

---

## IMPACT DE L'UTILISATION DES PLANTES GALACTOGENES SUR LE REVENU DES PRODUCTEURS DE LAIT DANS UN CONTEXTE DE VARIABILITE CLIMATIQUE

### IMPACT OF THE USE GALACTOGENIC PLANTS ON INCOME OF MILK PRODUCERS IN A CONTEXT OF CLIMATE VARIABILITY

BONOU-GBO Hamdy<sup>1</sup>, HONLONKOU N. Albert<sup>2</sup>

1 Laboratoire des Systèmes socio-écologique et de la Population (LESEP)/UAC/ [bg3hamdy@gmail.com](mailto:bg3hamdy@gmail.com)

2 Laboratoire des Systèmes socio-écologique et de la Population (LESEP)/UAC/ [meintosh@yahoo.fr](mailto:meintosh@yahoo.fr)

#### Résumé

*Le secteur de l'élevage est exposé à de nombreux aléas limitant sa compétitivité dans les économies ouest-africaines. Au Bénin, les périodes de longues sécheresses affectent la performance laitière des vaches allaitantes.*

*Cet article a évalué l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes sur le revenu de la production du lait dans un contexte de variabilité climatique au Bénin. Pour ce faire, les données ont été collectées auprès de 409 producteurs de lait à travers un échantillonnage aléatoire. La méthode d'estimation en deux étapes de Heckman sur sélectivité a été utilisée pour analyser la rentabilité de la technologie agricole sous l'influence de la saison.*

*Les résultats d'estimation ont montré que les producteurs de lait qui ont utilisé les technologies à bases des plantes galactogènes en saison sèche ont obtenu un revenu net moyen mensuel de 120060,2 FCFA. Par contre ceux qui n'en n'ont pas utilisé ont obtenu un revenu net moyen mensuel de 84231,78 FCFA. En saison pluvieuse, le revenu net moyen mensuel des producteurs de lait connaissant et utilisant les technologies à base de plantes galactogènes est de 162412,2FCFA tandis que celui des producteurs de lait connaissant les TPG et n'en utilisant pas est de 74215,6 FCFA.*

**Mots clés :** *Plantes galactogènes, revenu net du lait, saison sèche, saison pluvieuse, Producteurs de lait.*

#### Abstract

*The livestock sector is exposed to many hazards limiting its competitiveness in West African economies. In Benin, periods of long droughts affect the milk performance of suckler cows.*

*This article assessed the impact of the use of galactogenic plants on income from milk production in a context of climate variability in Benin. Data was then collected from 409 milk producers through random sampling. Heckman's two-step selectivity estimation method was used to analyze the profitability of agricultural technology under the influence of the season.*

*The estimation results showed that milk producers who used galactogenic plant-based technologies in the dry season obtained an average monthly net income of 120060,2 FCFA. On the other hand, those who did not use one obtained an average monthly net income of 84231, 78 FCFA. In the rainy season, the average monthly net income of milk producers knowing and using galactogenic plant-based technologies is 162412,2 FCFA while that of milk producers knowing the GPTs and not using them is 74215, 6 FCFA.*

**Keywords:** *Galactogenic plants, net income from milk, dry season, rainy season, Milk producers*

## Introduction

En Afrique de l'Ouest, la production du lait joue un rôle important dans l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des ménages (C. Broutin *et al.*, 2018, p.44 ; G. Choplin, 2019, p.11). Au Bénin en particulier, elle contribue pour 50% à la constitution de revenus des producteurs de lait (P. Sessou, 2013, p.938). Cependant, certaines conditions environnementales notamment climatiques limitent les performances productives des acteurs (S.K. Kassa *et al.*, 2016, p.385; K.W. Maina *et al.*, 2020, p.1). Selon K.W. Maina *et al.* (2020, p.1) et S.K. Kassa *et al.* (2016, p.385), le changement climatique peut modifier les saisons, entraînant de longues périodes de saison sèche ou de sécheresse. Pendant, ces périodes, il peut manquer de plantes fourragères ou d'eau ; ce qui peut impacter négativement la production de lait.

Parmi les stratégies d'adaptation aux phénomènes de variabilités climatiques qui ont été identifiées dans le domaine agricole en Afrique de l'Ouest en général et au Bénin en particulier, nous pouvons citer l'adoption des innovations technologiques agricoles et la valorisation des plantes fourragères (S. S.P. Houssou-Goe, 2008, p.81 ; J.B.K. Vodonou et Y.O. Doubogan, 2016, K.W. Maina *et al.*, 2020, p.1). L'adoption des innovations technologiques dans un contexte de variabilité climatique peut permettre d'améliorer les rendements laitiers mais aussi et surtout, les revenus issus de la production du lait. De même, l'utilisation de certaines plantes fourragères à des périodes de fortes sécheresses peut améliorer la production laitière des vaches allaitantes (K.W. Maina *et al.*, 2020, p.1). Ces plantes s'utilisent aussi en saisons pluvieuses considérées comme des périodes de fortes productions laitières (Z. Agani *et al.*, 2020, p.16166).

Cet article a évalué à travers une approche semi-expérimentale, l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes sur les revenus de la production laitière en utilisant la saison comme variable modératrice. Pendant les périodes de longues sécheresses, les producteurs de lait sont souvent exposés à une rareté fourragère au pâturage et ainsi, obtiennent de faibles productions laitières. Par contre, l'abondance des ressources fourragères en saison pluvieuse améliore la quantité de lait produite. L'évaluation de l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes selon les saisons permettra de faire des recommandations sur la rentabilité de l'utilisation saisonnière de la technologie. Elle permet également d'anticiper l'impact de l'allongement éventuel de la saison sèche dû à la variabilité climatique sur les revenus de la production laitière.

