

**DÉTERMINATION DE LA DOSE OPTIMALE DE  
FUMURE POTASSIQUE SOUS CULTURE DE  
PALMIER À HUILE (*ELAEIS GUINEENSIS* JACQ.)  
DANS LES CONDITIONS DU SUD-EST DE LA  
CÔTE D'IVOIRE : CAS DU MATÉRIEL VÉGÉTAL  
EN COURS DE VULGARISATION**

***Kouame Konan***

***Ake Séverin***

Laboratoire de Physiologie Végétale, UFR Biosciences, Université Félix  
Houphouët-Boigny, Côte d'Ivoire

***Yte Wongbé***

***Doumbia Sékou***

***Konan K Eugène***

Centre National de Recherche Agronomique, Direction Générale,  
Côte d'Ivoire

***Kouassi N Alphonse***

***Kone Boaké***

***Sekou Diabaté***

Centre National de Recherche Agronomique, Station de La Mé,  
Côte d'Ivoire

---

**Abstract**

In South East of Côte d'Ivoire, the ferrallitic soils are characterized by the lack in exchangeable bases especially in potassium which is the main mineral element for palm tree farming. The production of the new material to be popularized remains weak in rural area. This study was done to contribute to increase of palm tree production by evaluating the effect of the different doses of potassium fertilizer on the growing parameters, on the yield and on the profitability of this speculation. The experiment was carried out at the agronomic research national center (CNRA), station of La Mé (Côte d'Ivoire), following to a Fisher randomized block containing five treatments and four replications. The treatments included five doses of potassium fertilizer (T1, T2, T3, T4, T5) corresponding respectively to 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 kg of KCl/year/tree. The results showed that all the agronomic parameters grow up with the increase of the fertilizer doses, except the green leaves of

the crown. On the other hand, the economic profit of the mineral fertilizer reduces when we increase the doses over the treatment 3 (2 kg of KCl/tree/year, that is to say 286 kg of KCl/ha/year), of which the ratio value cost (RVC) is the highest, who is choose like the optimum. The application of this optimum dose can have a part in strengthening the palm tree farming in Côte d'Ivoire where a tough competitiveness exists.

---

**Keywords:** Potassium chloride, profitability, *Elaeis guineensis*, optimal dose, La Mé

---

### Resume

Dans le Sud-est de la Côte d'Ivoire, les sols ferrallitiques sont caractérisés par une pauvreté en bases échangeables, notamment en potassium qui apparait comme l'élément minéral prépondérant pour la culture du palmier à huile. La production du nouveau matériel végétal en cours de vulgarisation demeure toujours faible en milieu paysan. Cette étude a été initiée en vue de contribuer à l'augmentation de la production du palmier à huile par l'évaluation des effets des différentes doses d'engrais potassique sur les paramètres végétatifs, sur le rendement et sur la rentabilité économique de cette spéculation. L'expérimentation a été conduite sur la station CNRA de La Mé (Côte d'Ivoire) suivant un dispositif en blocs de Fisher comprenant 5 traitements et 4 répétitions. Les traitements comprenaient 5 doses d'engrais potassique (T1, T2, T3, T4, T5) correspondant respectivement à 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 kg de KCl/a/an. Les résultats obtenus ont montré que tous les paramètres agronomiques croissent avec l'augmentation de la dose d'engrais, sauf le nombre de feuilles vertes de la couronne. En revanche, la rentabilité économique des engrais minéraux diminue avec l'augmentation des doses au-delà du traitement 3 (2 kg de KCl/a/an, soit 286 kg de KCl/ha/an), dont le rapport valeur coût (RVC) le plus élevé procure le plus grand bénéfice, qui de ce fait est l'optimum. L'application de cette dose optimale (2 kg/a/an) de fumure potassique peut contribuer à l'intensification de l'élaéculture dans un contexte de compétitivité garantie en Côte d'Ivoire.

---

**Mots clés :** Chlorure de potassium, rentabilité économique, *Elaeis guineensis*, dose optimale, La Mé

---

### Introduction

En raison de la démographie galopante, la production agricole doit augmenter de manière significative afin de nourrir la population mondiale. On peut alors accroître la production soit en améliorant les rendements, soit en augmentant les superficies des terres mises en valeur pour l'agriculture.

Or, dans le contexte actuel de déforestation et d'urbanisation, peu de régions du globe sont capables d'augmenter significativement des superficies dévolues à l'agriculture (Pieri, 1989). La nécessité d'améliorer les rendements et la productivité des cultures sur les terres agricoles existantes devient alors un objectif primordial et évident.

L'utilisation raisonnée des engrais est un des moyens les plus efficaces pour accroître la production agricole en Afrique subsaharienne. Cette région est pourtant confrontée à des problèmes d'approvisionnement et de distribution des engrais (Smaling, 1993). La fumure minérale est une des solutions d'amélioration chimique des sols proposés pour la compensation des pertes en nutriments et des carences nutritionnelles observées au niveau des systèmes de production (Bationo *et al.*, 2006).

