

Impact du biostimulant Banzaï sur la production de cabosses dans le cas de la maladie du Swollen shoot du cacaoyer en Côte d'Ivoire

**Franck Zokou ORO^{1*}, Hermann-Desiré LALLIE², Jésus Inza FOFANA², Pacôme Bi-ZAOULI¹
et Hortense Atta DIALLO³**

¹ *Université Peleforo GON COULIBALY, Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences Biologiques, Département de Biologie Végétale, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire*

² *Université Peleforo GON COULIBALY, Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences Biologiques, Département de Biochimie-Génétique, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire*

³ *Université Nangui Abrogoua, Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences Biologiques, Département de Protection de Végétaux et de l'Environnement, Unité de Recherche en Phytopathologie, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

* Correspondance, courriel : franckoro@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a consisté à évaluer l'efficacité du biostimulant « Banzaï » sur la production de cabosses chez les arbres atteints de la maladie du Swollen shoot et chez les arbres sains dans le département de Soubré. Il s'agit spécifiquement de comparer l'effet de la simple dose, de la double dose de Banzaï et leurs effets cumulés avec l'apport d'engrais sur la production des cabosses du cacaoyer. Le dispositif expérimental est constitué d'un bloc simple de quatre parcelles notées T0 (Témoin), T1 (une application de Banzaï à dose normale sans engrais), T2 (une application de Banzaï à double dose sans apport d'engrais) et T3 (une application de Banzaï à dose normale avec apport d'engrais). Chacune des parcelles contient dix arbres sains et dix arbres malades. Ce dispositif a été répété quatre fois sur le site d'étude. Le produit Banzaï a été appliqué mensuellement sur quatre mois et les observations ont été réalisées mensuellement sur six mois consécutifs. Le test statistique de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer le nombre moyen de cabosses produites par traitement et par statut sanitaire. Les résultats obtenus ont montré que Banzaï améliore significativement le nombre de cabosses produites chez les arbres malades et chez les arbres sains. Particulièrement, la production de cabosses chez les arbres sains a été plus importante que chez les arbres malades. De plus, chez les arbres sains, la simple dose de Banzaï sans apport d'engrais (T1) a été la plus efficace, tandis que chez les arbres malades, la double dose de Banzaï sans apport d'engrais (T2) et la simple dose de Banzaï avec apport d'engrais ont été les plus efficaces. L'apport du biostimulant Banzaï et de l'engrais ont permis d'augmenter significativement la production de cabosses aussi bien chez les arbres sains que chez les arbres malades. Les résultats obtenus dans cette étude pourraient permettre aux producteurs de cacaoyers d'adopter de nouvelles techniques de lutte culturale contre le virus du Swollen shoot. Il serait donc recommandable de maintenir les arbres apparemment sains et les arbres malades dont l'état sanitaire n'est pas très avancé en leur apportant de l'engrais et le biostimulant Banzaï pour optimiser la production de cabosses dans les zones atteintes du Swollen shoot.

Mots-clés : *biostimulant, Banzaï, cacaoyer, CSSV, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Impact of Banzaï biostimulant on pods's production in the case of Cocoa Swollen Shoot Disease (CSSD) in Côte d'Ivoire

This study aimed to evaluate the effectiveness of Banzaï biostimulant on cocoa pods's production in trees affected by Swollen shoot disease and in healthy trees in the department of Soubré. It was about comparing the effect of Banzaï's single dose, double dose and their cumulative effects with fertilizer on cocoa pod's production. The experimental device is consisted of a simple block of four plots denoted T0 (Control), T1 (an application of Banzai at normal dose without fertilizer), T2 (an application of Banzai at double dose without fertilizer) and T3 (application of Banzai at normal dose with fertilizer). Each plot contains ten healthy trees and ten diseased trees. This device was repeated four times at the study site. Banzai was applied monthly over four months and observations were made monthly for six consecutive months. The Kruskal-Wallis statistical test was used to compare the average number of pods produced by treatment and by health status. The results showed that Banzaï significantly improves the number of pods produced in diseased and healthy trees. In particular, pod production was more important in healthy trees than diseased trees. In addition, in healthy trees, the single dose of Banzaï without fertilizer (T1) was the most effective, while in diseased trees, the double dose of Banzaï without fertilizer (T2) and the simple dose of Banzaï with fertilizer were the most effective. The use of the biostimulant Banzaï and the fertilizer allowed to significantly increase the pods's production in both healthy and diseased trees. This study's results could allow producers to adopt new cultural control techniques against the Swollen shoot disease. It would therefore be advisable to maintain apparently healthy trees and diseased trees whose state of health is not very advanced by providing them with fertilizer and biostimulant Banzai to optimize the pods's production in areas affected by the Swollen shoot disease.

Keywords : *biostimulant, Banzaï, cocoa tree, CSSV, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

La culture du cacaoyer occupe une place importante en Côte d'Ivoire, du point de vue économique [1], elle fait vivre plus d'un million de petits planteurs [1]. Cependant, cette culture est mise à mal à cause de la maladie du Swollen shoot qui provoque des pertes importantes de rendement de l'ordre de 30 à 40 % [2, 3]. Le Swollen shoot est une maladie virale du cacaoyer causée par un virus du genre *Badnavirus* de la famille des *Caulimoviridae* [4] qui se transmet par le biais des cochenilles farineuses [5] de manière semi-persistante [6]. Les symptômes typiques de cette maladie sont les rougeurs le long des nervures des jeunes feuilles (**Figure 1**) et des gonflements sur les jeunes tiges de cacaoyers [5]. Cette maladie a été découverte pour la première fois en Côte d'Ivoire en 1946 dans les départements d'Abengourou et d'Agnibilékro [7]. Depuis lors, elle restée confinée dans ces zones jusqu'à ce que de nouveaux foyers d'infection soient découverts récemment au Centre-ouest de la Côte d'Ivoire, notamment dans les départements de Sinfra, Issia et Bouaflé [8]. Les isolats du virus découverts dans ces zones, se sont avérés très virulents par rapport à ceux des zones historiques que sont Abengourou et Kongodia [9]. Les perturbations physiologiques provoquées par la maladie peuvent être à l'origine du dessèchement de l'arbre malade suivi de sa mort au bout de trois à cinq ans après l'infection [10]. Actuellement, les seules méthodes de lutte utilisées par les producteurs consistent à l'arrachage des cacaoyers malades [10]. Ces pratiques culturelles bien que efficaces sont difficilement acceptées par les producteurs parce qu'elles demandent la destruction de grandes superficies [11]. Face aux problèmes que pose l'arrachage des cacaoyers malades, le recours à certains biostimulants pourrait réduire les superficies à détruire pour permettre aux producteurs d'optimiser leurs rendements malgré la présence du virus du Swollen shoot. En effet, certains biostimulants sont capables de

