

Etude comparative de trois méthodes d'estimation de la densité des populations de la chenille du karité dans l'Ouest du Burkina Faso

Debora Wend Benindo ZONGO¹, Issaka ZIDA^{2*}, Sylvain Nafiba OUEDRAOGO¹,
Brigitte BASTIDE² et Sibiri Jean OUEDRAOGO³

Titre courant : Méthodes d'estimation de la densité de la chenille du karité

Résumé

La question de la quantification de la chenille du karité se pose pour prévoir le disponible pour le marché ou pour la sécurité alimentaire du ménage. C'est une telle nécessité qui commande la présente étude dont l'objectif était de comparer l'efficacité de trois méthodes utilisées pour évaluer la densité des populations de *Cirina butyrospermi* dans la région des Hauts Bassins. Le dispositif expérimental était un bloc dispersé avec trois traitements en cinq répétitions. Les traitements étaient constitués de (i) comptage direct des individus de chacun des cinq stades larvaires sur 1 m² de feuillage du karité, (ii) l'estimation de la densité à travers les images de la photographie classique, et (iii) l'estimation à travers les images prises par un drone. La méthode d'estimation directe s'est révélée plus efficace aux stades larvaires L1, L2 et L3. L'estimation à travers les images du drone et de la photographie classique a fourni les meilleurs résultats aux stades L4 et L5. De ces résultats, il devient possible de mener avec efficacité des études sur le potentiel des parcs à karité en chenilles comestibles et sur l'impact des attaques de la chenille sur la production fruitière du karité.

Mots clés : *Cirina butyrospermi*, insecte comestible, évaluation, Burkina Faso.

Comparative study of three estimation methods of *Cirina butyrospermi* population density in shea parks in Western Burkina Faso

Abstract

The question of quantifying the shea caterpillars arises to predict what is available for the market or for household food security. It is such a necessity that dictates the current study, the objective of which was to compare the effectiveness of three methods used to evaluate shea caterpillar population density in the Hauts Bassins region. The experimental design was a dispersed block with three treatments in five replicates. The treatments were (i) the direct count of the individuals of each of the five larval stages, (ii)

¹ Université de Dédougou, BP 176 Dédougou, Burkina Faso

² Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Direction Régionale de Recherches Environnementales et Agricoles de l'Ouest, Station de Farako-Ba, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

³ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique, Institut de l'Environnement et Recherches Agricoles, Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation, Kamboinsé BP 476 Ouagadougou, Burkina Faso

Auteur correspondant : Issaka ZIDA : ishakazida@gmail.com

the estimation of the density using the images from conventional photography, and (iii) the estimation using the images from drone. The direct count was more effective for the larval stages L1, L2 and L3. The estimation of the density using images from the drone and conventional photography was more effective for the populations of the L4 and L5 stages. From these results, it becomes possible to investigate the potential of shea parklands in edible caterpillars and the impact of *C. butyrospermi* caterpillar attacks on shea fruit production.

Keywords: *Cirina butyrospermi*, edible insect, assessment, Burkina Faso.

Introduction

La chenille du karité, larve du papillon *Cirina butyrospermi* Vuillet, communément appelée « shitumu », en langue nationale dioula constitue une source précieuse de protéines pour l'alimentation humaine (ANVO *et al.*, 2016 ; COX *et al.*, 2018 ; PAYNE *et al.*, 2020). L'espèce *Cirina butyrospermi* est un lépidoptère de la famille des Attacidea. Son cycle de développement comprend une phase larvaire, une phase nymphale et une phase adulte (DABIRÉ *et al.*, 2017). C'est une espèce univoltine qui apparait une fois par an au début de la saison pluvieuse. La femelle de *C. butyrospermi* pond environ 390 à 636 œufs sur les rameaux du karité (BAMA *et al.*, 2018). Ces œufs éclosent quatre semaines plus tard pour donner des larves. Ces larves passent par cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5) avant de se transformer en nymphe dans le sol sous les arbres de karité. La phase nymphale est la plus longue et dure environ 9 à 10 mois avant l'émergence des adultes (BAMA *et al.*, 2018). Pour assurer leur développement, les différents stades larvaires se nourrissent des feuilles de karité et sont à l'origine de la défoliation parfois sévère des pieds de karité (SALLE *et al.*, 1991 ; OUEDRAOGO, 1993). Les derniers stades larvaires (L4 et L5) sont collectés et consommés par certains groupes ethniques en Afrique de l'Ouest (ANDE, 2004 ; UGESE *et al.* 2005 ; SERE *et al.*, 2018 ; PAYNE *et al.*, 2020). En effet, les travaux de ANVO *et al.* (2016) et COX *et al.* (2018) ont montré que la chenille de karité est un aliment riche et contenant jusqu'à 63% de protéines, 15 % de matière grasse, 0,16 % de calcium, 2,25 % de potassium et de la vitamine B12. Compte tenu de leur richesse en protéines, elles sont conseillées pour lutter contre la malnutrition chez les enfants à bas âge. Les chenilles ont également des vertus thérapeutiques. Elles interviennent dans le traitement de l'hypertension artérielle et dans l'arrêt des fausses couches répétées chez une femme quand elle les consomme en soupe (SANOU, 2005). Les insectes comestibles sont généralement classés parmi les produits forestiers non ligneux. Ils constituent donc des ressources forestières très importantes qui jouent un rôle crucial dans l'alimentation humaine, en rendant notamment les régimes alimentaires plus équilibrés et plus savoureux (FAO, 1987 ; LATHAM, 2005 ; HLONGWANE *et al.*, 2020). L'entomophagie suscite une attention scientifique croissante en raison de son potentiel pour la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et les connaissances autochtones, en particulier au sein des communautés rurales (RAMOS-ELORDUY et

