

# IMPACT POTENTIEL DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES AVANTAGES SOCIOCULTURELS ET PECUNIAIRES TIRES DE COCHLOSPERMUM KUNTH

Y. TOFFA<sup>1</sup>, A. BONOU<sup>2\*</sup>, K. I. E. DELEKE KOKO<sup>3</sup>, C. AVOCEVOU-AYISSO<sup>4</sup>, A. B. FANDOHAN<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Unité de Recherche en Foresterie et Conservation des Bioressources, Université Nationale d'Agriculture, 01 BP 55 Porto-Novo, yessito@gmail.com, idelekedna@gmail.com, cavocevou@gmail.com, bfandohana@gmail.com

<sup>2</sup>Unité de Recherche en Analyse de Politiques Agricoles et de Gestion des Exploitations Agricoles et Entreprises Agro-industrielles, Université Nationale d'Agriculture, 01 BP 55 Porto-Novo, alice.bonou@gmail.com

\*Auteur Correspondant : alice.bonou@gmail.com

## RESUME

La présente étude a évalué l'impact potentiel du changement climatique sur des services écosystémiques fournis par deux espèces du genre *Cochlospermum* fortement exploitées au Bénin. Cent quatre femmes commerçantes de *Cochlospermum* ont été interviewées dans trois marchés principaux. Les savoirs des femmes de différents groupes sociolinguistiques sur les usages spécifiques du *Cochlospermum* ainsi que les quantités vendues de poudre de racine de l'espèce et les revenus tirés ont été estimés et comparés au moyen d'indices ethnobotaniques et des marges brutes, sur la base des déclarations des enquêtés. Les probabilités d'occurrence du *Cochlospermum* ont été générées après modélisation de sa distribution avec l'algorithme MAXENT. Ensuite, les valeurs moyennes actuelles et futures du revenu monétaire et de l'indice d'importance culturelle ont été estimées et liées aux coordonnées géoréférencées des centroïdes des cellules de la grille contenant les probabilités d'occurrence de *Cochlospermum*, puis projetées sur des cartes. Le nombre moyen d'usages par enquêté était le plus élevé chez les commerçantes Mokolés et près de deux fois plus grand que chez les commerçantes des autres groupes sociolinguistiques ( $\chi^2 = 62$ ,  $p < 0,001$ ). Les quantités de poudre de racine de *Cochlospermum* vendues annuellement par commerçante sont en moyenne similaires sur les marchés considérés soit 31,19 kg. Toutefois, les marges brutes tirées à Angaradébou sont significativement plus élevées que celles de Natitingou. Les deux scénarios de changement climatique entrevoient une augmentation potentielle des avantages pécuniaires tirés de *Cochlospermum* et un renforcement potentiel de son importance socioculturelle. *Cochlospermum* pourrait alors être une candidate clé à l'autonomisation des femmes dans un contexte de changement climatique.

Mots clés : Plantes sauvages comestibles ; revenu monétaire ; indice de Bray Curtis ; indice d'importance culturel, Maxent, projections climatiques

## ABSTRACT

### CLIMATE CHANGE AND SOCIO-ECONOMICS OF COCHLOSPERMUM

*This study assessed the potential impact of climate change on ecosystem services provided by the two species of the genus *Cochlospermum* in Benin. One hundred and four female traders of different sociolinguistic groups were sampled and interviewed. Women's knowledge of the specific uses of *Cochlospermum* as well as the quantities of *Cochlospermum* root powder sold and the income derived were estimated and compared using ethnobotanical index and gross margins, based on the statements of the respondents. The probabilities of occurrence of *Cochlospermum* were generated after modelling its distribution using MAXENT algorithm. Then, the average values of the current and future monetary income and the index of cultural importance were estimated and linked to the georeferenced coordinates of the centroids of grid cells containing *Cochlospermum* probabilities of occurrence and then projected on maps. The average number of uses per respondent was highest among Mokolé traders and almost twice as high as among those from other sociolinguistic groups ( $\chi^2 = 62$ ,  $p$*

<0.001). The quantities of *Cochlospermum* root powder sold annually were on average similar on the markets considered, i.e. 31.19 kg. However, the gross margins drawn at Angaradébou were significantly higher than those at Natitingou. Both used climate change scenarios foresaw a potential increase in the monetary benefits derived from *Cochlospermum* and a potential enhancement of its socio-cultural importance. *Cochlospermum* could then be a key candidate for the empowerment of women in a context of climate change.

**Keyword:** wild edible plants; income; Bray Curtis index; Cultural importance index, Maxent, climatic projections

## INTRODUCTION

La biodiversité terrestre regorge plusieurs espèces indispensables pour la survie humaine parmi lesquelles nous avons les plantes sauvages comestibles (PSC). Ces plantes pourraient être vues comme ces espèces végétales qui poussent dans les milieux naturels (terres agricoles cultivées ou non, les jachères) et qui ne sont pas encore domestiquées dont au moins une partie est comestible (Teketay *et al.*, 2010 ; Badimo *et al.*, 2015). Les plantes sauvages comestibles jouent un rôle important dans les moyens d'existence des communautés rurales des pays en développement (Mwema *et al.*, 2012; Mabaya *et al.*, 2014; Khruomo & Deb, 2018) en raison de leur valeur nutritionnelle et médicinale (Biswas *et al.*, 2018 ; Suwardi *et al.*, 2020a).

