

# **Impact Des Arbres Associés Sur L'exploitation Cacaoyère Dans Les Zones De Transition Forêt- Savane : Cas De M'Brimbo (Centre-Sud De La Côte d'Ivoire)**

***Gala Bi Trazié Jérémie***

Enseignant-Chercheur

Département Sciences du sol, Unité de Formation et de Recherche de  
Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Cocody (Abidjan), Côte d'Ivoire.

***Bohoussou N'Dri Yves***

***Akotto Odi Faustin***

***Yao-Kouamé Albert***

Département Sciences du sol, Unité de Formation et de Recherche de  
Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Cocody (Abidjan), Côte d'Ivoire.

doi: 10.19044/esj.2017.v13n1p164

[URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n1p164](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n1p164)

---

## **Abstract**

Despite its status as the first world's cocoa producer, the cocoa production system in Côte d'Ivoire remains characterized by low yields. To solve this problem, a study was carried out on the cocoa farms of the Agricultural Society of Bandama, in southern center of Côte d'Ivoire, in the forest and savannah transition zone. It focused on determining the impact of associated forest species in cocoa farms on cocoa tree development. Thus, the associated tree species have been inventoried. The number of associated species per hectare allowed classification of the cocoa farm according to the degree of shade. From 0 to more than 80 trees / ha, rates of parasitic attack and mortality increase, while yield of cocoa bean decreases. For cocoa trees at the beginning of maximum yield stage (8 years old plantation), the full-sun system is more productive, with 498 kg of cocoa beans / ha. For the highest density of associated forest species, the yield was 127 kg / ha, with a cocoa plant success rate of 55% and a parasitic attack rate of 40%. Moreover, the parasitic attack rate of less than 20%, due to the associated trees, could lead to a reduction of almost half of the potential yield. To avoid a fall in yield and maintain the success rate at an acceptable level, in shade systems, a threshold

of 25 to 30 associated trees / ha has been established. But the parasitic attacks, responsible for the drop in yield should be controlled.

---

**Keywords:** Cocoa production, density of associated forestspecies, parasitic attack, yield, Côte d'Ivoire

---

### **Résumé**

Malgré son rang de premier producteur mondial de cacao, la cacaoculture ivoirienne demeure caractérisée par de faibles rendements. Pour résoudre ce problème, une étude a été menée dans les parcelles de la Société Agricole du Bandama, au centre sud de la Côte d'Ivoire, en zone de transition forêt savane. Elle a porté sur la détermination de l'impact des arbres forestiers associés aux exploitations, sur le développement des cacaoyers de 8 ans (stade d'amorce de rendement maximum). Ainsi, l'inventaire de ces espèces et leur densité ont-ils permis de classer les parcelles selon le degré d'ombrage. De 0 à plus de 80 arbres/ha, les taux d'attaques parasitaires et de mortalité augmentent, alors que le rendement en fève de cacao décroît. Dans les conditions de cette étude, le système sous plein soleil a été plus productif, avec 498 kg de fèves/ha, contre 127 kg/ha pour les plus fortes densités d'arbres associés, avec des taux moyens de 55 % de réussite et 40 % d'attaques parasitaire. Pour éviter la chute du rendement et maintenir le taux de réussite à un niveau acceptable, dans les systèmes sous ombrage, un seuil de 25 à 30 arbres associés/ha a été établi. Mais les attaques parasitaires, responsables de la chute du rendement, devraient être contrôlées.

---

**Mots-clés :** Cacaoculture, densité d'arbres associés, attaques parasitaires, rendement, Côte d'Ivoire

### **Introduction**

La production mondiale du cacao n'a cessé d'augmenter depuis 1960. Elle est passée de 1,2 million de tonnes en 1961 à 1,7 million de tonnes et environ 5,0 millions de tonnes respectivement en 1980 et 2012 (Amani, 2014). Cette progression est due à l'extension des superficies plantées et aux nouveaux pays producteurs. La demande mondiale de cacao était suffisamment couverte par la production (Anonyme, 2014). Cependant à la faveur de l'émergence de classes moyennes dans plusieurs pays d'Asie, d'Amérique Latine et d'Europe de l'Est, la demande de cacao et de ses produits dérivés a progressé au cours de ces dernières années. Selon les statistiques de l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO), la demande en fève broyée est passée approximativement de 3,2 millions de tonnes en 2004 à près de 4,0 millions de tonnes en 2012 (Anonyme, 2014).

L'augmentation de la production devient un véritable défi pour les principaux acteurs de la filière cacao (Jagoret *et al.*, 2014). La Côte d'Ivoire, premier pays producteur mondial de cacao depuis les années 1970 avec près de 45 p.c. de la production mondiale, apparaît comme un véritable atout (Deheuvels, 2003).

C'est dans ce cadre que plusieurs techniques culturales sont appliquées en exploitation cacaoyère, dans le but de déterminer les plus performantes, qui pourraient assurer une production durable du cacao. Parmi ces systèmes de cultures figurent entre autre la monoculture du cacaoyer, l'association des bananiers aux cacaoyers, de même que l'association d'arbres fruitiers comestibles et des essences forestières aux cacaoyers (Kouadio *et al.*, 2016).

L'association des arbres aux cacaoyers est une technique innovante, qui relève de l'agroforesterie. Elle est qualifiée de durable et économiquement rentable, par plusieurs auteurs (Nair, 2007; Valentini, 2007). Toutefois, si l'affinité de certaines cultures pour l'ombrage, permet de qualifier certaines de sciaphiles et d'autres d'héliophiles, les systèmes de culture du cacaoyer en Côte d'Ivoire laissent croire en une évolution du comportement du cacaoyer vis-à-vis de l'ombrage, selon le stade physiologique (Baldy, 2000).