al., 1997). Au Burkina Faso, la collecte des chenilles constitue une activité génératrice de revenus à différents niveaux. Selon une étude de SERME (2011) sur le circuit de commercialisation des chenilles dans la province du Houet, la collecte des chenilles rapportait une marge nette estimée à environ 172 825 FCFA, 748 970 FCFA et environ 2 133 432 FCFA respectivement pour le producteur/collecteur, le détaillant et le grossiste sur une campagne. Malgré son importance socio-économique, on note l'absence des données scientifiques sur le potentiel en chenilles comestibles des parcs à karité. Le premier objectif de cette étude était d'évaluer la densité des chenilles dans les parcs à karité. Les producteurs collectent les chenilles en creusant un trou autour des pieds de karité. Le matin de bonne heure, ils collectent les chenilles qui descendent pour la nymphose dans le sol (AGBIDYE *et al.*, 2012). D'autres les collectent directement sur les jeunes pieds de karité. A notre connaissance, il n'existe pas de méthode scientifique permettant d'estimer la quantité de chenilles dans les parcs à karité. Le deuxième objectif était de tester l'efficacité de trois méthodes dans l'évaluation des densités de la chenille dans les parcs à karité. Les hypothèses de cette étude étaient : (i) la densité des chenilles varie en fonction des sites d'étude, (ii) il existe une méthode efficace d'estimation de la densité des populations des larves de *C. butyrospermi* dans les parcs à karité.

I. Matériel et méthodes

I.1. Sites d'étude

Cette étude a été conduite dans la région des Hauts-Bassins qui est caractérisée par la présence de plaines aménageables, de bas-fonds et de chaînes rocheuses au Sud. Elle est également caractérisée par un climat tropical de type sud Soudanien avec une saison sèche de sept (7) mois et une saison pluvieuse de cinq (5) mois. Elle fait partie des zones les mieux arrosées du Burkina avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 800 et 1200 mm (ZIDA, 2009).

Les données ont été collectées en milieu paysan dans trois (3) villages appartenant à trois communes de la région des Hauts-Bassins au Burkina Faso. Il s'agit des villages de :

- Banakélédaga dans la commune rurale de Bama, situé à 11°18'30'' de latitude Nord et -4°19'47'' de longitude Ouest dans la province du Houet.
- Santidoukou de la commune urbaine de Bobo-Dioulasso, situé précisément à 11°29'59'' de latitude Nord et -4°20'45'' de longitude Ouest dans la province du Houet.
- Djuié situé dans la commune rurale de Koumbia de coordonnées géographiques, 11°11'58'' de latitude Nord et -3°46'56'' de longitude Ouest dans la province du Tuy.

Les critères suivants ont guidé notre choix des sites d'étude dans chaque village. Il s'agit de 1) l'accord préalable du propriétaire, 2) la présence de karité (jeunes ou vieux pieds) de divers stades de développement dans le site (champ), 3) l'accessibilité au site en particulier en saison humide et 4) la présence des œufs de *C. butyrospermi* sur les rameaux au niveau des quatre (4) côtés du houppier.