Dans la littérature agricole des pays en voie de développement, plusieurs travaux ont analysé les déterminants des stratégies d'adaptation aux variabilités climatiques à travers le rôle joué par les technologies agricoles (O.A. Kindémin, 2019, p.121, J.B.K. Vodonou et Y.O. Doubogan, 2016). Les résultats des travaux de O.A. Kindémin, (2019, p.121) et J.B.K. Vodonou et Y.O. Doubogan, (2016, p.3) ont montré que les producteurs qui ont adopté des pratiques culturelles endogènes, de même que des innovations technologiques ont amélioré significativement leurs rendements en périodes de longues sécheresses contrairement aux producteurs qui n'en ont pas adopté. Plus spécifiquement, K.W. Maina *et al.* (2020, p.3) ont montré à partir des données semi-expérimentales, que les producteurs de lait qui ont adopté des plantes fourragères *Brachiaria* durant les périodes de longues sécheresses au Kenya ont amélioré la production laitière de 27,6% et la ration alimentaire de 31,6% contrairement aux producteurs qui n'en ont pas adopté. De plus, K.W. Maina *et al.* (2020, p.3.) ont également trouvé que l'avantage perçu des plantes fourragères *Brachiaria* par les producteurs de lait est un déterminant de l'adoption des plantes en période de longue sécheresse.

Au Bénin, plus spécifiquement dans le domaine de l'élevage, S.K. Kassa *et al.* (2016, p.385) ont trouvé que les producteurs de lait enregistrent de faible production en saison sèche contrairement à la saison pluvieuse. Toutefois, S.K. Kassa *et al.* (2016, p.385) n'ont pas évalué l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes sur le revenu issu de la production du lait en saison sèche ou pluvieuse. On constate ainsi que S.K. Kassa *et al.* (2016, p.385), O.A. Kindémin, (2019, p.121), J.B.K Vodouou et Y.O Doubogan, (2016, p.1), ont traité de l'influence de la variabilité climatique, de la perception de la variabilité climatique et du changement climatique, de l'adaptation aux phénomènes de variabilités climatiques sur les performances agricoles. La présente étude se concentre sur l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes sur le revenu issu de la production du lait avec l'utilisation de la saison comme variable modératrice.

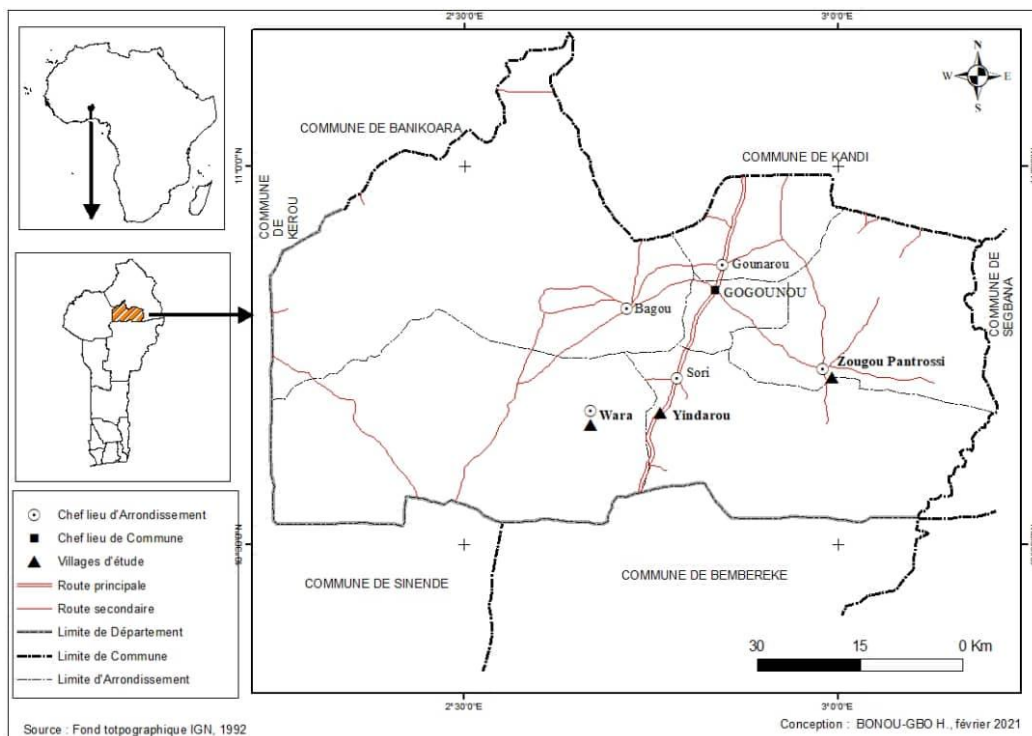
Pour ce faire, nous avons présenté dans la section, matériels et méthodes, le cadre semi-expérimental permettant d'évaluer l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes sur le revenu issu de la production de lait dans un contexte de variabilité climatique au Bénin et la méthode d'estimation utilisée. La section suivante présente et discute les résultats suivie de la conclusion et les implications de politiques économiques.

## Matériel et méthodes

### *Présentation de la zone d'étude*

La présente recherche a été réalisée dans le département de l'Alibori, plus précisément dans la Commune de Gogounou (Figure 1). La Commune de Gogounou couvre une superficie de 4910 Km<sup>2</sup>. Les villages parcourus dans le cadre de la présente recherche sont : Wara, Yindarou et Pantrossi.

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude



### *Gestion des activités de la production du lait au Bénin*

Au Bénin, la gestion des activités de la production du lait ressort de l'initiative conjointe du chef et de la femme du ménage. Le chef de ménage a pour rôle d'identifier et de mettre en œuvre des techniques innovantes d'amélioration des performances productives de l'exploitation tandis que, la femme du ménage a en charge la transformation et la commercialisation du lait en fromage.

En matière d'augmentation de la production du lait, les producteurs font recours principalement à deux techniques: les traitements vétérinaires et l'utilisation des plantes aux propriétés galactogènes. Les traitements sont administrés aux vaches allaitantes en cas de faible production laitière et de maladies. L'enquête exploratoire effectuée en 2019 par le Projet Prolait de l'Université d'Abomey-Calavi a révélé que les traitements vétérinaires varient en moyenne entre 50 000 à 100 000 FCFA par an. Les plantes aux propriétés galactogènes existent dans la flore béninoise, mais elles sont parfois très distantes des troupeaux d'élevage. Certains ménages doivent supporter parfois des frais de voyage pour s'en procurer. Dans un contexte de longue sécheresse, certains producteurs de lait doivent faire de longue distance pour en chercher.