stimuler les processus naturels des plantes afin d'accroître leur efficacité en nutriments [12], leur tolérance aux stress abiotiques et biotiques [13, 14], et la production de chérelles chez les plantes atteintes du virus du Swollen shoot [15]. C'est dans cette optique que cette étude a été menée pour évaluer l'effet du biostimulant Banzai et de l'apport d'engrais sur la production de cabosses dans le contexte de la maladie du Swollen shoot.

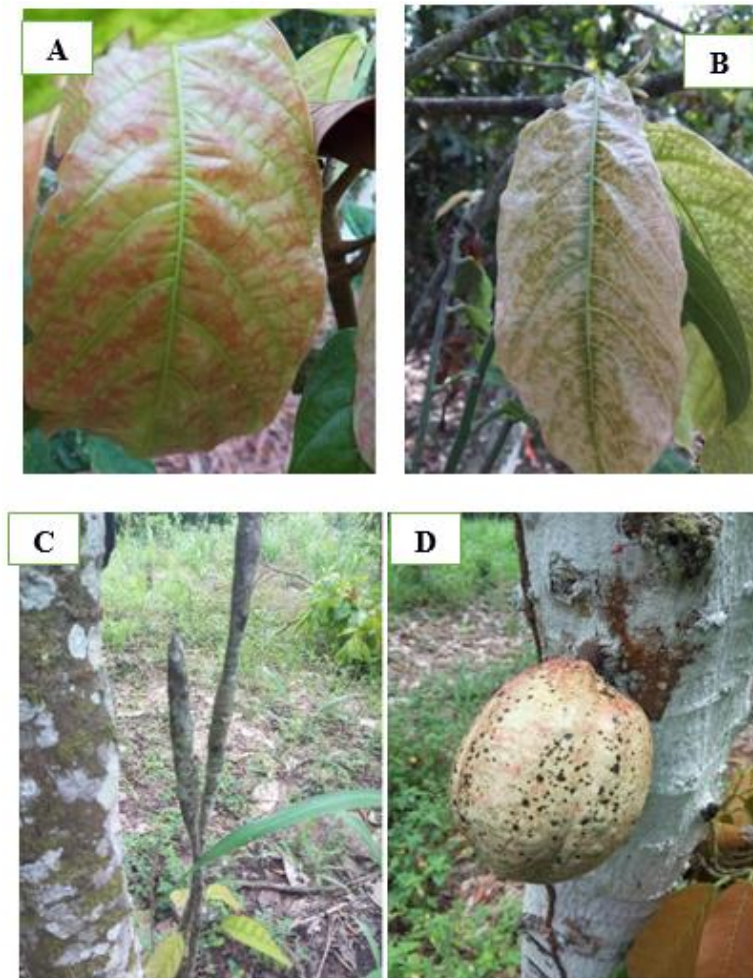


Figure 1 : *Symptômes de la maladie du Swollen shoot sur différentes parties du cacaoyer. (A) rougeur le long des nervures sur jeunes feuilles, (B) décoloration sur feuilles, (C) gonflement apical sur rameau orthotrope, (D) rabougrissement de la cabosse (Photos prises par Oro en 2017)*

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Cette étude a été réalisée à Petit Bondoukou situé à 51 kilomètres de la commune de Soubré en Côte d'Ivoire (**Figure 2**). La zone de Soubré constitue actuellement la principale zone de production du cacao en Côte d'Ivoire. Ce site est caractérisé par un climat tropical humide avec une pluviométrie moyenne de 1 485 mm par an, et une température moyenne de 25,8 °c par an. La végétation et le sol sont caractérisés par des forêts denses, humides et un sol profond, perméable et bien drainé qui permet une activité anthropique liée à l'agriculture [16]. Cette végétation fait place aujourd'hui à des lambeaux de forêts et d'immenses plantations de cultures pérennes traditionnelles ou industrielles [17].

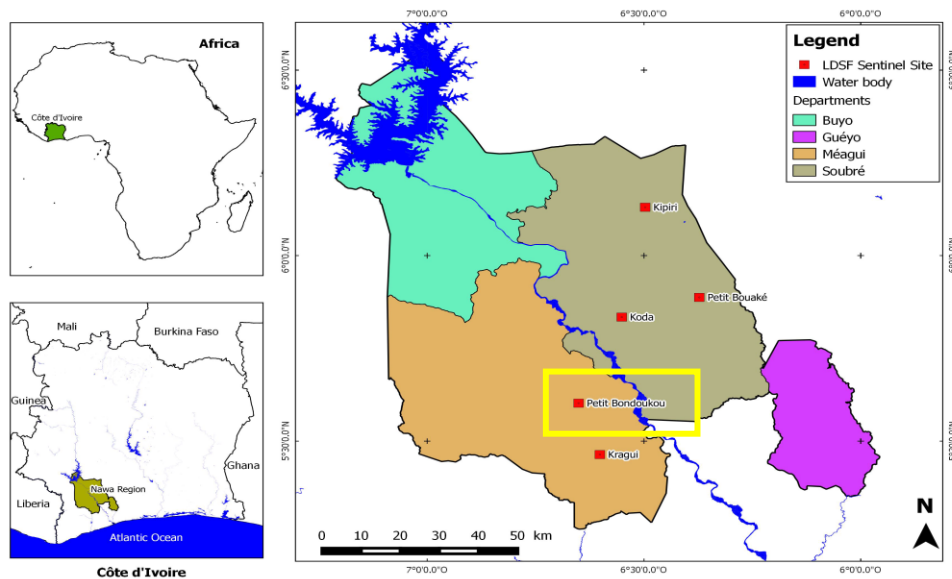


Figure 2 : Carte de la région de Nawa mettant en relief le site de Petit Bondoukou [18]

