

**Consentement à payer et rentabilité d'une innovation en agro-alimentaire : cas du décorticage mécanique et de la fortification en fer du sorgho dans le Nord-~~du~~ Bénin.**

**Willingness to pay and profitability of an innovation in agribusiness: case of mechanical shelling and iron fortification of sorghum in northern Benin.**

Morest M. T. Agossadou\*, Sandrine S. Sègla, Anselme A. Adégbidi, Polycarpe A. P. Kayodé,

Commented [REVIEWER1]:

Morest M. T. Agossadou\*, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques, BP : 293 Abomey-Calavi

Sandrine S. Sègla, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques, BP : 293 Abomey-Calavi

Anselme A. Adégbidi, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques

Polycarpe A. P. Kayodé, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Faculté des Sciences Agronomiques

Commented [REVIEWER2]:

## RESUME

Le but de la présente étude est d'évaluer le consentement à payer (CAP) de ménages agricoles exposés à des risques d'anémie pour bénéficier d'une innovation agro-alimentaire, le décorticage et la fortification en fer du sorgho, puis d'évaluer sa rentabilité financière. Des données ont été collectées auprès de 90 "chef cuisine" prédisposées à adopter l'innovation. Le modèle de régression linéaire utilisé a révélé que le CAP moyen est de 25 FCFA pour 1,85 kg de sorgho et est influencé négativement par l'appartenance de l'enquêtée à la phase pilote du projet et la quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation de *dibou* (pâte de sorgho). La méthode des cash-flows a permis de s'apercevoir de la non rentabilité de l'innovation (valeur actuelle nette négative) lorsque le taux d'actualisation est de 12 %.

**Mots clés :** Consentement à payer, rentabilité financière, innovation agro-alimentaire, VAN

## ABSTRACT

The purpose of this study is to assess the willingness to pay (WTP) of farm households at risk of anemia to benefit from agro-food innovation, dehulling and iron fortification of sorghum, and to evaluate its financial profitability. Data was collected from 90 'cooking chefs' who were predisposed to adopt innovation. The linear regression model used revealed that the average WTP is 25 FCFA and is negatively influenced by the fact that the respondent belongs to the pilot phase of the project and the average amount of sorghum devoted to the consumption of *dibou* (sorghum paste). The cash flow method revealed the unprofitability of innovation (negative net present value) when the discount rate is 12%.

**Key words :** willingness to pay, financial profitability, agri-food innovation, NPV

**Commented [REVIEWER3]:** La méthode d'évaluation contingente ne figure pas ici

## 1. Introduction

Le sorgho est une importante culture en Afrique, au sud du Sahara, et dans d'autres régions semi-arides du monde (Kayodé *et al.*, 2007). Cette importance, reconnue à cette céréale, est imputable à la diversité d'aliments qui en sont issus, et à leur importance respective dans l'alimentation des ménages. Au Bénin, trois catégories d'aliments, à base de sorgho, ont été identifiées. Il s'agit des pâtes (*dibou, sifanou, foura*), des bouillies (*koko, sorou, kamanguia*) et des boissons (*tchoukoutou, chakpalo*).

La présence, dans le péricarpe de la graine de sorgho, de facteurs antinutritionnels tels que les tannins, le calcium/phosphore, les phytates et fibres et les oxalates, conduits à une faible biodisponibilité du fer (localisé aussi essentiellement dans le péricarpe) aux consommateurs de ces types d'aliment. Pour Kayodé *et al.* (2007), seuls 2-6 % du fer total du sorgho sont disponibles aux consommateurs. Cette faible biodisponibilité expose les consommateurs (les femmes en âge de procréer et les enfants surtout), dans les milieux à forte consommation de ces aliments, à l'anémie ferriprive. Le décortiquage mécanique et la fortification en fer du sorgho apparaissent comme la solution à ce problème de faible biodisponibilité du fer.

Par le biais du projet intitulé "Introduction of a mechanical dehuller and iron fortification in the traditional processing of sorghum in Benin to improve the iron status of rural consumers of porridge", initié par le Centre Régional de Nutrition et d'Alimentation Appliquées (CERNA) de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, une plate-forme de décortiquage mécanique et de fortification en fer du sorgho a été installée dans Thian, un village de la commune de Parakou, où les aliments issus de sorgho sont largement consommés. Le caractère nouveau de cette plate-forme et des services qu'elle offre fait d'elle une innovation. Vingt-quatre (24) ménages consommateurs de *dibou*, chacun comportant au moins un individu anémié, ont été retenus pour expérimenter l'innovation. Le *dibou* est la pâte de sorgho la plus consommée dans le village. Il est quotidiennement consommé, accompagné de sauce légume au déjeuner, au dîner et occasionnellement au petit déjeuner. L'expérimentation consistait à donner à ces ménages un accès gratuit aux opérations de décortiquage mécanique et de fortification en fer du sorgho. Au cours de cette phase, les charges de fonctionnement de la plate-forme sont prises en charge par le projet. La phase d'expérimentation est à sa fin, et l'accès aux opérations de décortiquage mécanique et de fortification en fer du sorgho doit être donné à tous les ménages consommateurs de *dibou* du village.

**Commented [REVIEWER4]:** La justification du sujet pose problème, Sa pertinence n'a pas été démontrée par manque de documentation. Une seule source ne pourra pas suffire pour mettre le sujet dans son contexte

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER5]:** Utiliser les termes techniques

**Commented [REVIEWER6]:** Quelle est la place de cette culture dans la politique agricole du Bénin,

Monter ses importances par la statistique si possible

**Commented [REVIEWER7]:**

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER8]:** Cette phrase est trop longue

**Commented [REVIEWER9]:** C'est dans la méthodologie que vous devez faire part de l'expérimentations et allez droit au but.

Le but de la présente étude est d'évaluer le consentement à payer (CAP) des ménages pour bénéficier de l'innovation, le décortiquage et la fortification en fer du sorgho, puis d'évaluer sa rentabilité financière.