Par le passé, les plantes sauvages comestibles constituaient la base de l'alimentation humaine et même animale dans le monde en général et en Afrique en particulier. Elles soutiennent jusqu'à nos jours les communautés rurales sur les plans alimentaires, médicinales, socio-culturels, culturels et constituent une source non négligeable de revenu dans les zones de faibles productions agricoles (Badimo *et al.* 2015). Elles assurent la sécurité nutritionnelle et soutiennent les populations rurales pendant les périodes de soudure (Arnold *et al.*, 2011; Vinceti *et al.*, 2013; Wunder *et al.*, 2014 ; Shumsky *et al.*, 2015 ; Hickey *et al.*, 2016). Certaines études ont estimé que les plantes sauvages comestibles contribuent plus au régime alimentaire des communautés rurales que les cultures vivrières (Olge et Grivetti, 1985). Au nord du Nigéria, les légumes-feuilles issus des plantes sauvages comestibles et d'autres aliments de brousse sont collectés quotidiennement pour les soupes (Loghurst, 1986). De même, au Zimbabwe les fruits sauvages comestibles sont une alternative à la nourriture pour un quart de tous les repas de certains ménages en saison sèche (Wilson, 1990; Neudeck *et al.*, 2012). Les plantes

sauvages comestibles sont ainsi essentielles car elles aident aussi à réduire la pauvreté et à promouvoir la croissance économique rurale (Maske *et al.*, 2011; Ahenkan et Boon, 2011 ; Suwardi *et al.*, 2020a).

Bien que l'on reconnaisse qu'une part importante des communautés rurales des pays en développement dépend de la commercialisation des plantes sauvages comestibles, l'intérêt scientifique pour les avantages économiques procurés par ces produits à ces communautés est récent. Certaines études ont abordé la question en utilisant le pourcentage brut représenté par ces activités dans le revenu global des habitants (Lebel *et al.*, 2002; Fandohan *et al.*, 2010). D'autres ont quantifié le revenu en espèces gagné par les femmes rurales (Mahapatra *et al.*, 2005; Fandohan *et al.*, 2010). D'autres méthodes plus statistiquement intensives incluent l'approche du coût d'opportunité indirect (par exemple, dans le cas où nous voudrions estimer la valeur économique d'un plante sauvage comestible autoconsommée) (Svarrer *et al.*, 2005). Quelle que soit la méthode, les plantes sauvages comestibles ont été signalées comme une source importante de revenus pour les habitants. Selon des travaux antérieurs, les plantes sauvages comestibles contribuent au revenu des ménages ruraux à hauteur de 19 % à 75 %. Cette importance est également illustrée dans la littérature au Bénin. Ainsi, selon Gnanglé (2008), *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa* contribuent pour 26 % au revenu des ménages ruraux dans le nord du Bénin. Les personnes de la même région gagneraient par ménage jusqu'à 255 484 FCFA par an grâce aux produits de *V. paradoxa*, *P. biglobosa* et *Adansonia digitata* (Bonou, 2008). Les plantes sauvages comestibles présentent un grand potentiel pour l'amélioration des économies rurales. Cependant, plusieurs facteurs constituent une grande menace pour leur conservation et à la durabilité des avantages qu'elles offrent aux communautés locales. Entre autres, le faible

intérêt pour ces plantes dans les politiques de diversification de la production (Badimo *et al.*, 2015), les utilisations et les changements d'utilisation des terres, l'agriculture itinérante sur brûlis conduisant à la déforestation, la croissance démographique, (Bagra *et al.*, 2006 ; Navia *et al.*, 2020; Suwardi *et al.*, 2020a ; Suwardi *et al.*, 2020b), etc. Ces différentes menaces courantes pourraient être exacerbées par les effets du changement climatique.

Des travaux récents au Bénin ont prédit que l'aire de répartition des habitats favorables de certaines espèces végétales serait négativement affectée par le changement climatique d'ici 2050 (eg., *Sclerocarya birrea*; Gouwakinnou, 2013 ; *Borassus aethiopicum*, Salako *et al.*, 2019). La dynamique spatiale des aires favorables aux espèces jouant un rôle prépondérant dans la culture et le bien-être des populations rurales pourrait négativement ou positivement impacter leur quotidien. En vue d'anticiper ces problèmes/opportunités et de prévoir des prises de décision et des actions conséquentes pour leur promotion, il est pertinent d'évaluer l'impact potentiel du changement climatique sur les avantages tirés des dites espèces.

Dans la présente étude, les résultats de modélisation de la distribution du *Cochlospermum* ont été combinés avec des données économiques et ethnobotaniques pour projeter l'impact potentiel du changement climatique sur les avantages tirés de la poudre de racine du *Cochlospermum*, par les commerçantes rurales au Bénin. Les projections se sont inspirées d'une étude antérieure (Heubes *et al.*, 2012) et ont été faites en admettant que la raréfaction du groupe taxonomique ciblé (eg., réduction de sa probabilité d'occurrence) peut conduire à sa substitution par un produit voisin ou à son extirpation des usages traditionnels, et donc à la réduction de son importance culturelle. De même, cette raréfaction peut entraîner une réduction des avantages péculiaires tirés du *Cochlospermum*. Par contre, une augmentation de sa probabilité d'occurrence peut avoir un effet positif aussi bien sur son importance culturelle que sur les avantages péculiaires que les communautés en tirent.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL BIOLOGIQUE

Deux espèces du genre *Cochlospermum* sont connues des populations de l'aire d'étude et sont désignées sous la même appellation invariablement accompagnée du qualificatif exprimant le sexe mâle pour *C. tinctorium* et sexe femelle pour *C. planchonii* : Boussromou chez les Waamas, Tchimtchomga chez les Berbas, Sinwindé chez les Béberbès et Kpata chez les Mokolés. Les deux espèces sont rapportées être utilisées en substitution l'une de l'autre. Elles ne constituent qu'une partie du genre *Cochlospermum* qui contient plusieurs autres espèces.

### MILIEU D'ETUDE

La présente étude s'est déroulée dans trois communes (Kandi, Natitingou et Tanguéta), au Nord du Bénin, un pays de l'Afrique de l'Ouest. Cette région est située dans la zone semi-aride (9°30' à 12° N) caractérisée par un régime pluviométrique unimodal, une pluviométrie annuelle comprise entre 900 mm et 1100 mm et une plage de température de l'ordre de 24°C à 31°C, pouvant parfois atteindre 35°C à 40°C, dans les localités telles que Kandi et Malanville (Adomou, 2005). Les sols rencontrés dans ce milieu sont de type ferrugineux tropical sur roches sédimentaires. La végétation est essentiellement composée de savanes, de forêts sèches et de forêts galeries. La chaîne de l'Atacora dans cette zone présente des forêts galeries, des forêts sèches et claires.