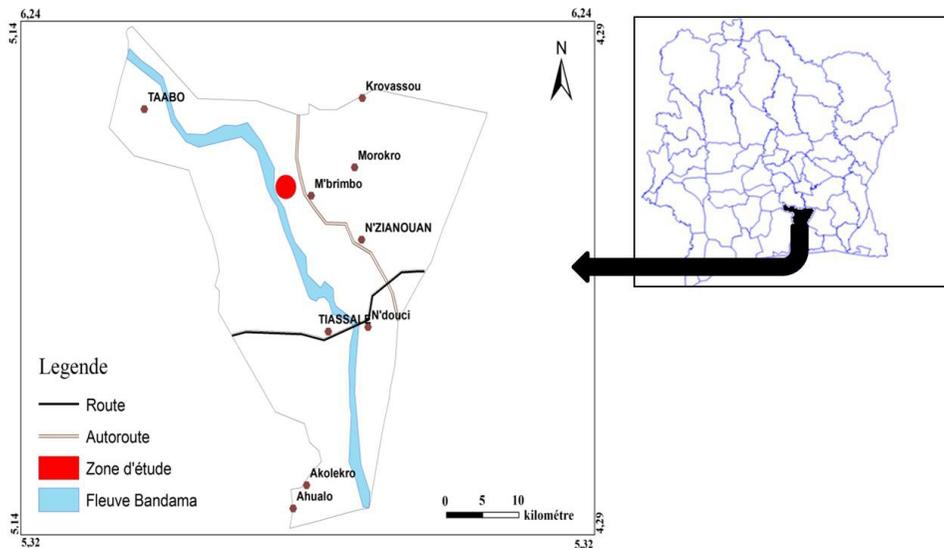
Ainsi, cette étude vise à déterminer l'impact de l'association des essences forestières aux cacaoyers sur le devenir et le rendement en fève du cacaoyer de 8 ans, période charnière entre la phase de plein rendement et celle de l'amorce de la productivité maximale du cacaoyer (Deheuvels, 2011; Tano, 2012), de sorte à garantir une production cacaoyère durable.

Ce travail a été réalisé dans les plantations cacaoyères de la Société Agricole du Bandama (SAB), en zone de contact forêt-savane, en périphérie de l'ancienne boucle du cacao de Côte d'Ivoire. En effet, ces plantations associent de manières diverses les espèces forestières à la cacaoculture. Cette étude se veut une contribution à la caractérisation de quelques techniques culturales cacaoyères, en vue de restaurer la capacité de production cacaoyère de cette zone.

## **Matériel et méthodes**

### **Zone d'étude**

La zone d'étude est dans le Département de Tiassalé, située au Centre Sud de la Côte d'Ivoire, précisément entre les latitudes 5°50' et 6°00' Nord et les longitudes 4°40' et 4°50' Ouest (figure 1). Elle est à, environ 120 Km au Nord-Ouest d'Abidjan, la capitale économique, et à environ 117 Km au Sud-Est de Yamoussoukro, la capitale économique (Ouattara et Koffi, 2014).



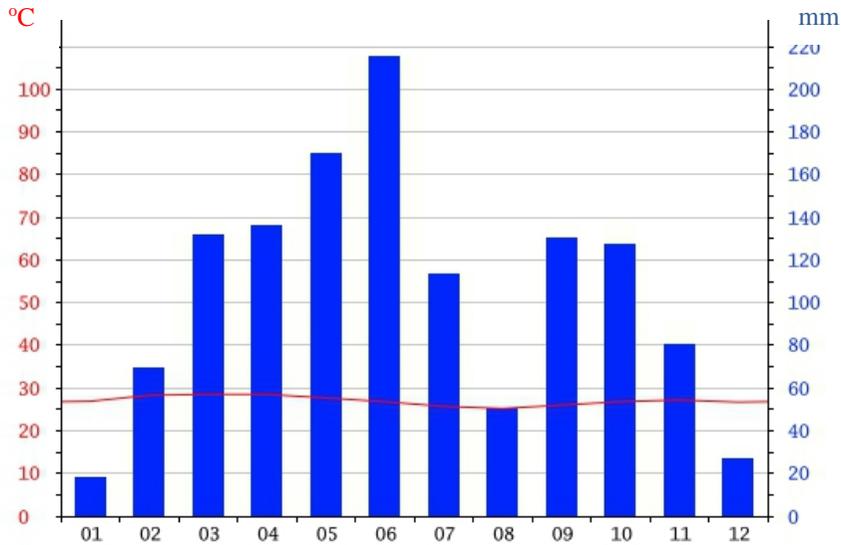
**Figure 1 :** Présentation de la zone d'étude

La zone est caractérisée par un climat équatorial chaud et pluvieux appelé localement climat attiéen, qui est composée de 4 saisons réparties à savoir :

- une grande saison des pluies : avril – juillet ;
- une petite saison sèche : août – septembre ;
- une petite saison des pluies : octobre – novembre ;
- une grande saison sèche : décembre – mars.

La pluviométrie annuelle est environ 1300 mm. La température moyenne oscille autour de 28°C et les écarts diurnes sont de 5 à 13 °C (figure 2). Le taux d'humidité de l'air minimal avoisine les 54 à 71 % (Dabin et Leneuf, 1960).

Les vents dominants sont la mousson, qui occasionne des pluies d'avril à novembre, et l'harmattan, qui souffle pendant la grande saison sèche.



**Figure 2 :** Courbe ombro-thermiques des 12 mois de l'année 2015 (Anonyme, 2016)

### **Inventaire et détermination de la densité des arbres associés aux cacaoyers**

L'inventaire des espèces arboricoles associées aux cacaoyers a été réalisé au champ, selon les règles de la systématique.

Ensuite, le nombre d'arbres associés aux cacaoyers a été déterminé par comptage, en considérant tous les individus d'une hauteur supérieure à celle des cacaoyers. La densité des peuplements associés ( $D_{pa}$ ) a été évaluée d'après la formule ci-après :

$$D_{pa} = \text{nombre d'arbre associés/superficie}$$

La densité d'arbres associés est exprimée en nombre d'arbre par hectare (arbre/ha).