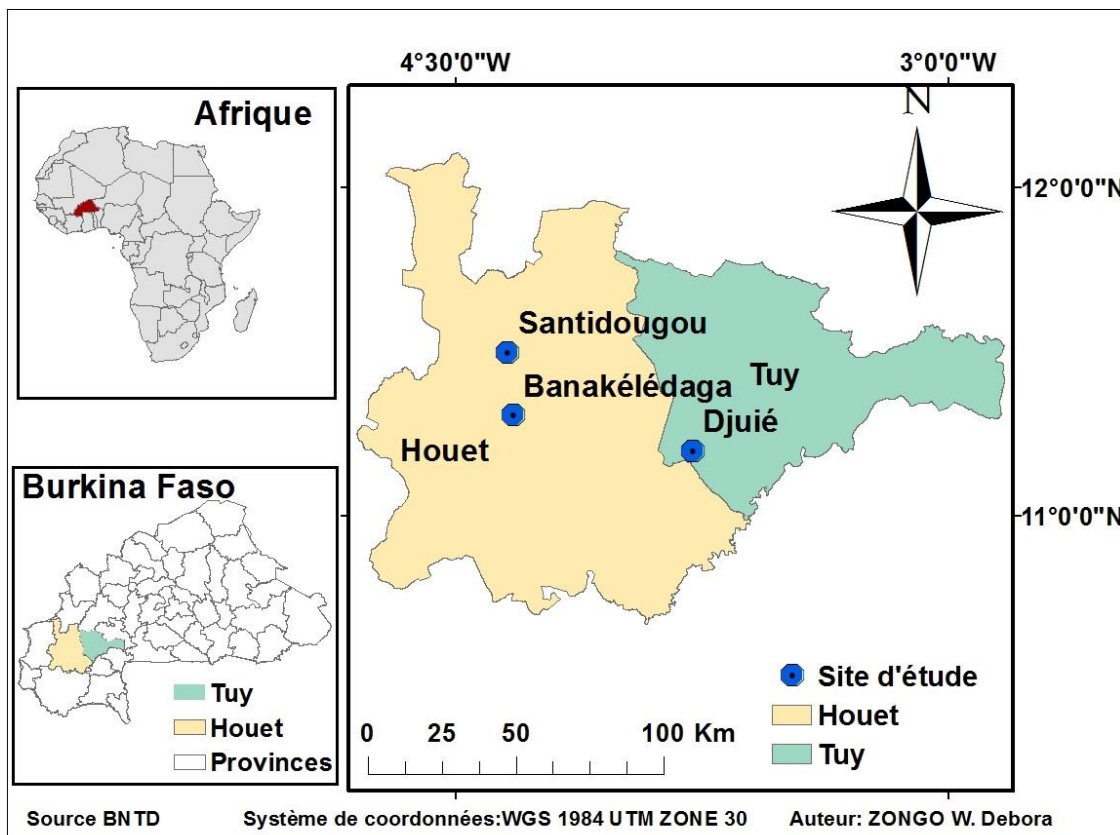


Figure 1: Localisation géographique des sites d'étude

I.2. Estimation de la densité des populations de la chenille du karité

I.2.1. Dispositif expérimental

Dans chaque site, le dispositif expérimental était un bloc dispersé avec trois traitements en cinq répétitions. Les traitements étaient constitués des trois méthodes d'évaluation : (i) l'estimation par observation directe, (ii) l'estimation à partir des images de la photographie classique, et (iii) l'estimation à partir des images de la photographie faite avec le drone. Cinq pieds de karité infestés par *C. butyrospermi* ont été retenus pour l'évaluation de la densité de chacun des cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5).

Chaque pied de karité retenu constituait un bloc. Dans chaque bloc (pied de karité), les données ont été collectées sur 4 m² de feuillage, dont 1 m² à chaque point cardinal (Nord, Sud, Est, et Ouest) de l'arbre. La figure 2 fait une représentation schématique du dispositif expérimental utilisé sur chacun des trois sites d'étude.