Les résultats des travaux effectués par Z. Agani *et al.* (2020), p.16166 ont montré que le gain laitier après l'utilisation des recettes à base des plantes galactogènes a été en moyenne de 0.6 à 1,1 litre par jour. L'analyse de la rentabilité économique de la production du lait due à l'utilisation des plantes aux propriétés galactogènes n'a pas été abordée par C. G. Akouedégni *et al.* (2012), p.30; Z. Agani *et al.* (2020), p.16166 en saison sèche et pluvieuse.

### **Cadre conceptuel**

#### *Cadre semi-expérimental*

Les résultats des travaux de C. G. Akouedégni *et al.* (2012, p.30) ; I. K.E.Déléké-Koko *et al.* (2011, p.629) et Z. Agani *et al.* (2020, p.16166) ont montré que les plantes aux propriétés galactogènes s'utilisent dans le système d'élevage au Bénin pour augmenter le lait chez les vaches allaitantes pendant la saison sèche où les animaux sont souvent en manque d'aliments fourragers. Les recettes à base des plantes galactogènes s'utilisent également en saison pluvieuse pour augmenter la quantité de lait au cas où la vache allaitante donne de faible production laitière.

L'enquête exploratoire effectuée par le projet Prolait de l'Université d'Abomey-Calavi, a révélé que certains producteurs de lait valorisent les plantes galactogènes en les transformant en poudre pendant la saison d'abondance afin d'en disposer à des périodes de pénurie. Au même moment, certains producteurs de lait en connaissent, mais n'en utilisent pas. Cette stratégie permet aux producteurs de lait de pallier aux faibles productivités laitières des vaches allaitantes quelle que soit la période de mise bas (Z. Agani *et al.* (2020, p.16166).

Ainsi, deux groupes de producteurs de lait ont été identifiés. Les producteurs de lait qui connaissent et utilisent les plantes galactogènes pour augmenter la production du lait des vaches allaitantes en saison sèche et pluvieuse et les producteurs de lait qui connaissent les plantes galactogènes, mais n'en utilisent pas.

En partant du critère de connaissances des plantes galactogènes, deux groupes de producteurs ont été constitués. Les producteurs de lait connaissant et utilisant les plantes galactogènes (GU) et les producteurs de lait connaissant les plantes galactogènes et n'en utilisant pas (G). Les technologies à base des plantes galactogènes ont été administrées sur 5 jours à raison d'un 1 L par vache par jour par les producteurs du GU. Sur la même période, les producteurs du G

ont donné 5L d'eau de pompe à raison d'un 1L par jour par vache allaitante. Les vaches allaitantes utilisées sont de même race et le même nombre rang de vêlage.

Les groupes GU et G ont été constitués par la méthode de sondage systématique et ont été servis pour collecter les données en saison sèche et pluvieuse. Les données ont été collectées dans la zone agro-écologique 1.

### *Données statistiques*

Les données statistiques qui ont été utilisées dans la présente recherche sont des données semi-expérimentales collectées auprès des producteurs de lait enregistrés au cours de l'enquête exploratoire effectuée par le Projet Prolait de l'Université d'Abomey-Calavi en 2019. Les données ont été collectées auprès des GU et G sur une période de 12 mois de lactation, c'est-à-dire 6 mois en saison et 6 mois en saison pluvieuse.

En partant des deux groupes d'analyse, nous avons collecté deux catégories de données. La première catégorie a porté sur le rang de vêlage, la production du lait, la connaissance et l'utilisation ou non des TPG par les producteurs, le rendement perçu après l'utilisation des TPG et la perception des risques de santé pour l'utilisation des TPG, les matériels de production du lait. La deuxième catégorie de donnée a porté sur l'âge, le nombre de femmes, le nombre d'enfants, etc. Dans cette deuxième catégorie de données, le niveau d'éducation des productions de lait et celui de leurs enfants n'ont pas été demandés à cause du fait qu'ils sont exploités dans les activités du troupeau. Les producteurs de lait s'intéressent aussi rarement à l'alphabétisation.

Par manque de données, les matériels de traite de lait, le bâtiment et les équipements de production de fourrage, l'abri du troupeau, l'abreuvoir du bétail, le parc de vaccination, n'ont pas été pris en compte dans l'élaboration du budget partiel du producteur.

Au cours de l'enquête exploratoire, 4000 éleveurs producteurs de lait ont été enregistrés dans la zone d'étude. La formule de P. Dagnelie (1998, p.34) a été utilisée pour déterminer la taille de l'échantillon. La marge d'erreur utilisée est de 5% avec une proportion  $p = 0.5$ . On a :

$$n = \left(\frac{1.96}{0.05}\right)^2 p(1 - p).$$

La taille totale des producteurs de lait enquêtée est de 409 dont 204 connaissent et utilisent les TPG (GU) et 205 en connaissent, mais n'en utilisent pas (G).

### *Méthodes d'estimation et d'analyse des résultats*

Diverses méthodes ont été utilisées dans la littérature pour analyser la rentabilité économique des exploitations agricoles (W.N. Allogni *et al.*, 2004; p.15 ; A.N. Honlonkou, 1999; p.89 ; A. Kindémin, 2019, p.119). Cependant, les méthodes qui sont souvent utilisées se regroupent en trois catégories : les méthodes de programmes linéaires, la méthode du budget partiel et la méthode basée sur la Matrice d'Analyse des Politiques (MAP). Parmi les trois catégories, la méthode du budget partiel a été plus utilisée par des travaux s'intéressant à l'analyse de la rentabilité économique de l'adoption d'une technologie de production (S. Ouédraogo, 2004, p. 206). Elle permet de calculer le revenu d'une ou plusieurs sous-activités liées à la production. Toutefois, l'analyse de la rentabilité des technologies alternatives pour une même activité de production est souvent difficile à effectuer. A l'inverse, la rentabilité économique des

technologies alternatives est souvent effectuée à l'aide de la programmation linéaire (S. Ouédraogo, 2004, p. 206 ; A. Kindémin, 2019, p.119).

L'objectif de la présente recherche n'est pas d'analyser la rentabilité économique des technologies alternatives dans le cadre de la production du lait mais, de calculer le revenu issu de la production du lait due à l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes. La méthode du budget partiel a été utilisée pour calculer les revenus issus de la production du lait.