Les principaux groupes sociolinguistiques autochtones rencontrés dans le milieu d'étude sont. les Mokolés, les Waamas, les Betabarimès, les Berbas, les Béberbès, les Guas ou Otamaris, les Peulhs, les Dendis, les Baribas, les Lokpas, et les Yoms.

### COLLECTE DES DONNEES

L'enquête s'est appesantie sur les connaissances relatives à la poudre de racine de *Cochlospermum*, principal produit extrait des plantes. A l'issue d'une enquête exploratoire, trois marchés ont été identifiés comme site à forte activité de commercialisation de la poudre de racine de *Cochlospermum* : le marché d'Angaradébou (Commune de Kandi), le marché

de Natitingou (Commune de Natitingou) et le marché de Tanguiéta (Commune de Tanguiéta). Sur consentement préalable éclairé et libre, des femmes commerçantes de la poudre de racine de *Cochlospermum* ont été échantillonnées au niveau de chaque marché pour participer à la collecte de données. Sur cette base, 25 femmes Mokolés ont été interviewées à Angaradébou, 52 femmes à Tanguiéta (dont 26 Béberbès et 26 Berbas) et 27 femmes Waamas à Natitingou. Une série de questions a été posée aux 104 femmes ainsi échantillonnées sur les appellations locales et les divers usages spécifiques de la poudre de racine de *Cochlospermum*. Sur les 104 commerçantes enquêtées, 21 Waamas (Natitingou) et les 25 Mokolés (Angaradébou) ont accepté de prendre part à la phase économique de l'enquête. Ces dernières ont fourni sur la base de leur mémoire, des informations additionnelles sur les quantités de poudre vendues mensuellement, les prix unitaires, et les revenus obtenus de la commercialisation. Malgré le biais potentiel associé à cette approche (les répondants peuvent avoir des difficultés à se souvenir des quantités vendues), elle a souvent été utilisée à défaut d'un suivi rapproché des enquêtés (Heubach et al., 2011). Les données sur les quantités vendues ont été estimées en mesure locale " togolo " puis rapportées en équivalent kilogramme (0,4 Kg de poudre de *Cochlospermum*).

### Indice de Bray Curtis (IBC)

$$IBC = \frac{2 \sum C_{usu \min AB}}{\sum C_{usuA} + \sum C_{usuB}} \quad (5)$$

Avec Somme ( $C_{usuA}$ ) = somme totale des nombres de citations des usages spécifiques au niveau du groupe sociolinguistique A

Somme( $C_{usuB}$ )= somme totale des nombres de citations des usages spécifiques au niveau du groupe sociolinguistique B

## TRAITEMENT DES DONNEES

### Richesse d'usages spécifiques (Rus)

Rus = Somme cumulative des usages spécifiques (us) mentionnés

par les enquêtées d'un groupe sociolinguistique donné (1)

### Nombre moyen d'usages spécifiques par enquêtée

$$\overline{n_{us}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_{use}}{n} \quad (2)$$

Avec  $n_{use}$  le nombre d'usages spécifiques mentionnés par l'enquêté " e " d'un groupe sociolinguistique donné, et n le nombre total d'enquêtés du groupe.

Les résultats ont été comparés en fonction des groupes sociolinguistiques d'appartenance des commerçantes enquêtées, au moyen d'un test de Kruskal-Wallis.

### Indice de Simpson ( $E_s$ )

$$E_s = 1 - \sum_{i=1}^{Rus} \left( \frac{C_{usu}}{\sum C_{usu}} \right)^2 \quad (3)$$

Avec  $C_{usu}$  le nombre de citations d'un usage spécifique " u " mentionné par un groupe sociolinguistique.

### Equitabilité de Piélou

$$E_q = \frac{H}{\log_2 Rus}, \text{ avec } H = - \sum_{i=1}^{Rus} \frac{C_{usu}}{\sum C_{usu}} \times \log_2 \left( \frac{C_{usu}}{\sum C_{usu}} \right) \quad (4)$$

$C_{usuminAB}$  = somme des plus petits nombres de citations des usages spécifiques communs à A et B

### Indice d'Importance Culturelle (IIC)

$$IIC = \frac{n_{cus}}{n} \quad (6)$$

Avec  $n_{cus}$  le nombre d'enquêtés d'un groupe sociolinguistique ayant cité un usage spécifique (us), et n le nombre total d'enquêtés du groupe sociolinguistique concerné.

Les avantages pécuniaires découlant de la commercialisation de la poudre de racine de *Cochlospermum* ont été calculés comme suit :

$$AP_l = Pr_l \times Q_l \quad (7)$$

Où pour  $AP_l$  est le revenu monétaire annuelle tiré par l'enquêtée (i) de la vente de poudre de racine de *Cochlospermum* ;  $Q_l$  est la quantité annuelle vendue et  $Pr_l$  est le prix unitaire du marché (par togolo). A partir des données ainsi obtenues, une moyenne a été calculée par marché, afin de comparer les deux marchés ciblés. Un test de Wilcoxon a été exécuté pour ce faire. Par ailleurs, une moyenne globale a été calculée pour le milieu d'étude, en vue d'évaluer l'impact potentiel du changement climatique sur les revenus moyens annuels par femme. L'impact du changement climatique est évalué en estimant les gains ou pertes monétaires potentiels futurs. Pour ce faire, une prédiction des avantages monétaires actuels tirés de *Cochlospermum* sur la zone d'étude en fonction de sa probabilité d'occurrence et du revenu monétaire estimé dans les marchés échantillonnés a été faite. Les probabilités d'occurrence du genre *Cochlospermum* ont été générées après modélisation de sa distribution sous MAXENT au moyen de variables bioclimatiques. Les résultats ont été importés sous le logiciel R et convertis du format ASCII à celui Raster géoréférencé au moyen du Package raster. La valeur moyenne de revenu monétaire précédemment calculée a été liée aux coordonnées géoréférencées des centres de gravité des cellules de la grille contenant les probabilités d'occurrence de *Cochlospermum* comme suit :

$$PMI_{Cl} = PO_{Cl} \times MI_{Cl} \quad (8)$$

Où  $PMI_{Cl}$  désigne le revenu monétaire actuel potentiel à l'emplacement l ;  $PO_{Cl}$ , la probabilité actuelle d'occurrence de *Cochlospermum* à l'emplacement l ;  $MI_{Cl}$ , le revenu monétaire moyen calculé pour la zone d'étude, sur les 46 commerçantes ayant accepté participer à l'enquête économique. Ces opérations ont permis d'obtenir une première carte montrant les revenus monétaires potentiels actuels à travers la zone d'étude.