2-2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc simple constitué de quatre (04) parcelles élémentaires notées T0, T1, T2 et T3 (*Figure 3*). Chaque parcelle élémentaire est composée de vingt (20) cacaoyers dont dix (10) arbres apparemment sains et 10 arbres malades. T0 représente le témoin sans application de Banzai et sans apport d'engrais. T1 est la parcelle qui représente une application de Banzai à dose normale et sans engrais. T2 est une parcelle représentant une application de Banzai à double dose et sans un apport d'engrais et T3 représente une application de Banzai à dose normale et avec apport d'engrais. Ce dispositif est répété 4 fois sur le site de Petit Bondoukou.

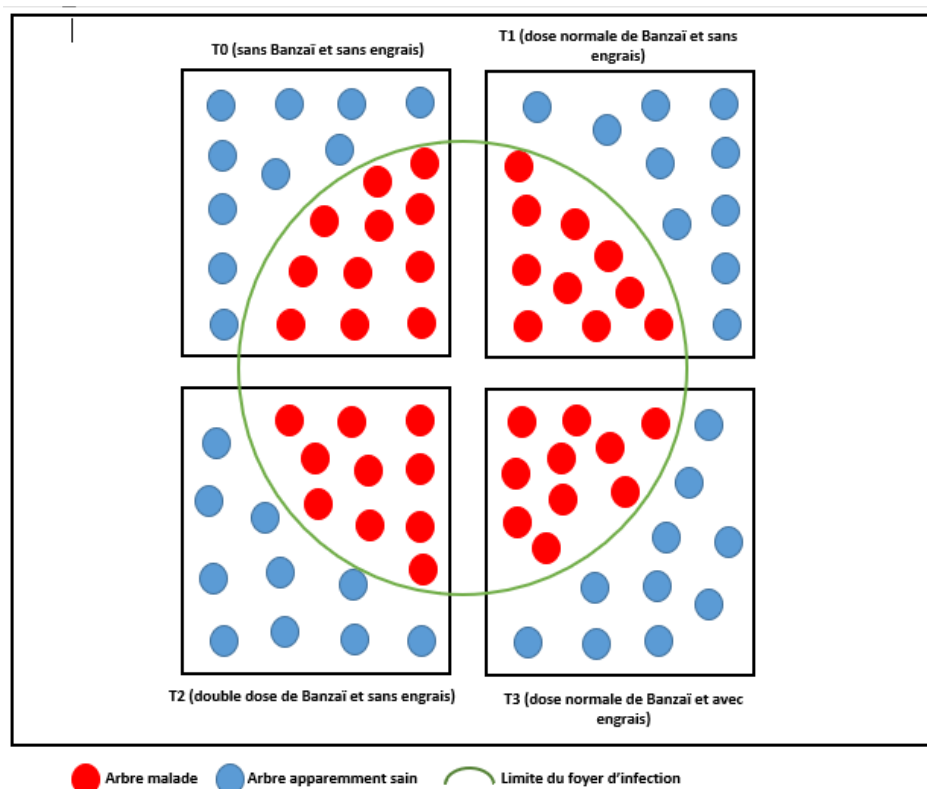


Figure 3 : Dispositif expérimental avec les différentes parcelles élémentaires autour du foyer d'infection de CSSV

2-3. Conduite de l'essai

Les sites choisis sont caractérisés par des parcelles cacaoyères présentant de jeunes foyers d'infection. Chaque parcelle élémentaire a une superficie d'environ 300 m² et contient 20 arbres dont 10 arbres malades et 10 arbres apparemment sains. Ces parcelles élémentaires ont été délimitées dans le sens de progression du foyer d'infection. Chaque arbre test a été codé et étiqueté. Le matériel ayant servi à l'épandage du biostimulant était un atomiseur. Les limites des parcelles élémentaires et des blocs sont matérialisées par des poteaux délimités à l'aide un décamètre. Les produits de traitement ont été constitués d'engrais SUPERCAO de formulation 0-23-19 + 10CaO + 5MgO + 6,5S + 0,7 Zn qui a été appliqué sur certaines parcelles élémentaires, ensuite du biostimulant Banzaï avec une dose indicatrice de 800 ml/ ha qui a été appliquée sur l'ensemble des parcelles élémentaires à l'exception des parcelles témoins. En effet, l'engrais SUPERCAO a été appliqué deux fois c'est-à-dire une application lors de l'installation du dispositif en Août 2017 et l'autre application en Septembre 2017 (uniquement sur la parcelle élémentaire T3) à une dose de 200g par arbre test sur un périmètre de 50 cm de rayon. Le biostimulant Banzaï a été appliqué mensuellement sur quatre mois consécutifs sur les deux faces du cacaoyer depuis le feuillage jusqu'au collet de l'arbre en passant par le tronc. Ainsi la dose normale de Banzaï a été appliquée sur les arbres tests des parcelles T1 et T3, tandis que la double dose a été appliquée sur les arbres tests de la parcelle T2.

2-4. Observations

Les observations ont été réalisées chaque mois pendant six (06) mois (Août à Janvier) après l'épandage du produit Banzaï. Ces observations ont porté sur le nombre de cabosses aussi bien pour le lot d'arbres malades que pour le lot d'arbres apparemment sains.

