégies de gestion des fruits forestiers

Les résultats montrent qu'avec la dépendance des populations de cette localité à la forêt, les ressources subissent une forte pression qui favorise la dégradation de plusieurs espèces fruitières forestières. La littérature est claire sur le fait qu'une exploitation accrue des FF peut entraîner la dégradation des ressources (De Jong *et al.* 2000 ; Sène, 2001). La nécessité d'une gestion durable des écosystèmes est impérieux d'autant plus qu'il n'y a pas de suivi ni de contrôle de l'exploitation des FF dans la plupart des villages enquêtés. Les enquêtes menées dans la zone d'étude montrent que les exploitants reconnaissent au moins l'impact négatif de l'exploitation irrationnelle de certains fruits forestiers. D'où, la nécessité d'une sensibilisation, d'un reboisement, d'une pratique de l'agroforesterie pour permettre une gestion durable des PFNL et un développement soutenu. Ces résultats sont similaires à ceux de Frédéric Lebel, 2003 qui a montré que les exploitants considèrent par ailleurs l'éducation, l'existence d'infrastructures et la disponibilité des ressources comme étant les meilleurs incitatifs à la conservation des ressources.

5. Conclusion

Les fruits forestiers demeurent l'une des principales sources d'aliments, de médicaments et de revenus pour les populations rurales et urbaines du département de Bignona. Ils constituent une source de nourriture pour les populations et font aujourd'hui l'objet d'une commercialisation de plus en plus florissante. L'exploitation, la transformation et la commercialisation de ces produits sauvages ont souvent permis de suppléer aux déficits alimentaires et de fournir des apports financiers, en particulier dans la période de soudure. Les FF consommés crus ou transformés constituent un potentiel nutritionnel important pour les populations. Ces fruits forestiers sont très riches en éléments nutritifs. La transformation des fruits forestiers a favorisé la perte de protéines, de lipides, de phosphore et vitamine C et une augmentation de glucides, de fer et vitamine B6. Malgré l'importance des FF, leur disponibilité est de plus en plus compromise par la surexploitation, la déforestation et les changements climatiques. Pour lutter efficacement contre la dégradation des ressources forestières, des solutions de gestion durable en se basant sur la variation

biologique, les pratiques locales de gestion, l'agroforesterie, les bonnes pratiques de récolte et le reboisement sont nécessaires.

Remerciements

Les auteurs remercient les populations des villages concernés par l'étude, le personnel des structures décentralisées et déconcentrées et le projet USAID-ERA pour le soutien financier.

Références

- ABESF (Association Burkinabè de l'Economie Sociale et Familiale), 1998. La cuisine au Burkina Faso. Du patrimoine culinaire à une alimentation améliorée, 2ème ed., 176p.
- Ahmed S. et al., 2010. DNA zip codes control an ancient mechanism for gene targeting to the nuclear periphery. *Nat Cell Biol*12(2) :111-8
- Alice Bonou Fandohan, Belarmain Fandohan, Anselme Adegbedi, Brice Sinsin, 2019. Economic value and socio-cultural determinants of non-timber forest products harvesting in the W Transboundary Biosphere Reserve, Benin. *Revista Espinhaço*, 8(1),13–23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3345131>
- Arnold J.E.M. & Dewees P.A., 1995. Tree management in farmers strategies: Responses to agricultural intensification, Oxford University Press, Oxford. 292p.
- Betti JL & Mebere yemefa'a SR, 2011. Contribution à la connaissance des produits forestiers non ligneux duparc national de Kalamaloué, Extrême-Nord Cameroun : les plantes alimentaires. *InternationalJournal de biologie et des sciences chimiques* ;5 :291–303
- Biloso A. & Lejoly J. 2006. Etude de l'exploitation et du marché des produits forestiers non ligneux à Kinshasa. *Tropicultura*, 24, 183–188.
- De Jong, W., Campbell, B.M., Schröder, J.-M. 2000, Sustaining incomes from non-timber forest products: introduction and synthesis, *International Tree Crops Journal* 10 (4): 267-275,
- Diop N. et al., 2010. Le ditax (*Detarium senegalense* J.F.Gmel.) : principales caractéristiques et utilisations au Sénégal. *Fruits*, 65(5), 293-306, doi.org/10.1051/fruits/2010025
- Emilie Fredot, 2005. Connaissance des aliments, Tec § Doc Lavoisier. ISBN : 2743008105, 9782743008109. 397 p
- Endamana, D., K. A. Angu, G. N. Akwah, G. Shepherd, B. C. Ntumwel, 2016. Contribution of non-timber forest products to cash and non-cash income of remote forest communities in Central Africa. *International Forestry Review* 18(3):280-295. <https://doi.org/10.1505/146554816819501682>
- Falconer, J. & J.E.M. Arnold. 1991. Household Food Security and Forestry: An Analysis of socio-economic issues, FAO, Rome. 154.p
- Falconers, J., 1990. The major significance of minor forest products: examples from West Africa. *Appropriate technology* 17(3) : 13-18
- FAO, 2011. Manuel d'étude sur la composition des aliments. Rome, 302 p
- FAO, 1991. Non-wood forest products: the waya head, FAO, Rome,37 p.
- FAO, 1986. "Tropical Forestry Action Plan", Unasylva, 152,37-64
- Foresta Hubert DE & Michon Geneviève, 1996. Etablissement et gestion des agro forêts paysannes en Indonésie : quelques enseignements pour l'Afrique forestière. Paris : UNESCO, 1081-1101. (L'Homme et la Biosphère). ISBN 92-3-203381-X
- Frédéric Lebel, 2003. L'importance des produits forestiers non-ligneux pour les ménages agricoles de la Région de Thiès, Sénégal, Mémoire présenté en mai 2003 à l'Université de Laval, 142p.
- Justin Ombeni B. & Theodore Munyuli B.M., 2017. Évaluation de la valeur nutritionnelle des aliments sauvages traditionnels (Règne Animalia) intervenant dans la sécurité alimentaire des communautés rurales du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo). *Geo-Eco-Trop*, 2016, 40-2, n.s. : 115-132
- Lescuyer, G., Karsenty, A., Eba'aaty, R., 2009. Un nouvel outil de gestion durable des forêts d'Afrique centrale : les paiements pour services environnementaux, 13 p.
- Loubeloe, 2012. Impact of the non woody forest products (PFNL). On the economy of the households and al food security: case of republic of Congo: Thesis university of Rennes 2, 260 p.
- Kambou S. F. et al., 2022. Contraintes liées à la gestion post-récolte des produits forestiers non ligneux (PFNL) d'importance économique