La classification des parcelles selon le degré d'ombrage, une correspondance a été établie entre la densité des peuplements associés et le degré d'ombrage (tableau 1).

**Tableau 1 :** Correspondance entre densité d'arbres associés et le degré d'ombrage

Densité des peuplements associés (arbres/ha)	Degré d'ombrage
]0 ; 20]	Faible
]20 ; 50]	Moyen
]50 ; 100]	Dense

### **Taux de réussite**

Il a été déterminé par le rapport entre le nombre de pieds de cacaoyers vivants et le nombre total de pieds de cacaoyers plantés. Il est opposé au taux de mortalité.

## Taux d'attaques parasitaires

Cette étape a consisté à dénombrer les cas d'attaques (mirides, champignons, loranthus, animaux ravageurs, ...).

Le taux d'attaques parasitaire a été déterminé en tenant compte du nombre de cabosses malsaines sur les cacaoyers et des pieds de cacaoyers concernés par l'attaque sur chaque parcelle de l'exploitation cacaoyère de la SAB.

## Détermination du rendement en fèves

Le rendement de chaque parcelle a été obtenu en faisant le rapport de la masse de fèves séchées et de la superficie de ladite parcelle. Il a été exprimé en kilogramme par hectare (kg/ha). Les rendements ont été regroupés selon le degré d'ombrage des parcelles.

## Traitement des données

Les rendements, les taux d'attaques parasitaire et les taux de réussite ont été mis en relation avec les densités d'arbres associés sous le logiciel XLSTAT 2016 dans le but de modéliser cette relation.

## Résultats

### Inventaire des arbres associés aux cacaoyers dans la zone de M'Brimbo

Les espèces forestières échantillonnées sur les parcelles de cacaoyer de la SAB sont de 14 espèces, appartenant à 9 familles botaniques (tableau 2). La famille, la plus représentée, est celle des Malvaceae, avec deux espèces, à savoir *Mansonia altissima* A. Chevalier (Malvaceae) et *Triplochiton scleroxylon* K.Schum (Malvaceae), avec respectivement 17,03% et 13,88% des espèces identifiés. Cette famille est suivie des Fabaceae, dominées par *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae), avec 16,22% des espèces identifiées. Les Apocynaceae et les Bombaceae viennent en troisième position, avec *Alstonia boonei* De Wild. (15,77% des espèces) et *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (13,56% des espèces recensées).

**Tableau 2** : Espèces forestières associées aux cacaoyers échantillonnées dans les parcelles de la SAB

Famille	Espèce	Dénombrement des espèces forestières par parcelles												Tot	Proport (%)
		1	3	4	1 2	1 3	1 4	1 5	1 6	2 1	2 9	3 0	3 5		
Apocynaceae	<i>Alstonia boonei</i>						3	7	3	6	3	1		50	15,77
Bignoniaceae	<i>Spathodea campanulata</i>								5		1	1	2	9	2,84
Bombaceae	<i>Bombax buonopozense</i>	5											2	7	2,21

	<i>Ceiba pentandra</i>	1 3	1 5	8			1	2			4			43	13,56
Combretaceae	<i>Terminalia superba</i>	3	2	1 0		1		3						19	5,99
Meliaceae	<i>Trichilia prieureana</i>										5			5	1,58
Fabaceae	<i>Albizia zygia</i>										4			4	1,26
	<i>Leucaena leucocephala</i>					1 6					2 9	6	2	53	16,72
	<i>Gliricidia sepium</i>												4	4	1,26
	<i>Piptadeniastrum africanum</i>				2			4	3	4				13	4,10
Moraceae	<i>Ficus exasperata</i>					7								7	2,21
Sapindaceae	<i>Blighia sapida</i>					5								5	1,58
Malvaceae	<i>Mansonia altissima</i>		5	6		1	2	2	1		2			54	17,03
	<i>Triplochiton scleroxylon</i>		7	1 0	2		5	6	2	5	7			44	13,88
Total arbre par parcelle		2 1	2 9	3 4	4	1 8	2 3	4 1	5 6	1 4	6 1	8	8	31 7	100

### Structure des peuplements de cacaoyers par rapport à la canopée des essences forestières

La structure du peuplement de cacaoyers par rapport aux essences forestières associées permet d'observer différents comportements du cacaoyer. La figure 3 montre des plants de cacaoyers qui subsistent sous la canopée des arbres associés, tandis que la figure 4 montre le contraire avec l'espèce *Spathodea campanulata*.



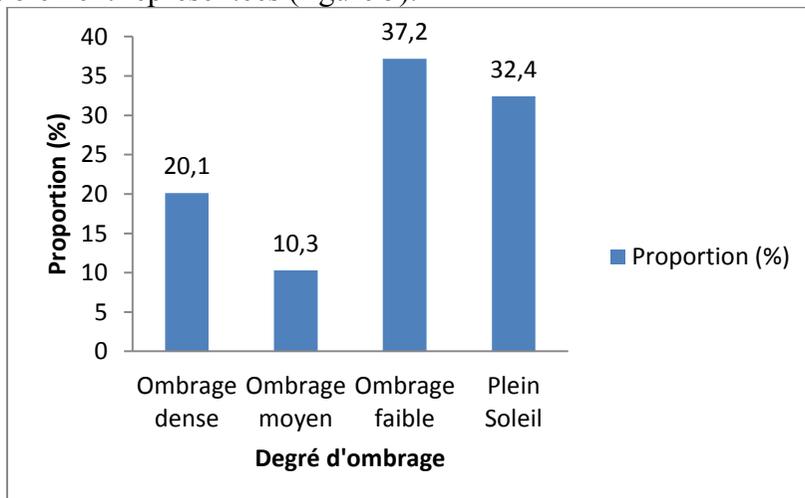
**Figure 3:** Cacaoyers sous la canopée des arbres associés à M'Brimbo.



**Figure 4 :** Impact de *Spathodea campanulata* sur le développement du cacaoyer exprimé par l'absence de cacaoyer sous la canopée de ladite plante sur le site de M'Brimbo.