## 2. Matériel et méthodes de collecte des données

L'étude s'est déroulée dans le nord-Bénin, département du Borgou, commune de Parakou, et plus précisément dans le village Thian (Figure 1). Il s'agit du village retenu dans le cadre du projet, pour la phase d'expérimentation de l'innovation. C'est donc dans ledit village qu'est installée la plate-forme de décortiquage mécanique et de fortification en fer du sorgho. Le décortiquage mécanique se fait à l'aide d'un décortiqueur de type Engelbert fabriqué localement par le Centre de Recherche en Technologie Alimentaire et la fortification, à l'aide du NaFeEDTA fourni sous le nom commercial "Ferrazone" par la société Akzo Nobel. La figure 1 présente la carte du Département du Borgou mentionnant la commune d'étude, c'est à dire la commune de Parakou.

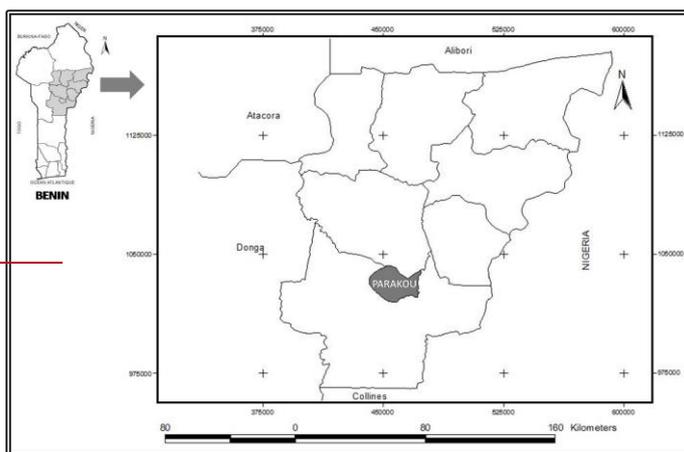


Figure 1. Carte du département du Borgou mentionnant la commune de Parakou.

Le mode d'échantillonnage aléatoire stratifié a été utilisé pour sélectionner 120 ménages 'consommateurs' de *dibou*. Le critère de stratification est la participation ou non à la phase d'expérimentation de l'innovation; nous avons alors deux strates: les ménages 'consommateurs' de *dibou* retenus pour la phase d'expérimentation de l'innovation (strate 1) et les ménages 'consommateurs' de *dibou* non retenus pour la phase d'expérimentation (strate 2). Les effectifs des strates 1 et 2 sont respectivement de 24 et 118 ménages. En utilisant la méthode de proportionnalité, respectivement 20 et 100 ménages ont été aléatoirement tirés des

**Commented [REVIEWER10]:** Pourquoi vous voulez évaluer le CAP et la rentabilité financière, c'est pour quelle finalité ?  
La réponse à ces questions rendra solide votre problématique

**Commented [REVIEWER11]:**

**Commented [REVIEWER12]:** Veuillez préciser l'année dans laquelle l'étude a été conduite

**Commented [REVIEWER13]:** Il faudra expliquer la raison qui sous-tend le choix de ce village par le projet

**Commented [REVIEWER14]:** Ce n'est plus nécessaire.

**Commented [REVIEWER15]:** Faire figurer le village sur la carte.

**Formatted:** Tab stops: 2,86 cm, Left

**Commented [REVIEWER16]:** Veuillez justifier l'utilisation de ce mode d'échantillonnage

**Commented [REVIEWER17]:** Eviter l'utilisation de nous, on notre

strates 1 et 2 pour faire un total de 120 ménages comme échantillon de notre étude. Chaque ménage était représenté par la femme à charge de la préparation du *dibou* (chef cuisine).

## 2.1. Méthode d'évaluation du CAP

Les données d'évaluation du CAP ont été collectées chez les 90 chefs cuisine (parmi les 120) qui ont déclaré leur disposition à adopter l'innovation ~~en décortiquant, fortifiant leur sorgho avec le fer et en payant ce service~~. Pour ce faire, les montants que les "chefs cuisine" sont prêts à payer pour bénéficier de l'innovation sont recueillis en utilisant la méthode d'évaluation contingente, puis les facteurs qui pourraient les influencer sont identifiés en utilisant une régression linéaire.

L'évaluation contingente est une méthode d'enquête conçue dans le but d'amener les individus à révéler leurs préférences, afin de donner une valeur à des biens publics qui n'ont pas de prix sur le marché (Maresca *et al.*, 2006). Pour Johansson (1987) cité par Blanche-manche *et al.* (2009), la méthode d'évaluation contingente consiste à collecter des informations sur les préférences des consommateurs, en leur demandant ce qu'ils consentiraient à payer pour un changement de dotation en bien ou service non-marchand, ou bien la compensation minimum qu'ils exigeraient si le changement n'a pas lieu. Elle a beaucoup servi dans le domaine de l'environnement (gestion des déchets, amélioration de la qualité de l'air, dommages causés par des marées noires, etc.) qui est d'ailleurs son premier champ d'application. Elle a été utilisée par Ouedraogo *et al.* (2007) dans la gestion des risques en agriculture urbaine irriguée, notamment pour évaluer le consentement à payer pour une amélioration de la qualité de l'eau pour le maraîchage dans les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso au Burkina-Faso. En 2007, Monsi Agboka s'est servie d'elle pour évaluer la valeur économique des plantes utilisées pour les soins gynécologiques dans les terroirs autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari au Bénin. En 2010, cette méthode a été utilisée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse dans le cadre d'une étude coûts-bénéfices de l'amélioration de la qualité d'un cours d'eau dans la région de la Bouvade en France.

La méthode d'évaluation contingente procède par interrogation directe des individus. Elle conduit les individus à déclarer des intentions de paiement quant à une modification de la quantité (ou de la qualité) d'un bien environnemental particulier.