Pour la culture du palmier à huile, la déficience potassique est la principale, voire l'unique déficience minérale rencontrée sur les sols ferrallitiques d'Afrique de l'Ouest et plus précisément de la Côte d'Ivoire. Ainsi, le potassium apparaît comme le premier facteur limitant des rendements en régimes de palme et de nombreuses études illustrent des gains importants de productivité, incluant des apports d'engrais potassiques, même modérés obtenus dans des systèmes de culture de la Côte d'Ivoire (Ochs *et al.*, 1991 ; Ballo *et al.*, 1995 ; Caliman *et al.*, 2007 ; Ballo, 2009).

La formule de 1 kg de KCl/a/an, anciennement recommandée par les services de vulgarisation, a très peu évolué au cours des temps. Elle est devenue relativement plus faible du fait qu'elle ne tient pas compte du niveau actuel de dégradation des sols et des besoins nutritionnels du nouveau matériel végétal. En effet, ce matériel végétal utilise généralement des doses élevées d'engrais, si bien que cette composante peut représenter plus de 60 % des coûts de maintenance et de production (Fairhurst et Caliman, 2001). Il est donc nécessaire de mettre au point une dose adéquate d'engrais potassique pour une meilleure productivité du palmier à huile afin de maintenir la compétitivité de ladite culture.

La présente étude a pour objectif général d'évaluer le comportement de la nouvelle variété de palmier à huile (C1001F du CNRA de La Mé) vis-à-vis des différentes doses d'engrais potassique. L'objectif spécifique poursuivi par la présente étude consiste en la détermination de la dose optimale de l'engrais potassique pour améliorer significativement la culture du palmier à huile en Côte d'Ivoire. Ainsi les hypothèses émises concernent (i) l'utilisation de l'engrais potassique sous culture de palmier à huile et (ii) cibler la dose optimale pour le nouveau matériel végétal en cours de vulgarisation.

## **Materiel et methodes**

### **Caractéristiques du site**

L'étude a été réalisée sur la station expérimentale CNRA de La Mé, située dans le Sud-est de la Côte d'Ivoire, à 24 km d'Abidjan. Ses coordonnées géographiques sont 05°26' de latitude Nord et 03°50' de longitude Ouest. Le climat est de type subtropical humide à saisons marquées et de type Attiéen à faciès littoral. La pluviométrie annuelle, abondante, très irrégulière est en moyenne de 1750 mm pour les dix dernières années (figure 1). La répartition mensuelle révèle un cycle pluviométrique bimodal constitué de quatre saisons avec deux saisons des pluies alternant avec deux saisons sèches. La température moyenne mensuelle se situe entre 24 et 28 °C et l'hygrométrie varie entre 75 et 90 %.

Le sol, dérivé des sables tertiaires, est ferrallitique et fortement désaturé, profond, sableux en surface et sans éléments grossiers. L'argile de type kaolinite possède une faible capacité d'échange. Quelques caractéristiques chimiques et physico-chimiques de ce sol sont consignées dans le tableau 1.

### **Matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué de dix (10) hybrides (*Tenera*) de la même famille de palmier à huile obtenus par croisement entre *Dura* (femelle) et *Pisifera* (mâle). Le type *Dura* est caractérisé par des fruits ayant une pulpe mince et une coque épaisse alors que le type *Pisifera* se caractérise par un taux d'avortement élevé du fruit et par une coque très mince ou carrément absente. Ces hybrides, de la catégorie C1001F, sont issus du second cycle de sélection récurrente réciproque (SRR). Ce nouveau matériel végétal a un potentiel de production de 25 tonnes de régimes par hectare et par an, une teneur en huile de 26 %, un taux extraction industriel compris entre 22 et 23 % et une résistance à la Fusariose.

### **Fumure minérale**

La fertilisation des palmiers à huile a été assurée par l'engrais simple représenté par le chlorure de potassium (KCl), à 60 % de K<sub>2</sub>O, sous la forme de granulés.

### **Méthodes**

Le dispositif statistique adopté est en blocs de Fisher totalement randomisés comportant 5 traitements et 4 répétitions. Les traitements qui ont été appliqués sont T1 : 1 kg de KCl/a/an correspond au témoin vulgarisé, T2 : 1,5 kg de KCl/a/an, T3 : 2 kg de KCl/a/an, T4 : 2,5 kg de KCl/a/an et T5 : 3 kg de KCl/a/an. Ces cinq traitements ont été appliqués annuellement durant la période 2011 à 2013.