### Répartition des superficies selon le degré d'ombrage

Environ un tiers (32,4 %) des parcelles de la zone n'associe pas d'arbres aux cacaoyers. Ces parcelles sont dites en « plein soleil » tandis que les deux autres tiers associent les arbres à des densités variables. Elles sont qualifiées de ce fait de « sous ombrage ». Pour ces dernières, les parcelles sous ombrage faible sont les plus représentées, avec 37,2 % des superficies. Elles sont suivies par les parcelles sous ombrage dense, avec 20,1 % des superficies. Les cacaoyères sous ombrage moyen, avec 10,1 % des superficies, sont les plus faiblement représentées (figure 5).

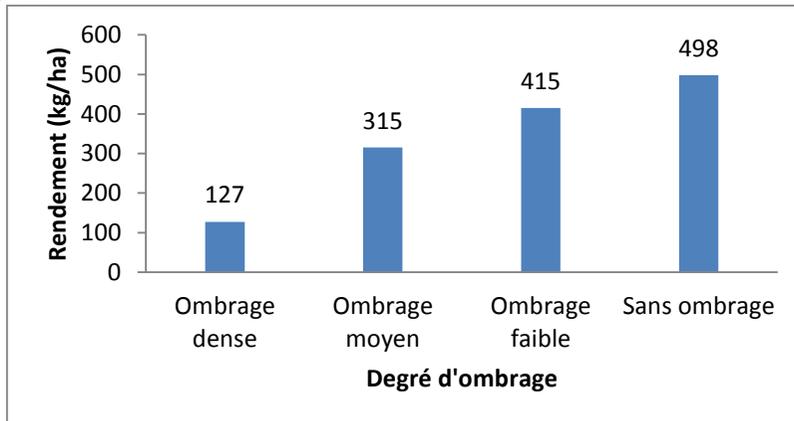


**Figure 5 :** Répartition des superficies selon le degré d'ombrage

### Rendement moyen selon le degré d'ombrage

Les rendements calculés à partir des productions enregistrées sont présentés dans la figure 6. Cette figure montre que le système cacaoyer sans

ombrage a été plus productif que le système sous ombrages. En effet, sans ombrage, le rendement moyen, en fève séchées, a été de 498 kg/ha. Quant au système sous ombrage, l'ombrage dense a enregistré le rendement le plus faible, avec 127 kg/ha. Ce niveau de rendement est inférieur aux rendements sous ombrage moyen et faible, qui ont des valeurs respectives de 315 kg/ha et 415 kg/ha.



**Figure 6:** Rendements moyens en fèves de cacao selon le degré d'ombrage

### **Rendement moyen et écart de rendement des parcelles associant des espèces forestières**

Les systèmes associant les arbres aux cacaoyers ont donné un rendement moyen de 342 kg/ha. Le coefficient de variation montre une grande dispersion autour de la moyenne. Sept parcelles sur les 12 associant les espèces forestières aux cacaoyers de 7 à 8 ans ont des rendements inférieurs à la moyenne. Les plus grands écarts sont observés sur les parcelles C3 et C16, avec des différences de plus de 200 kg/ha (figure 7).

### **Evolution du rendement en fonction de la densité d'arbres associés**

L'ajustement des rendements obtenus en fonction des différentes densités d'arbres associés aux cacaoyers, donne une courbe de type inverse d'une fonction puissance (figure 8). Elle se présente sous la forme :

$$Y = a + b / [1 + (X/c)^d]$$

Les lettres a, b, c et d désignent les constantes de cette régression non linéaire. Elle a un coefficient de détermination  $R^2 = 0,40$ . Y représente le rendement et X, la densité d'arbres associés aux cacaoyers. Il ressort de la figure 8 qu'une densité d'arbres associés inférieure à 30 arbres/ha est sans incidence majeure sur le rendement. Mais, au-delà de cette valeur, le rendement peut être réduit de moitié.

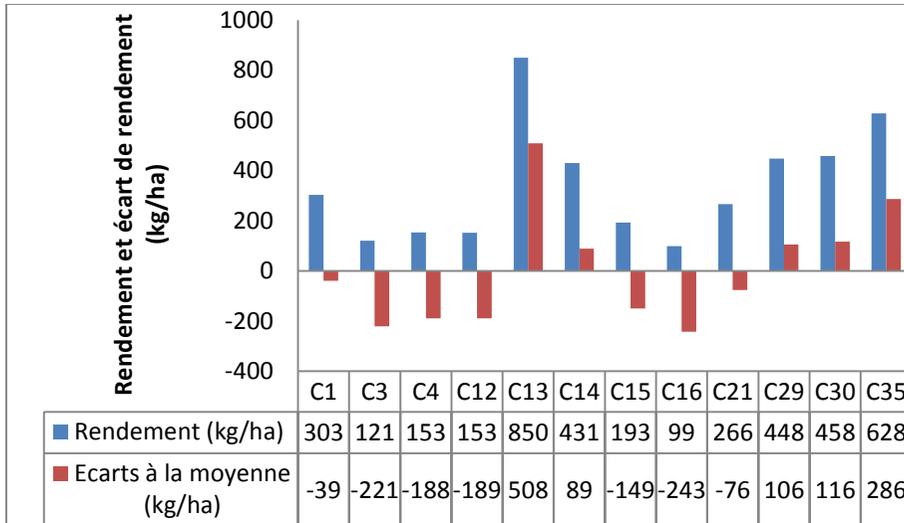


Figure 7 : Rendement moyen et écart à la moyenne des parcelles de cacaoyers de 7 à 8 ans associant les essences forestières.