Cette méthode s'est révélée incontournable plus tard dans beaucoup de pays, et dans beaucoup d'autres domaines que l'environnement, notamment dans les domaines de l'alimentation (Blanchemanche *et al.* (2009)), de la santé (Le Goff et Nassiri (2005)), de la télécommunication, etc. bien qu'elle expose le chercheur (s'il n'y prend garde) à des biais tels que le biais

**Commented [REVIEWER18]:** **Instruction:** Une méthodologie c'est une démonstration. Cela signifie qu'un profane peut l'utiliser en toute facilité.

Votre méthodologie gagnerait à être mieux structurée

Il y a deux méthodes de révélations des préférences : la préférence déclarée et la préférence révélée

C'est par ici il faut commencer pour pouvoir justifier le choix de la MEC qui se base sur la préférence déclarée. Mais avant d'en arriver à ce point, il faudra expliquer l'importance de chaque méthode de révélation

LA MEC se base sur la préférence déclarée

**Commented [REVIEWER19]:** Cette source est très ancienne

**Commented [REVIEWER20]:** Eviter cette façon de citer les références.  
Pour plus d'assurance qualité vous pouvez aller rechercher le document pour prendre connaissance de son contenu

**Commented [REVIEWER21]:** C'est redondant. Possibilité de reformuler la langue en registre soutenu.

**Commented [REVIEWER22]:** Vous pouvez encore mieux formuler ces phrases.

**Commented [REVIEWER23]:** Cette idée est dite déjà en haut

stratégique, le biais de l'information et le biais hypothétique. Tout ceci nous a amené à retenir cette méthode pour déterminer la valeur que les ménages "consommateurs" de *dibou* accordent à une amélioration nutritionnelle de leur repas. Pour arriver à cette fin, des modèles ou combinaisons de modèles économétriques sont utilisés. Mais le choix du modèle ou de la combinaison de modèles économétriques dépend du mode de révélation de la valeur utilisé. Terra (2005) identifie cinq (5) modes de révélation de la valeur. Ces différents modes de révélation avec leurs caractéristiques respectives sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 3: Caractéristiques des différents modes de révélation de la valeur.**

Méthode	Incitation à la révélation	Effort cognitif	Risque d'ancrage	Taille d'échantillon (relative) requise
Question ouverte	Faible	Elevé	Aucun	La plus faible
Question fermée	Très élevée	Très faible	?	La plus élevée
Double question Fermée	?	Modéré	Elevé	Elevée
Système d'enchères	Faible	Modéré	Elevé	Modérée
Carte de paiement	Elevée	Modéré	?	Faible

Source : Terra, 2005

Note : (?) est mis pour les cellules où l'information n'est pas connue.

D'après l'analyse de ce tableau, la question ouverte nous semble plus adéquate et sera donc retenue pour l'évaluation monétaire du bien qui est la farine issue de sorgho décortiqué et fortifié avec du fer, vu le niveau d'effort cognitif, le niveau du risque d'ancrage et la taille de l'échantillon requise. Le faible niveau d'incitation observé chez les enquêtés est dû au fait que la plupart des enquêtes qui ont conduit à la réalisation de ce tableau sont faites par téléphone, e-mail ou la poste. Nous espérons donc que ce niveau d'incitation à la révélation sera stimulé avec notre moyen d'enquête qui est direct (enquêté face à enquêteur).

Lorsque l'option est faite d'utiliser la question ouverte comme mode de révélation de la valeur du bien, Terra (2005) recommande l'utilisation du modèle de Heckman (ensemble modèle Probit et régression linéaire) lorsque le pourcentage de « vrais zéro » est inférieur à 10 % et l'utilisation du modèle Tobit autrement. On parle de « vrais zéros » lorsque la valeur 0 du CAP correspond réellement à la valeur que le répondant accorde au bien ou service, les « faux zéro » étant les valeurs nulles déclarées par l'enquêtée mais ne correspondant pas à la vraie valeur accordée au bien ou au service. Dans le cadre de cette étude, l'hypothèse 1 nous a amené à faire un tri qui a permis d'identifier les personnes prédisposées (i.e. oui au décortiqué, fortification

**Commented [REVIEWER24]:** Avez-vous utilisé une stratégie lors de la collecte des données pour limiter ces biais ?

**Commented [REVIEWER25]:** Vous avez fait part de la littérature, mais vous n'avez pas expliqué pourquoi vous l'avez choisi dans ce cas précis  
Aussi, la formulation de cette phrase est parfaite

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER26]:** Vous pouvez vous en passer de ce tableau et mieux faire part de vos idées. Ce n'est pas trop important

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER27]:** Non, il faut expliquer les avantages de l'utilisation de la question ouverte. Vous pouvez vous référer aux articles ou tous s antérieur

**Commented [REVIEWER28]:** Quelles est la spécificité de cette méthode  
Quelles sont les études antérieures dans lesquelles ce modèle a été complémentaire,

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER29]:** Vous n'avez pas formulé d'hypothèse avant  
Votre démonstration ne suit pas une logique

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

et paiement des frais y afférents) et les personnes non prédisposées (i.e. oui au décortilage et fortification mais non au paiement des frais y afférents ou bien non au décortilage, fortification et paiement des frais y afférents). Ce qui a fait que les valorisations retenues pour le test de l'hypothèse 2 sont celles qui sont strictement supérieures à zéro. Les vrais et faux zéros ne sont donc pas considérés dans le test de cette hypothèse 2. Et puisque les modèles de Heckman et Tobit ont besoin de ces « zéros » pour être estimés, notre choix a porté sur un modèle de régression linéaire par la méthode des moindres carrés pour le test de notre deuxième hypothèse. Ce modèle se présente comme suit :

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^{K-1} \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

Avec :

$K$  = nombre de variables explicatives

$y_i$  = variable dépendante ou de réponse ; ici c'est le CAP pour décortiquer et fortifier 1,85 kg de sorgho

$x_{ki}$  = kème variable explicative ou régresseur

$\varepsilon_i$  = résidu (ou erreur non observée)

L'estimation de ce modèle est basée sur la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

L'analyse des résultats du modèle porte essentiellement sur les points suivants :

- **La signification globale du modèle**

Il s'est agit de tester l'hypothèse  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ . Pour ce faire, la statistique  $F$  de Fisher a été calculée et les interprétations ont été effectuées en conséquence.