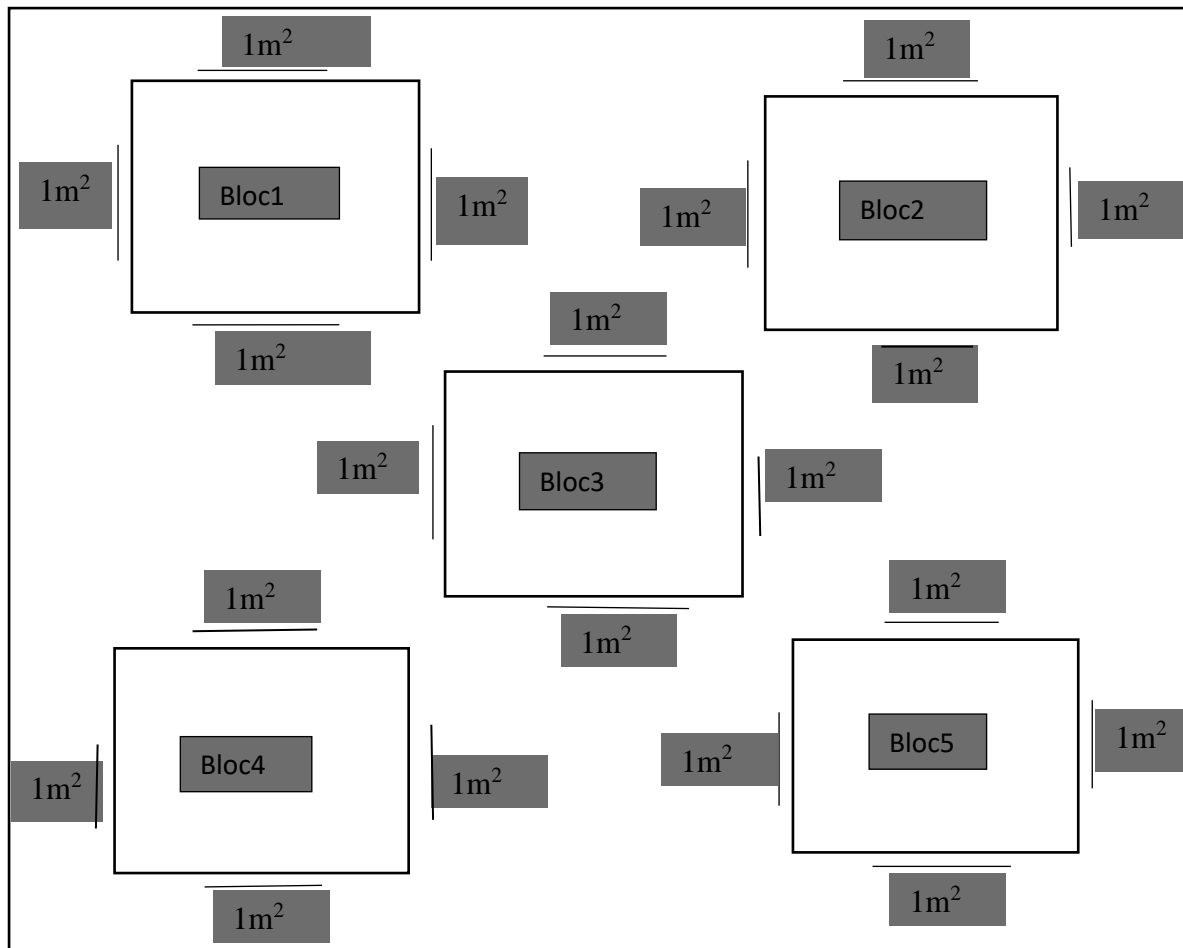


Figure 2 : Représentation schématique du dispositif expérimental

1.2.2. Estimation de la densité des chenilles par comptage directe

Cette évaluation a consisté à délimiter, sur chaque pied de karité, 4 m² dans le houppier de karité repartis en 4 côtés soit 1 m² par côté suivant les quatre points cardinaux Est, Ouest, Nord et Sud et à compter directement et de façon exhaustive les larves présentes dans chaque mètre carré. Cette opération était répétée douze (12) fois dans la période Juillet-Août en tenant compte de la durée de développement de chaque stade larvaire. Le comptage a été fait à partir du sol pour les chenilles se trouvant à une hauteur comprise entre 1,5 à 2,5 m. Le cas échéant, une échelle de 2 m de hauteur a été utilisée.

I.2.3. Estimation de la densité des chenilles par la photographie classique

Les prises de vues ont été effectuées sur les mêmes surfaces délimitées pour les estimations visuelles soit sur les 4 m² délimités par pied. Elles ont été effectuées à l'aide de l'appareil photo à partir du sol avec un grossissement ($\times 2$, $\times 3$, $\times 4$ selon la position des larves) pour les stades L1 et L2. Pour les larves se trouvant à des distances très éloignées du sol ($>2\text{m}$), une échelle servait de support pour les prises de vue. Une fois les prises de vues terminées, chaque photo est projetée sur l'écran d'un ordinateur pour l'évaluation minutieuse du nombre de chenilles présente sur l'image. L'opération a également été répétée douze (12) fois.



Figure 3. a : Stades L1 et b. stade L2 prises par la photographie classique

I.2.4. Estimation de la densité des chenilles à partir de la photographie par un drone

La photographie par le drone a consisté à faire voler le drone autour de chaque pied afin d'effectuer des prises de vue au niveau de chaque mètre carré matérialisé. La hauteur de vol du drone était fonction de la hauteur du houppier ainsi que de la localisation des chenilles. Les prises de vues étaient faites en vol stationnaire c'est-à-dire qu'elles ne sont pas prises lorsque le drone était en mouvement mais lorsque celui-ci était stabilisé. Après chaque passage du drone, les photos sont récupérées via sa carte mémoire et le dénombrement sur chaque image se fait sur l'écran d'un ordinateur.

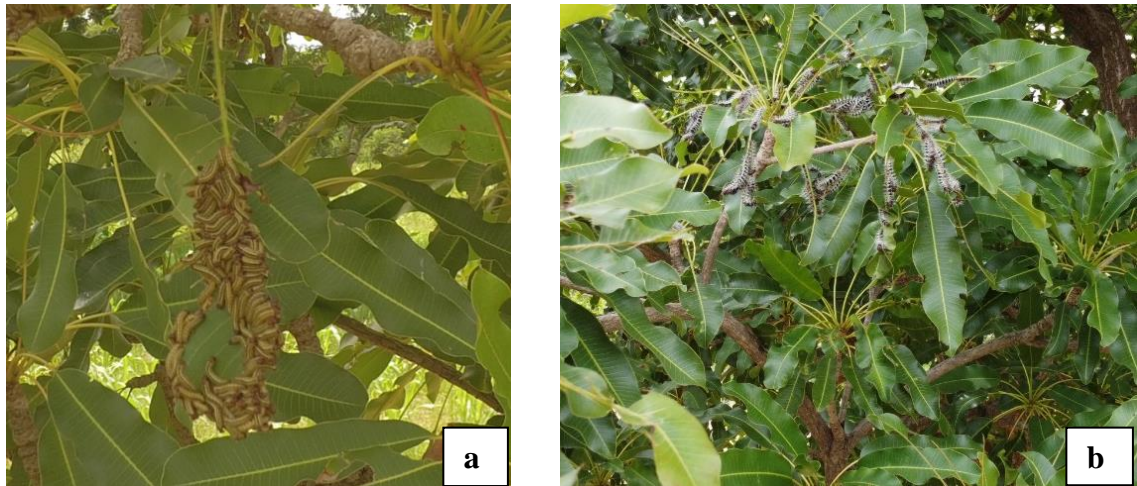


Figure 4 : Stades larvaires a. L2 et b. L3 images issues du drone

I.3. Relation entre la densité et le taux d'attaque (TA)

Cette évaluation a consisté à déterminer sur chaque mètre carré du houppier du karité, le nombre total de rameaux présents, ainsi que le nombre de rameaux défoliés par les chenilles. Pour cela, après avoir déterminé pour chaque arbre la densité moyenne des larves du stade 5, nous avons procédé à la détermination du taux d'attaque (TA). La densité moyenne correspondait au nombre moyen d'individus de chaque stade larvaire par mètre carré du houppier. Le Taux d'attaque a été déterminé par la formule suivante :

$$TA = (\text{Nombre de rameaux attaqués} / \text{nombre total de rameaux}) * 100$$

I.4. Relation entre la densité et le niveau de défoliation

Le taux de défoliation (TD) a été évalué à travers l'observation directe en attribuant à chaque pied une valeur suivant une échelle visuelle de 0 à 2 où (0= pas de défoliation visible, 1= défoliation partielle (25 à 50%), 2= défoliation totale (75-100%)) permettant d'affirmer si un pied est complètement, partiellement, ou non défolié.