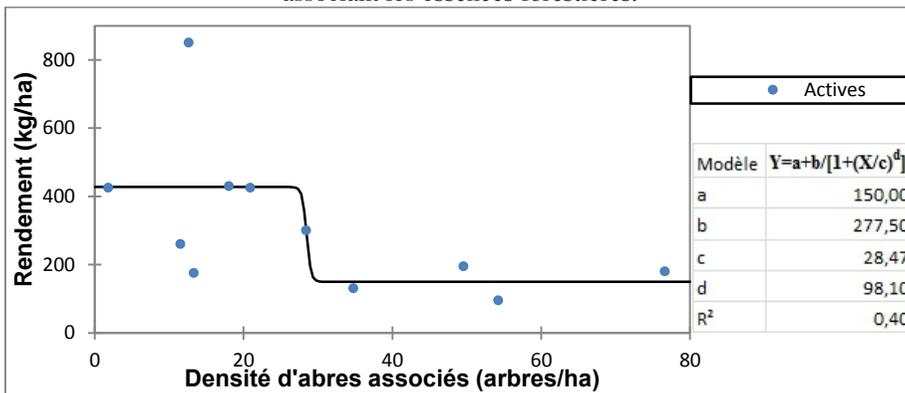


Figure 8 : Incidences de la densité des arbres associés sur le rendement des cacaoyères de 8 ans.

### Evolution du taux d'attaques parasitaires en fonction de la densité des arbres associés

La présence d'arbres dans la cacaoyère entraîne une forte présence d'insectes. Il s'en suit un taux d'attaques parasitaires qui augmente avec la densité d'arbres associés (figure 9). Cette évolution peut être modélisée par l'inverse d'une fonction puissance de type :

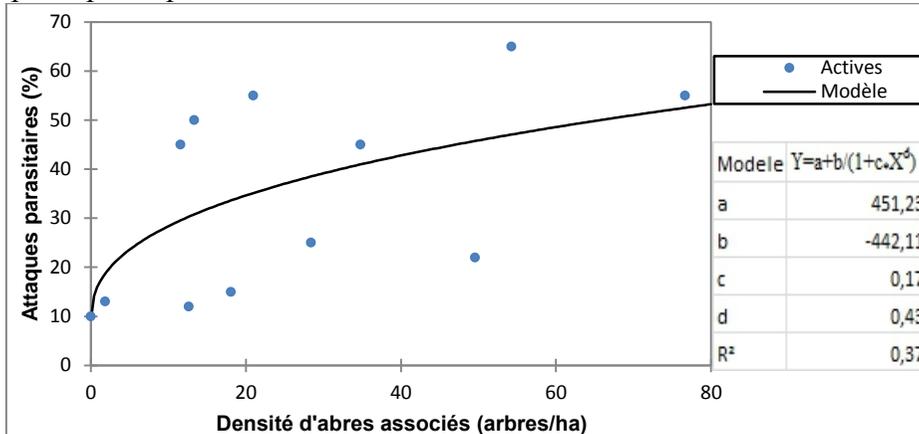
$$Y = a + b / (1 + c * X^d)$$

Où : a, b, c et d sont des constantes du modèle ; Y, le taux d'attaques parasitaires et X, la densité d'arbres associés

Ce modèle montre un taux d'accroissement relativement plus fort avec les plus faibles densités d'arbres associés ; puis, ce taux d'accroissement baisse au fur et à mesure que le nombre d'arbres associés augmente.

Pour ce modèle, avec la plus forte densité d'arbres associés (82

arbres/ha), le taux d’attaques parasitaires est d’environ 53 %, soit plus de la moitié des cabosses échantillonnées. Par ailleurs, les résultats montrent que sans arbres associés, un taux d’infestation a été d’environ 10 %. Ce taux est amplifié par la présence d’arbres associés.



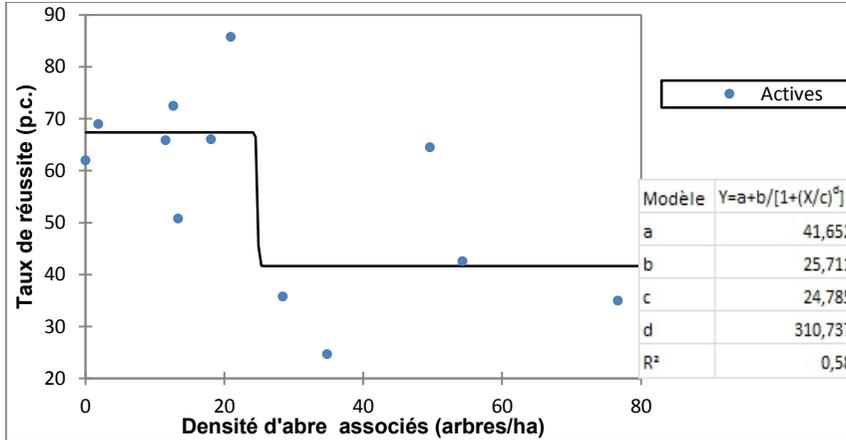
**Figure 9 :** Taux d’attaques parasitaires en fonction de la densité d’arbres associés aux cacaoyers de 8 ans

### Evolution du taux de réussite des cacaoyers en fonction de la densité d’arbres associés

Les parcelles sous ombrage des arbres montrent que la densité des arbres associés peut influencer négativement le taux de réussite des cacaoyers. En effet, selon le modèle établi, de 0 à 25 arbres associés/ha, les essences forestières associées n’aurait quasiment pas d’impact sur le taux de réussite des cacaoyers, qui reste autour de 68 %. Au-delà de 23 arbres associés/ha, le taux réussite chute brutalement pour s’établir autour d’une valeur moyenne de 40 % (figure 10).

Le modèle est l’inverse d’une fonction puissance à deux variables (Y, pour le taux de réussite et X, pour la densité d’arbres associés) et quatre constantes (a, b, c et d, sont définis dans la figure 10), avec l’expression suivante :

$$Y = a + b / [1 + (X/c)^d]$$



**Figure 10 :** Taux de réussite des cacaoyères en fonction de la densité d’arbres associés aux cacaoyers de 8 ans

**Relation entre taux de réussite et taux d’attaques parasitaire**

De manière générale, le taux de réussite des cacaoyers est différent dans chaque type d’exploitation. Les parcelles sous ombrage des arbres associés présentent le plus faible taux moyen de réussite (54,82 %). Ce taux correspond au plus fort taux d’attaques parasites, soit une valeur moyenne de 40 %. Comparativement aux parcelles sous plein soleil, le taux moyen de réussite est légèrement plus élevé (61,63 %), avec un taux d’attaques parasites de 15 % en moyenne (tableau 3).