- **La qualité de l'ajustement du modèle**

Il s'agit de la proportion (pourcentage) de la variation totale de la variable dépendante  $Y$  expliquée conjointement par les variables explicatives  $X_i$ . La grandeur qui mesure cette information est le coefficient de détermination multiple  $R^2$ .

- **Les signes et leur signification**

Comme dans le cas du premier modèle, les signes des coefficients sont importants. Ils indiquent dans quel sens la variation de la variable explicative influence la variation de la variable expliquée. A chaque signe des coefficients est associée une significativité qui revêt une grande importance. Elle est donnée par une probabilité qui indique dans quel intervalle de confiance

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Commented [REVIEWER30]: Votre démonstration n'est pas cohérente.

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

on peut compter sur le signe. Cet intervalle peut être de 90%, 95% ou de 99% selon que la probabilité associée au signe est respectivement inférieure à 10%, 5% ou 1%.

### Spécification du modèle

Le modèle empirique peut s'écrire :

$$CAP_i = \beta_0 + \beta_1 AGE + \beta_2 REVENU + \beta_3 PERSCHARG + \beta_4 APPP + \beta_5 ANEMIE + \beta_6 QUANT + \beta_7 ACMARI + \beta_8 STATU + \varepsilon_i$$

Avec,

$CAP_i$  = consentement à payer de l'individu  $i$

$\beta_i$  = coefficient du régresseur  $i$

$\varepsilon_i$  = résidu

**AGE** : variable désignant l'âge de l'enquêtée. On s'attend à un effet négatif. En effet, plus le répondant prend de l'âge, moins elle est apte à se reproduire puisque proche de la ménopause ou déjà en ménopause. De plus, dans ces conditions, la probabilité est faible qu'elle ait à sa charge des enfants de moins de 5 ans. Sachant que les enfants de moins de 5 ans et les femmes enceintes sont la principale cible de l'anémie ferriprive, on pourrait donc s'attendre à ce que plus l'âge des "chefs cuisine" augmente, plus leurs CAP seront faibles.

**REVENU** : désigne le revenu de l'enquêtée. ~~Nous nous~~ attendons à un signe positif de cette variable, car plus le revenu de l'enquêtée est élevé, plus elle pourra en utiliser pour améliorer la qualité nutritionnelle de son repas.

**PERSCHARG** : désigne le nombre total de personnes à charge de l'enquêtée. Il est attendu un effet négatif. En effet, plus le répondant a de personnes à sa charge, plus il aura d'individus à nourrir et plus grandes seront les dépenses du ménage. N'ayant donc plus assez d'excédents de ressources, son consentement à payer est susceptible de diminuer.

**APPP** : cette variable désigne l'appartenance ou non de l'enquêtée à la phase pilote du projet. Il est attendu un signe positif car nous présumons que les répondants ayant participé à la phase pilote ont une bonne connaissance des risques d'anémie ferriprive liés à la consommation du *dibou* issu de sorgho non décortiqué et ont également une bonne connaissance des attributs de l'unité de décortilage et de fortification. Leurs consentements à payer devrait être plus élevés.

**ANEMIE** : indique le passé du ménage par rapport à l'anémie. L'idée ici est que les ménages ayant au moins un membre qui a déjà souffert de l'anémie seront prêts à donner "tout" ce

qu'ils peuvent pour ne plus côtoyer ce mal car les dépenses liées à son traitement seraient outrancières. Nous nous attendons donc à un signe positif.

**QUANT** : représente la quantité moyenne de sorgho que le ménage consacre à la consommation de *dibou*. Un effet négatif est attendu. En effet, plus grande est la quantité de sorgho moulu chaque fois que l'enquêtée va au moulin, plus élevés seront les charges liées à la mouture. Elle ne sera donc plus en mesure de consacrer un montant assez important pour le décortilage et la fortification. Son consentement à payer sera donc "petit".

**APMARI** : désigne la disposition du mari de l'enquêtée à l'appuyer. Cet appui est soit financier (augmentation de l'argent de poche) soit en nature (augmentation de la quantité de sorgho). Un effet positif de cette variable est attendu. En effet, le décortilage du sorgho réduit la quantité de farine et par conséquent diminue soit le nombre de jours que doit faire le contenu du grenier du ménage, soit le niveau de satisfaction. Pour faire face à ces difficultés, les ménages seront obligés d'augmenter la contenance de leurs greniers. Les "chefs cuisine" qui bénéficieront de l'appui de leur mari dans ce sens auront un consentement à payer élevé.

**STATU** : statut social de l'enquêtée après l'adoption de la technologie. Un effet positif de cette variable sur le CAP est attendu lorsque l'enquêtée perçoit la technologie comme pouvant améliorer son statut social.

La nature des variables, leurs codes, modalités et les signes attendus sont résumés dans le tableau 4.