Une parcelle entière est constituée par 20 (4 x 5) micro-parcelles élémentaires, comportant chacune 49 arbres repartis sur 7 lignes de 7 arbres. Sur les 49 arbres, 25 arbres sont utiles, sur lesquels les mesures ont été réalisées et les 24 autres sont de bordure. La parcelle entière est constituée de 980 arbres qui correspondent à 6,85 hectares sur la base théorique de 143 pieds à l'hectare. Le test de fumure minérale installé sur l'unité de sol dominant (sur plateau) porte sur une palmeraie de replantation de 5 ans.

A l'implantation de l'essai, en Novembre 2010, il a été procédé d'abord à la délimitation des parcelles élémentaires, à la numérotation et à l'étiquetage de tous les arbres de la parcelle. L'application de l'engrais a été faite en fin de saison de pluies (mi-juillet) dans le rond de 2 mètres de rayon autour de chaque arbre.

### **Paramètres mesurés**

Les mesures ont été réalisées sur la totalité des arbres utiles (25 arbres par traitement). Les principaux paramètres ont été utilisés pour caractériser les effets des différentes doses de l'engrais sur la croissance des palmiers. Il s'agit au cours du jeune âge de la circonférence au collet (CC) et de la longueur de la feuille 17 (LF17), exprimées toutes deux en centimètre (cm). A ces deux paramètres, s'ajoutent le nombre de feuilles émises (NFE), le nombre feuilles vertes (NFV) de la couronne et l'indice de vigueur (IV). Les mesures initiales ont été faites en Juin 2011, juste avant l'épandage de l'engrais (mi-juillet 2011) et les dernières mesures ont été effectuées après 14 mois d'observations. L'accroissement relatif (AR) du paramètre mesuré a été déterminé à partir des mesures finales (Xf) et des valeurs des mesures initiales (Xi) comme suit : **AR = Xf - Xi**

L'indice de vigueur (IV) a été déterminé à partir de la circonférence au collet (C) et de la longueur de la feuille de rang 17 (L) selon l'équation ci-après :

**IV = Log [(L\*C<sup>2</sup>)/4π]**, où π est la constante 3,14.

Les composantes du rendement ont été déterminées à partir des récoltes individuelles. Il s'agit du nombre de régimes par arbre (NR/a), du poids des régimes par arbre (PR/a) à partir desquels a été calculé le poids moyen du régime par arbre (PMR/a) et le tonnage de régimes à l'hectare et par an (TR/ha/an).

L'analyse économique réalisée sur la production a permis de déterminer le taux de rentabilité par le biais du bénéfice net (Bn) et du rapport valeur coût (RVC). Le traitement qui a procuré un Bn et un RVC plus élevés est celui qui est retenu comme étant la dose optimale à recommander aux planteurs de la localité. Cet optimum est fonction des équations suivantes :

**Bn = Bb – Vi.** Où Bn est le bénéfice net (FCFA/ha/an), Bb est le bénéfice brut (FCFA/ha/an) et Vi la valeur du montant d'investissement (FCFA/ha/an).

**RVC** est la valeur de l'augmentation du rendement par rapport au témoin divisé par coût du fertilisant

Ce rapport compare la rentabilité des nouveaux traitements à celui de référence bien connu par les planteurs. Ainsi, une technologie ne peut être facilement adoptée que si le RVC est égale ou supérieure à 2. L'adoption se fait avec réticence si ce rapport est entre 1,5 et 2 et en dessous de 1,5 il y a rejet (Kaho *et al.*, 2010 ; Useni *et al.*, 2012).

Le coût de l'engrais est celui observé sur le marché local en 2014 (350 F CFA/kg d'engrais, les frais d'épandage sont à 7 F CFA pour 1 kg d'engrais et les coûts de récolte et de collecte sont respectivement 25 F CFA et 20 F CFA par régime alors que le prix actualisé en 2014 de vente du régime est de 51 F CFA/kg.

L'utilisation de ces différents coûts et frais ont permis de calculer le bénéfice brute de chaque traitement (Bb)(Tx) et le coût total d'investissement ou valeur d'investissement de chaque traitement (Vi)(Tx) suivant les équations suivantes :

**Bb(Tx) = Y \* Py** où Bb est le bénéfice brute du traitement Tx (F CFA/ha/an), Y est le rendement obtenu à partir de l'utilisation de la dose du traitement Tx (kg/ha/an) et Py est le prix du kg de régime (51 F CFA/kg).

**Vi(Tx) = (Qx \* Px) + ∑Cx** où Qx est la quantité totale d'engrais utilisée pour le traitement Tx (kg/ha/an), Px est le prix de l'unité d'engrais (350 F CFA/kg) et ∑Cx représente la somme totale des coûts d'épandage d'engrais (7 F CFA/kg), de récolte du régime (25 F CFA/régime) et de collecte du régime (20 F CFA/régime).