**Tableau 3:** Taux de réussite et état sanitaire des exploitations

	Taux de réussite (%)	Attaques parasites (%)
Sous ombrage avec arbre	54,82	40
Plein soleil	61,63	15

**Incidences des attaques parasites sur le rendement en fèves de cacao**

La figure 11 montre que le rendement des cacaoyers est fortement réduit dès l’apparition des premières attaques parasites. En effet, un taux d’attaques parasites de 10 à 20 % peut entraîner une réduction de plus de la moitié du rendement, soit d’environ 850 kg/ha à moins de 300 kg/ha. Mais, les attaques observées sur les parcelles sans arbres associés montrent que ce taux d’attaques parasites englobe, non seulement, les effets des arbres associés, mais aussi, tout autre effet (environnemental ou variétal) pouvant favoriser des attaques parasites. Le modèle d’évolution du rendement en fonction du taux d’attaques parasite est de type :

$$Y = a + b / (1 + c * X^d)$$

Y est le rendement et X, le taux d’attaques parasite. Les valeurs de a, b, c et d sont dans la figure 11.

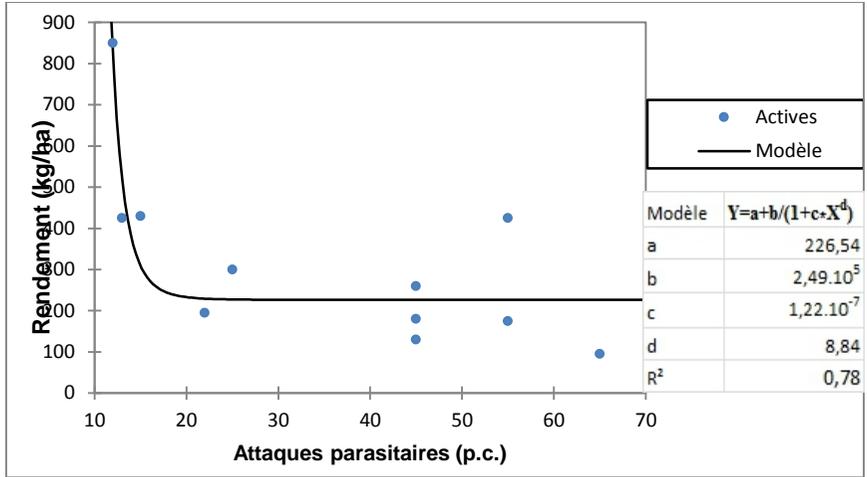


Figure 11 : Evolution du rendement en fonction des attaques parasitaires dans les cacaoyères de 8 ans avec arbres associés

La figure 12 montre l’incidence des attaques parasitaires, uniquement dues aux arbres associés, sur le rendement des cacaoyères. Pour des taux d’attaques parasitaires évoluant de 2 à 55 %, les rendements évoluent en sens inverse, de 850 kg/ha à environ 200 kg/ha. La relation entre ces deux variables modélisée par l’inverse d’une fonction puissance, qui est une régression négative non linéaire, de coefficient de détermination,  $r^2 = 0,80$ . Les déterminants de ce modèle sont consignés dans la figure 9. Elle indique qu’avec un rendement potentiel (sans attaques parasitaires) d’environ 900 kg/ha, seulement, un taux d’attaques de près de 10 %, dus aux arbres associés, entraînent une réduction de plus de 50 % du rendement. Au-delà de cette valeur, la chute du rendement devient de plus en plus faible.

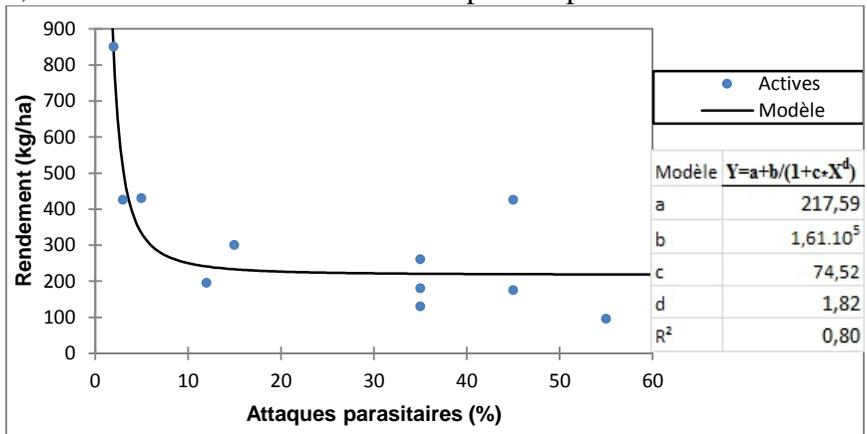


Figure 12 : Incidences des attaques parasitaires dues aux arbres associés sur le rendement des cacaoyères de 8 ans

## **Discussion**

### **Structure de peuplement végétal**

La différence de structure de peuplements du cacaoyer sous la canopée des arbres associés montre que, les arbres, selon leur espèce, peuvent agir différemment sur le développement cacaoyer. Cette action des arbres associés sur le cacaoyer peuvent aller jusqu'à causer la mortalité des pieds de cacaoyers sous leurs canopées. Des observations similaires, ailleurs en Côte d'Ivoire, au Cameroun et au Ghana, ont conduit à identifier des espèces forestières à supprimer dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer (Asare, 2005 ; Schroth *et al.*, 2000). C'est le cas de l'espèce *Ceiba pentandra*.