Formellement le revenu net issu de la production du lait se calcule par la formule suivante :

Pour un producteur  $i$  donné, le revenu net moyen a été calculé par la formule suivante :

$$Rn_i = Y_t \times P_t - Y_{autc} P_{autc} - \sum_{j=1}^4 X_j P_j$$

Avec :

$Rn_i$  : le revenu net moyen

$Y_t$  = la quantité de lait

$P_t$  = le prix en litre du lait

$Y_{autc}$  = la quantité de lait consommée

$P_{autc}$  = le prix de la quantité de lait consommée

$X_1$  = facteur capital évalué en FCFA par l'amortissement linéaire des matériels du troupeau.

$X_2$  = facteur quantité d'aliments ou quantité de fourrages (kg) annuellement.

$X_3$  = facteur produits vétérinaires et de santé

$X_4$  = facteur quantité de travail (nombre d'heure de travail dans le troupeau)

#### *Détermination de l'impact de l'adoption des technologies de production dans un contexte de variabilité climatique*

Dans la littérature économique, plusieurs méthodes ont été utilisées pour évaluer l'impact de l'adoption des technologies agricoles sur les performances productives (A.N.Honlonkou, 1999, p.34, 1999 ; G. Dehinet *et al.*, 2014, p.128; A. Diagne, 2020, p.38). Cependant, la méthode la plus utilisée est celle en deux étapes de Heckman avec sélectivité (A. Bekuma *et al.*, 2018, p.24). L'avantage de la méthode en deux étapes de Heckman est qu'elle permet de traiter les problèmes de l'hétérogénéité observable et inobservable relatifs aux producteurs de l'échantillon d'analyse (K.W. Maina *et al.*, 2020, p.3). L'utilisation de la technologie à base des plantes galactogènes pendant la saison sèche ou pluvieuse peut dépendre des facteurs propres aux producteurs de lait, des caractéristiques du troupeau, des caractéristiques de la technologie de production notamment les risques relatifs. Une différence moyenne entre les deux groupes d'analyse selon l'un des facteurs peut introduire des biais dans l'évaluation de l'impact de l'utilisation des plantes galactogènes.

Outre la méthode en deux étapes de Heckman, les méthodes à variables instrumentales ont été utilisées pour évaluer l'impact de l'adoption des innovations technologiques sur la performance agricole (S.R. Khandker *et al.*, 2010, p.1). Cependant, le problème fondamental soulevé par K.W.Maina *et al.* (2020, p.3) a été que l'identification d'un instrument empiriquement valide est parfois difficile à trouver.

Dans la présente recherche, la méthode en deux étapes de Heckman a été utilisée pour analyser l'impact de l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes sous l'influence de la saison sur le revenu net issu de la production du lait. L'utilisation de la

méthode en deux étapes de Heckman a permis de pallier au biais de sélectivité observable et inobservable pouvant intervenir dans la détermination du groupe G, c'est-à-dire le groupe des producteurs de lait connaissant les TPG, mais n'en utilisant pas.

La première étape a consisté à estimer un modèle probit sur la décision d'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes (TPG) chez les producteurs de lait et la deuxième étape a été consacrée à l'estimation de l'impact de l'utilisation des TPG sur le revenu issu de la production du lait à travers une régression multiple. Les équations ont été estimées en variant la saison.

En effet, supposons que l'utilisation des TPG peut dépendre du degré de risques et d'incertitudes liées à ces dernières. Alors, un producteur de lait va utiliser les TPG si et seulement, il espère que l'utilisation va lui procurer un niveau d'utilité ( $U_{A1}$ ) plus meilleur que quand il ne va pas l'utiliser ( $U_{A0}$ ). Dans ce cas, la décision d'utilisation des TPG peut être influencée par les facteurs observables et non observables. Pour prendre en compte l'effet des facteurs observables et non observables, un premier modèle de choix discret a été estimé sur les facteurs observables.

Soit  $C_i^* = \alpha Z_i + \varepsilon_i$ ,  $C_i = 1$  si  $C_i^* > 0$  et  $C_i = 0$  dans le cas contraire (1)

Où  $C_i$  est une variable binaire qui prend la valeur 1 si le producteur de lait adopte les TPG et 0 dans le cas contraire ;  $\alpha$  est le vecteur des paramètres à estimer,  $Z_i$  est le vecteur des caractéristiques sociodémographiques des producteurs de lait et  $\varepsilon_i$  le terme d'erreur.

Un producteur de lait va utiliser les TPG si et seulement  $C_i^* = U_{A1} - U_{A0} > 0$ . (2)

La probabilité d'utilisation est :  $P(C_i = 1) = P(C_i^* > 0) = 1 - F(-\beta Z_i)$  (3)

Avec  $P(C_i = 1)$  la probabilité d'utilisation des TPG,  $F$  la fonction de distribution cumulative du terme d'erreur. La distribution de  $F$  dépend de la loi du terme d'erreur. Si  $\varepsilon_i$  suit une loi normale alors, on estime un modèle probit et dans le cas contraire, on estime un modèle logit. De plus l'estimation de cette première équation a permis de calculer l'Inverse du Ratio de Mills (IRM) qui a été intégré à l'équation de la deuxième étape.

La spécification a consisté à estimer une équation pour les producteurs de lait connaissant et utilisant les TPG et ceux connaissant mais, n'en utilisant pas.

$Y_i^1 = \beta^1 X_i + \varepsilon_i^1$  et  $Y_i^0 = \beta^0 X_i + \varepsilon_i^0$  (4)

Où  $Y_i^1$  et  $Y_i^0$  représentent respectivement les revenus nets des producteurs de lait qui ont utilisé les TPG et ceux qui n'ont pas utilisé,  $X_i$  est la matrice des variables explicatives,  $\beta^1$  et  $\beta^0$  les paramètres à estimer,  $\varepsilon_i^1$  et  $\varepsilon_i^0$  respectivement les terme d'erreur composé des facteurs non observables tels que la motivation d'utilisation des TPG, les avantages perçus de la plantes.