Quant au RVC, il a été calculé à partir de l'équation suivante :

**RVC = [Bn(Tx) – Bn(T1)] / [Ai(Tx) – Ai(T1)]** où RVC est le rapport valeur coût, Bn(Tx) est le bénéfice net des traitements 2, 3, 4, 5 (F CFA/ha/an), Bn(T1) est le bénéfice net du traitement 1 (F CFA/ha/an), Ai(Tx) est le coût total d'investissement des traitements 2, 3, 4, 5 (F CFA/ha/an) et Ai(T1) représente le coût total d'investissement du traitement 1 (F CFA/ha/an).

### Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été analysés à l'aide du logiciel GenStat Release version 10.1. Les graphiques ont été réalisés au moyen du logiciel Microsoft Office Excel, version 2007 (Microsoft Software, 2007). Le test de Newman-keuls a permis de faire le classement des moyennes grâce à une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 1 % et 5 %. Un test de normalité a été conduit sur chaque variable pour valider les résultats de l'ANOVA.

## **Resultats**

### **Effets de différentes doses de KCl sur la croissance végétative**

Les moyennes des valeurs obtenues sur les accroissements relatifs de CC, de LF17, de l'IV, de NFE et de NFV sont présentées dans le tableau 2.

Les résultats révèlent que l'accroissement de CC a varié entre 45,3 (T1) et 52,3 cm (T5). L'analyse de la variance révèle que des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre moyennes obtenues avec les doses de KCl ont été observées. La classification selon le test de Newman-Keuls a abouti à deux groupes distincts. Il s'agit des doses des traitements 1 (1 kg/a/an) et 2 (1,5 kg/a/an) qui ont eu des effets les plus faibles sur l'accroissement de CC, statistiquement différents de ceux des doses des traitements T3 (2 kg/a/an), T4 (2,5 kg/a/an) et T5 (3 kg/a/an). La figure 2 montre que l'accroissement de CC augmente avec l'augmentation de la dose d'engrais potassique apporté.

Cette figure montre que l'accroissement de LF17 évolue également en fonction de l'augmentation des doses de l'engrais potassique appliquées. Le taux d'accroissement de ce paramètre a varié de 104 (T1) à 132 cm (T4) (tableau 2), ce qui correspond à un gain en production de matière végétale variant entre 10 et 27 % par rapport à celle du traitement T1. L'analyse de la variance révèle une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre les différents traitements.

La tendance générale après analyse de la figure 4, est à une évolution de l'accroissement de l'IV. Les doses des traitements T3, T4 et T5 ont produit la plus grande quantité de matière végétale à travers l'amélioration de l'IV. Cet accroissement de l'IV a varié (tableau 2) entre 4,2 (T1) et 4,5 (T4). Il s'agit de la dose du traitement T1, qui a eu le plus faible effet sur l'amélioration de l'IV, statistiquement différent ( $p < 0,05$ ) de celle du traitement T2 et qui lui est statistiquement différent de celles des 3 autres traitements T3, T4 et T5.

En ce qui concerne NFE, l'analyse de la variance révèle qu'il n'existe pas de différence significative entre les moyennes des différents traitements appliqués (tableau 2). Après 14 mois d'observation, le nombre de palmes émises est resté le même quelle que soit la dose d'engrais apportée.

Les moyennes des valeurs obtenues sur NFV sont présentées dans le tableau 2. Les résultats révèlent que les valeurs moyennes ont varié entre 44,6 et 45,5 feuilles. L'analyse de la variance révèle qu'il n'existe pas non plus de différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les moyennes obtenues avec les différentes doses de KCl appliquées. Le nombre de feuilles fonctionnelles par couronne n'est pas influencé par l'application des différentes doses de chlorure de potassium.

### **Effets de différentes doses de KCl sur le rendement**

Les moyennes obtenues sur le NR/a/an, le PMR et le PTR/a/an sont présentées dans le tableau 3. Les moyennes du NR produits par arbre au cours des deux campagnes ont variées entre 17 (T1) et 19 régimes (T3, T4 et T5). L'analyse de la variance a révélé qu'il n'existe pas de différence significative entre les moyennes des doses appliquées ( $p > 0,05$ ). Un nombre de régimes légèrement faible compris entre 17 et 18 a été obtenu au cours de la campagne 2011 – 2012. Au cours de la deuxième campagne (2012 – 2013), le NR/a/an a varié entre 18 et 20 régimes.

En ce qui concerne le PMR, il a varié entre 6,6 kg (T1) et 7,8 kg (T3) au cours de la première campagne et entre 8,1 kg (T1) et 11,2 kg (T3) lors de la deuxième campagne en fonction des doses (tableau 3). L'analyse de la variance a révélé qu'il existe cette fois-ci une différence hautement significative ( $p < 0,01$ ) entre les moyennes à partir de la deuxième campagne alors que celles-ci étaient non significatives au cours de la première campagne (2011 – 2012). Les valeurs moyennes du PMR obtenues au cours de cette deuxième campagne ont variées entre 7,3 (T1) et 9,3 kg (T4). La comparaison des moyennes du PMR révèle que les doses des traitements T3, T4 et T5 ont permis une augmentation sensiblement similaire, avec un maximum atteint par la dose du traitement T3. Les effets des doses de ces traitements (T3, T4 et T4) ont été statistiquement différents de ceux des traitements T1 et T2 qui ont permis les plus faibles augmentations du PMR.

Le PTR a varié entre 17,6 t/ha/an (T1) et 24,6 t/ha/an (T4 et T5). L'analyse de la variance a révélé qu'il existe des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les moyennes obtenues avec les différentes doses de KCl appliquées (tableau 4). Le PTR a été amélioré de 11 % avec la dose de T2 alors qu'avec la dose de T3, l'amélioration atteint 37 % par rapport à celle du traitement T1. Le gain de production est de 2 tonnes de régimes/ha/an avec le traitement T2 et de plus 7 tonnes de régimes/ha/an avec les traitements T3, T4 et T5. Les augmentations du rendement en régimes de palme ont généralement été plus importantes avec les plus fortes doses (figure 5).

### **Rentabilité économique de la culture du palmier à huile**

Les résultats relatifs au Bn et à la RVC obtenus suite à l'application des différentes doses de KCl sont présentés dans le tableau 5. Ces résultats indiquent que les bénéfiques ont varié entre 739940 (T1) et 1020141 F CFA/an/ha (T3) et les RVC entre 2,1 (T5) et 4,6 (T3). Un revenu net maximal de 1020141 F CFA/ha/an est obtenu avec la fumure du traitement T3, qui donne aussi le plus grand RVC (4,6). Pour les doses des traitements T4 et T5, on obtient des RVC respectivement de 3 et 2,1, qui sont plus faibles que celui de T3. A partir de T3, l'augmentation des doses d'engrais



n'arrive plus à induire une amélioration significative aussi bien en termes de production végétative que de régimes.

## Discussion

Dans l'essai, on a obtenu une amélioration aussi bien des paramètres végétatifs que de la production, avec l'apport des différentes doses de KCl. Il apparaît donc que le site de l'étude valorise au mieux l'engrais potassique en fonction de la composition chimique initiale du sol (Vilain, 1997).

La comparaison entre elles des différentes doses apportées montre que les fortes doses ont induit une croissance plus élevée de CC qui constitue un excellent indicateur du développement végétatif durant le jeune âge. Ce paramètre a été amélioré de plus de 20 % par les doses des traitements T3, T4 et T5 (2 ; 2,5 et 3 kg de KCl/a/an) par rapport à dose du traitement T1 (1 kg/a/an), avec seulement environ 10 % pour la dose du traitement T2 (1,5 kg/a/an). Cette tendance évolutive est également observée sur les autres paramètres de croissance tels que LF17 (environ 27 %), NFE (seulement 4 %) et l'IV (plus de 10 %) par les fortes doses. Ces résultats montrent qu'il y a une bonne réponse du palmier à huile à la fertilisation potassique sur les sols ferrallitiques de La Mé en comparaison avec les réponses obtenues par Pacheco *et al.* (1985) sur latosol de la région de Belém au Brésil. Le potassium apparaît comme un élément important pour la croissance du palmier à huile.

Cette tendance peut s'expliquer par l'existence d'un complexe absorbant pauvre en bases échangeables, et surtout en K. Les apports des différentes doses d'engrais potassique comblent cette carence minérale et assurent une nutrition adéquate des palmiers. Les doses des traitements T3, T4 et T5 (2 ; 2,5 et 3 kg de KCl/a/an) ont permis une bonne translocation du potassium vers les parties en croissance. En effet, selon Hellali (2002), l'absorption du potassium par les plantes est proportionnelle à sa disponibilité dans la solution du sol et à la demande exprimée par les terminales des pousses en croissance active.

Différentes études ont montré le rôle joué par la fertilisation potassique sur la croissance et la production de biomasse aérienne des arbres. Les études de Tailliez (1982) et de Pacheco *et al.* (1985) ont montré que la vitesse de croissance et de développement des palmiers sont en général améliorées par un apport de fumure potassique. Celles de Faraj et Alaoui (1997), installées dans la région de Témara (Maroc), ont montré que la fumure potassique aux doses de 100 et 200 kg/ha/an augmente la longueur des rameaux et la longueur des feuilles de la vigne respectivement de 10 et 15 % et de 27 et 30 % par rapport au témoin sans fumure.

Les fonctions physiologiques dépendantes du potassium pour le bon fonctionnement des plantes sont nombreuses, variées et essentielles. Le

potassium est directement impliqué dans le maintien du pH cellulaire par échange transmembranaire avec les protons et dans la régulation de l'absorption de l'eau (Mengel, 1984). L'augmentation dans les vacuoles des cellules stomatiques de la teneur en  $K^+$ , entraîne un flux hydrique dans les vacuoles. Ceci participe à l'augmentation de la pression de turgescence et au contrôle de la polarisation électrique de la membrane plasmique et du potentiel osmotique intracellulaire (Walker *et al.*, 1996a ; Laarabi, 2006). Ce gain de turgescence est responsable d'une augmentation de la capacité photosynthétique et, par conséquent de la croissance de la plante.

Le KCl agit sur le développement des végétaux par son effet sur l'absorption des autres éléments minéraux, notamment le phosphore et l'azote qui sont des constituants de base des végétaux (Manciot *et al.*, 1979 ; Ollagnier et Ochs, 1981 ; Ollagnier et Ochs, 1981 ; Brassard, 2007).

Dans notre essai, on a obtenu une amélioration de plus de 37 % du rendement en régimes de palme, avec un apport de 2 kg de KCl/a/an (T3) par rapport à la dose standard de 1 kg de KCl/a/an (T1). Ce résultat montre qu'il y a une bonne réponse du palmier à huile à la fertilisation à base de potassium sur les Ferralsols de la Station de la Mé en comparaison avec les réponses obtenues par Othman *et al.* (2005) sur des sols à tourbes de Malaisie. En effet, sur ces sols à tourbes, seulement 25 % d'amélioration ont été obtenus pour des apports en  $K_2O$ , six fois supérieurs à la dose appliquée à la Mé. Cette différence d'efficacité pourrait s'expliquer par les différences de niveaux naturels de potassium dans les deux types de sols et par le fait que les sols ferrallitiques désaturés de l'Afrique de l'ouest ont l'avantage de réagir très nettement et très rapidement à la moindre sollicitation.

Les différentes doses de KCl appliquées ont progressivement amélioré le TR du palmier à huile à travers une augmentation consécutive du PMR. Cette efficacité de la nutrition potassique sur le rendement du palmier à huile confirme des résultats antérieurs obtenus au Cameroun par Rafflegeau (2008) ; en Côte d'Ivoire par Ballo *et al.* (1994), Caliman *et al.* (1994), Ballo (2009) ; en Asie du Sud-est par Othman *et al.* (2005). Le potassium, par son action spécifique de transport des assimilats des feuilles vers les organes de stockage permet d'induire un bon rendement passant par une augmentation significative du PMR.

Cet effet de l'amélioration du PMR par l'apport de l'engrais n'est devenu significatif qu'après deux campagnes. Ces résultats sont conformes à ceux d'Ollagnier et Ochs (1981) qui ont montré que le rendement en kilos de régimes ne diffère qu'à partir du 20<sup>ème</sup> mois après l'épandage de l'engrais potassique.

Les quantités absorbées par la plante évoluent corrélativement avec la quantité d'engrais apportée et atteint un maximum avec la dose optimale, assurant le meilleur rendement et elles diminuent lorsque la dose d'engrais

devient toxique (Laarabi, 2006). Selon Pettigrew (2008), la quantité de potassium absorbée par la plante dépend de l'espèce cultivée, du potassium disponible dans le sol et des conditions environnementales. Le nouveau matériel végétal qui est en cours de vulgarisation dans les zones ivoiriennes de culture est caractérisé par un haut rendement mais l'expression de ces potentialités s'accompagne d'une forte exportation d'éléments minéraux. Les fortes doses des traitements T3, T4 et T5 (2 ; 2,5 et 3 kg de KCl/a/an) permettent la mise à la disposition des palmiers à huile autant d'éléments qui couvrent les exportations. La chute du rendement observé avec les doses d'engrais les plus élevées, montre que la phase de remplissage des graines est un stade déterminant dans l'élaboration du rendement et qu'elle aurait été perturbée (Akintayo *et al.*, 2008 ; Nyembo Kimuni *et al.*, 2012). Les fortes doses pourraient laisser dans le sol autant d'éléments pouvant entraîner la perturbation de plusieurs réactions favorisant l'absorption des éléments nutritifs par la plante (Dicko, 2005). Les fortes doses engendrent des besoins hydriques élevés que la plante n'arrive pas à couvrir, ce qui entraînerait une réduction du rendement (Lafitte, 2002). Le stress hydrique serait, en dehors de tout autre facteur édaphique, responsable de la chute du rendement pour les doses d'engrais les plus élevées (Chaudhary *et al.*, 2003).

Les résultats de Ballo (2009) ont montré que les engrais potassiques ont augmenté de 35 % le rendement en régimes de palmier à huile sur les sols ferrallitiques du Sud-est de la Côte d'Ivoire. Ces résultats corroborent nos résultats car il y a eu une augmentation de plus de 37 % avec les différentes doses d'engrais potassique appliqués. Cependant, l'apport de trop fortes doses réduit sensiblement la rentabilité économique des engrais minéraux sous culture de palmier à huile. Selon Coomans et Ochs (1976), l'application d'une fumure minérale est rentable quand l'accroissement de la valeur de production qu'elle procure est supérieur au coût de l'apport et des charges supplémentaires qui en résultent. En effet, le RVC obtenu avec la dose de 2 kg de KCl/a/an est supérieur à ceux des autres traitements appliqués. Dans une étude similaire conduite à La Mé (Ballo, 2009), les résultats obtenus ont montré que les doses supérieures à 1 kg de KCl/a/an (dose vulgarisée en Côte d'Ivoire) ont donné les meilleurs rendements. Cela prouve qu'il y a nécessité de déterminer une nouvelle dose optimale de KCl adaptée au nouveau matériel dans un contexte pédoclimatique de moins en moins favorable. En vertu du RVC plus élevé de la dose du traitement T3 (2 kg/a/an), il s'ensuit que ce traitement constitue l'optimum qui valorise mieux l'apport du KCl.

## **Conclusion**

Les résultats de cette étude révèlent que les différentes doses de KCl ont influencé l'ensemble des paramètres observés que sont les

caractéristiques végétales (CC, LF17, NFE) et le rendement avec ses composantes (TR, NR, PR, PMR). Le rendement a varié entre 17,6 TR/ha/an (T1) et 24,3 TR/ha/an (T3). En outre, cette étude montre que le traitement T3 (2 kg de KCl/a/an), avec un RVC de 4,6 et procurant un plus grand bénéfice net, est le plus recommandable. Les résultats de la présente étude montrent également que la dose d'engrais potassique vulgarisée (1 kg de KCl/a/an) n'est plus rentable pour les paysans. De ces résultats, nous recommandons que d'autres études soient conduites dans chacune des trois grandes zones (Sud-est, Sud-centre et Sud-ouest) de culture de palmier à huile de la Côte d'Ivoire en vue d'apporter des ajustements indispensables aux doses vulgarisées.

### **Références bibliographiques:**

- Akintayo I., Cissé B. et Zadji LD, 2008 - *Guide pratique de la culture des NERICA de plateau*. ADRAO. 29 pp.
- Ballo K., Quencez P, Ouattara S. Tailliez B. et Rey H., 1994 – Effets de bordures dans une parcelle témoin d'un essai sur sol épuisé en Côte d'Ivoire. *Oléagineux*, 49, 1, P. 27 – 37.
- Ballo K. Quencez P. et Godo G., 1995 – Fertilisation phospho-potassique du palmier à huile dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, bilan de 17 années d'expérimentation en milieu réel. *Agronomie Africaine*, vol. VII, n°3, P. 181 – 191.
- Ballo K., 2009 – *Incidences de la fertilisation à base de potassium sur les composantes du rendement du palmier à huile et sur les caractéristiques d'un sol : cas des ferralsols du sud de la Côte d'Ivoire*. Thèse de doctorat de l'Université de Cocody, UFR de Sciences de la Terre et des Ressources Minières, 140 p.
- Bationo A., Hartemink A., Lungu O, Naimi M., Okoth P, Smaling E. *et al.*, 2006 - “*African soils: their productivity and profitability or fertilizer use*”. Document de base présenté à l'occasion du sommet africain sur les engrais, Abuja, Nigéria, P. 9 - 13.
- Brassard M., 2007 - *Développement d'outils diagnostiques de la nutrition azotée du maïs-grain pour une gestion optimale de l'engrais azoté*. Mémoire de maîtrise. Université de Laval, 105 p.
- Caliman, J. P., C. Daniel et B. Tailliez, 1994 - La nutrition minérale du palmier à huile. *Plantations, recherche, développement*. Vol. 1, N°3/94, P. 36-48.
- Caliman J. P., R. Carcasses, R. Perel, J. Wohlfahrt, P. Girardin, A. Wahyu Pujianto *et al.*, 2007 - Indicadores agroambientales para la producción sostenible de aceite de palma. *Palmas*, Vol. 28, N°1, P. 434-445.