**Tableau 4 : Noms, types, codes, modalités et signes attendus des coefficients des variables du modèle de régression linéaire multiple.**

**Note :** (/) = pas d'informations.

Nom de la variable	Type	Code	Modalités	Signe attendu
<b>Variable de réponse</b>				
Consentement à payer de l'enquêtée	Continu	CAP	/	/
<b>Régresseurs</b>				
Age de l'enquêtée.	Continu	AGE	/	-
Revenu de l'enquêtée.	Continu	REVENU	/	+
Nombre de personnes à charge	Continu	PERSCHARG	/	-

**Commented [REVIEWER31]:** Idéalement, vous devez démontrer la pertinence du choix de ces variables en vous basant sur la littérature avec des références à l'appui

**Commented [REVIEWER32]:** Les notes restent en bas de page ou juste après le tableau

Passé du ménage par rapport à l'anémie.	Binaire	ANEMIE	0= jamais d'anémié dans le ménage ; 1= au moins un membre du ménage déjà anémié.	+
Quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation de <i>dibou</i> .	Continu	QUANT	/	-
Appartenance de l'enquêtée à la phase pilote du projet.	Binaire	APPP	0= n'a pas appartenu; 1= a appartenu	+
statut social de l'enquêtée après l'adoption de la technologie	Binaire	STATU	0= pas d'amélioration ; 1= amélioration.	+
Disposition du mari de l'enquêtée à l'appuyer	Binaire	APMARI	0= pas disposé ; 1= disposé	+

L'utilisation des MCO ne serait pas raisonnable si certaines conditions/hypothèses ne sont pas réunies/vérifiées. Ces hypothèses « simplificatrices » sont au nombre de onze (Gujarati, 2004). En pratique, certaines de ces hypothèses (par exemple  $\varepsilon$  est aléatoire,  $\varepsilon$  est normal,  $E(\varepsilon) = 0$ ) peuvent être violées ou supposées vérifiées. Mais celles relatives à la non-colinéarité des régresseurs, à l'homoscédasticité de la variance de l'erreur, à l'absence d'autocorrélation des termes d'erreur et à la bonne spécification du modèle de régression doivent être testées et corrigées au cas où elles ne seraient pas vérifiées. Puisque nos données sont en coupes instantanées, il ne serait pas pertinent de tester l'autocorrélation. Aussi, puisque le modèle de régression linéaire a été estimé à l'aide du logiciel STATA, l'option *robust* (ou *ro*) associée à la commande *reg* (commande pour la régression linéaire) a été utilisée pour corriger automatiquement les *t* de *Student* de l'hétéroscédasticité par la méthode de Withe. Le tableau 5 présente les hypothèses restantes à vérifier, les problèmes liés à leur violation et les méthodes/tests utilisées pour les détecter.

Commented [REVIEWER33]: C'est redondant,

**Tableau 5: Hypothèses à vérifier, problèmes liés à leur violation et méthodes/tests utilisées pour leur détection.**

Hypothèses	Problèmes	Méthodes/tests de détection
Non colinéarité des régresseurs	Multicolinéarité	Analyse de la matrice de corrélation des régresseurs.

Spécification « correcte » du modèle	Erreur (ou biais) de spécification du modèle	Test RESET de Ramsey
--------------------------------------	--	----------------------

## 2.1. Méthode d'évaluation de la rentabilité financière du CAP

Plusieurs méthodes existent pour l'évaluation (ex-ante) de la rentabilité financière. Il s'agit entre autre de la méthode de trésorerie prévisionnelle, la méthode d'établissement des comptes d'exploitation générale prévisionnels et la méthode des cash-flows.

La méthode de trésorerie prévisionnelle consiste à prévoir période<sup>1</sup> par période, les recettes totales et les dépenses totales liées à l'exercice d'une activité donnée. La différence entre recettes totales et dépenses totales permet de prévoir la situation de la trésorerie en fin de chaque période. La limite de cette méthode est qu'elle ne prend pas en compte les amortissements. Elle ne s'intéresse donc pas au renouvellement des biens immobilisés. Elle ne sera pas utilisée dans le cadre de notre étude.

L'établissement des comptes d'exploitation générale prévisionnels consiste à prévoir période par période les produits totaux et les charges totales liés à l'exercice d'une activité donnée. La différence entre produits totaux et charges totales permet de calculer les résultats de l'activité à la fin de chaque période. Cette méthode prend en compte les amortissements, mais ne prévoit pas de la liquidité pour leur renouvellement. C'est en cela que réside sa limite. Elle ne sera donc pas utilisée dans le cadre de notre travail.

La méthode des cash-flows est semblable aux deux précédentes. Elle prévoit également période par période, les coûts totaux et les bénéfices totaux liés à l'exercice d'une activité donnée : on parle d'analyse coûts-bénéfices. La différence entre cette méthode et les deux autres est qu'elle tient compte automatiquement de l'amortissement puisqu'elle prévoit une année zéro au cours de laquelle les biens immobilisés sont acquis, le renouvellement des immobilisations en fonction de leur durée de vie et l'inscription de leurs valeurs résiduelles dans les bénéfices à la fin de l'exercice. Elle prévoit également en année zéro le capital de fonctionnement<sup>2</sup> (ou fond de roulement) qui est la somme totale nécessaire à l'autofinancement quotidien de l'exécution de l'activité. Cette méthode des cash-flows vient combler les lacunes présentées par les autres. Elle est donc celle qui a été retenue et utilisée dans le cadre de cette étude.

ECOFIN (2004) propose quatre critères pour déterminer la durée de l'analyse financière d'un projet. Parmi ces critères, figure la durée de vie du point de vue technique/économique des

<sup>1</sup> : Généralement l'année

<sup>2</sup> : Dedehouanou définit le capital de fonctionnement comme la somme totale nécessaire au financement quotidien de l'exécution d'un projet.

**Commented [REVIEWER34]:** Il est nécessaire de citer les sources que vous avez employées pour rédiger la méthodologie

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Formatted:** Highlight

**Commented [REVIEWER35]:** C'est pour évaluer si le projet est rentable pour voir si l'activité est rentable ? Expliquer ce n'est pas compréhensible