En désignant par  $Y$  le revenu net moyen observé sur l'échantillon d'analyse, il se calcule comme suit :

$$\begin{aligned}
 Y &= C_i Y_i^1 + (1 - C_i) Y_i^0 \\
 Y &= C_i (X_i \beta^1 + \varepsilon_i^1) + (1 - C_i) (X_i \beta^0 + \varepsilon_i^0) \\
 Y &= C_i X_i \beta^1 + (1 - C_i) X_i \beta_0 + [\varepsilon_i^0 + C_i (\varepsilon_i^1 - \varepsilon_i^0)] \\
 Y &= C_i X_i \beta^1 + (1 - C_i) X_i \beta_0 + \mu
 \end{aligned} \tag{5}$$

$\mu = \varepsilon_i^0 + C_i (\varepsilon_i^1 - \varepsilon_i^0)$ , est un terme composite, indépendant des variables explicatives, mais corrélé avec la variable muette  $C_i$ . L'estimation d'un tel modèle peut conduire à des biais d'endogénéité. Pour pallier ce biais, l'estimation en deux étapes de Heckman exige que la distribution jointe des termes  $(\varepsilon_i, \varepsilon_i^1, \varepsilon_i^0)$  doit suivre une loi normale de moyenne 0 et variance-covariance :

$$\text{Cov}(\varepsilon_i^1, \varepsilon_i^0, \varepsilon_i) = \begin{pmatrix} \sigma_{\varepsilon_i^1}^2 & \sigma_{\varepsilon_i^1 \varepsilon_i^0} & \sigma_{\varepsilon_i^1 \varepsilon_i} \\ \sigma_{\varepsilon_i^0 \varepsilon_i^1} & \sigma_{\varepsilon_i^0}^2 & \sigma_{\varepsilon_i^0 \varepsilon_i} \\ \sigma_{\varepsilon_i \varepsilon_i^1} & \sigma_{\varepsilon_i \varepsilon_i^0} & \sigma_{\varepsilon_i}^2 \end{pmatrix}$$

Où,  $\sigma_{\varepsilon_i^1}^2$ ,  $\sigma_{\varepsilon_i^0}^2$  et  $\sigma_{\varepsilon_i}^2$  représentent respectivement la variance des termes d'erreur  $\varepsilon_i$ ,  $\varepsilon_i^1$  et  $\varepsilon_i^0$

$\sigma_{\varepsilon_i^0 \varepsilon_i}$  et  $\sigma_{\varepsilon_i^1 \varepsilon_i}$  représentent les covariances des termes  $\varepsilon_i$ ,  $\varepsilon_i^1$  et  $\varepsilon_i^0$ .

Ensuite, les espérances conditionnelles des termes d'erreur sont calculées par la formule :

$$E(\varepsilon_i^1 / C_i = 1) = \sigma_{\varepsilon_i^1 \varepsilon_i} \frac{\varphi(\beta X_i / \sigma)}{\phi(\beta X_i / \sigma)} \tag{6}$$

$$E(\varepsilon_i^0 / C_i = 0) = \sigma_{\varepsilon_i^0 \varepsilon_i} \frac{\varphi(\beta X_i / \sigma)}{1 - \phi(\beta X_i / \sigma)} \tag{7}$$

$\phi(\cdot)$  et  $\varphi(\cdot)$  sont respectivement la fonction de densité cumulative normale et la fonction de densité de probabilités normales standard.

Les quantités  $\frac{\varphi(\beta X_i / \sigma)}{\phi(\beta X_i / \sigma)} = \gamma_i^1$  (7) et  $\frac{\varphi(\beta X_i / \sigma)}{1 - \phi(\beta X_i / \sigma)} = \gamma_i^0$  (8) sont respectivement les RIM déterminées à partir de l'équation de sélection et inclus dans la régression multiple.

Par ailleurs, la non significativité des covariances  $\sigma_{\varepsilon_i^0 \varepsilon_i}$  et  $\sigma_{\varepsilon_i^1 \varepsilon_i}$  implique qu'il y a absence de biais de sélection et d'endogénéité entre la décision d'utilisation des TPG et le revenu net de la production du lait (Ndinga *et al.*, 2020, p.3).

*Description des variables du modèle d'estimation*

Tableau 1 : Variables susceptibles d'influencer la décision d'utilisation des TPG et les variables explicatives du revenu issu de la production du lait.

<b>Calcul du revenu net</b>	<b>Mesure</b>
Production totale (L)/mois	Continue
Autoconsommation (L)/mois	Continue
Quantité de lait transformée (L)/mois	Continue
<b>Charges imputables à la production du lait</b>	
Amortissement du matériel de traite de lait (FCFA)	Continue
Dépenses de main-d'œuvre	Continue
Dépenses de soins sanitaires	Continue
Dépenses alimentaire	Continue
Dépenses de fabrication des TPG	Continue
<b>Modèle d'adoption</b>	
Décision d'utilisation des TPG	Muette et prend la valeur 1 si le producteur de lait adopte les TPG et 0 dans le cas contraire
Age du producteur de lait	Continu
Taille du ménage	Continu
Nombre de vaches allaitantes	Continu
Revenu non laitier	Continu
<b>Modèle d'analyse d'impact</b>	
Revenu net issu de la production du lait	Continu
Expérience du producteur de lait	Continu
Le carré de l'expérience du producteur de lait	Continu
Appartenance à des organisations	Muette et prend la valeur 1 si le producteur appartient à au moins une organisation professionnelle et 0 dans le cas contraire
Nombre de vaches allaitantes	Continu

## Résultats

### *Statistiques descriptives*

L'analyse de la statistique descriptive (Tableau 2) a montré qu'en moyenne l'âge des producteurs de lait des deux groupes d'analyse varie entre 48 à 50 ans avec un écart type variant de 10 à 11. De plus, l'âge des producteurs de lait qui ont utilisé les technologies à base des plantes galactogènes (GU) n'est pas significativement différent de l'âge des producteurs de lait qui n'en ont pas utilisé.

Les résultats ont montré qu'en moyenne, le nombre d'années d'expérience est de 38 ans avec un écart type de 11. Le nombre d'année d'expérience des producteurs de lait qui utilisent les technologies à bases des plantes n'est pas significativement différent du nombre d'année d'expérience des producteurs qui n'en utilisent pas.

Les producteurs enquêtés sont majoritairement mariés et ont en moyenne, une femme avec une taille de ménage allant de 8 à 10 personnes. De plus, la taille du ménage des producteurs de lait qui ont utilisé les technologies à bases plantes n'est significativement différente de la taille du ménage des producteurs qui n'en ont pas utilisé. La production du lait mensuelle

varie en moyenne de 123 à 422,42 litres. En moyenne; les résultats ont montré une différence significative de revenu net en saison sèche et pluvieuse entre les deux groupes de producteurs considérés.

Les résultats ont enfin montré qu'en absence de l'effet de la saison, le revenu net de la production du lait des producteurs de lait utilisant les TPG est significativement différent du revenu net n'utilisant pas les TPG.

Tableau 2 : Analyse statistique

Variable	Statistiques descriptives				Différence moyenne
	GU		G		
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Age du producteur de lait	48	11	49	10	-1
Expérience dans le domaine d'élevage	38	11	39	10	-1
Nombre de femmes	2	0,63	2	0,69	0
Main d'œuvre	2	1	2	1	0
Taille du ménage	9	4	10	5	1
Nombre de vaches allaitantes	20	6	13	9	7
Distance des TPG au troupeau (km)	15	7			
Coût de fabrication des TPG (FCFA)	1400	1400,889			
Saison sèche					
Variables	GU		G		Différence de moyenne
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Quantité d'aliments (kg/mois)	5535,772	738,6	5443,60	743	92,172***
Production mensuelle de lait (litre)	220,60	168,60	123,70	88,52	96,9***
Revenu net mensuel (FCFA)	89983,91	79663,61	42653,16	33789,73	47330,75***
Saison pluvieuse					
Variables	GU		G		Différence de moyenne
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Nombre de vaches allaitantes	20	9	13	6	7
Quantité d'aliments (kg/mois)	2836,179	413,08	2783,95	407,1041	52,229***
Production de lait mensuel en litre	422,42	291,63	198,30	108,07	224,12***
Revenu net mensuel (FCFA)	138072	113484,2	61927,16	46948,2	76144,84***

Variable	Absence de la saison				
	GU		G		Différence de moyenne
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
Quantité d'aliments (Kg/ mois)	8371,951	68,55	8227,533	6892	144,42***
Production de lait mensuel en litre	642,9973	31,79	322,02	12,59	320,96***
Revenu net mensuel (FCFA)	228055,9	13168,06	104580,3	4932,49	123475,6***

**Source** : réalisé par les auteurs à partir de *Stata 16*. (\*, \*\*, \*\*\* : significativité respectivement au seuil de 10%, 5% et 1%).

**GU** : groupes des producteurs de lait connaissant les technologies à base des plantes galactogènes et les utilisant

**G** : groupes des producteurs de lait connaissant les technologies à base des plantes galactogènes, mais n'en utilisent pas.

Le tableau 3 présente les résultats d'estimation du modèle probit.

Les résultats d'estimation ont montré que le terme d'erreur suit une loi normale et le modèle est globalement significatif au seuil de 5%. Ces résultats confirment l'estimation de l'équation d'utilisation des technologies à base des plantes à travers un modèle probit.

Les résultats ont également montré que les variables nombre de vaches allaitantes, taille du ménage, les revenus non laitiers expliquent significativement au seuil de 5% la décision d'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes des producteurs de lait.

Tableau 3 : déterminants de l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes

Variable	Coefficient	Probabilité
Age	-0,0002	0,937
Nombre de vaches allaitantes	0,017	0,000
Revenus non laitiers annuels	0,02	0,000
Taille du ménage	-0,085	0,000
Wald	71,91	0,000

**Source** : réalisé à partir de *Stata 15*

Le tableau 4 présente les résultats d'estimation de l'impact de l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes.

Les résultats d'estimation en deux étapes Heckman ont montré que l'Inverse des Ratios de Mills sont significatifs au seuil de 5%. Ce signifie justifie le recours au modèle de Heckman pour estimer l'impact de l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes sous l'influence de la saison sur le revenu net de la production. Les résultats ont également montré, une absence d'hétérogénéité des producteurs de lait des groupes d'analyse. Ce qui implique que le même modèle d'évaluation d'impact peut être estimé pour les individus des deux groupes d'analyse, c'est-à-dire GU et G.

Tableau 4 : Adoption des TPG et revenu net de la production du lait

<b>Variabes</b>	<b>GU</b>	<b>G</b>
<b>Saison sèche</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Coefficient</b>
	<b>(Probabilité)</b>	<b>(Probabilité)</b>
Expérience dans le domaine de la production	17,71(0,004)	-5,28 (0,000)
Carré de l'expérience dans le domaine de la production	13,30(0,004)	40,87(0,028)
Taille du ménage	4,90 (0,09)	13,89(0,871)
Nombre de vaches allaitantes	3,917(0,01)	32,22(0,000)
<b>Mills</b>	11,80847(0,010)	
<b>ATE</b>	120060,2(0,000)	
<b>ATT</b>	84231,78 (0,000)	
<b>ATU</b>	56355,1(0,000)	
Hétérogénéité observable	(0,000)	
Hétérogénéité inobservable	(0,000)	
<b>Variable</b>	<b>GU</b>	<b>G</b>
<b>Saison pluvieuse</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Coefficient</b>
	<b>(Probabilité)</b>	<b>(Probabilité)</b>
Expérience dans le domaine de la production	72,88 (0,163)	0,81959886 (0,001)
Carré de l'expérience dans le domaine de la production	6,254(0,119)	0,0154461 (0,487)
Taille du ménage	2,125(0,04)	0,0000854(0,779)
Nombre de vaches allaitantes	7,411(0,000)	0,566307 (0,01)
<b>Mills</b>	17,24 (0,000)	
<b>ATE</b>	162412,2(0,000)	
<b>ATT</b>	122619 (0,000)	
<b>ATU</b>	74215,6(0,000)	
Hétérogénéité observable	(0,000)	
Hétérogénéité inobservable	(0,000)	

**Source** : réalisé par les auteurs à partir de stata 15.

**GU** : groupes des producteurs de lait connaissant les technologies à base des plantes galactogènes et les utilisant

**G** : groupes des producteurs de lait connaissant les technologies à base des plantes galactogènes, mais n'en utilisent pas.