### **Rendement en cacao marchand des systèmes de cacaoculture sans ombrage**

Le plus haut rendement obtenu au niveau des parcelles en plein soleil, montre les bonnes dispositions qu'offre ce système aux cacaoyers. En effet, dans le système de cacaoculture sans ombrage, la photosynthèse et l'induction florale sont accrues chez le cacaoyer ; ce qui entraîne une augmentation de la production des cabosses (Koko *et al.*, 2008). Aussi c'est en plein soleil qu'une plantation mature sous une pluviométrie et une nutrition minérale optimale, atteint les meilleurs rendements. Ces rendements sont satisfaisants à court terme (5- 10 ans) (Koko *et al.*, 2008). Cette tranche d'âge correspond au stade physiologique des cacaoyères de M'Brimbo, qui ont été l'objet de cette étude. Toutefois, certains auteurs relèvent le caractère éphémère de ce niveau de rendement, qui pourrait être en baisse après environ 15 ans de monoculture de cacaoyers (Jagoret *et al.*, 2014 ; Ahenkorah *et al.*, 1974).

### **Rendement en cacao marchand dans les systèmes de cacaoculture sous ombrage**

L'analyse des différents paramètres rapportés dans les résultats montre que, le faible niveau de rendement en fèves de cacao observé sur les parcelles sous ombrage, serait lié directement ou indirectement aux arbres associés. En effet, la baisse du taux de réussite des plants observée simultanément avec l'augmentation de la densité des arbres associés, montre que les arbres auraient eu un impact négatif sur les cacaoyers, en causant leur mortalité. Cette mortalité des pieds de cacaoyers a été également observée sur des cacaoyères associant des arbres en Indonésie ; mais, Bastide *et al.* (2008), soutiennent que, ce taux de mortalité qui était d'environ 30 %, n'a pas affecté le rendement en cacao marchand, du fait de la reconstitution du couvert cacaoyer, qui a permis d'avoir un accroissement de la productivité par cacaoyer. Cette assertion n'a pas été confirmée à M'Brimbo, sur des cacaoyères de 8 ans, sur le point d'amorcer la phase de rendement maximum. Cela pourrait être justifié par le fait que les taux de mortalité ont été nettement plus élevés à M'Brimbo,

occasionnant une densité de plantation en cacaoyer quelquefois assez lâche sous les arbres associés.

Il en ressort que, les arbres associés qui sont bien établis dans leur milieu de vie, prennent le dessus sur les plants de cacaoyers, qui eux, ont fait l'objet d'introduction. Cela pourrait traduire une concurrence nutritionnelle entre les cacaoyers et les arbres associés (Dussault, 2008). En effet, Deheuvels (2011) rapporte que, lorsque certains facteurs écologiques ne sont pas à leur optimum, comme c'est le cas de la pluviométrie à M'Brimbo, avec des valeurs moyennes annuelles oscillant autour de 1300 mm, la régulation de certains facteurs tel que l'ombrage serait nécessaire. Cela se justifie, d'autant plus que, de la densité croissante d'arbres associés, découle un fort taux d'infestation des cacaoyers.

Lorsque l'ombrage n'est pas contrôlé, il affecte beaucoup la production. La forte croissance du taux d'attaques parasitaire en relation avec l'augmentation de la densité d'arbres associés aux cacaoyers est confirmée par des auteurs tels que Besse (1972), qui signalent ce fait sans toutefois en préciser la dynamique de cette augmentation.

Selon Vos *et al.* (2003), la gestion de l'ombrage pourrait réduire les attaques parasitaires. Cependant, l'ombrage ne constitue pas, en lui-même, un désavantage pour les cacaoyères. C'est ce qui pousse Braudeau (1969) à affirmer que l'ombrage constitue un frein à la production, uniquement en conditions non limitantes. En effet, l'ombrage n'est un facteur limitant pour la production que si, tous les autres facteurs sont favorables. C'est ce que Boffa (2000) concluait en disant que les facteurs doivent être considérés dans leur ensemble et l'ombrage est le levier par lequel l'agriculteur peut agir sur ces conditions de milieu.

La comparaison de l'évolution du rendement en fonction des arbres associé et de l'évolution du taux de réussite des cacaoyères en fonction de la densité d'arbres associés montre que le seuil critique de la densité des espèces forestières associées aux cacaoyers se situe entre 25 et 30 arbres associés/ha. Cette fourchette de valeur est loin de Geilfus (1994), qui préconisait 100 à 150 arbres associés/ha pour bénéficier de l'effet de l'agroforesterie.

### **Incidence des espèces forestières associées sur rendement.**

Les plus grands écarts à la moyenne ont été observés sur les parcelles C3 et C16, où les espèces dominantes sont respectivement *Ceiba pentandra*, avec 62% des espèces associées à la parcelle, et *Alstonia boonei*, avec 54% des espèces de la parcelle. Ces observations rejoignent celles de Asare (2005) et Schroth *et al.* (2000), pour qui, *Ceiba pentandra* ferait partie des espèces à supprimer dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer. Par ailleurs, le comportement de *Spathodea campanulata*, qui ne tolère pas le cacaoyer sous

sa canopée serait le résultat d'une compétition pour la lumière et des autres conditions trophiques.

### **Conclusion et recommandation**

Les parcelles sans ombrage (sous plein soleil) offrent la plus forte production, du fait du faible niveau d'attaques parasitaire. Cela confère à ce système les meilleurs rendements. Les parcelles sous ombrage permanent, offrent une production moindre, avec de fortes attaques parasitaires. Les rendements en cacaocultures sont donc fonction du type d'exploitation.

La rentabilité de l'exploitation cacaoyère résiderait dans une recherche de compromis entre la densité d'arbres associé et le gain, non seulement en terme financier, mais aussi, en termes de gestion durable de la production et de l'environnement. A cet effet cette étude montre qu'une densité de 25 à 30 arbres associés/ha serait une valeur seuil pour éviter la chute du taux de réussite et du rendement en fève.