- en milieu paysan dans la province du Ziro au Burkina Faso, ISSN (Print) : 2708-7743
- Karmann M. & Lorbach I., 1996. Utilization of non-timber tree products in dryland areas: examples from southern and eastern Africa, F.A.O., Rome, Document électronique disponible à: <http://www.fao.org/docrep/W3735E/w3735e12.htm#TopOfPage>
- Kerkhof, P., 1991. L'agroforesterie en Afrique, PANOS, Paris, 251p.
- Ngoulou EL. (2003). Contribution à la valorisation des fruits de *Vitex donania* (prunes noires) : analyses physico chimiques et essais de fabrication des jus. Maîtrise, Option des Sciences et Techniques. Département de Biochimie/Microbiologie (C.R.S.B.A.N), 33p.
- Oyeleke S.B., Egwim E.C., Oyewole O.A., John, E.E. 2012. Production of Cellulase and Protease from Microorganisms Isolated from Gut of *Archachatina marginata* (Giant African Snail). *Science and Technology*, 2(1) : 15-20
- Pierre Bréchon, 2013. Echantillon aléatoire, échantillon par quotas : les enseignements de l'enquête EVS 2008 en France. Présentation au colloque francophone sur les sondages, Tanger, mars 2010. Document électronique disponible à: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00826563>
- Ruiz-Perez, M., Ndoye, O., Eyebe, A., & Puntodewo, A. (2000). Spatial Characteristics of Non-Timber Forest Products Markets in the Humid Forest Zone of Cameroon. *International Forestry Review*, 2, 71-83.
- Rutkowski M. & Grzegorzcyk K., 2007. Modifications of spectrophotometric methods for antioxidative vitamins determination convenient in analytic practice. *Acta Sci.Pol. Technol. Aliment.* 6 (3), 17-28
- Sambou A., Kæstel P., Theilade I., Ræbild A., 2016. The contribution of trees and palms to a balanced diet in three rural villages of the Fatick Province, Senegal. *Forests, Trees and Livelihoods*, 25(3), 212-225.
- Sène A., 2001. Exploitation et valorisation des produits non ligneux dans la région de Kolda : caractérisation des acteurs de base. Rapport convention ISRA/BAME, Dakar ,30 p.
- Tchatat M., Ndoye O., 2006. Étude des produits forestiers non ligneux d'Afrique Centrale : reality and prospects. *Bois et Forêts des Tropiques*, 289 : 27-39.
- Termote C, Bwama Meyi M, Dhed'a Djailo B,Huybregts L, Lachat C, Kolsteren P, Van Damme P. 2012. A Biodiverse richenvironment does not contribute to a betterdiet: A case study from DR Congo. *PLoSOne*, 7(1) : e30533. DOI : <https://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0030533>
- Vodouhê F.G., Ade'gbidi A., Coulibaly O., Sinsin B., 2011. *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex Benth. harvesting as a tool forconservation and source of income for local people inPendjari Biosphere Reserve. *Acta Botanica Gallica* 158:595–608
- Walter S., 2001. Non wood forest products in Africa: A regional and national overview, FAO, Rome, (Document électronique) disponible à: <http://www.fao.org/DOCREP/003/Y1515b/Y1515b00.HTM>.