I.5. Traitement et analyse des données

En fonction des méthodes utilisées, le nombre d'individus a été enregistré pour chacun des cinq stades larvaires par site. Cela a permis de calculer la densité moyenne de larves par mètre carré de feuillage. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R version 3.6.2. Pour ce faire, les données collectées ont été soumises aux tests de

normalité de Shapiro et d'homogénéité des variances de Bartlett. A l'issue de ces tests, les données ne suivaient pas une loi normale et les variances n'étant pas non plus homogènes, Le test non paramétrique de Kruskal Wallis a donc été utilisé pour comparer les moyennes. Les GLM (*Generalized linear models*) ont été utilisés pour tester l'effet des variables sites de collecte, méthodes d'estimation et stades larvaires et de leur interaction sur la densité des chenilles par unité de surface foliaire. La distribution « quasipoisson » a été utilisée pour compenser la surdispersion des données de comptage. La corrélation de Spearman a été utilisée pour apprécier les relations entre la densité des larves et le niveau de défoliation des arbres de karité.

II. Résultats

Les densités moyennes de larves par mètre carré de feuillage du karité en fonction des stades et des sites d'étude sont présentées dans le tableau I. On note une diminution progressive de la densité des larves du stade L1 au stade L5. Sur les trois sites d'étude, on a observé une diminution significative de la densité de la population larvaire du stade L1 au stade L3. Le site de Djuié a enregistré le plus faible nombre d'individus de stade L1. Les analyses statistiques ont révélé des différences significatives entre les densités moyennes enregistrées au niveau des stades L1 et L2 sur les trois sites (tableau I). Statistiquement, il n'y avait pas de différence entre les densités moyennes enregistrées au niveau des stades L3, L4 et L5 sur les trois sites.

Tableau I: Nombre moyen d'individu/m² et par site

Stades larvaires	Sites		
	Banakélédaga	Djuié	Santidougou
L1	266 ± 30,31 ^a	154 ± 20,69 ^a	209 ± 46,57 ^a
L2	161 ± 22,82 ^b	88 ± 11,43 ^b	81 ± 5,91 ^b
L3	26 ± 2,27 ^c	36 ± 5,34 ^c	31 ± 2,35 ^c
L4	21 ± 2,26 ^c	31 ± 3,23 ^c	26 ± 2,31 ^c
L5	15 ± 1,00 ^c	9 ± 0,73 ^c	15 ± 0,92 ^c
DF	4	4	4
F	25,48	20,61	30,41
P	0,0001	0,0001	0,0001

A l'intérieur d'une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont significativement différents au seuil de probabilité de 5%.

II.1. Densité des populations de *C. butyrospermi* en fonction des méthodes d'estimation

Le test de Kruskal Wallis a révélé que du 1^{er} au 3^e stade larvaire, il y avait une grande variabilité de la densité des larves en fonction des trois méthodes d'estimation. Par contre, pour les deux derniers stades larvaires, la densité obtenue est quasi identique pour toutes les méthodes. Le comptage direct et l'estimation de la densité à travers l'utilisation des images issues de la photographie classique ont donné des résultats statistiquement différents pour les stades L1 ($P = 0,001$) et L2 ($P = 0,0001$). Par contre, les densités de populations estimées à partir des images obtenues par la photographie classique et celles obtenues via le drone ont présenté des résultats quasi-similaires ($85 \pm 67,06$ et $69 \pm 27,05$). Le comptage direct est plus fiable en termes de précision pour les trois premiers stades larvaires. Aux 4^{ème} et 5^{ème} stades, toutes les méthodes n'ont pas présenté de différences significatives en ce qui concerne la densité moyenne des larves (Tableau II).

Tableau II : Densité moyenne de la chenille en fonction des stades larvaires et des méthodes d'évaluation

Méthodes d'estimation	Densité moyenne (nombre de larves/m ²) par stade larvaire				
	L1	L2	L3	L4	L5
Comptage direct	278	± 138	\pm		14 \pm
Photographie classique	$174,49^a$	$120,72^a$	$38 \pm 27,29^a$	$29 \pm 19,01^a$	$7,42^a$
Photographie par drone		$85 \pm 67,06^b$	23 \pm	$24 \pm 17,25^a$	11 \pm
	-	$69 \pm 27,05^b$	$16,99^{ab}$	-	$6,46^a$
			$30 \pm 18,63^b$		14 \pm
					$6,25^a$
Probabilité (P)	0,001	0,0001	0,002	0,16	0,06

A l'intérieur d'une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de probabilité de 5%.

II.2. Effet de l'interaction de certaines variables sur la densité des populations de la chenille

Les résultats présentés dans le tableau III montrent que les sites et les méthodes d'estimation ont eu un impact significatif sur la densité des larves tandis que les stades larvaires ont influencé très significativement la densité des populations de la chenille.

L'interaction entre les sites de collecte et les stades de développement larvaire a eu un effet très hautement significatif ($P = 6,56e-08$) sur la densité des populations de la chenille du karité. Aussi, les stades larvaires ont interagi avec les méthodes d'estimation pour impacter significativement la densité des populations de la chenille dans les parcs à karité. Cependant, l'interaction entre les sites de collecte et les méthodes d'estimations n'a pas eu un impact significatif sur la densité des populations de la chenille.