2-5. Collecte de données

Le nombre total de cabosses a été compté sur le tronc de chaque arbre test dans un intervalle de hauteur compris entre 0 et 2,35 mètres à partir du sol. Les cabosses sont des fruits de cacaoyer dont la taille est supérieure à 6 cm de longueur. Le nombre de cabosses a été compté de manière cumulative entre deux périodes d'observation.

2-6. Analyse des données

Les données relatives à la production de cabosses ont fait l'objet d'abord d'une analyse descriptive sous Excel 2013, puis d'une analyse comparative à l'aide du logiciel IBM SPSS Statistics version 20. L'analyse descriptive des données relatives aux cabosses a consisté à la réalisation d'histogrammes du nombre total de cabosses produites par traitement et par période d'observation pour les arbres malades et pour les arbres apparemment sains. Ainsi, les boîtes à moustache représentant la distribution du nombre total de cabosses produites par traitement chez les arbres et chez les arbres sains ont été réalisées. Pour l'analyse statistique, le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer le nombre moyen de cabosses produites par traitement chez les arbres sains et chez les arbres malades. A la suite de ce test, une classification a été réalisée pour hiérarchiser les différents traitements en fonction de leur rendement.

3. Résultats

3-1. Effet du Biostimulant Banzaï sur la production de cabosses des arbres apparemment sains

La **Figure 4** présente la production de cabosses durant les six mois d'observation. Les premières cabosses au cours de l'expérimentation ont été enregistrées au mois d'octobre. Sur toute la durée d'observation, les parcelles traitées ont été plus productives que le témoin. Le traitement T1 a produit plus de cabosses (528) que les autres traitements avec une différence moyenne de 84 cabosses. Le témoin T0 a été moins productif avec 281 cabosses. Le **Tableau 1** présente la description du nombre de cabosses produites par traitement et le résultat du test statistique de comparaison des moyennes appliqué. Les écart-types sont inférieurs aux moyennes correspondantes. Cela signifie que la production des cabosses chez les arbres sains est standardisée. La représentation graphique de ces données par des boîtes à moustaches (**Figure 5**) montre que sur la base des médianes qu'aucune tendance ne se dégage entre les traitements. Au niveau de l'analyse statistique, le test de Kruskal-Wallis a montré qu'il n'y avait pas de différence significative ($p = 0,062 > 0,05$) entre les moyennes de productions de cabosses (**Tableau 1**). Ce qui signifie que tous les traitements ont eu le même effet dans le cadre de la production des cabosses. Bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les traitements, le traitement T1 (simple dose sans apport d'engrais) a été numériquement le plus productif comparativement aux autres traitements (T2 et T3).

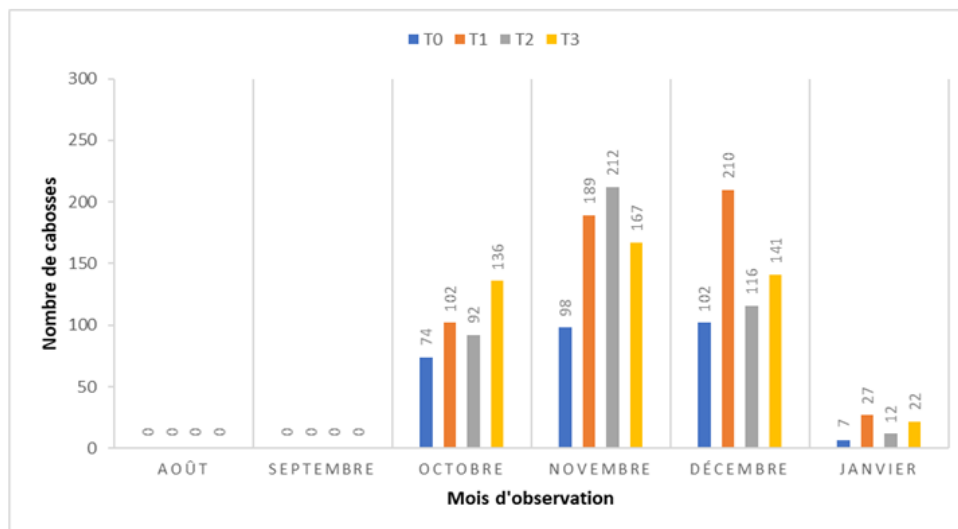


Figure 4 : Évolution de la production des cabosses par traitement et par mois d'observation chez les arbres sains

Tableau 1 : Production moyenne de cabosses par arbre en fonction du traitement

Traitements	Cumul du nombre de cabosses				
	Min	Max	Somme	Moyenne	Ecart-type
T0	0	28	281	7,03	7,19
T1	0	48	528	13,20	12,14
T2	0	33	432	10,80	8,91
T3	0	40	444	11,65	10,33

$P = 0,062 > 0,05$

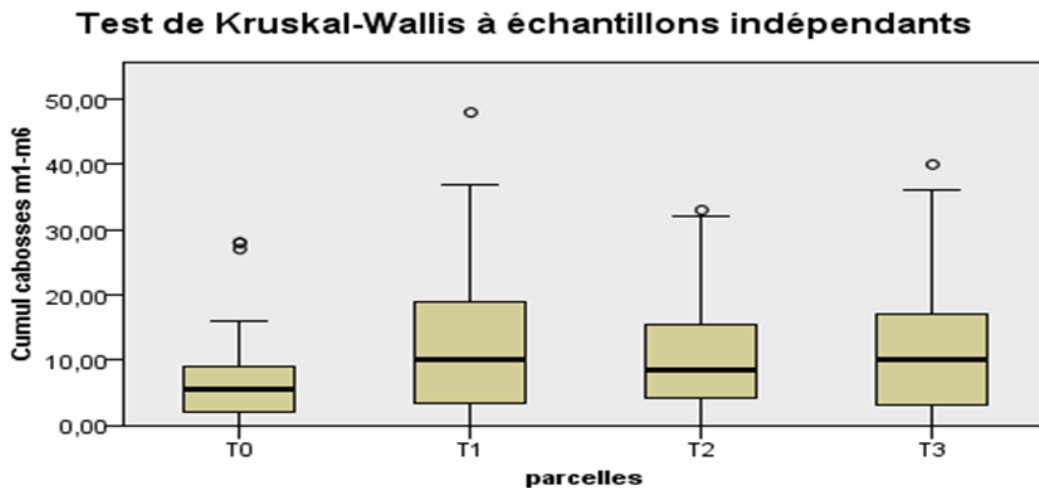


Figure 5 : Boîtes à moustaches représentant la distribution du nombre de cabosses produites par traitement

3-2. Effet du biostimulant Banzaï sur la production de cabosses des arbres malades

Les premières cabosses produites après l'application de Banzaï ont été enregistrées au mois d'Octobre avec une production moyenne de 45 cabosses pour T0 et T1, contre une production moyenne de 75 cabosses pour les traitements T2 et T3. Excepté le mois de Janvier, les arbres tests des traitements T2 et T3 ont produit plus de cabosses que les arbres tests de T0 et de T1 (**Figure 6**). Dans l'ensemble, le traitement T2 représenté par la double dose sans apport d'engrais a enregistré la plus grande production de cabosses (251) par rapport à l'ensemble des parcelles traitées avec une différence moyenne de 55 cabosses. Le traitement T0 a produit moins de cabosses (125) comparativement aux parcelles traitées par Banzaï. La double dose sans apport d'engrais (T2) a été plus productive au cours de la période d'expérimentation que les autres traitements T1 et T3. Le **Tableau 2** présente la description du nombre total de cabosses produites par traitement chez les arbres malades et le résultat du test de comparaison des moyennes de cabosses produites par traitement chez les arbres malades. Les écart-types sont supérieurs aux moyennes correspondantes. Ces grand écart-types montrent que dans le cas de la maladie du Swollen shoot, la production de cabosses varie fortement d'un arbre à un autre. La **Figure 6** présentant par des boîtes à moustache la distribution du nombre total de cabosses produites par traitement a montré deux tendances de productions distinctes. La première tendance de faible production de cabosses contient les traitements T1 et le témoin T0 ; et la deuxième tendance de forte production de cabosses qui comprend les traitements T2 et T3. Le test statistique de Kruskal-Wallis a montré une différence significative ($p = 0,026 < 0,05$) entre les moyennes de productions de cabosses des traitements. Le test a permis de regrouper les traitements en deux classes descendantes : A et B (**Tableau 3**). Le traitement T2 représentant la double dose sans apport d'engrais et le traitement T3 avec la simple dose de Banzaï avec apport d'engrais ont été plus productifs que le traitement T1.

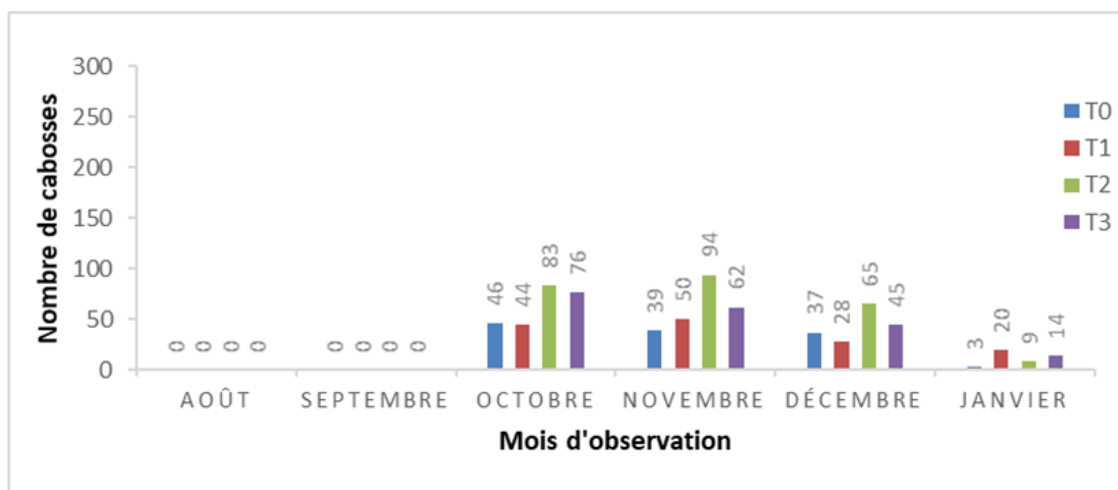


Figure 6 : Évolution de la production de cabosses par traitement et par mois chez les arbres malades

Tableau 2 : Production moyenne de cabosses par arbre et par traitement des arbres malades

Cumul du nombre de cabosses d'Août à Janvier					
Traitements	Minimum	Maximum	Somme	Moyenne	Ecart-type
T0	0	15	125	3,13	3,77
T1	0	14	142	3,55	3,64
T2	0	37	251	6,28	7,35
T3	0	28	183	4,93	6,20

P = 0,026 < 0,05*

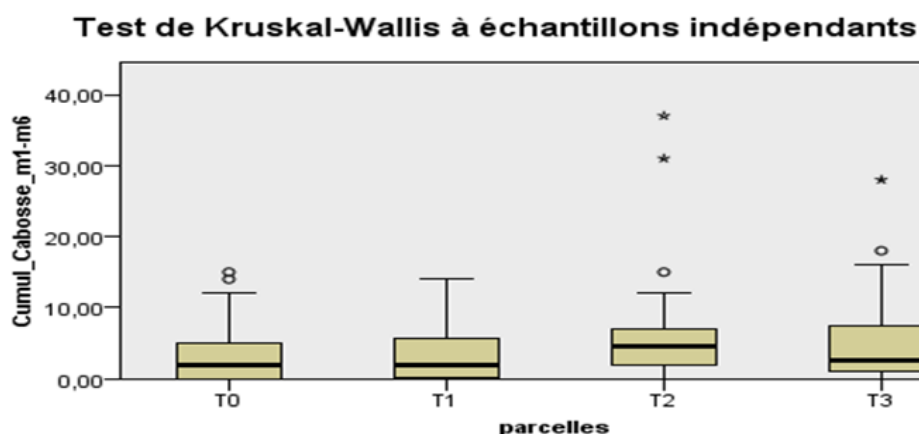


Figure 7 : Boîtes à moustaches représentant la distribution du nombre de cabosses produites par traitement

Tableau 3 : Résultat de la classification des traitements en fonction des moyennes de production de cabosses

Traitements	Moyennes	Classification
T2	6,28	A
T3	4,93	A
T1	3,55	B
T0	3,13	B

3-3. Effet comparatif de l'efficacité de Banzaï sur la production de cabosses entre les arbres sains et les arbres malades

Dans l'ensemble, les arbres apparemment sains ont obtenu la plus grande production de cabosses (1685) que ceux des arbres malades (701). Cette production des arbres apparemment sains représente 71 % de la production de cabosses dans l'ensemble du dispositif contre 29 % pour les arbres malades (**Figure 8**). Le **Tableau 4** présente la description du nombre total de cabosses produites par traitement chez les arbres malades et chez les arbres sains et le résultat du test de comparaison des moyennes de cabosses produites par traitement en fonction de leur statut sanitaire. La **Figure 9** présentant par des boîtes à moustache la distribution du nombre total de cabosses produites par traitement en fonction du statut sanitaire a montré plusieurs tendances de productions distinctes. Le test de Kruskal-Wallis a révélé une différence significative ($p = 0,000 < 0,05$) entre la production des cabosses par traitement en fonction du statut sanitaire (**Tableau 4**). La classification des traitements a permis de les regrouper en quatre classes descendantes A, B, BC et C (**Tableau 5**). Le traitement T1_sain qui caractérise la simple dose de Banzaï sans apport d'engrais a eu plus d'effet sur la production de cabosses des arbres apparemment sains. Les arbres malades ayant reçu les traitements T2_malade qui représente la double dose de Banzaï sans apport d'engrais et T3_malade qui représente la simple dose de Banzaï avec apport d'engrais ont produit presque autant de cabosses que les arbres apparemment sains du témoin T0. Ces résultats montrent que l'apport de Banzaï et de l'engrais optimisent la production de cabosses dans le cas de la maladie du Swollen shoot. Cependant, il faut noter qu'en absence de l'usage d'engrais, la double dose de Banzaï est suffisante pour normaliser la production de cabosses des arbres malades.

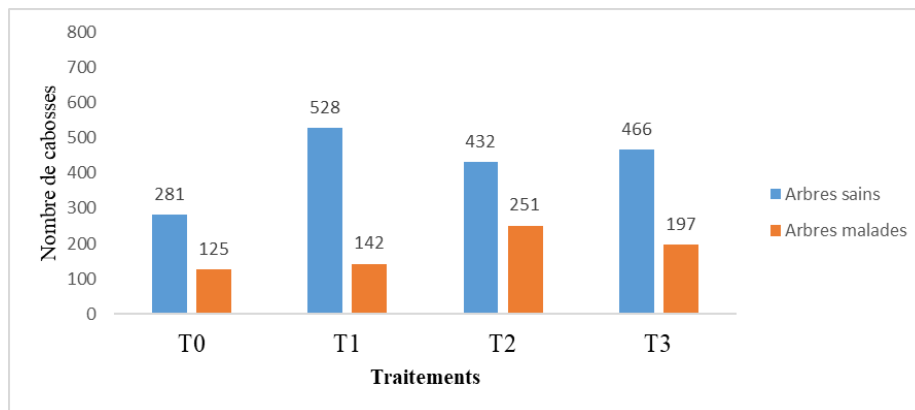


Figure 8 : Histogrammes de comparaison de la production totale de cabosses en fonction du statut sanitaire

Tableau 4 : Production totale et moyenne de cabosses par traitement en fonction de l'état sanitaire de l'arbre

Traitements	Cumul de cabosses d'Août à Janvier				
	Minimum	Maximum	Somme	Moyenne	Ecart-type
T0_malade	0	15	125	3,13	3,77
T1_malade	0	14	142	3,55	3,64
T2_malade	0	37	251	6,28	7,35
T3_malade	0	28	183	4,93	6,20
T0_sain	0	28	281	7,03	7,19
T1_sain	0	48	528	13,20	12,14
T2_sain	0	33	432	10,80	8,91
T3_sain	0	40	444	11,65	10,33

P = 0,000* < 0,05

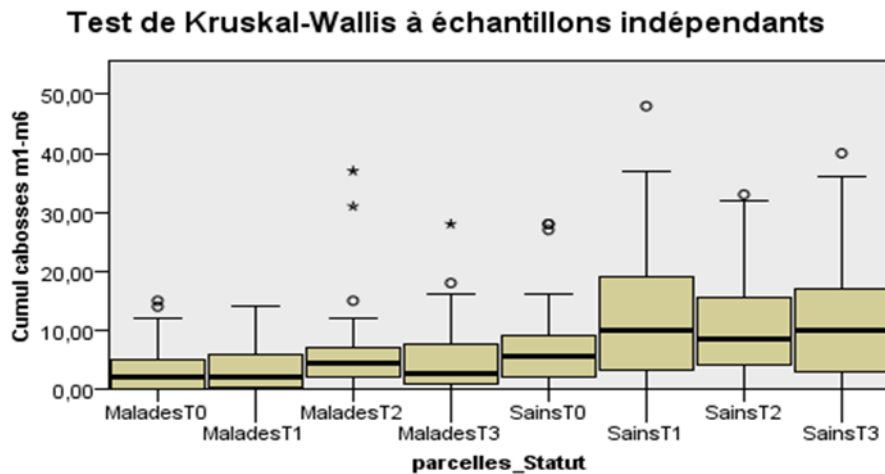


Figure 9 : Boîtes à moustaches représentant la distribution de cabosses produites par traitement en fonction du statut sanitaire

Tableau 5 : Résultat de la classification des traitements en fonction des moyennes de production de cabosses

Traitements	Moyennes	Classification
SainsT1	13,2	A
SainsT3	11,7	B
SainsT2	10,8	B
SainsT0	7	BC
MaladesT2	6,3	BC
MaladesT3	4,9	BC
MaladesT1	3,6	C
MaladesT0	3,1	C

4. Discussion

Les résultats de l'analyse statistique ont montré que les parcelles traitées par le biostimulant Banzaï ont produit plus de cabosses avec un rendement de plus de 63 % en comparaison aux cabosses produites par les parcelles témoins. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par [19] sur la tomate qui a montré que la combinaison de différents biostimulants pourrait être à l'origine d'une augmentation significative du rendement de la tomate de plus de 40 % et une réduction de la variabilité du poids par fruit. En effet, chez les arbres sains, la production des cabosses par traitement ne diffère pas significativement. Cependant, l'analyse descriptive montre clairement que les parcelles traitées ont produit plus de cabosses que la parcelle témoin avec des taux de production variant de 54 à 88 %. Le traitement T1 qui représente la simple dose du biostimulant Banzaï sans apport d'engrais a été le plus efficace. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par [20] qui stipulent que la simple dose de Banzaï suffit pour augmenter la production de chérelles et de cabosses dans le cas des cacaoyers sains. En effet, le biostimulant Banzaï contient les nutriments essentiels qui sont capables de permettre aux arbres tests d'augmenter leurs rendements [12 - 15]. Chez les arbres malades, les résultats du test statistique de Kruskal-Wallis ont montré que la production de cabosses des parcelles qui ont été traitées avec la double dose de Banzaï et sans apport d'engrais (T2) est sensiblement similaire à celles qui ont été traitées avec la simple dose de Banzaï avec apport d'engrais (T3). Cela montre que, chez les arbres malades, l'effet de la simple dose de Banzaï associé à l'engrais pourrait être comblé par la double dose de Banzaï sans apport d'engrais. En revanche, les productions issues des

traitements T2 et T3 sont significativement différentes avec un rendement de plus de 53 % par rapport à celles du traitement T1 (dose normale de Banzaï sans apport d'engrais). Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les nutriments apportés par l'engrais vont activer le métabolisme des arbres malades favorisant ainsi l'augmentation de leur taux de couverture foliaire et de leur vigueur [14]. En plus, des éléments apportés par l'engrais, les nutriments en provenance du biostimulant Banzaï vont à leurs tours activer le processus de fructification [13]. Ceci est en accord avec les résultats des travaux d'Oro et ses collaborateurs en 2020 qui stipulent que le biostimulant Banzaï augmente significativement la production de chérelles dans le cas des cacaoyers atteints du Swollen shoot [15]. Concernant, la comparaison de l'effet du biostimulant Banzaï sur la production de cabosses chez les arbres sains et chez les arbres malades, les résultats de l'analyse statistique ont montré que l'effet du biostimulant Banzaï a été plus probant chez les sains que chez les arbres malades. En effet, les arbres sains traités ont produit plus du double de cabosses que les arbres malades traités. Cette différence de production entre les arbres sains et les arbres malades peut s'expliquer par la carence nutritionnelle liée à la maladie du Swollen shoot [6]. En effet, le CSSV obstrue les canaux conducteurs de sève brute et de sève élaborée de l'arbre atteint provoquant ainsi son dessèchement au fur et à mesure [6]. L'apport du biostimulant Banzaï et de l'engrais pourraient réduire cet effet à condition que l'arbre atteint ne soit pas dans état très avancé de la maladie [15]. S'agissant de l'usage de l'engrais, les résultats observés au cours de l'expérimentation ont montré que le seul apport de l'engrais a eu peu d'effet sur la production de cabosses aussi bien chez les arbres sains que chez les arbres malades. Par conséquent, son usage combiné avec le biostimulant pourrait permettre d'optimiser la production des cabosses. L'effet non significatif de l'engrais sur la production de cabosses, est lié au fait que l'engrais prend un certain temps avant d'être assimilé par les arbres de cacaoyers [21]. Cet auteur affirme que l'effet des engrais sur la production dépend en grande partie des conditions de culture, de la pluviométrie et de l'ensoleillement. Cela a été aussi démontré par Oro et ses collaborateurs [15] confirmant ainsi que l'engrais appliqué au cours de l'expérimentation n'avait aucun effet immédiat sur la production des chérelles.

5. Conclusion

L'apport du biostimulant Banzaï et de l'engrais ont permis d'augmenter significativement la production de cabosses aussi bien chez les arbres sains que chez les arbres malades dans des proportions respectives pouvant varier de 54 à 88 % chez les arbres sains par rapport au témoin et de 1 à 100 % chez les arbres malades par rapport au témoin. De manière spécifique, chez les arbres sains la simple dose sans apport d'engrais (T1) a été meilleure bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les traitements. Par contre, chez les arbres malades, la combinaison de la dose simple avec engrais a produit les mêmes effets que la double dose sans apport engrais au niveau de la production de cabosses. La simple dose sans apport d'engrais a été inefficace dans la production de cabosses comparativement aux arbres sains. La comparaison de la production de cabosses chez les arbres malades et chez les arbres sains a montré que les arbres sains ont produit plus du double de cabosses produites que les arbres malades. L'apport de Banzaï et de l'engrais optimisent la production de cabosses dans le cas de la maladie du Swollen shoot. Cependant, il faut noter qu'en absence de l'usage d'engrais, la double dose de Banzaï est suffisante pour normaliser la production de cabosses des arbres malades.

Références

- [1] - M. DUFUMIER, L'adaptation de la cacao-culture ivoirienne au dérèglement climatique : L'agroécologie pourrait-elle être une solution ? Rapport de mission, Côte d'Ivoire, (2016) 16 p.
- [2] - H. DZAHINI-OBIATEY, O. DOMFEH, F. M. AMOAH, Review : Over seventy years of a viral disease of cocoa in Ghana: From researchers' perspective. *Afr. J. Agric. Res.*, 5 (7) (2010) 476 - 485
- [3] - ICCO (International Cocoa Organisation), what are the effects of intensive commercial production of cocoa on the environment? Westgate House W51YY, United Kingdom. Rapport annuel, (2015) 25 p.
- [4] - L. S. HAGEN, M. JACQUEMOND, A. LEPINGLE, H. LOT, M. TEPFER, Nucleotide sequence and genomic organization of cocoa swollen shoot virus. *Virology*, 196 (1993) 619 - 628
- [5] - W. P. N'GUESSAN, A. YAPI, K. F. N'GUESSAN, N. N. KOUAME, N. C. GOUAMENE, R. A. AKA, K. COULIBALY, G. M. TAHI, B. KONE, K. E. KASSIN, E. ASSI-MARISE, B. S. B. H. GUIRAUD, A. J. A. KOTAIX, Inventory and abundance of mealybug species in immature and mature cocoa farms in Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Entomology*, Vol. 143, (2019) 1065 - 1071
- [6] - F. Z. ORO, F. BONNOT, B. M. A. NGO, E. DELAITRE, B. P. DUFOUR, K. E. AMETEFÉ, E. MISSISSO, K. WEGBE, E. MULLER, C. CILAS, Spatiotemporal pattern analysis of Cocoa Swollen shoot virus in experimental plots in Togo. *Plant Pathology*, 61 (6) (2012) 1043 - 1051
- [7] - H. ALIBERT, Note préliminaire sur une nouvelle maladie du cacaoyer le « Swollen shoot ». *Agronomie Tropicale*, Paris, Vol. 1, (1946) 34 - 43 p.
- [8] - W. F. STEVEN, A new disease of cocoa in Gold Coast. *Gold Coast farmer*, Vol. 7, (1936) 122 - 123 p.
- [9] - K. KOFFIE, B.I. KEBE, N. KOUASSI, S. AKE, C. CILAS, E. MULLER, Geographical of cocoa Swollen shoot virus molecular variability in Côte d'Ivoire. *Plant Disease*, Vol. 96, (10) (2012) 1445 - 1450
- [10] - K. KOUAKOU, B.I. KEBE, N. KOUASSI, A. P. ANNO, S. AKE, E. MULLER, Impact de la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à Bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 43 (2011) 2947 - 2957
- [11] - A. A. ASSIRI, E. A. KACOU, F. A. ASSI, S. K. EKRA, F. K. DJI, J. Y. COULOUUD et A. R. YAPO, Rentabilité économique des techniques de réhabilitation et de replantation des vieux vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol. 14, (2) (2012) 1939 - 1951
- [12] - L. FAESSEL, C. GOMY, N. NASSR, C. TOSTIVINT, C. HIPPER, A. DECHANTELOUP, Produits de stimulation en agriculture visant à améliorer les fonctionnalités biologiques des sols et des plantes [archive]. Étude des connaissances disponibles et recommandations stratégiques. Rapport d'étude, (2014) 148 p.
- [13] - EBIC (European biostimulants industry council), Promoting the biostimulant industry and the role of plant biostimulants in making agriculture more sustainable, (2014) (<http://www.biostimulants.eu/>)
- [14] - F. Z. ORO, H-D. LALLIE, G. K. BROU, P. BI-ZAOULI, J. I. FOFANA and H. A. DIALLO, Efficacité du Biostimulant Banzai™ sur l'amélioration de la couverture foliaire des cacaoyers apparemment sains et des cacaoyers atteints de la maladie du "Swollen shoot" à Petit Bondoukou, Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 146 (2020) 15064 - 15073
- [15] - F. Z. ORO, H-D. LALLIE, J. I. FOFANA, P. BI-ZAOULI and H. A. DIALLO, Efficiency of Banzai Biostimulant on the cherries production in healthy and cocoa trees affected by swollen shoot virus: A case study at Petit-Bondoukou Côte d'Ivoire. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering* (IJASRE), Vol. 6, (1) (January 2020) 108 - 119 p.
- [16] - P. K. N'GO, F. Z. AZZAOU, A. O. T. AHAMI, Y. ABOUSSALEH, A. LACHHEB, A. HAMRANI, Déterminants socioéconomiques, environnementaux et nutritionnels de l'échec scolaire : cas des enfants résidant en zone cacaoyère de Soubré (Côte d'Ivoire). *Antropo*, 28 (2012) 63 - 70
- [17] - LE PAYSAN, Le cacao de A à Z, le paysan, N° 003 (2012) 68 p.

- [18] - L. DIBY, G. KOUASSI, M. N'GUESSAN, E. YAO, F. ORO, E. AYNEKULU, E. KASSIN, C. KOUAMÉ, R. COE, K. SHEPHERD, Cocoa Land Health Surveillance, An evidence-based approach to sustainable management of Cocoa landscapes in the Nawa region, South-West Côte d'Ivoire. Working Paper, 193 (2014) 34 p.
- [19] - S. PEDRAZZI, Y. RECHKA, P. PELLETERET, R. CHABLAIS, C. J. CROVADORE, F. LEFORT, Evaluation de biostimulants commerciaux en culture de tomates en sol. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture, Vol. 48, (6) (2016) 358 - 364
- [20] - CALLIVOIRE, Fiche technique du biostimulant Banzai, (2015) 2 p.
- [21] - ARAG, *Theobroma cacao* L. groupe génétique "Guiana" Développement de la filière locale du Cacao guyanais Programme d'actions de l'association ARAG, (2017) 28 p.