Les mêmes opérations ont permis d'obtenir les cartes montrant les revenus monétaires

potentiels du futur sous les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 comme suit :

$$PMI_{Fl} = PO_{Fl} \times MI_{Cl} \quad (9)$$

Où  $PMI_{Fl}$  désigne un revenu monétaire futur potentiel à l'emplacement l pour un scénario donné ;  $PO_{Fl}$  la probabilité future d'occurrence de *Cochlospermum* à l'emplacement l selon ledit scénario.

Les pertes ou gains monétaires résultant du changement climatique ont ensuite été calculés à travers le delta PMI.

$$\Delta PMI = MI_{Cl} (PO_{Fl} - PO_{Cl}) \quad (10)$$

Dans cette approche, des deltas positifs indiquent un gain monétaire tandis que des deltas négatifs indiquent une perte. Delta PMI a été stocké dans un format raster puis projeté sur une carte. La même procédure a été appliquée sur l'indice d'importance culturelle du *Cochlospermum* dans le milieu d'étude afin de mesurer également, l'effet potentiel du changement climatique sur l'importance du *Cochlospermum*.

## RESULTATS

### DIVERSITE DES USAGES ET INDICE D'IMPORTANCE CULTURELLE

Au total, la richesse en usages spécifiques était de 27 dont 14 ont été mentionnés par les commerçantes Béberbès de poudre de racine de *Cochlospermum*, 11 par celles Berbas, 10 par les Waamas et 9 par les commerçantes Mokolés (Tableau 1). Cependant, le nombre moyen d'usages par enquêté était le plus élevé chez les commerçantes Mokolés et près de deux fois plus grand que chez celles des autres groupes sociolinguistiques (Chi 2 = 62, p < 0,001, Figure 1). Les valeurs de l'indice de diversité de Simpson et de l'Equitabilité de Pielou suggèrent une distribution relativement homogène des savoirs parmi les commerçantes des groupes enquêtés (supérieur à 0,8 ; Tableau 1). L'indice de similarité de Bray Curtis suggère que les connaissances des commerçantes Berbas, Béberbès et celles des Waamas sont similaires mais dissimilaires à celles des commerçantes Mokolés (Tableau 2). Le tableau

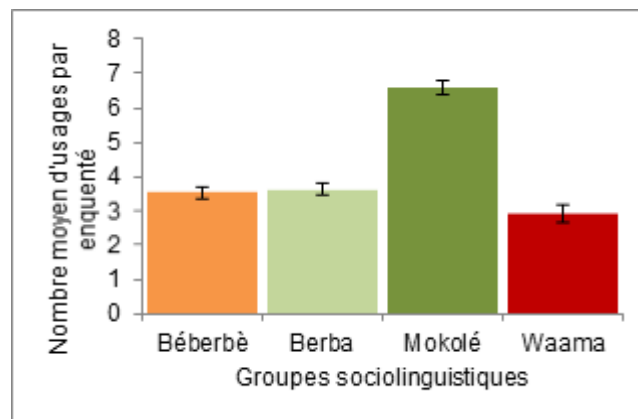
3 présente la distribution des savoirs en fonction des groupes sociolinguistiques des commerçantes enquêtées. Les usages les plus cités chez les Mokolés sont : condiment pour la sauce, remède contre problèmes digestifs, médicament contre le paludisme, l'ictère, le foie et la fatigue (connus de 100 % des enquêtés). Chez les Waamas, condiment de sauce (66,67 %), médicament contre le paludisme (51,85 %) et médicament contre l'ictère (55,56 %), teinture de viande et additif de bouillie (33,33 %) sont les usages les plus rapportés. Condiment de sauce et additif de bouillie (88,46 %), médicament contre l'ictère (65,39 %), et médicament contre les maux de ventre (50 %) sont les usages les plus cités chez les Berbas. Les usages prédominants chez les Béberbès sont : condiments de sauce (96,15 %), additif de bouillie (92,31 %), médicament contre l'ictère

(53,85 %) et teinture de viande (30,77 %). La valeur de *Cochlospermum* estimée pour toutes les enquêtées indique un indice d'importance culturelle de 4,06. Les usages comme condiment de sauce (0,88), traitement de l'ictère (0,68), traitement du paludisme (0,41); additif de bouillie (0,54), traitement des maladies/dysfonctionnement du foie (0,26), traitement des maux de ventre (0,25), traitement des problèmes digestifs (0,24), remède contre la fatigue (0,24) présentent à travers les groupes enquêtés, les plus grandes importances relatives.

Les tableaux 1 à 3 présentent respectivement la Richesse de savoir, l'Indice de diversité de Simpson et l'Équitabilité de Piélou suivant les groupes sociolinguistiques ; l'Indice de similarité de Bray Curtis entre les groupes sociolinguistiques et la richesse en usage spécifique des groupes sociolinguistiques.

**Tableau 1** : Richesse de savoir, Indice de diversité de Simpson et Équitabilité de Piélou suivant les groupes sociolinguistiques.

Groupes sociolinguistiques	Richesse de savoirs	Indice diversité Simpson	Équitabilité
Mokolé	9	0,86	0,92
Waama	10	0,84	0,85
Berba	11	0,81	0,79
Béberbè	14	0,81	0,74



**Figure 1** : Nombre d'usage moyen par enquêté en fonction des groupes sociolinguistiques.

L'Indice de similarité de Bray Curtis entre les

groupes sociolinguistiques est présenté dans le tableau qui suit.

**Tableau 2** : Indice de similarité de Bray Curtis entre les groupes sociolinguistiques.

Indice de Similarité de Bray Curtis	Mokolé	Waama	Berba	Béberbè
Mokolé	1	*	*	*
Waama	0,38	1	*	*
Berba	0,33	0,66	1	*
Béberbè	0,31	0,57	0,78	1

La richesse en usage spécifique des groupes sociolinguistiques est présentée dans le tableau ci-après.

**Tableau 3** : Richesse en usage spécifique suivant les groupes sociolinguistiques.

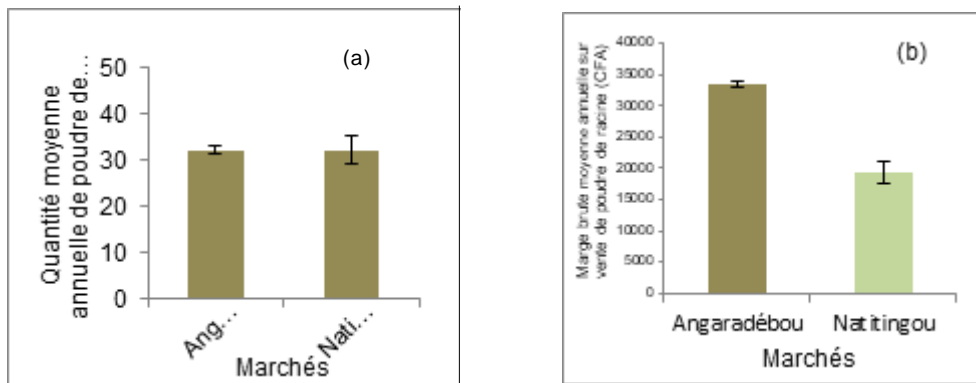
Usages spécifiques	Mokolé	Waama	Berba	Béberbè
Additif bouillie		x	x	x
Attire la foudre			x	
Remède contre blessure				x
Remède contre carie dentaire	x			
Colorant gâteau			x	
Remède contre courbature			x	
Remède contre dermatose	x			
Remède contre diarrhée		x		
Remède contre dysenterie			x	x
Remède contre enflure pénis				x
Remède contre enflure sein				x
Remède contre fatigue	x			
Remède contre hémorroïde				x
Remède contre hernie				x
Remède contre ictère	x	x	x	x
Remède contre infection		x		
Condiment de sauce	x	x	x	x
Remède contre maladie du foie	x	x		x
Remède contre mauvaise haleine	x			
Remède contre maux de tête				x
Remède contre maux de ventre		x	x	x
Remède contre paludisme	x	x	x	
Remède contre problème digestif	x			
Purification funéraire		x		
Teinte viande		x	x	x
Remède contre variole			x	
Remède contre vomissement				x

### COMMERCIALISATION DES RACINES DE *COCHLOSPERMUM*

Les quantités vendues annuellement par les commerçantes du marché de Natitingou et celles du marché d'Angaradébou sont en moyenne similaires ( $W = 292$  ;  $p = 0.52$ ; Figure 2a). Toutefois, les marges brutes tirées à Angaradébou sont significativement plus élevées

que celles de Natitingou ( $W = 478$ ,  $p < 0,001$  ; Figure 2b). Sur les deux marchés combinés, la quantité moyenne vendue par an par commerçante de poudre de racine de *Cochlospermum* est de

31,19 kg avec un coefficient de variation de 29,25 % pour une marge brute moyenne annuelle de 27 007 FCFA, avec un coefficient de variation de 33,95 %.

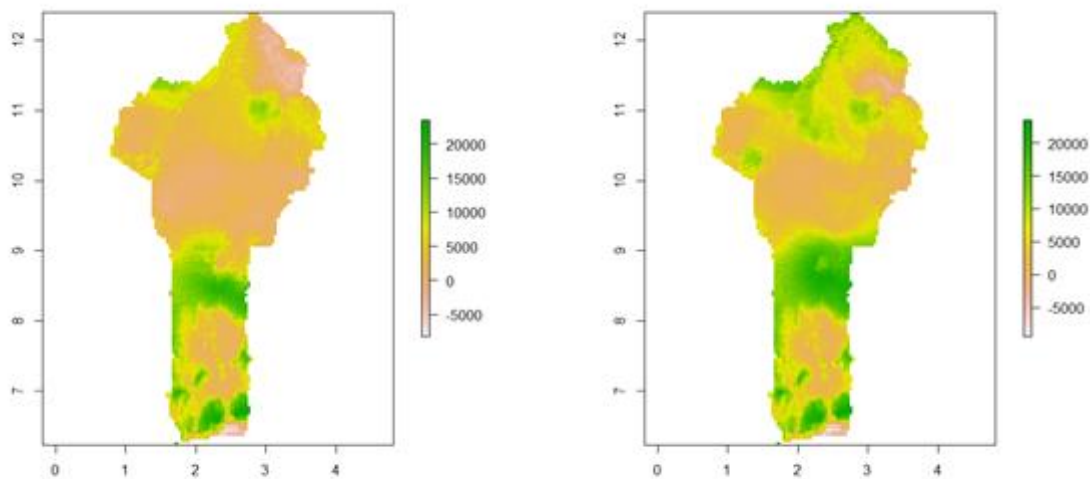


**Figure 2 :** (a) Quantité moyenne de poudre de racine de *Cochlospermum* vendue par commerçante ; (b): Marge brute moyenne annuelle sur vente de poudre de racine de *Cochlospermum*.

#### VARIATION POTENTIELLE DES AVANTAGES SOCIOCULTURELS ET PECUNIAIRES TIRES DU *COCHLOSPERMUM* EN FONCTION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE PROJETE

Les deux scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 ont projeté un effet positif du changement climatique autant sur les avantages pécuniaires tirés de la vente de poudre de racine de *Cochlospermum* que sur l'importance culturelle du Genre. Ainsi, les deux scénarios entrevoient une augmentation potentielle de +18 % à +75 % des avantages

pécuniaires tirés de *Cochlospermum* (Figure 3) et un renforcement potentiel de +0,5 point à +3 points de son importance socioculturelle (Figure 4). L'effet positif est beaucoup marqué au niveau du scénario RCP 8.5. Toutefois, certaines régions de présence actuelle du genre connaîtraient également potentiellement, une réduction de près de 20 % des gains tirés et une perte d'importance culturelle de près de 1 point. Il s'agit notamment de la région centrale du pays entre les latitudes 9-10°N et l'extrême nord-est du pays, entre 11-12°N.



**Figure 3 :** Impact potentiel du changement climatique sur la marge brute moyenne annuelle par commerçante de poudre de racine de *Cochlospermum* : (a) suivant le scénario RCP 4.5 ; (b) suivant le scénario RCP 8.5.



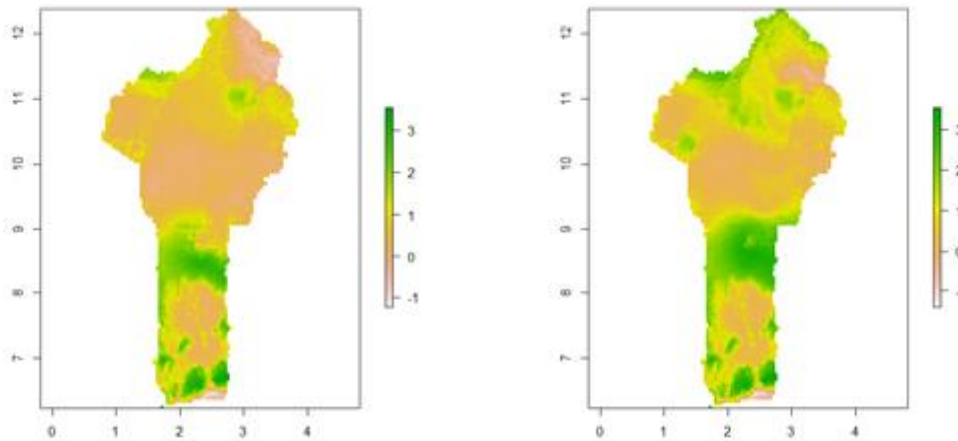


Figure 4 : Impact potentiel du changement climatique sur l'importance culturelle de *Cochlospermum* : (a) suivant le scénario RCP 4.5 ; (b) suivant le scénario RCP 8.5.

## DISCUSSION

Les produits de la savane comme les plantes sauvages comestibles sont importants non seulement à cause de leurs valeurs alimentaires et médicinales dans les milieux ruraux mais aussi en tant que source majeure de revenu (Heubes *et al.*, 2012). C'est le cas des produits issus du baobab et du tamarinier qui sont très utilisés aussi bien sur les marchés locaux que sur les marchés internationaux (De Caluwe et Van Damme, 2011). Cette étude a évalué l'importance socioéconomique de deux espèces de *Cochlospermum* et projeté l'effet potentiel que le changement climatique pourrait avoir sur certains de ses services écosystémiques. Les femmes étant les principales actrices de la valorisation de *Cochlospermum*, il constitue un excellent candidat pour l'autonomisation des femmes rurales et l'amélioration de leur revenu. Étant basée sur le principe du consentement préalable libre et éclairé, l'échantillonnage n'a pris en compte que les femmes désireuses d'y prendre part. De facto, elle n'a couvert qu'une infime partie des actrices impliquées dans le commerce des produits de *Cochlospermum*. Toute généralisation devrait donc se faire avec caution. Cependant, les données collectées auprès des enquêtées représentent une bonne base d'informations pour l'élaboration de stratégie de valorisation des deux espèces. Il est ressorti de cette étude que les deux espèces du genre *Cochlospermum* présentes dans le milieu d'étude sont désignées sous la même appellation assortie d'un qualificatif de mâle pour *C. tinctorium* et femelle pour *C. planchonii*.

Toutefois, *C. tinctorium* serait plus répandue dans la zone d'étude. Les enquêtés ont également rapporté la forme des feuilles (plus large chez *C. planchonii* et très effilée chez *C. tinctorium*) et la couleur des racines (plus foncée chez *C. tinctorium*) comme principal élément de taxonomie traditionnelle des deux espèces. Il existe cependant des indicateurs botaniques permettant de soupçonner l'existence d'hybrides des deux (Akoegninou *et al.*, 2006) ; ce qui suggère qu'il pourrait s'agir de sous-espèces et non d'espèces clairement distinctes. L'exploitation de *Cochlospermum* dans le milieu d'étude se fait essentiellement par cueillette. Ainsi à peine 0,22 % des enquêtés ont rapporté s'approvisionner de racines de *Cochlospermum* à partir de jardin de case. Cela suggère une forte pression sur les populations naturelles des deux espèces cibles.

Au total, 3 catégories d'usages ont été distinguées à savoir : usage alimentaire, médicinale, et magico-chimique. Bien que les commerçantes au Nord-Ouest du Bénin (Berba, Béberbé et Waama) aient connaissance d'une plus grande diversité d'usages de *Cochlospermum*, celles au Nord-Est semblent connaître en moyenne plus d'usages spécifiques. La variation du degré de connaissance des usages spécifiques d'une plante peut être due à une diversité de facteurs dont son importance socio-économique, l'existence de substitut ou d'une autre espèce plus prisée, (Fandohan, 2011). Ainsi, alors qu'une espèce comme le baobab (*Adansonia digitata*) présente une plus grande importance socio-économique dans le Nord-Ouest du Bénin

notamment pour les communautés Otamaris et apparentées (Assogbadjo, 2006), le néré (*Parkia biglobosa*) et le Karité (*Vitellaria paradoxa*) ont une plus grande importance pour les Baribas au Nord-Centre (Bonou Fandohan *et al.*, 2019) et le tamarinier (*Tamarindus indica*) pour les Gourmantchés à l'extrême Nord du pays (Fandohan, 2011). Dans la présente étude, Angaradébou où les Mokolés ont été enquêtés est un épïcêtre de la commercialisation des racines de *Cochlospermum* au Bénin ; avec un marché international approvisionnant autant les villes voisines comme Kandi, Banikoara, Malanville, Karimama que des localités du Niger jusqu'à Niamey. Cela peut alors justifier que *Cochlospermum* ait une plus grande valeur marchande à Angaradébou qu'à Natitingou. D'autre part, compte tenu de la valeur marchande de *Cochlospermum*, la pression sur les espèces à Angaradébou a causé une forte régression de ses populations, et les femmes doivent aller de plus en plus loin pour la collecte des racines (Toffa Y., 2020, observation de terrain). Cela peut aussi en partie être une cause sous-jacente de sa valeur marchande plus élevée à Angaradébou.

Les résultats de la modélisation suggèrent que le changement climatique projeté aurait un effet positif sur les services écosystémiques fournis par *Cochlospermum* comme la valeur culturelle et les avantages pécuniaires. Ainsi, contrairement à beaucoup d'espèces telles que *Parkia biglobosa* ; *Vitellaria paradoxa* et *Adansonia digitata* où le réchauffement climatique est projeté pour induire une perte des avantages pécuniaires chez les commerçantes des produits dérivés (Heubes *et al.*, 2012), le réchauffement climatique tel que projeté par les scénarios RCP 4.5 et RCP 8.5 entraînerait un gain des avantages pécuniaires et culturels du genre *Cochlospermum* au Bénin. Toutefois, une légère baisse de ces avantages est projetée pour des zones de forte exploitation de *Cochlospermum* entre les latitudes 9°-10°N et 11°-12°N vers l'ouest. Cela pourrait être davantage l'effet de la pression d'exploitation qui a réduit le nombre de points de contact de *Cochlospermum* dans ces zones, plutôt que l'impact de la modification des conditions environnementales. Compte tenu de l'architecture des deux espèces concernées, on pourrait au moyen d'un programme de recherche développer les itinéraires techniques de production, encourager une restauration dans les systèmes agroforestiers traditionnels et l'installation de jardin de case (Moupela *et al.*, 2014).

## CONCLUSION

La présente étude a illustré l'importance socioculturelle et économique de deux espèces de *Cochlospermum* (*C. tinctorium* et *C. planchonii*) pour plusieurs communautés rurales au Bénin. L'impact potentiel du changement climatique sur les avantages pécuniaires et culturels de ces espèces s'est révélé relativement positif. Elles pourraient donc être prioritaires dans les programmes et politiques de développement dans le cadre du soutien et de l'autonomisation de la femme dans les milieux ruraux dans le contexte d'une agriculture climato-intelligente.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé grâce une bourse de recherche (WASCAL Building Local Capacity for policy-oriented research in Adaptation and Mitigation in West Africa, BLOC Award) attribué à quatre des auteurs : Alice Bonou, Carolle Avocèvou, Kafui Inès Edna Déléké Koko et Adandé Belarmain Fandohan.

## REFERENCES

- Adomou A. C. 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin: Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, 150 p.
- Ahenkan A. & Boon E. 2011. Non-timber forest products (NTFPs): Clearing the confusion in semantics. *J. Hum. Ecol.* 33(1): 1-9.
- Arnold M., Powell B., Shanley P. & Sunderland T. C. H. 2011. Editorial: forests, biodiversity and food security. *Int. Forest. Rev.* 13 (3): 259-264.
- Badimo D., Lepetu J., Teketay D. 2015. Utilization of edible wild plants and their contribution to household income in Gweta Village, central Botswana. *Afr. J. Food Sci. Technol.* 6(7): 220-228.
- Bagra G., De L.C. & Singh V. B. 2006. Collection and evaluation of some indigenous lesser known fruits of Arunachal Pradesh. *Horticulture for Sustainable Income and Environmental Protection* 1: 224-231.
- Biswas S. C., Majumdar M., Das S. & Misra T.K. 2018. Diversity of wild edible minor fruits used by the ethnic communities of Tripura, India. *Indian Journal of Traditional*