Tableau III: Effet de l'interaction de certaines variables sur la densité de la chenille

Variables	Densité de la chenille		
	F-value	DF	P-value
Sites d'étude	4,04	2	0,02 *
Stades larvaires	5,07	2	0,001 **
Méthodes d'estimation	3,97	2	0,03*
Sites d'étude*stades larvaires	6,19	7	6,56e-08 ***
Sites d'étude*méthodes	0,53	2	0,58 ^{ns}
Stades*méthodes	3,26	6	0,001 **

***: très hautement significatif ; **: hautement significatif ; ns : non significatif

II.3. Effet de la densité des populations du stade L5 sur les pieds de karité

Les résultats ont montré que le taux d'attaque et le niveau de défoliation varient en fonction des sites (tableau IV). Le taux d'attaque a varié de 91 à 100% sur les trois sites de collecte. La sévérité des attaques a quant à elle varié de 75,83 à 96% selon les sites d'étude.

Tableau IV: Taux d'attaque et niveau de défoliation par site

Variables	Sites		
	Banakélédaga	Djuié	Santidougou
Taux d'attaque (%)	91	97	100
Niveau de défoliation (%)	77,5	75,83	96

Le test de corrélation de Spearman a montré qu'il existe une corrélation positive et significative entre la densité des larves de stade L5 et le taux d'attaque des arbres sur le site de Banakélédaga ($\rho = 0,46$ et $P = 0,03$). Cependant une corrélation négative mais

non significative entre ces deux variables a été enregistrée sur le site de Djuié ($\rho = -0,38$ et $P = 0,09$).

Le test statistique n'a pas décelé une influence significative de la densité des larves L5 sur le niveau de défoliation des pieds de karité. En effet, une corrélation positive ($\rho = 0,33$ et $P = 0,14$) a été enregistrée sur le site de Banakélédaga tandis qu'une corrélation négative a été observée sur le site de Djuié ($\rho = -0,34$ et $P = 0,13$).

III. Discussion

Les résultats ont montré que le nombre moyen d'individus par stade larvaire a diminué progressivement du stade L1 au stade L5. Plusieurs raisons pourraient justifier cela. La première serait liée à la mobilité des larves à partir du stade L3. En effet, après l'éclosion des œufs les premiers stades larvaires restent groupés et se nourrissent des feuilles d'un même rameau. A partir du stade L3, le besoin de plus en plus croissant de nourriture les amène à se disperser à la recherche d'autres sources d'alimentation. Une autre raison serait la mortalité des larves consécutive à la prédation par les punaises, les oiseaux, les fourmis et d'autres sont même consommés par les caméléons. En effet, les travaux de OUEDRAOGO (1993) ont montré que les larves de *C. butyrospermi* sont victimes de prédation des punaises au cours de leur développement. En plus certains stades larvaires sont attaqués par des champignons entomopathogènes et des parasitoïdes. ODEBIYI *et al.* (2003) ont identifié des champignons pathogènes impliqués dans la mortalité des larves de *C. forda*. Ces résultats sont en accord avec ceux de AGBIDYE *et al.* (2008) qui ont trouvé également une diminution importante de la densité des larves au fil des jours après l'éclosion des œufs de *Cirina forda* au Nigéria.

Les résultats ont montré une variation des populations de la chenille en fonction des sites de collecte. La densité des populations des différents stades larvaires était plus élevée sur le site de Banakélédaga. Ce constat pourrait se justifier par la forte pluviométrie annuelle moyenne oscillant entre 900 et 1200 mm ainsi que le type de sol de texture limono sableux à argilo-sableux propice au développement des chrysalides. En effet, OUATTARA *et al.* (2018) ont montré que les caractéristiques pédoclimatiques du village de Banakélédaga étaient favorables au développement des chenilles. D'autres facteurs tels que les pratiques culturales pourraient également influencer l'abondance et le développement des larves de *C. butyrospermi*. La faible densité des populations observée sur le site de Djuié pourrait s'expliquer par l'utilisation intensive des produits chimiques de synthèse pour l'agriculture car étant une zone de forte production du coton. Ces insecticides de synthèse peuvent jouer un rôle néfaste dans la survie des larves et surtout des chrysalides qui passent 9 à 10 mois dans le sol avant l'émergence des adultes. Ces résultats corroborent ceux de LACOMBE *et al.* (2002) qui ont attribué la disparition des chenilles dans certaines localités à l'utilisation excessive de pesticides.

Le comptage direct des larves de *C. butyrospermi* a donné des résultats plus précis chez les premiers stades larvaires comparativement à l'évaluation de la densité des larves par l'utilisation des images prises par drone et la photographie classique. Cela s'explique par le fait que les premiers stades larvaires L1 et L2 restent groupés sur la face inférieures des feuilles au niveau des branches inférieures des arbres de karité. Cette position des larves rend difficile les prises de vue notamment avec le drone. L'utilisation des images issues de la photographie classique et celles du drone dans l'estimation de la densité des populations des chenilles a donné des résultats plus fiables chez les derniers stades larvaires L4 et L5 comparativement au comptage direct. Cette situation est due à l'absence du feuillage sur le karité et la grande taille suite à la consommation des chenilles, rendant ainsi visible les chenilles à maturité sur les images. Nos résultats sont conformes à ceux de HUBERDEAU (2019) qui a trouvé que la photographie classique permet d'obtenir de bonnes images de l'ensemble du corps d'un individu de grande taille ou d'une partie du corps, de compter le nombre d'individus présents dans un groupe en précisant la taille et l'âge approximatif. De plus, l'utilisation du drone pour les prises de vues aériennes a permis d'atteindre les chenilles se trouvant en hauteur au niveau des cimes des arbres. Les analyses statistiques ont montré en effet que les méthodes d'estimation par la photographie classique et le drone ne permettaient pas d'évaluer avec précision la densité des premiers stades larvaires (L1, L2), du fait de leur position sur la face inférieure des feuilles, leur petite taille et de la façon dont elles sont groupées, rendant ainsi difficile leur vision sur les photographies. BARBEDO, (2014) a fait le même constat avec les aleurodes et leurs nymphes sur le soja.