**Formatted:** Highlight

biens les plus coûteux du projet. Dans notre cas, l'analyse a été effectuée sur une période équivalente à la durée de vie de la décortiqueuse qui est le bien le plus coûteux. Les coûts d'existence et de fonctionnement et les bénéfices de la plate-forme ont été ensuite calculés par année. Les cash-flows ont été également calculés par année suivant la formule :

$$\text{Cash - flows} = \text{Total bénéfices} - \text{Total coûts}$$

En nous servant des cash-flows par années, nous avons calculé la Valeur Actuelle Nette (VAN) du profit généré par l'investissement et le Taux de Rentabilité Interne (TRI) de l'activité. La VAN a été calculée après application d'un taux d'actualisation égal à 12 % correspondant au taux commercial généralement utilisé au Bénin. Si elle est supérieure à zéro, cette activité est considérée comme financièrement rentable. Il faut préciser que cette évaluation de rentabilité s'est basée sur l'hypothèse de stationnarité des coûts et des bénéfices durant la période d'analyse. On parle de scénario « normal ». Lorsque le scénario « normal » se révèle favorable (VAN positive), on passe à au moins un scénario « pessimiste » (baisse des bénéfices et/ou augmentation des coûts), puis à au moins un scénario « optimiste » (baisse des coûts et/ou augmentation des bénéfices) pour voir la réaction de l'activité. Mais, lorsque le scénario « normal » est défavorable (VAN négative), on ne prévoit que des scénarii « optimistes ». Cette analyse qui consiste à prévoir des scénarii lors d'une analyse de rentabilité financière est appelée analyse de sensibilité. Elle a été réalisée dans le cadre de cette étude.

### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Déterminants du CAP des ménages consommateurs de *dibou*

Les tableaux 1 et 2 présentent respectivement les corrélations entre les variables explicatives et les résultats de l'estimation du modèle de régression linéaire à l'aide du logiciel STATA.

**Tableau 1 : Matrice de corrélation entre les variables explicatives du modèle de régression linéaire.**

	AGE	REVENU	PERSCHARG	ANEMIE	QUANT	APPP	STATU	APMARI
AGE	1,0000							
REVENU	0,0334	1,0000						
PERSCHARG	0,0556	0,1426	1,0000					
ANEMIE	0,1104	0,0508	0,2174*	1,0000				

Commented [REVIEWER36]: Préciser la durée de vie

Formatted: Highlight

Commented [REVIEWER37]: ???stabilité

Formatted: Highlight

Commented [REVIEWER38]: Reformuler ceci.

Formatted: Highlight

Commented [REVIEWER39]: Vous voulez évaluer si l'activité qui consiste à décortiquer le sorgho est rentable

Formatted: Highlight

QUANT	-0,0104	0,0598	-0,0294	-0,1243	1,0000		
APPP	0,1002	0,1564*	0,1618*	-0,0000	-0,0362	1,0000	
STATU	-0,0638	0,0449	0,0032	0,1256	-0,0689	0,1180	1,0000
APMARI	-0,0368	0,1543*	0,0979	-0,0953	0,0230	-0,0149	0,2581* 1,0000

De l'analyse de ce tableau, il ressort que parmi les coefficients de corrélation le plus élevé (0,2581) est qui sont significatifs à un seuil de 10 %, le plus élevé est 0,2581. Cette valeur du coefficient de corrélation le plus élevé s'est révélé « faible » car inférieur à 0,8 ; la multicolinéarité n'est, de ce fait, pas un sérieux problème (Gujarati, 2004). Mais attention, « de fortes corrélations d'ordre zéro sont une condition nécessaire mais non suffisante pour qu'il existe une multicolinéarité car elle peut exister même si les corrélations d'ordre zéro ou simples sont comparativement faibles (par exemple inférieur à 0,50) » (Gujarati, 2004).

Commented [REVIEWER40]: Ramenez le texte avant le tableau

Commented [REVIEWER41]: Dans la présentation des résultats, on ne cite pas d'auteur

Formatted: Highlight

## Tableau 2 : Résultats de la régression linéaire multiple.

Variable de réponse : Consentement à payer.

Variables	Signes attendus	Coefficients	Erreurs standards robusts	Statistiques t de Student	Significativité
Constante	/	22,1097	8,151705	2,71	0,008 ***
Quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation (QUANT).	-	-0,9860733	0,4017155	-2,45	0,016 **
Appartenance de l'enquêtée à la phase pilote du projet (APPP).	+	-13,95706	2,772587	-5,03	0,0001 ***

$R^2 = 0,183$

Prob > F = 0,0005 \*\*\*

Nombre d'observations = 90

\*\*\* = Significatif à 1%; \*\* = Significatif à 5%; ns = Non significatif.

### • Signification globale du modèle

La p-value du modèle est sensiblement nulle (inférieure à 1 %) ; cela signifie que l'on prend un risque de se tromper de moins de 1 % en concluant que les variables explicatives sélectionnées

apportent une quantité d'information significative au modèle. Le modèle est donc globalement significatif au seuil de 1 %.

- **Qualité de l'ajustement du modèle**

Le coefficient de détermination multiple  $R^2$  du modèle est égal à 0,183 ; ~~ce qui~~ cela signifie que 18,3 % des variations du consentement à payer sont expliquées par les régresseurs du modèle. Au plan statistique, ce coefficient de détermination est faible. Toutefois, Gujarati (2004) avait relevé que dans les études en coupe instantanée comprenant plusieurs observations, ~~on~~ obtient généralement un faible  $R^2$ , en raison de la diversité des unités dans ce type d'études. Une telle valeur du  $R^2$  est donc acceptable.

- **Les variables déterminantes**

Les variables qui influencent le consentement à payer des "chefs cuisine" pour les opérations de décorticage mécanique et de fortification en fer du sorgho sont : l'appartenance de l'enquêtée à la phase pilote du projet (APPP) et la quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation (QUANT).

- **Spécification « correcte » du modèle.**

Il s'agit de voir si des variables explicatives pertinentes ont été omises lors de l'estimation du modèle. A cet effet, le test RESET (Regression specification error test) de Ramsey a été utilisé. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 11.

**Tableau 11 : Résultats du test RESET de Ramsey.**

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of cap	
Ho: aucune variable pertinente n'est omise	
F (3, 84) =	0,86
Prob > F =	0,4673

La probabilité du test est 0,4673. **Nous** ne pouvons donc pas rejeter l'hypothèse  $H_0$  au seuil de 10 %. Nous acceptons alors l'hypothèse qu'il n'y a pas omission de variables importantes dans la spécification du modèle et concluons que le modèle a été bien spécifié. Ceci confirme l'acceptabilité de son coefficient de détermination et par conséquent la bonne qualité de son ajustement.