## Discussion

### *Déterminants de l'utilisation des plantes galactogènes chez les producteurs de lait au Bénin*

Une vache allaitante supplémentaire dans le troupeau du producteur de lait augmente sa probabilité d'utilisation des technologies plantes galactogènes au seuil de 5%. Ce résultat illustre la relation positive entre la taille des exploitations agricoles et l'adoption des technologies dans le domaine agricole en Afrique de l'Ouest en général et au Bénin en particulier (A.N. Honlonkou, 1999, p.89 ; F.F-M. Ndèye, 2017, p.146 ; K.W. Maina et al., 2020, p.3). Les producteurs de lait ayant une vache allaitante de plus sont plus motivés à utiliser des technologies agricoles pour améliorer la capacité productive que dans le cas

contraire. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par K.W. Maina et al. (2020, p.3) au Kenya qui ont montré que le nombre de vaches allaitantes influence significativement l'adoption des plantes fourragères *Brachiaria*.

Les résultats ont également montré que les revenus non laitiers expliquent significativement au seuil de 5% l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes. Ce qui signifie qu'une amélioration des revenus issus de la production agricole facilite l'adoption des technologies agricoles. Ces résultats caractérisent les comportements des producteurs agricoles en matière de financement des technologies agricoles dans les pays de l'Afrique de l'Ouest en général et au Bénin en particulier. En effet, la plupart des producteurs utilisent très rarement les revenus issus de l'activité de production pour financer la technologie de production. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par K.W. Maina et al. (2020, p.3) qui ont montré que les revenus hors laitiers influencent significativement l'adoption des plantes fourragères au cours de périodes de longues sécheresses au Kenya.

En résumé, les résultats d'estimation du modèle probit ont montré l'importance de la taille de troupeau notamment le nombre de vaches allaitantes, la taille du ménage et les revenus non laitiers jouent un rôle important dans l'adoption des technologies agricoles en saison sèche et ou pluvieuse au Bénin. Toutefois, il serait important de vérifier à travers une régression multiple sur l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes influence significativement le revenu net des producteurs de lait sous l'influence de la saison.

#### *Adoption des TPG et revenu net issu de la production du lait au Bénin*

Les résultats d'estimation ont montré que les producteurs de lait qui ont utilisé les technologies à base des plantes galactogènes en saison sèche, ont obtenu un revenu net moyen mensuel de 120060,2 FCFA contrairement aux producteurs qui n'en ont pas utilisé dont le revenu net mensuel moyen est 84231,78 FCFA. En saison pluvieuse le revenu net moyen mensuel des producteurs de lait connaissant et utilisant les technologies à base de plantes galactogènes est de 162412,2FCFA tandis que le revenu net des producteurs de lait connaissant les TPG et n'en utilisant pas est de 74215,6FCFA. Ces écarts de revenus net entre les deux groupes de producteurs de lait en saison sèche et pluvieuse témoignent de l'importance de la rentabilité de des technologies à base des plantes galactogènes dans les campements d'élevages dans un contexte de variabilité climatique. En utilisant les TPG, les producteurs du lait améliorent significativement leurs revenus nets laitiers mensuels.

L'analyse des effets marginaux a montré, qu'il existe une relation positive entre l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes et le revenu net de la production du lait. L'expérience du producteur de lait, la taille du ménage et le nombre de vaches allaitantes expliquent significativement le revenu net en saison sèche. En saison pluvieuse, seule les variables la taille du ménage et le nombre de vaches allaitantes, expliquent significativement au seuil de 5% le revenu net.

Une personne supplémentaire dans le ménage des producteurs de lait en saison sèche ou pluvieuse améliore significativement le revenu net de la production du lait. Ce résultat témoigne de l'importance de la main d'œuvre familiale dans le système d'élevage au Bénin. L'effet positif de la taille du ménage sur le revenu net de la production s'explique par la contribution de la main d'œuvre familiale dans la performance des systèmes agricoles. Même si, certains travaux sur les déterminants de la main d'œuvre familiale ont relevé une faible

qualité de cette dernière, sa disponibilité joue un rôle important dans l'amélioration des performances productives (O.A. Kindémin, 2019, p.121).

Ensuite, une augmentation du revenu net de la production dépend du nombre de vaches allaitantes. Autrement dit, une vache allaitante supplémentaire dans le troupeau entraîne une augmentation du revenu issu de la production. Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par Ndèye, (2017, p.146) qui a montré que la taille de l'exploitation influence positivement le revenu des exploitations agricoles.

### **Conclusion**

L'objectif de la présente recherche a été d'analyser l'impact de l'utilisation des plantes aux propriétés galactogènes sur le revenu issu de la production du lait dans un contexte de variabilité climatique au Bénin. Pour ce faire, nous collecté les données auprès de 409 producteurs de lait en saison sèche et pluvieuse. Les données ont été collectées dans la même zone agro écologique.

Les résultats d'estimation ont montré que, le nombre de vaches allaitantes, la taille du ménage et les revenus non laitiers influencent significativement l'utilisation des technologies à base des plantes galactogènes en saison sèche ou pluvieuse. Les résultats ont également montré que l'expérience dans le domaine de l'élevage, le carré de l'expérience dans le domaine, le nombre de vaches allaitantes, la taille du ménage influencent significativement les revenus net des producteurs de lait.

En résumé, l'adoption des technologies de production, la taille du ménage et le nombre de vaches allaitantes jouent un rôle important dans l'amélioration des revenus des producteurs de lait au Bénin.

En matière d'implication de politique économique, les acteurs du secteur d'élevage doivent créer un cadre favorable à l'adoption des technologies agricoles pour une amélioration des performances des producteurs de lait dans un contexte de variabilité climatique.

### **Remerciement**

Les données utilisées dans le cadre de la présente recherche ont été collectée grâce à l'appui financier du Projet Prolait de la Troisième Phase du Fonds Compétitif de l'Université d'Abomey-Calavi. Les auteurs tiennent à remercier toute l'équipe projet.

### **Référence bibliographique**

- AGANI Zénabou, BOKO Cyrille, AKOUEDEGNI Cocou Guénoilé, SIDI IMOROU Habirou, BELLO Orou Daouda, HOUNDONUGBO Frédéric, DOSSOU Joseph et BABATOUNDE Séverin, 2021, « Préparations galactogènes utilisées par les agroéleveurs au Bénin : espèces végétales, proportions d'organes impliqués et production laitière chez les vaches Borgou », *Journal of Applied Biosciences*, **157**, 16161-16171.
- AKOUEDEGNI, Cocou Guénoilé, GBEGO TOSSA Isidoire, DAGA Dadjó Florian et KOUDANDE Delphin, 2012, « Synthèse des connaissances sur les plantes galactogènes et leurs usages en République du Bénin » *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB), 24-35.