Les résultats de l'interaction stades-méthodes sont proches de ceux de MARIU *et al.* (1983) qui ont rapporté que la taille des différents stades d'évolution des chenilles jouait un rôle important dans les processus d'estimation. À chaque stade de développement correspond une ou deux méthodes propices à l'estimation. Les résultats de l'interaction sites*méthodes pourraient s'expliquer par le fait que l'évolution ou le développement des larves n'est pas fonction de la localité mais plutôt de la qualité du feuillage. Ces résultats corroborent ceux de OUEDRAOGO, (1993) qui a constaté que les larves qui ont été nourries avec de jeunes feuilles se sont développées plus vite.

La sévérité de la défoliation est liée à la densité des larves ayant colonisé le karité. Plus le nombre de larves est élevé sur un pied donné (pied attaqué), plus le feuillage est réduit conséquemment et la défoliation est forte voire complète. A notre connaissance, aucun auteur n'a montré que cette défoliation a été à l'origine de la mortalité de l'arbre à karité. Selon AGBIDYE *et al.* (2008) cela peut plutôt entraîner une diminution du rendement en fruits de l'arbre. La défoliation des feuilles du karité par les chenilles augmente la quantité de lumière atteignant les cultures sous les arbres de karité (COULIBALY *et al.*, 2017).

Conclusion

La densité des populations de la chenille varie en fonction des sites et des différents stades larvaires. Les populations sont plus denses chez les premiers stades larvaires (L1 et L2) comparativement aux derniers stades notamment L4 et L5. Les résultats obtenus à l'issue de cette étude montrent que la méthode d'estimation directe des larves de *C. butyrospermi* s'est révélée plus adaptée aux stades L1, L2 et L3. Elle permet d'estimer avec plus de précision les populations de ces stades bien qu'elle soit plus pénible et coûteuse en main d'œuvre et en temps. En ce qui concerne les stades comestibles, L4 et L5, l'utilisation des images issues du drone et de la photographie classique fournissent de meilleurs résultats, moins coûteux en temps, les larves étant à leur niveau de croissance maximale avec une possibilité de toujours revenir en arrière pour la vérification des densités sur les images. L'étude a également permis d'apprécier l'incidence et la sévérité des attaques de la chenille sur les arbres de karité. Cette sévérité qui correspond au niveau de défoliation, varie d'un pied à l'autre. L'incidence des attaques varie en fonction du site d'étude. Cette étude a permis d'acquérir des connaissances sur les méthodes d'estimation de la population des *C. butyrospermi*. Également, en fonction du stade larvaire et de l'objectif visé, l'étude permet de faire le meilleur choix méthodologique. Ainsi, le drone pourrait être utilisé pour estimer le potentiel des parcs à karité en chenilles comestibles. De telles données sont essentielles pour les programmes de développement communautaire et les décideurs politiques. L'étude n'a pas pu déterminer l'impact de la défoliation par les chenilles sur la santé des arbres de karité.

Remerciements

Ce travail a bénéficié du support financier de *UE Eranet LEAP Agri-215 project Roles of Agroforestry in sustainable intensification of small farMs and food Security for Societies in West Africa (RAMSES II)*, <https://www.ramsesiiagroforesterie.com/>

Références bibliographiques

- AGBIDYE F.S., OFUYA T.I., AKINDELE S.O., 2008.** Infestation and Damage Caused to *Vitellaria paradoxa* Gaertn. C.F. (Sapotaceae) by *Cirina forda* Westwood [Lepidoptera, Saturniidae] in Benue State, Nigeria. *Nigerian journal of entomology* vol.25, pp. 75-81.
- AGBIDYE F.S., NONGO N.N., 2012.** Harvesting and processing techniques of the larvae of *Cirina forda* Westwood (Lepidoptera, Saturniidae), among the Tiv people of Benue state, Nigeria. *Journal of Applied Biosciences* 50: 3533–3539.