**Commented [REVIEWER42]:** C'est un élément de discussion. Pour expliquer les résultats que vous avez trouvé et les comparer s à d'autres

**Commented [REVIEWER43]:** Ce n'est pas dans les résultats qu'il faut en parler. C'est un élément de la méthodologie.

**Commented [REVIEWER44]:** Vos résultats ne sont pas structurés  
Tout ceci peut être résumé en un seul ou deux paragraphe ;

**Formatted:** Highlight

- **Interprétation des résultats**

Les résultats issus de la régression linéaire portant sur les déterminants du consentement à payer des ‘chefs cuisine’ pour le décortilage mécanique et de la fortification en fer du sorgho révèlent l’existence de deux variables significatives :

- ∇ **L’appartenance de l’enquêtée à la phase pilote du projet**

Contrairement à nos prévisions, cette variable a une influence négative sur le montant que les enquêtées consentent payer, pour bénéficier d’une farine de sorgho améliorée. Autrement dit, lorsqu’on va des enquêtées n’ayant pas appartenu à la phase pilote du projet à celles ayant appartenu à cette phase du projet, la valeur accordée à la farine de sorgho améliorée diminue. Ceci vient confirmer l’influence de cette même variable sur la décision des enquêtées à décortiquer et à fortifier le sorgho. En effet, le modèle de régression logistique estimé dans le chapitre précédent a révélé une influence négative de cette variable sur la décision des enquêtées à décortiquer et fortifier leur sorgho. Un certain nombre de facteurs ont été identifiés comme étant à l’origine de cet état de chose. Il s’agissait de la non-permanence de l’agent qui effectue la fortification, l’impossibilité de conserver la farine pendant un long moment et la diminution de la quantité de farine après le décortilage. Nous retenons ces mêmes facteurs comme étant à la base de la faible valorisation accordée à la farine de sorgho améliorée. Le fait qu’elles aient été habituées à un service gratuit pourrait s’ajouter à ces facteurs.

- ∇ **La quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation de *dibou***

Cette variable désigne la quantité moyenne de sorgho que l’enquêtée emmène à la minoterie, chaque fois qu’elle est dans le besoin de farine pour préparer la pâte. Elle a également une influence négative sur le consentement à payer des ‘chefs cuisine’. Ce résultat correspond à notre prévision. Il indique que plus grande est la quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation de *dibou*, plus faible est le consentement à payer pour décortiquer et fortifier cette quantité de sorgho. En effet, le prix de la mouture d’une boîte de tomate de sorgho (1,85 kg) dans le village Thian est de 75 FCFA. Il est imposé à tous les minotiers par leur association, et s’applique donc dans toutes les minoteries. Pour les ‘chefs cuisine’ enquêtées, ce prix de mouture est élevé, mais puisqu’elles n’ont pas le choix elles essaient de se conformer ou de s’adapter. Les ménages qui consacrent une quantité élevée de sorgho à la consommation de *dibou* dépenseront davantage dans la mouture. Ces dépenses relatives à la mouture du sorgho, ajoutées à celles qui seront liées à son décortilage et sa fortification se révéleront très élevées pour ces ménages. Et puisqu’ils ne peuvent pas choisir l’option de réduire la quantité moyenne

de sorgho consacrée à la consommation de *dibou*, ils ont préféré diminuer le montant qu'ils désirent payer pour le décortiquage et la fortification. D'où, l'influence négative de la variable "quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation de *dibou*" sur le consentement à payer.

### 3.1. Rentabilité financière de l'activité de décortiquage mécanique et de fortification en fer du sorgho.

Les différents coûts liés à l'existence et au fonctionnement de la plate-forme de décortiquage et de fortification ont été calculés. Ils regroupent les dépenses d'investissements fixes, le capital de fonctionnement et les dépenses courantes. Les dépenses d'investissement fixes sont les dépenses consenties pour acquérir les immobilisations. Elles regroupent, dans le cadre de notre travail, les dépenses effectuées pour l'achat du décortiqueur et le crépissage du planché du local qui l'abrite. Le capital de fonctionnement, rappelons-le, désigne la somme totale nécessaire à l'autofinancement quotidien de l'exécution de l'activité. Il a été calculé à partir de l'estimation des coûts et bénéfices liés au fonctionnement quotidien de l'activité. Les dépenses courantes sont la somme nécessaire au financement quotidien de l'exécution de l'activité pendant une année. Elles concernent la rémunération du minotier et le loyer qui lui est payé pour la location de son moteur, les frais d'entretien du décortiqueur, les dépenses d'achat d'une boîte vide de tomate qui servira d'unité de mesure du sorgho à décortiquer, les dépenses d'achat de 7,2 kg tous les ans du produit Ferrazone pour la fortification et le transport du produit Ferrazone depuis la société de fabrication, localisée aux Pays-Bas, jusqu'à Thian.

Les bénéfices prennent en compte les entrées d'argent liées aux activités de décortiquage et de fortification. Ces entrées sont calculées à partir de l'estimation de la quantité totale de sorgho à décortiquer par les ménages prédisposés au cours d'une année, et du consentement à payer moyen des "chefs cuisine" enquêtés. Le consentement à payer moyen a été évalué à partir du modèle de régression linéaire ; il est égal à 24,4 FCFA pour 1,85 kg de sorgho. Nous avons utilisé pour des raisons de simplicité 25 FCFA dans les calculs. La quantité totale de sorgho à décortiquer au sein de la plate-forme est calculée à partir de la quantité totale de sorgho susceptible d'être décortiquée par les 90 ménages prédisposés puis d'une extrapolation de cette quantité de sorgho sur l'univers de l'échantillonnage. Les bénéfices prennent également en compte les valeurs résiduelles des immobilisations et la valeur résiduelle du capital de fonctionnement.