Toutefois, il conviendrait de prêter attention, d'une part aux attaques parasitaires qui peuvent être fortes pour cette valeur de densité d'arbres associés, et d'autre part, au déclin des facteurs de production que pourrait entrainer une monoculture de cacao à long terme.

### **Remerciements**

Nos sincères remerciements à la Société Agricole du Bandama (SAB), dont les exploitations ont servi de cadre pour cette étude.

### **References:**

1. Anonyme, 2016. Climat: Tiassalé (<https://fr.climate-data.org/location/883930/#climate-graph> consulté le 09/01/2017).
2. Ahenkorah Y., Akrofi G.S. et Adri A.K., 1974. The end of the first cocoa shade and manurial experiment at the Cocoa Research Institute of Ghana. J. Hort. Sci. 40 : 43-51.
3. Amani C., 2014. Cacao : obtenir des fèves de qualité, 23p.
4. Asare, R. 2005. Cocoa agroforests in West Africa. A look at activities on preferred trees in the farming systems. Ed. Forest and Landscape, Denmark, 89 pp.
5. Anonyme, 2014. Etude monographique sur la filière cacao dans l'UEMOA. www.bceao.int Direction Générale de l'Economie et de la Monnaie .Direction des Etudes et de la Recherche de la Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest(BCEAO), 33p. Consulté le 15 juin 2016.
6. Baldy C., 2000. Conservation du milieu naturel tropical avec des plantes de couverture et des arbres d'ombrage. Cahiers Agricultures volume 9, pp. 267-78.

7. Bastide P., Paulin D. et Lachenaud P., 2008. Influence de la mortalité des cacaoyers sur la stabilité de la production dans une plantation industrielle. *Tropicultura* 26, 1, pp. 33-38.
8. Besse J., 1972. Comparaison de deux méthodes d'établissement de cacaoyère. *Café, Cacao, Thé*, vol 26, n°4, pp. 317 - 332.
9. Boffa J.M., 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique de l'Ouest: clés de la conservation et d'une gestion durable. *Unasyuva* 200, Vol. 51, pp. 11-17.
10. Braudeau, J. 1969. Le cacaoyer. Ed. G.P. Maisonneuve et Larose, 304 p.
11. Dabin B. et Leneuf N., 1960. Les sols de bananeraies de la Côte d'Ivoire. *Fruits*, volume 15 n°1. pp. 3-27.
12. Deheuvels O., 2003. Dynamiques de plantation / replantation cacaoyères en Côte d'Ivoire : comparaison de choix techniques avec Olympe. Séminaire « Olympe » Montpellier, France, septembre, 13p.
13. Deheuvels O., 2011. Compromis entre productivité et biodiversité sur un gradient d'intensité de gestion de systèmes agroforestiers à base de cacaoyers de Talamanca, Costa Rica. Thèse de Doctorat SupAgro, Montpellier. 152 p.
14. Dussault F.C., 2008. L'agroforesterie comme outil de développement durable dans les pays en voie de développement. Mémoire de Maîtrise incluant un cheminement de type cours en écologie internationale. Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke, Québec, Canada. 103 p.
15. Dje K.B., 2014. Document de stratégie du programme national Changement climatique (2015 – 2020). Ministère de l'environnement, de la Salubrité urbaine et du développement durable, Abidjan, Côte d'Ivoire. 70 p.
16. Geilfus F., 1994. El arbol al serviciodelagricultor, Manuel de agroforesteria para el desmollo rural,; Principios y tecnicas, CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 1-144.
17. Jagoret P., Deheuvels O. et Bastide P., 2014. S'inspirer de l'agroforesterie. Production durable de cacao. Centre de coopération Internationale de Recherche agronomique pour le Développement. Perspective intensification écologique n° 27, 4p.
18. Koko K L., Yoro R.G., Ngoran K. et Assa A., 2008. Evaluation de la fertilité des sols sous cacaoyers dans le sud-ouest de la côte d'ivoire. CNRA / Programme Cacao, Station de Recherche de Divo. Université de Cocody-Abidjan, UFR-STRM / Laboratoire Agro-pédologie, 15 p.
19. Kouadio K.H., Gala B.T.J., Assiri A.A. et Yao-Kouamé A., 2016. Characterization of traditional agroforestry systems of cacao and their impact on some physical fertility parameters of soil in southwestern of

- Côte d'Ivoire. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, Volume 3; Issue 10; pp. 145-152.
20. Koudou A., Kouamé K.A., Niamké K.H., Kouamé K.F., Saley M.B. et Adja M.G., 2015. Contribution de l'analyse en composantes principales à la régionalisation des pluies du bassin versant du N'Zi, Centre de la Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences Technologie*, 26 : 156–172.
  21. Nair, P.K.R., 2007. The Coming of Age of Agroforestry. *J. of Sci. of Food & Ag.* 87: 1613-1619.
  22. Ouattara G. et Koffi B.G., 2014. Typologie des granitoïdes de la région de Tiassalé (Sud de la Côte d'Ivoire - Afrique de l'Ouest) : Structurologie et Relations Génétiques. Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro. Département des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STeRMi), *Afrique SCIENCE* 10(2) (2014), pp. 258 - 276
  23. Tano A.M., 2012. Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Meadji au sud-ouest ivoirien. Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail). Avril 2012, 263 p.
  24. Schroth, G., Krauss, U., Gasparoto, L., Duarte, J.A. and Vohland, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agrofor. Syst.*, 50: 199–241.
  25. Valentini G.S., 2007. Evaluation de la séquestration du carbone dans des plantations agroforestières et des jachères issues d'une agriculture migratoire dans les territoires autochtones de Talamanca, au Costa Rica. Mémoire de Maitrise (M.Sc), Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université de Laval. Québec. 88 p.
  26. Vos J.G.M., Ritchie I.B. et Flood J., 2003. A la découverte du cacao. Un Guide pour la formation des facilitateurs. CABI Biosciences. 16 p.