- ANDE A.T., 2004. The pupal habits of *Cirina forda*, a leading food insect in Kwara state, Nigeria. *Journal of Sustainable Tropical Agricultural Research*, 9: 7-100.
- ANVO M., TOGUYENI A., OTCHOUMOU A., ZOUNGRANA C., KOUAMELAN E., 2016. Nutritional qualities of edible caterpillars *Cirina butyrospermi* in southwestern of Burkina Faso. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, pp. 639-645.
- BAMA H., DABIRÉ R., OUATTARA D., NIASSY S., BA M., DAKOOU D., 2018. Diapause disruption in *Cirina butyrospermi* Vuillet (Lepidoptera, Attacidae), the shea caterpillar, in Burkina Faso. *Journal of Insects as Food and Feed*, 4 (4): 239-245.
- BARBEDO J., 2014. Using Digital Image Processing for Counting Whiteflies in Soybean Leaves, *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 17:685-694.
- COULIBALY K., GOMGNIMBOU A.P., YAMEOGO J.T., GNISSIEN M., NACRO H.B., 2017. Short term effects of the shea tree caterpillars (*Cirina butyrospermi* Vuillet) manure on the chemical properties of the soil in the Soudanian area of Burkina Faso. *International Journal of Plant and Soil Sciences*, 19 (5):1-8
- COX S.M., PAYNE C., BADOLO A., ATTENBOROUGH R., MILBANK C., 2018. The nutritional role of insects as food: A case study of ‘chitoumou’ (*Cirina butyrospermi*), an edible caterpillar in rural Burkina Faso. *Journal of Insects as Food and Feed*, 6 (1): 69-80
- DABIRÉ A.R., BAMA B.H., OUÉDRAOGO S.N., 2017. Study of Some Biological Parameter of *Cirina butyrospermi* Vuillet (Lepidoptera, Attacidae), an Edible Insect and Shea Caterpillar (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. C.F.) in a context of Climate change in Burkina Faso. *Advances in Entomology*, 6, 1-8.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 1989. Forestry and food security. Rome, Food and Agriculture Organization Forestry Paper 90. 128.
- HLONGWANE Z.T., SLOTOW R., MUNYAI T.C., 2020. Nutritional Composition of Edible Insects Consumed in Africa: A Systematic Review of Nutrients. DOI: 10.3390/nu12092786. PMID: 32933038; PMCID: PMC7551454.
- HUBERDEAU P., 2019. Apport de la photo-identification pour l'étude de la faune sauvage : enjeux et perspectives pour la conservation des espèces. Thèse de Docteur Vétérinaire, Présentée à l'Université Claude-Bernard - LYON I, 148p.
- LATHAM P., 2005. Edible Caterpillars and their Food Plants in Bas-Congo Province, Democratic Republic of Congo. *Insect Science*, 27 (3/4), 138-144.
- LACOMBE B., PALE F.O.K., SODTER F., TRAORE S., 2002. Études sur la jachère dans le Sud-Ouest du Burkina Faso in *Jachère en Afrique Tropicale*, 231p.

MARIAU D., HUGUENOT R., 1983. Méthode d'estimation des populations de *Castnia daedalus* (Lepidoptera, Castnidae) sur le palmier à huile, *Oléagineux*, Vol. 38, n° 4, 227-230.

ODEBIYI J.A., OMOLOYE A.A., BADA S.O., ONI P.I., AWADOYIN R.O., 2003. Spatial distributions, pupation behaviour and natural enemies of *Cirina forda* Westwood (Lepidoptera: Saturniidae) in soil around its host, the sheanut tree, *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. *International Journal of Tropical Insect Science and its Application*, 23 (3) 267-272

OUATTARA B., COULIBALY K., KOHIO E., DOUMBIA S., OUEDRAOGO S., NACRO H.B., 2018. Effets du Système de Culture sous couverture Végétale (SCV) sur les flux hydriques d'un sol ferrugineux à l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (4) : 1770-1783.

OUEDRAOGO M., 1993. Quelques observations bioécologiques sur *Cirina butyrospermi* Vuillet (Lepidoptera, Attacidae) défoliateur du karité (*Butyrospermum paradoxum* Gaertn. F.) au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 128p.

PAYNE C.L.R., BADOLO A., COX S., SAGNON B., DOBERMANN D., MILBANK C., SCABOROUGH P., SANON A., BATIONO F., BALMFORD A., 2020. The contribution of 'chitoumou', the edible caterpillar *Cirina butyrospermi*, to the food security of smallholder farmers in southwestern Burkina Faso. *Food Security*, 12, 221–234. <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00994-z>

RAMOS-ELORDUY J., MORENO J.M.P., PARADO E.E., PEREZ M.A., OTERO J.L., DEGUEVARA O.L., 1997. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxca, Mexico *Journal of Food Composition Analysis* 10, 142-157

SANOU S.L., 2005. Valeurs nutritionnelles des « chitoumou ». Communication présentée à la conférence du 11 Août, Bobo-Dioulasso, 5p.

SALLE G., BOUSSIM J., RAYNAL-ROQUES A., BRUNCK F., 1991. Le karité une richesse potentielle, perspectives de recherches pour améliorer sa production, in *Revue Bois et Forêts des Tropiques* n°228, 23p.

SERE A., BOUGMA A., OUILLY J.T., TRAORE M., SANGARE H., LYKKE A.M., OUEDRAOGO A., GNANKINE O., BASSOLE I.H.N., 2018. Traditional knowledge regarding edible insects in Burkina Faso. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 14, 59. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0258-z>

SERME B., 2011, Le circuit de commercialisation et importance économique des chenilles de karité (*Cirina butyrospermi*) dans la province du Houet. Mémoire d'ingénieur du développement rural, Institut du développement rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso 76p.

UGESE F.D., OJO A.A., BELLO L.L., 2005. Effects of presowing treatment and nut orientation on emergence and seedling growth of seeds of shea butter tree (*Vitellaria paradoxa*). *Nigerian Journal of Botany*, 18: 294-304.

ZIDA H., 2009. Monographie de la région des Hauts-Bassins. Ministère de l'Économie et des Finances, Burkina Faso.