Le tableau 3 présente les résultats de l'analyse financière.

**Commented [REVIEWER45]:** Ce sont des éléments de discussion

**Commented [REVIEWER46]:** Vous avez parlé de la rentabilité financière et vous faites figurées les éléments du CAP.

**Commented [REVIEWER47]:** Ce n'est pas un résultat, ceci fait partie de la méthode d'analyse



De ce tableau, il ressort que la VAN du profit généré par l'investissement, après application d'un taux d'actualisation égal à 12 %, est inférieure à zéro. Nous rejetons donc la troisième hypothèse de notre étude et concluons de ce fait que l'activité de décorticage mécanique et de fortification en fer du sorgho n'est pas financièrement rentable. Cependant, le taux de rentabilité interne égal à 9 % révèle qu'en absence de toute autre perturbation dans l'environnement économique, l'activité de décorticage mécanique et de fortification en fer du sorgho serait financièrement rentable (VAN supérieure à zéro) lorsqu'on applique au capital investi un taux d'intérêt inférieur à 9 %.

Formatted: Highlight

Le scénario « normal » étant défavorable, notre analyse de sensibilité a porté sur trois scénarii optimistes :

- **scénario 1** : la demande des services de décorticage mécanique et de la fortification en fer du sorgho augmente de 5 % tous les ans ;
- **scénario 2** : la demande des services de décorticage mécanique et de la fortification en fer du sorgho augmente de 10 % tous les ans ;
- **scénario 3** : le transport du produit Ferrazone est assuré par une ONG, le gouvernement ou une organisation multinationale.

Le tableau 4 présente la réaction de l'activité dans chaque cas.

**Tableau 4 : Réaction de l'activité de décorticage et de fortification en fer du sorgho dans trois situations différentes.**

Scénarii	VAN	TRI
Scénario 1	157223,77	14 %
Scénario 2	787515,48	25 %
Scénario 3	74254,32	13 %

Ce tableau montre que, lorsque la demande des services de décorticage mécanique et de fortification en fer du sorgho augmente de 5 % ou de 10 % tous les ans, l'activité est financièrement rentable. Il en est de même, lorsque les frais de transport du produit Ferrazone sont assurés par une ONG, le gouvernement ou une organisation multinationale.

#### 4. Conclusion

La présente étude a révélé que le consentement des ménages agricoles du village de Thian exposés à des risques d'anémie à payer une somme d'argent pour bénéficier du décorticage et la fortification en fer du sorgho en vue de réduire le risque d'anémie est influencé uniquement négativement par deux variables : l'appartenance de l'enquêtée à la phase pilote du projet et de la quantité moyenne de sorgho consacrée à la consommation.

Par ailleurs, l'analyse de rentabilité effectuée a montré que l'opération de décorticage et de fortification en fer, en scénario normal, n'est pas financièrement rentable. Il convient donc de travailler à :

- ∇ réduire les coûts de certains inputs. Cela augmentera le niveau de rentabilité de l'activité et offrirait la possibilité de réduire le prix à payer pour le décorticage et la fortification du sorgho. On pourrait par exemple substituer le gaz-oil (550 FCFA le litre) au biocarburant diesel obtenu avec l'huile de *Jatropha curcas* (325 FCFA le litre). Dans les mêmes conditions, ce biocarburant fait tourner le moteur pendant environ le double de l'unité de temps pendant laquelle le gaz-oil le fait tourner. en plus, il a été démontré que le biocarburant entretient plus le moteur que le gaz-oil ;
- ∇ initier des activités de recherche sur la possibilité de substitution du produit Ferrazone par un produit endogène capable de jouer le même rôle (la gaine de sorgho colorant par exemple).

**Commented [REVIEWER48]:** Rappelez l'objectif de de l'article  
parlez des principaux résultats obtenus et finir par les implications de politiques

**Commented [REVIEWER49]:** ces suggestions, pour être valides doivent avoir été démontré dans la discussion.

## 5. Références bibliographiques

1. Blanchemanche S, Treich N & Tello R, 2009. Evaluation socio-économique en appui à la gestion des risques alimentaires. Volet I – Méthodes d'évaluation socio-économique appliquées aux risques alimentaires. Rapport d'activité. MAP & INRA. 69 p.
2. ECOFIN, 2004. Analyse Financière et Economique des Projets. Syllabus Cours de Base.
3. Gujarati D, 2004. Econométrie. Traduction de la 4<sup>e</sup> édition américaine par B. Bernier.
4. Kayodé APP, Adégbidi A, Linnemann AR, Nout MJR, & Hounhouigan JD, 2007. Perception par les consommateurs de la qualité des variétés de sorgho paysannes en usage au Bénin et de leurs produits dérivés. Ecology of Food and Nutrition 44, 271-294.
5. Le Goff-Pronost M, & Nassiri N, 2005. Deux approches nouvelles dans l'évaluation de la télémédecine : l'évaluation contingente et l'analyse multicritère. Cahier de recherche, N°7.
6. Maresca B, Ranvier M & Dujin A, 2006. Valoriser l'action publique : Le "consentement à payer", un outil au service de la LOLF. Cahier de recherche n° 224. CREDOC.
7. Monsi Agboka F, 2007. Estimation de la valeur économique des biens 'non commercialisés' : cas des plantes utilisées pour soins gynécologiques dans les terroirs autour de la Réserve de Biosphère de la Pendjari. Mémoire d'ingénieur agronome FSA/UAC. Abomey-Calavi.
8. Ouedraogo D et al., 2007. Gestion des risques en agriculture urbaine irriguée et consentement à payer pour une amélioration de la qualité de l'eau pour le maraîchage dans les villes de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso au Burkina. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB). Institut du développement rural (IDR). Burkina-Faso.
9. Terra S, 2005. Guide de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente. Paris : Ministère de l'écologie et du développement durable, 83 p.

Commented [REVIEWER50]: