

FERTILISATION MINERALE DU CACAOYER (*Theobroma cacao* L.) EN CÔTE D'IVOIRE : ACQUIS VULGARISABLES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

K. L. KOKO¹ E. K. KASSIN² A. A. ASSIRI¹ G. YORO² K. NGORAN³ D. SNOECK⁴

¹CNRA-Divo/Programme cacao. BP 808 Divo/Côte d'Ivoire. Email : jkokolouis@yahoo.fr

²CNRA-Gagnoa/Programme gestion durable des sols et maîtrise de l'eau. BP 602 Gagnoa/ Côte d'Ivoire.

³Projet CFC/ICO/30, Chief Technical Adviser/Côte d'Ivoire.

⁴ CIRAD, UPR Systèmes de cultures pérennes, F-34398 Montpellier, France.

RESUME

En Côte d'Ivoire, le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est traditionnellement cultivé selon un système extensif et itinérant, utilisant du matériel végétal peu performant. Les rendements en cacao sont donc faible (260 à 600 kg·ha⁻¹·an⁻¹). Pour améliorer la productivité des cacaoyères, les chercheurs ivoiriens ont mis au point du matériel végétal amélioré et préconise des techniques culturales qui lui permettent d'exprimer son potentiel de production. Parmi celles-ci, figurent 3 approches de fertilisation minérale : 1) formule adaptée au contexte pédo-climatique précis de la parcelle à travers le Diagnostic-Sol, 2) formules moyennes "régionales" et 3) formule simplifiée. Une évaluation du niveau d'adoption de ces formules a montré que seule la fertilisation par la formule simplifiée est relativement connue des producteurs, et que l'application des engrais n'est pas souvent respectée. Tout en tirant les leçons de l'expérience acquise, cette synthèse conclut sur la nécessité d'actualiser les connaissances en matière de fertilisation des cacaoyers, et de proposer quelques pistes de réflexion pour faire face aux défis actuels de replantation et de réhabilitation des vieilles cacaoyères sur des sols peu fertiles.

Mots clés : Fertilisation, Diagnostic-Sol, formule moyenne régionale, formule simplifiée, replantation et de réhabilitation, cacaoyer, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

MINERAL FERTILIZATION OF COCOA (*Theobroma cacao* L.) IN CÔTE D'IVOIRE : VALUABLE ACHIEVEMENTS AND RESEARCH NEEDS

*In Côte d'Ivoire, cocoa (*Theobroma cacao* L.) cocoa farming system is migrant and extensive. Therefore, yields are very low (260 to 600 kg·ha⁻¹·year⁻¹). To improve the cocoa productivity, the Ivorian agronomic research has developed improved planting materials and promoted cultural techniques that allowed the cocoa-trees to express their full yield potential. Among these, there are 3 approaches to mineral fertilization: 1) formula adapted to the specific pedo-climatic context of the plot based on a soil-diagnosis method, 2) average regional formulas and 3) simplified formulas. An evaluation of the level of adoption of these fertilization approaches showed that only the simplified formula method is relatively known by cocoa farmers and that fertilizers are often ill applied. Finally, this paper concludes on the need to update knowledge on appropriate cocoa fertilization and ideas to address the current challenges of replanting and rehabilitating old cocoa orchards on poor soils are provided.*

Keywords : Fertilization, Soil-Diagnosis, regional formula, simplified formula, cocoa, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Le système de cacao culture extensif et itinérant est largement pratiqué en Côte d'Ivoire (Hanak-Freud *et al.*, 2000 ; Deheuvelds *et al.*, 2005 ; Assiri, 2007 ; Assiri *et al.*, 2009). Dans ce type de système, les producteurs utilisent du matériel végétal non amélioré, qualifié de «tout-venant», et un itinéraire technique peu performant. En particulier, les fréquences de désherbage et de traitement phytosanitaire sont limitées à 2 ou 3 nettoyages et, à 1 ou 2 applications d'insecticides par an (Assiri *et al.*, 2009). De ce fait, le verger est peu productif. Les rendements moyens sont compris entre 260 et 600 kg (Aguilar *et al.*, 2005 ; Assiri, 2007 ; Assiri *et al.*, 2009).

La recherche agronomique ivoirienne s'est donc fixée comme objectif global d'améliorer les systèmes de production du cacaoyer à travers une meilleure sélection du matériel végétal en mettant au point des techniques de cacao culture à la fois durables et adaptées au contexte de production (Kéli *et al.*, 2005 ; Kebé *et al.*, 2009). L'importance de la fertilisation dans l'itinéraire technique de la culture du cacaoyer est indéniable et de nombreuses études ont été réalisées pour établir des techniques de fertilisation qui permettent au matériel végétal amélioré d'exprimer pleinement son potentiel de production qui est de l'ordre de 2 à 3 t·ha⁻¹ (Koko *et al.*, 2010).

Cependant, des travaux récents ont montré que les recommandations en matière de fertilisation sont faiblement adoptées par les producteurs (Koko *et al.*, 2008 ; Assiri *et al.*, 2009). Ce faible niveau d'adoption pourrait s'expliquer, en partie, par une connaissance insuffisante ou un déficit de vulgarisation des innovations mises au point. Or, la vulgarisation de ces techniques permettrait, non seulement, leur appropriation par les producteurs, mais aussi, une amélioration de la productivité des vergers. Elle permettrait également d'identifier les attentes actuelles des producteurs et d'adapter les recommandations.

La présente synthèse vise à faire le point de l'expérience ivoirienne en matière de fertilisation en culture du cacaoyer. Elle s'articule autour de deux points : Le premier point fournit un bref rappel des exigences environnementales du cacaoyer et le rôle de la fertilisation en cacao culture. Le second point est consacré aux principaux acquis scientifiques et techniques

vulgarisables dans le domaine de la fertilisation minérale du cacaoyer en Côte d'Ivoire. Ce point présente les trois méthodes d'application d'engrais disponibles et les principales contraintes à leur vulgarisation dans le contexte actuel de production de cacao.

EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES DU CACAOYER ET IMPORTANCE DE LA FERTILISATION

Le cacaoyer est une plante des tropiques humides. Sa culture est plus particulièrement adaptée aux latitudes voisines de l'équateur, de 10° N à 10° S, et à une pluviométrie annuelle de 1 500 à 2 000 mm, avec moins de 3 mois consécutifs, dont les hauteurs de pluies sont inférieures à 100 mm. Le cacaoyer supporte des températures maximales moyennes comprises entre 30 et 32 °C et des minimales moyennes de 18 à 21 °C, avec un minimum absolu de 10 °C. La cacao culture doit être évitée dans les régions très ventées, où le cacaoyer peut souffrir de fortes défoliations en l'absence de brise-vent (Mossu, 1990).

Le cacaoyer présente des exigences pédo-logiques très marquées (Wood et Lass, 1985 ; Hanak-Freud *et al.*, 2000 ; Koko *et al.*, 2009). En effet, il requiert des sols profonds (minimum 1,5 m), bien drainants, de préférence sablo-argileux. Les pH proches de la neutralité (entre 6 et 7,5), un horizon superficiel riche en matière organique (30 g·kg⁻¹ au minimum) et assez bien pourvus en éléments minéraux sont les plus favorables au cacaoyer. En Côte d'Ivoire, les sols des régions Ouest et Sud-Ouest, qui ne répondent pas à tous ces critères, sont parfois à l'origine de la dégradation précoce du verger (Koko *et al.*, 2009).

Par ailleurs, de nombreux autres facteurs, tels que le type de matériel végétal, les sécheresses ou les inondations répétées, les attaques d'insectes piqueurs des branches et les chancres des troncs, provoquent l'épuisement ou la mort des cacaoyers productifs. Enfin, la production durable et soutenue du cacaoyer, pendant 25 à 30 ans, dépend largement de la fertilité du sol, d'où l'intérêt de la fertilisation minérale (Petithuguenin, 1998). Cette fertilisation obéit à trois principes : La fertilisation doit d'abord corriger les déficits et les déséquilibres des nutriments du sol pour permettre une croissance

optimale du cacaoyer, même sur des sols peu fertiles. Ensuite, la fertilisation a un rôle d'intensification des niveaux des nutriments permettant d'obtenir des rendements élevés (plus de 2 t·ha⁻¹). Enfin, la fertilisation doit être maintenue pour remplacer les nutriments exportés par les récoltes (Petithuguenin, 1998 ; Hanak-Freud *et al.*, 2000).

DEMARCHES DE FERTILISATION DU CACAOYER

FERTILISATION APRES «DIAGNOSTIC-SOL»

Dès les années 1970, la fertilisation minérale du cacaoyer a d'abord été étudiée dans l'objectif de raisonner les apports d'engrais à partir des analyses de sols. De tels apports devraient permettre de restaurer certains équilibres chimiques dans le sol, nécessaires pour assurer une bonne production cacaoyère (Jadin et Snoeck, 1985 ; Snoeck *et al.*, 2006). Le calcul des doses et la détermination des formules d'engrais sont réalisés à l'aide d'un logiciel informatique dénommé «Diagnostic Sol Cacao», qui permet, à partir d'une base de données d'analyses de sol, de rechercher les équilibres chimiques suivants :

- une teneur en phosphore assimilable (méthode Olsen modifiée Dabin) égale ou supérieure à 60 cmol·kg⁻¹ de P₂O₅ ;
- un équilibre azote total - phosphore total (N / P) inférieur à 2 ;
- un équilibre établi entre les bases échangeables (BE) et l'azote total (N), selon la formule $[BE + 6,15] / N = 8,9$;

- un équilibre entre les cations, exprimés en pourcentage de la somme, proche de 8 % de K, 68 % de Ca et 24 % de Mg ;

- un taux de saturation en bases minimum de 60 %.

Les essais de fertilisation à partir du "Diagnostic - Sol" ont été installés dans les stations de recherche du CNRA (ex - IRCC, Institut de Recherche du Café et du Cacao) situées dans les différentes régions cacaoyères, notamment à Divo (Centre - Ouest), à Abengourou (Est), à Zagné (Ouest) et à Soubré (Sud - Ouest). Les parcelles des essais ont été divisées en 2 blocs avec quatre répétitions : l'un sans engrais et l'autre recevant des formules et des doses d'engrais calculées après "Diagnostic-Sol" (Jadin et Snoeck, 1985).

Les essais ont aussi été mis en œuvre dans les cacaoyères en milieu paysan. Avant cette étape, des travaux avaient démontré que la production des cacaoyers n'était pas significativement corrélée aux apports de fertilisants azotés (Jadin 1975, 1976). En effet le niveau d'azote, qui varie de 1,02 à 2,4 % dans les sols sous précédents forestiers, était jugé satisfaisant comme base de calcul et seuls les niveaux de phosphore et de bases échangeables étaient régulièrement ajustés par "Diagnostic-Sol" (Jadin 1975, 1976). Le sud forestier de la Côte d'Ivoire où le cacaoyer était cultivé, a été divisé en 7 zones sur la base du calcul des besoins en engrais et des isohyètes (Jadin, 1976).

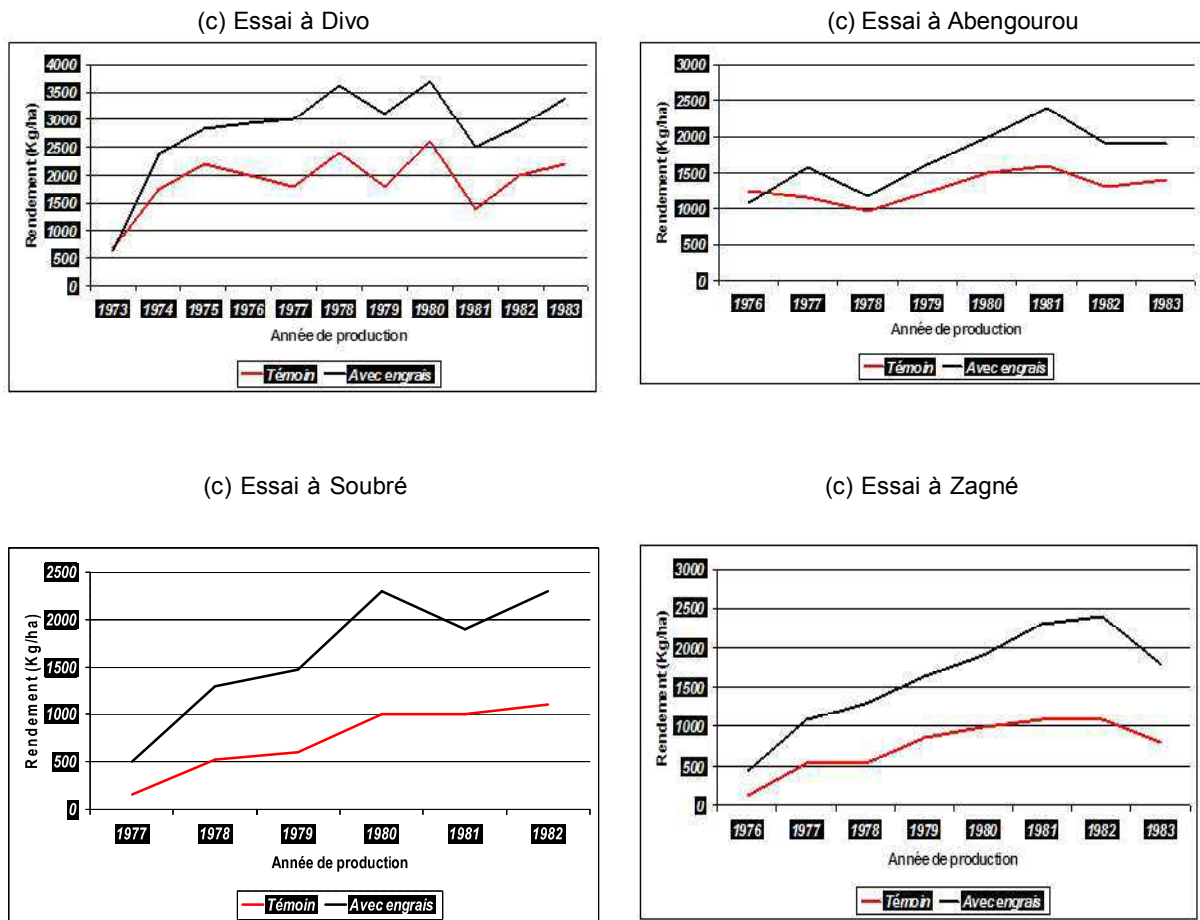


Figure 1 : Comparaison entre les rendements des cacaoyers sans engrais (Témoin) et les cacaoyers avec engrais apportés selon la méthode du "diagnostic sol". (Jadin et Snoeck, 1985).

Comparison between the yields of unfertilized cocoa-trees (control) and cocoa-trees fertilized using the "soil-diagnosis" method. (Jadin et Snoeck, 1985).

FERTILISATION PAR DES FORMULES ET DES DOSES D'ENGRAIS PAR REGION

Conscient des difficultés de mise en œuvre de la méthode " Diagnostic sol " chez les producteurs et s'appuyant sur les acquis scientifiques obtenus avec cette méthode, la recherche agronomique a proposé, comme alternative, des formules et des doses d'engrais

spécifiques aux principales régions productrices de cacao (Jadin, 1975 ; IDEFOR, 1996). L'utilisation de ces recommandations devrait garantir aux producteurs un rendement en cacao de plus de 1 t·ha⁻¹, quelle que soit la région (Tableau 1). Des essais de démonstration de l'efficacité de ces formules régionales d'engrais ont été réalisés en milieu paysan dans toutes les régions cacaoyères.

Tableau 1 : Formules et doses d'engrais appliquées dans les zones cacaoyères. (IDEFOR, 1996).*Formulas and doses of fertilizers applied in the cocoa producing areas. (IDEFOR, 1996).*

Lieux	Engrais (g/cacaoyer/an)	Rendement cacao marchand (t/ha)
Divo	150 g de superphosphate triple	2,9
	300 g chlorure de potassium	
	150 g de kiesérite	
Abengourou	150 g de superphosphate triple	1,8
	200 g chlorure de potassium	
	100 g de kiesérite	
Zagné	200 g de superphosphate triple	1,6
	200 g chlorure de potassium	
	50 g de kiesérite	
Soubré	200 g de superphosphate triple	2
	200 g chlorure de potassium	
	50 g chaux magnésienne	

Pour Zagné, la dose du superphosphate triple peut être réduite à 100 g en y ajoutant 150 g de phosphate tricalcique si le pH du sol est inférieur à 5,5.

Supertriple : engrais phosphaté à 44 % de P_2O_5 et 20 % de CaO ;

Kiésérite (sulfate de magnésium) : 27 MgO ; Chlorure de Potassium : 60 % K_2O

Chaux de magnésienne : 55 % CaO, 40 % MgO, CaO/MgO = 1,4

FERTILISATION DU CACAOYER PAR LA FORMULE SIMPLIFIÉE "ENGRAIS CACAO"

À partir de 1985, la recherche d'une formule simplifiée "prête à l'emploi" avait fait l'objet d'un essai en à la station de recherche du CNRA à Divo, en collaboration avec la firme de production et de commercialisation d'engrais "HYDROCHEM-AFRICA" (IDEFOR, 1996). Dans une cacaoyère âgée de dix ans, l'effet de trois formules simplifiées (T1, T2 et T5) sur le rendement des cacaoyers a été comparé à l'effet de deux formules "Diagnostic-Sol" (T3 et T4) et à un témoin sans apport d'engrais. Le dispositif était en bloc de Fisher avec 6 traitements et 4 répétitions :

- T1 : Formule Divo (D9) ;
- T2 : TSP (1) + NPK 0-20-20 + 6 MgO ;
- T3 : Diagnostic sol ;
- T4 : Diagnostic sol + N ;
- T5 : NPK 0-20-20 + 6 MgO ;
- T6 : Témoin sans apport.

Pour cette étude, la formule dénommée "D9" correspondait à une formule qui était constituée de 150 g de triple super phosphate (TSP), de 300 g de chlorure de potassium (KCl) et de 150 g de Kiésérite (sulfate de magnésium) par cacaoyer. Par la suite, le chlorure de potassium a été remplacé par 200 g de NPK 8-4-20 par arbre (IDEFOR, 1996).

RESULTATS ET DISCUSSION

Avec l'application de la méthode de fertilisation par le "Diagnostic-Sol", des résultats très satisfaisants, en termes de rendement en cacao, ont été obtenus à Divo (Figure 1a). En effet, à Divo, la production moyenne annuelle avec engrais a été de $3\ 050\ kg\cdot ha^{-1}$, contre $1\ 990\ kg\cdot ha^{-1}$ sans engrais, durant 11 récoltes. À Abengourou (Figures 1b), les rendements étaient de $1\ 680\ kg\cdot ha^{-1}$ avec engrais, contre $1\ 220\ kg\cdot ha^{-1}$ durant 9 récoltes (Jadin et Snoeck, 1985 ; Jadin, 1992).

Malgré ces résultats probants obtenus en station de recherche avec la fertilisation minérale par le

"Diagnostic sol", cette approche n'a pas connu de vulgarisation auprès des producteurs. Plusieurs raisons expliquent cet état de fait : L'application de cette méthode en milieu paysan nécessite une analyse de sol par plantation et une composition en fertilisants différente, d'une exploitation cacaoyère à une autre (Viroux et Jadin, 1993). Ce qui entraîne un coût d'utilisation onéreux, inaccessible pour les petits producteurs. En outre, l'application de cette méthode est confrontée à des difficultés d'ordre technique, notamment le prélèvement des échantillons de sol, l'accès au laboratoire pour leur analyse et l'interprétation des résultats qui en découlent, avec le logiciel "Diagnostic Sol".

Avec l'application de la fertilisation par des formules et des doses d'engrais par région, les principales contraintes notées par les planteurs étaient : la complexité des produits à combiner (phosphate super triple, chlorure de potassium, kiésérite, chaux magnésienne) pour obtenir la bonne formulation, les fortes doses d'engrais à apporter (450 à $600 \text{ g} \cdot \text{cacaoyer}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$) et le coût élevé de ces engrais (Koko *et al.*, 2010).

L'objectif de la recherche d'une formule simplifiée était de mettre à la disposition du producteur une formule complète d'engrais, dont l'impact sur le rendement se rapprocherait des gains obtenus avec la fertilisation par le "Diagnostic

Sol". Des gains de production de cacao d'au moins 40 % ont été obtenus avec une large gamme de formules d'engrais testées (Figure 2). Ces travaux ont montré que le renforcement de la teneur en phosphore dans l'engrais composé (NPK de formule 0-20-20 + 6 MgO) permettait d'obtenir un gain de production de 60 % (IDEFOR, 1996) par rapport au témoin sans engrais. La recherche a donc élaboré et recommandé, pour les cacaoyères ivoiriennes, une formule d'engrais simplifiée, appelée "engrais cacao" de type NPK 0-23-19 + 10 CaO + 5 MgO.

Les recommandations de fertilisation avec la formule simplifiée ont été ajustées pour les principales régions productrices de cacao (Tableau 2) et ont fait l'objet de vulgarisation auprès des producteurs, depuis une vingtaine d'années. Cependant, des travaux récents ont relevé un faible niveau d'adoption de cette technique simplifiée de fertilisation des cacaoyères. Dans l'ensemble, le recours à l'engrais dans les plantations de cacaoyers est rare. On note cependant des taux de plantations fertilisées plus élevés au Sud-Ouest et à l'Ouest, et dans quelques départements au Centre-Ouest, notamment à Divo et Issia (Tableau 3). Les fréquences d'épandage des engrais sont très variées. Toutefois, un seul apport par an est la plus pratiquée dans tous les départements (Koko *et al.*, 2008 ; Assiri *et al.*, 2009).

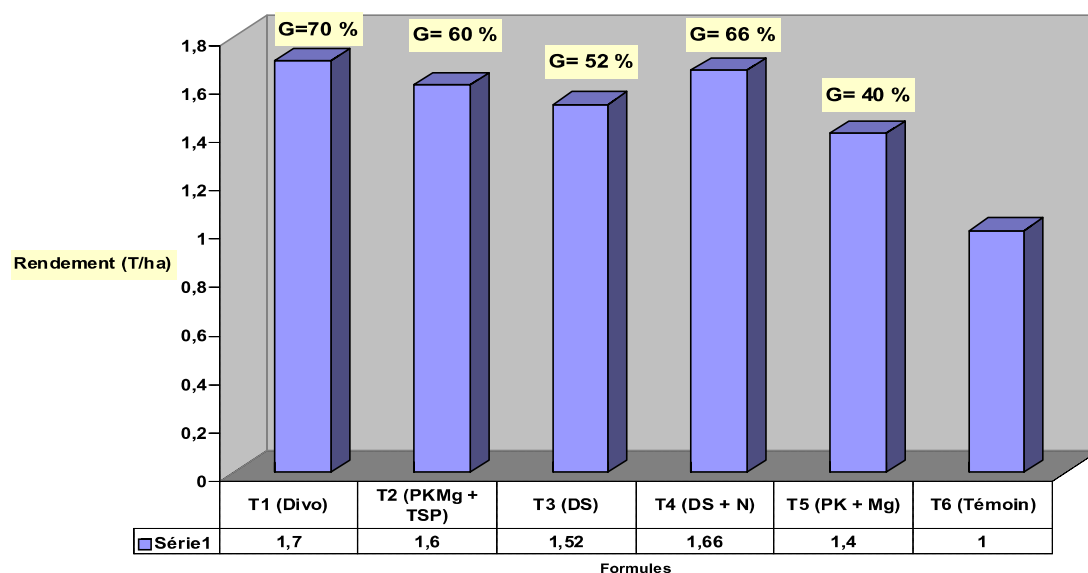


Figure 2 : Rendement en cacao (t ha^{-1}) obtenu avec la fertilisation simplifiée (T2). (IDEFOR, 1996).

Yield (t ha^{-1}) obtained with the simplified cocoa fertilization (T2). (IDEFOR, 1996).

T1 (Divo) = TSP + KCl + Kiésérite ; T2 = TSP + NPK 0-20-20 ; T3 = Diagnostic-Sol ; T4 = Diagnostic-Sol + Azote ; T5 = NPK 0-20-20 ; T6 = Témoin. G = gain obtenu relativement à T6.

Tableau 2 : Modification de la fertilisation simplifiée des cacaoyers en Côte d'Ivoire. (Kébé *et al.*, 2009).
Modification of the simplified cocoa fertilization in Côte d'Ivoire. (Kébé et al., 2009).

Région	Âge des plants	Formule d'engrais	Dose et fréquence
Toute régions	1 à 2 ans	Super Triple Phosphate (TSP)	100 g/cacaoyer - 2 fois/an
Centre-Ouest et Est	> 3 ans	NPK 0-23-19 + 10 Cao + 5 MgO	150 g/cacaoyer - 2 fois/an
Ouest et Sud-Ouest	> 3 ans	NPK 0-23-19 + 10 Cao + 5 MgO	200 g/cacaoyer - 2 fois/an

Tableau 3 : Fréquences (%) des épandages d'engrais. (Assiri *et al.*, 2009).
Frequencies (%) of fertilizer applications. (Assiri et al., 2009).

Département	Cacaoyères fertilisées (%)	1 fois/4 ans	1 fois/3 ans	1 fois/2 ans	1 fois/an	2 fois/an	Epandage partiel
Abengourou	1	-	-	1	-	-	-
Aboisso	3	-	-	-	2	1	-
Agboville	0	-	-	-	-	-	-
Bongouanou	6	-	-	-	6	-	-
Divo	15	-	-	-	12	3	-
Sinfra	3	-	-	-	3	-	-
Bouaflé	3	-	-	-	3	-	-
Issia	21	-	3	-	18	-	-
Soubré	44	1	2	1	34	4	2
Guiglo	49	-	5	4	39	-	1

CONCLUSION

La recherche agronomique ivoirienne dispose d'acquis en matière de fertilisation des cacaoyères. La fertilisation par la méthode "Diagnostic-sol" n'a pas fait l'objet de vulgarisation auprès des producteurs, en raison des contraintes techniques liées à son application en milieu réel. Pour résoudre ces difficultés, des formules dites "régionales" ont été proposées aux producteurs ; mais ces formules ne sont pas plus utilisées, du fait de la quantité de produits à combiner et de leurs coûts. Finalement, la formule complète, prête à l'emploi, "engrais cacao" de type (0 N - 23 P₂O₅ - 19 K₂O - 5 MgO - 10 CaO) est la plus connue des planteurs et la plus utilisée, quoi que, dans la pratique, les doses et les périodes d'application ne sont pas toujours bien respectés.

Aujourd'hui, le contexte de la cacaoculture a changé : il n'y a plus de sols de forêt à utiliser comme antécédent cultural et le vieillissement des cacaoyères nécessite d'envisager leur replantation sur des sols plus ou moins dégradés. Face à ces enjeux, de nouvelles actions de recherche sont nécessaires. Il s'agit notamment de :

- réévaluer la fertilité actuelle des sols dans les zones cacaoyères (jeunes et vieilles plantations et jachères) en fonction des conditions pédoclimatiques actuelles ;
- actualiser les formules et les doses d'engrais, pour pouvoir proposer des formules toutes faites par région selon la méthode utilisée au Ghana (Snoeck *et al.*, 2010) ;
- initier et développer la fertilisation organique des cacaoyers par l'utilisation du compost issu de résidus d'écabossage.

Grâce à l'appui financier de la filière cacao, certains de ces axes de recherche sont en cours d'exécution à la station de recherche du CNRA à Divo.

REFERENCES

- Assiri A. A. 2007. Identification des pratiques paysannes dans la conduite des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 61 p.
- Assiri A. A., Yoro G. R., Deheuvels O., Kébé B. I., Kéli Z. J., Adiko A. et A. Assa. 2009. Les caractéristiques agronomiques des vergers de cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2009, 2 (1) : 55 - 66.
- Aguilar P., Paulin D., Keho Y., Nkamleu G., Raillard A., Deheuvels O. et P. Petithuguenin. 2005. L'évolution des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire entre 1995 et 2002. *In* : Proceedings of the 14th International Cocoa Research Conference : towards a sustainable cocoa economy - what strategies to this end ? Accra, Ghana, 2003. Cocoa Producers' Alliance, Lagos, [CD-ROM] : 1167 - 1175.
- Deheuvels O, Assiri A. A., Petithuguenin P., Kébé B. I. et A. Flori. 2005. Production cacaoyère en Côte d'Ivoire : état actuel du verger et pratiques paysannes. *In* : Proceedings of the 14th International Cocoa Research Conference : towards a sustainable cocoa economy-what strategies to this end ? Accra, Ghana, 2003. Cocoa Producers' Alliance, Lagos, [CD-ROM] : 1157 - 1175.
- Hanak-Freud E. H., Petithuguenin P. et J. Richard. 2000. Les champs de cacao. Un défi de compétitivité Afrique Asie. Karthala, Paris, 200 p.
- IDEFOR. 1996. Rapport bisannuel des activités de recherche 1995 - 1996, IDEFOR Département Café-Cacao. Abidjan, 112 p.
- Jadin P. 1975. L'utilisation du diagnostic sol pour l'estimation des besoins en engrais des cacaoyères ivoiriennes. *Café Cacao Thé*, vol. 19. (3) : 203 - 219.
- Jadin P. 1976. Relation entre le potentiel chimique des sols de Côte d'Ivoire et la production des cacaoyers. *Café Cacao Thé* 20 : 287 - 296.
- Jadin P. et J. Snoeck. 1985. La méthode du diagnostic sol pour calculer les besoins en engrais du cacaoyer. *Café Cacao Thé* 29 (4) : 255 - 266.
- Kassin K. E., Koné D., Kouamé B., Yoro G. R. et A. Assa. 2008. Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied biosciences* 12 : 633 - 641.
- Kébé B. I., N'Guessan K. F., Tahi G. M., Assiri A. A., Koko L. K., N'Goran K. J., Zahouli I. B. et NG. Koffi. 2009. Bien cultiver le cacaoyer en Côte d'Ivoire. Fiche technique, Edition CNRA - CTA, Abidjan, 4 p.
- Kéli Z.J., Assiri A. A., Koffi NG., N'Goran J. et Kébé I. 2005. Evolution de l'amélioration variétale du cacaoyer et des systèmes de production de la cacaoculture en Côte d'Ivoire. *Sciences & Nature* 2 (2) : 209 - 218.
- Koko L. K., Assiri A. A., Kassin K. E. et Yoro G. 2010. Etat des lieux de la fertilisation en culture du cacaoyer : acquis vulgarisables et perspectives de recherche. Atelier de revue de la stratégie de fertilisation du caféier et du cacaoyer/FIRCA Projet "amélioration de la productivité des vergers et de la qualité des produits au champ" du 2QC. Yamoussoukro du 15 au 16 avril 2010. 12 p.
- Koko L. K., Kassin K. E., Yoro G., Ngoran K., Assiri A. A. et A. Yao-Kouamé. 2009. Corrélations entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morpho-pédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied biosciences*, vol. 24 : 1508 - 1519.
- Koko K. L, Yoro R. G., N'Goran K. et A. Assa. 2008. Evaluation de la fertilité des sols sous cacaoyers dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 10 (1) : 81 - 95.
- Mossu G. 1990. Le cacaoyer. Collection Le Technicien d'Agriculture Tropicale. Eds. Maisonneuve et Larose, Paris. 159 p.
- Petithuguenin P. 1998. Les conditions naturelles de production du cacao en Côte d'Ivoire, au Ghana et en Indonésie. *Plantation, recherche, développement* 5 (6) : 393 - 405.
- Snoeck D., Abekoe M. K., Afrifa A. A. and M. R. K. Appiah. 2006. The soil diagnostic method to compute fertilizer requirements in cocoa

- plantations. Proc. Int. Conf. on Soil Science. Accra, Ghana, 16 - 21 July 2006. 10 p.
- Snoeck D., Afrifa A. A., Ofori-Frimpong K., Boateng E. and M. K. Abekoe. 2010. Mapping Fertilizer Recommendations for Cocoa Production in Ghana Using Soil Diagnostic and GIS Tools. *West African Journal of Applied Ecology*, 17 : 97 - 107.
- Viroux R. et P. Jadin. 1993. Recherche d'une démarche pour une fertilisation minérale des cacaoyers en milieu rural. *Café Cacao Thé* 37 (2) : 121 - 128.
- Wood G. A. R. et R. A. Lass. 1985. *Cocoa* (4th edition). Tropical agriculture series. Eds. Longman, London. 620 p.