- Knowledge 17(2): 282-28.
- Bonou A. 2008. Estimation de la valeur économique des produits forestiers non ligneux (PFNL) d'origine végétale dans le village de Sampéto (commune de Banikoara). Mémoire DEA, Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 76p.
- Bonou Fandohan A., Fandohan B., Adegbi A. & Sinsin B. 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.
- De Caluwé E. & Van Damme P. 2011. Market chain analysis of baobab (*Adansonia digitata* L.) and tamarind (*Tamarindus indica* L.) products in Mali and Benin. *Afrika Focus* 24(1): 100-105.
- Fandohan A. B. 2011. Conservation biology of *Tamarindus indica* (Fabaceae) in Benin, West Africa. PhD Thesis, Université d'Abomey Calavi, 227p.
- Fandohan B., Assogbadjo A. E., Glèlè Kakaï R., Kyndt T., De Caluwé E., Codjia J. T. C. & Sinsin B. 2010. Women's traditional knowledge, use value and the contribution of tamarind (*Tamarindus indica* L.) to rural households' cash income in Benin *Econ. Bot.* 64(3): 248-259.
- Gnanglè P. C. 2008. Contribution à l'amélioration de la gestion des parcs à karité et néré pour une adaptation aux changements climatiques. Posters présentés au dialogue sous régional des pays membres de la CDEAO et de l'UEMOA sur les changements climatiques. Cotonou, les 18 au 22 octobre 2008.
- Gouwakinnou G. N. 2013. Using niche modeling to plan conservation of an indigenous tree species under changing climate: example of *Sclerocarya birrea* in Benin. *West Afr. Res. Develop. Sub-Saharan Afr.* 6: 1-8.
- Gouwakinnou N. G. 2011. Population ecology, uses and conservation of *Sclerocarya birrea* (A. Rich) Hocchst. (Anacardiaceae) in Benin, West Africa. PhD Thesis, University of Abomey Calavi, 176p.
- Heubach K., Wittig R., Nuppenau E. A. & Hahn K. 2011. The economic importance of non-timber forest products (NTFPs) for livelihood maintenance of rural West African communities: A case study from Northern Benin. *Ecological Economics*, 70, 1991-2001.
- Heubes J., Heubach J., Schmidt M., Wittig R., Zizka G., Nuppenau E-A. & Hahn K. 2012. Impact of Future Climate and Land Use Change on Non-timber Forest Product Provision in Benin, West Africa: Linking Niche-based Modeling with Ecosystem Service Values. *Econ. Bot.* 66 (4): 383-397.
- Hickey G. M., Pouliot M., Smith-Hall C., Wunder S. & Nielsen M. R. 2016. Quantifying the economic contribution of wild food harvests to rural livelihoods: A global-comparative analysis. *Food Policy* 62: 122-132.
- Khruomo N. & Deb C. R. 2018. Indigenous Wild edible fruits: sustainable resources for food, medicine and income generation - A study from Nagaland, India. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* 6(2): 405-413.
- Lebel F., Debailleul Samba S. A. N. & Olivier A. 2002. La contribution des Produits forestiers non ligneux au revenu des ménages de la région de Thiès au Sénégal. Deuxième atelier régional sur les aspects socioéconomiques de l'agroforesterie au Sahel. Bamako, 4-6 Mars, 2002.
- Loghurst R. 1986. Household food strategies in response to seasonality and famine. *IDS Bulletin* 17: 27-35.
- Mabaya E., Jackson J., Ruethling G., Carter C. M. & Castle J. 2014. Wild fruits of Africa: Commercializing natural products to improve rural livelihoods in southern Africa. *Int. Food Agribus. Man.* 17: 69-74.
- Mahapatra A. K., Albers H. J. & Robinson E. J. Z. 2005. The Impact of NTFP Sales on Rural Households' Cash Income in India's Dry Deciduous Forest. *Environmental Management* 35 (3): 258-265.
- Maske M., Mungole A., Kamble R., Chaturvedi A. & Chaturvedi A. 2011. Impact of non-timber forest produces (NTFPs) on rural tribes' economy in Gondia district of Maharashtra, India. *Achieves of Applied Science Research* 3(30): 109-114.
- Moupela C., Vermeulen C., Doucet J. L., Daïnou K. & Lebailly P. 2014. Importance de *Coula edulis* Baill. pour les populations du Sud-Est du Gabon: niveaux de prélèvement et potentiel économique de l'espèce. *Tropicultura* 32 (1) : 37-45.
- Mwema C. M., Mutai B. K., Lagat J. K., Kibet L. K. & Maina M. C. 2012. Contribution of selected indigenous fruits on household income and food security in Mwingi, Kenya. *Curr. Res. J. Soc. Sci.* 4 (6): 425-430.
- Navia Z. I., Suwardi A. B., Harmawan T., Syamsuardi S. & Mukhtar E. 2020. The

- diversity and contribution of indigenous edible fruit plants to the rural community in the Gayo Highlands, Indonesia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)* 121(1): 89-98.
- Navia Z. I. & Suwardi A. B. 2019. Ethnobotany of wild edible fruit species and their contribution to food security in the North Aceh Region, Indonesia. In *The International Conference on ASEAN 2019*. 203-210.
- Neudeck L., Avelino L., Bareetseng P., Ngwenya B. N. & Motsholapheko M. 2012. The contribution of edible wild plants to food security, dietary diversity and income of households in Shorobe Village, northern Botswana. *Ethnobotany Research and Applications* 10: 449-462.
- Ogle B. M. & Grivetti L. E. 1985. Legacy of the chameleon: Edible wild plants in the kingdom of Swaziland, Southern Africa. A cultural, ecological, nutritional study. Part IV nutritional analysis and conclusions. *Ecology of Food and Nutrition* 17(1): 41-64.
- Salako V. K., Vihotogbe R., Houehanou T., Sode I. A. & Glèlè Kakai R. 2019. Predicting the potential impact of climate change on the declining agroforestry species *Borassus aethiopum* Mart. in Benin?: A mixture of geostatistical and SDM approach. *Agrofor. Syst.* 93(4): 1513-1530.
- Shumsky S., Hickey G. M., Pelletier B. & Johns T. 2015. Understanding the contribution of wild edible plants to rural socio-ecological resilience in semiarid Kenya. *Ecol. Soc.* 19(4): 34.
- Svarrer K. & Olsen C. S. 2005. The Economic Value of Non-Timber Forest Products- A Case Study from Malaysia. *J. Sustain. For.* 20(1): 17-41.
- Suwardi A. B., Navia Z. I., Harmawan T., Syamsuardi S. & Mukhtar E. 2020b. Wild edible fruits generate substantial income for local people of the Gunung Leuser National Park, Aceh Tamiang Region. *Ethnobotany Research and Applications* 20: 1-13.
- Suwardi A. B., Navia Z. I., Harmawan T., Syamsuardi S. & Mukhtar E. 2020a. Ethnobotany and conservation of indigenous edible fruit plants in South Aceh, Indonesia. *Biodiversitas* 21(5): 1850-1860.
- Teketay D., Senbeta F., Maclachlan M., Bekele M. & Barklund M. 2010. *Edible Wild Plants in Ethiopia*. Addis Ababa University Press, Addis Ababa, Ethiopia.
- Vinceti B., Termote C., Ickowitz A., Powell B., Kehlenbeck K. & Hunter D. 2013. The contribution of forests and trees to sustainable diets. *Sustainability* 5: 4797- 4824.
- Wilson K. B. 1990. *Ecological dynamics and human welfare: A case study of population, health and nutrition in Southern Zimbabwe*. University College, London.
- Wunder S., Börner J., Shively G. & Wyman M. 2014. Safety nets, gap filling and forests: a global-comparative perspective. *World Development* (64): (29- 42).