- ALLOGNI Wilfried, COULIBALY Ousmane, HONLONKOU Albert, 2004, «Impact des nouvelles technologies de la culture de niébé sur le revenu et les dépenses des ménages agricoles au Bénin. » *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **44**, 1-14.
- BEKUMA A-manuel, GALMESSA Ulfina et FITA Lemma, 2018, « Review on Adoption, Impacts and Determinant Factors of Dairy Technology in Ethiopia » *Food Science and Quality Management*, 24-29.
- BROUTIN Cécile, LEVARD Laurent, GOUDIABY Marie-Christine, 2018, Quelles politiques commerciales pour la promotion de la filière « lait local », Paris, Gret, 100 pages.
- CHABI TOKO Roukayath, ADEGBIDI Anselme et LEBAILLY Philippe, 2015, «Valorisation des produits laitiers dans les ménages Peul du Nord-Est du Bénin ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**, 2716-2726.
- CHOPLIN Gérard, 2019, « Surproduction de lait : ici et ailleurs, les éleveurs boivent la tasse. N'exportons par nos problèmes ». SOS Faim Belgique, 64p.
- DAGNELIE Pierre, 1973, Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, La statistique descriptive et les fondements de l'inférence statistique. J. Duculo
- DEHINENET Gezie, ASHENAFI Mengistu et HAILEMARIAM Mekonnen, 2014, « The impact of dairy technology adoption on small holder dairy farmers livelihoods in selected zones of Amhara and Oromia National Regional States, Ethiopia », *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, **5**, 126-135.
- DELEKE KOKO Inès, DJEGO Julien, GBENOU Joachim, HOUNZANGBE-ADOTE Mawule Sylvie, et SINSIN Brice, 2011, « Etude phytochimique des principales plantes galactogènes et emménagogues utilisées dans les terroirs riverains de la Zone cynégétique de la Pendjari. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**, 618-633.
- DIAGNE Aminata, 2020, Adoption et impact des innovations technologiques agricoles dans les filières maïs et arachide au Sénégal. Doctorat en Agronomie à l'Université Laval (Canada), 253p.
- HONLONKOU N'édji Albert, 1999, Impact économique des techniques de fertilisations des sols : cas de la Jachère Mucuna au Sud du Bénin, Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle en Sciences Economiques (Economie rurale), CIRES, Université de Côte d'Ivoire, Abidjan, 1-188.
- HOUSSOU-GOE Septime Sonagnon Philippe, 2008, « Agriculture et changements climatiques au Bénin : Risques climatiques, vulnérabilité et stratégies d'adaptation des populations rurales du département du Couffo ». DEA, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, 160p.
- KASSA Sagui Kévin, AHOUNOU Gbênagnon Serge, DAYO Guiguigbaza-Kossigan, SALIFOU Chakirath Folakè Arikè, DOTCHE Ogoudanan Ignace, ISSIFOU T.M, GANDONOU, P., KOUNTINHOIN, GUY, MENSAH Guy Apolinaire, YAPI-GNAORE, Valentine et YOUSAO Abdou Karimi Issaka, 2016, «Evaluation et modélisation de la production de lait des vaches Girolando, Borgou, Lagunaire et croisées Azawak x Lagunaire, élevées dans le système semi-amélioré du Bénin. », *Journal of Applied Bioscience*, 9829-9840.
- KASSA Sagui Kévin, SALIFOU Chakirath Folakè Arikè, DAYO Guiguigbaza-Kossigan, AHOUNOU Gbênagnon Serge, ID; Issifou, TM; Kountinhouin, B ; MENSAH, Apolinaire Guy; YAPI-GNAORE Valentine, ABDOU, KIY, 2016, « Influence du système de production et du temps de pâture sur la production de lait des vaches Borgou au Bénin. », *Tropicultura*, **4**, 385-395.

- KHANDKER Shahidur; KOOLWAL Gayatri; SAMAD Hussain, 2010, Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices. World Bank.
- KINDEMIN Oscar Assa, HOUGNI Alexis, BALARABE Oumarou et YABI Jacob Afouda, 2019, « Déterminants de la Rentabilité Economiques des Exploitations Cotonnières Utilisant des Pratiques Agro-Ecologique dans la Commune de Kandi au Nord Bénin ». *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, **1**, 114-126.
- KINDEMIN Oscar Assa, HOUGNI Alexis, BALARABE Oumarou et YABI Jacob Afouda, 2019, « Déterminants de la Rentabilité Economiques des Exploitations Cotonnières Utilisant des Pratiques Agro-Ecologique dans la Commune de Kandi au Nord Bénin. », *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, **1**, 114-126.
- MAINA, K.W., RITHO Cecilia Nyawira, LUKUYU Ben et RAO Elizaphan, 2020, « Socio-economic determinants and impact of adopting climate-smart Brachiaria grass among dairy farmers in Eastern and Western regions of Kenya », *Heliyon*, **6**, 1-9
- NDEYE Fatou Faye-Mané, 2017, Les déterminants et l'impact de l'adoption des semences certifiées de mil et de sorgho dans le bassin arachidier du Sénégal. Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 199p.
- NDINGA Mathias Marie Adrien., MAMPASSI Jean Anaclet et MBOULOU Steffie Raynica, 2020, « Impact des politiques publiques d'emploi sur la sortie du chômage des jeunes au Congo », *Document de Recherche de l'Observatoire de la Francophonie d'économie*, Université de Montréal et du monde, **11**, 1-30.
- SESSOU Philippe FAROUGOU Souaïbou, AZOKPOTA Paulin, YOUSAO Issaka, YEHOUENOU Boniface, AHOUNOU Serge et CODJO KOKO SOHOUNHLOUE Dominique, 2013, « Inventaire et analyse des pratiques endogènes de conservation du wagashi, un fromage traditionnel produit au Bénin ». *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**, 938-952.
- VODOUNOU **Jean Bosco et ONIBON Doubogon Yvette, 2016**, « Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin ». *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 794, consulté le 19 avril 2021. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/27836>