- Chaudhary R. C., Nanda J. S et Tran D. V., 2003 - *Guide d'identification des contraintes de terrain à la reproduction du riz*. Commission international du riz, FAO, Rome. 79 pp.
- Coomans et Ochs R., 1976 – Rentabilité des fumures minérales sur cocotier dans les conditions du Sud-est ivoirien. *Oléagineux* 31, n° 8 – 9, P. 375 – 382.
- Dicko M., 2005 - Analyse du fonctionnement d'une parcelle de riz irrigué sur sol alcalin. Application à la gestion intégrée de la fertilisation azotée et du calendrier cultural dans le delta intérieur du fleuve Niger (Niger). Thèse de Doctorat de l'ENSAM. Mali. 153 pp.
- Fairhurst T. et Caliman J. P., 2001 – *Symptômes de déficiences minérales et anomalies chez le palmier à huile (Elaeis guineensis Jacq.) : description, origine, prévention, correction*. Guide de poche. ESEAP, 7, 60p.
- Faraj S. et O. Alaoui, 1997 - *Effet de la fumure phosphopotassique sur la production et la nutrition minérale de la vigne*. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 1997, Vol. 17 (2): 109-114.
- Hellali R, 2002 – *Le rôle du potassium dans la physiologie de la plante*. Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspectives de la recherche.
- Kaho F., Yemefack M., Feujoy-Tegwefouet P. et Tchanthaouang JC, 2011 – Effet combine de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, 29 (1) : 39 – 45.
- Laarabi Said, 2006 - *Effet des conditions stressantes aériennes et souterraines sur l'impédance électrique foliaire de jeunes plantes*. Thèse de doctorat es-sciences. Université Mohammed v-Agdal, Faculté des Sciences Rabat.
- Lafitte R, 2002 - Relationship between leaf relative water content during reproductive stage water deficit and grain formation in rice. *Field Crop Research* 76: 165–174.
- Manciot R., Ollagnier M. et Ochs R., 1979 – Nutrition minérale et fertilisation du cocotier dans le monde. *Oléagineux*, 34, n° 11, P. 499 – 515.
- Mengel K., 1984 - Le potassium en physiologie végétale. Acad. Agri. De France, pp. 1365-1376.
- Nyembo K. L., Useni S. Y., Mpundu M. M., Bugeme M. D., Kasongo L. E. et Baboy L. L., 2012 - Effets des apports des doses variées de fertilisants inorganiques (NPKS et Urée) sur le rendement et la rentabilité économique de nouvelles variétés de *Zea mays L.* à Lubumbashi, Sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 59: 4286– 4296.
- Ochs R., Olivin J., Quencez P. et Hornus P., 1991 – Réponse à la fumure potassique sur les sols acides sableux formés sur les sédiments tertiaires. *Oléagineux*, 46, n° 1, P. 1 – 11.

- Ollagnier M., Ochs R., 1981 – Gestion de la nutrition minérale des plantations industrielles de palmier à huile. *Economies des engrais, Oléagineux*, 36, n° 8 – 9, P. 409 – 421.
- Othman H., Tarmizi A. M. and Dolmat M. T., 2005 – *Effects of various sources of potassium fertilizer application on oil palm planted in peat in Sarawak*. In proceeding of PIPOC: 864 – 875.
- Pacheco A. R., Tailliez B. J., Rocha de Souza et De Lima E. J., 1985 – Les déficiences minérales du palmier à huile dans la région du Belém, Pará (Brésil). *Oléagineux*, 40, n° 6, P. 295 – 309.
- Pettigrew W. T., 2008 - Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiol Plant* 133, 670-681.
- Pieri C, 1989 - *Fertilité des terres en savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara*. Montpellier, CIRAD-IRAT, 444p.
- Rafflegeau S, 2008 - *Dynamique d'implantation et conduite technique des plantations villageoises de palmier à huile au Cameroun : facteurs limitant et raisons des pratiques*. Thèse à l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).
- Smaling E. M. A., 1993 – Appauvrissement du sol en nutriments de l'Afrique sub-saharienne. PP. 59 – 76. In : Van Reuler H & W. H Prins (ed). *Rôle de la fertilisation pour assurer une production durable des cultures vivrières en Afrique sub-saharienne*, ISBN : 90-801673-2-0.
- Tailliez B., 1982 – Importance des fumures équilibrées sur jeune palmeraie au Nord de Sumatra. *Oléagineux*, 37, n° 6, P. 271 – 281.
- Useni S.Y., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2012 - Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 54: 3935– 3943
- Vilain M., 1997 - *La production végétale: “la maîtrise technique de la production”*. *Agriculture d'aujourd'hui*, Vol 2, 2e édition. Paris, France. pp 197-282.
- Walker D. J., Leigh R. A. and Miller A. J., 1996a - *Potassium homeostasis in vacuolate plant cells*. *Proc Natl. Acad. Sci. USA* 93, 10510-10514.

**Tableau 1 : Propriétés physiques et chimiques du sol sous palmeraie à la Mé (Côte d'Ivoire)**

		Couche 0 – 20 cm	Couche 20 – 40 cm
<b>Granulométrie (g/kg)</b>	Argile	7,4	9,7
	Limons fin	3,7	2,4
	Limons grossiers	1,9	1,6
	Sables fins	19,9	19,8
	Sables grossiers	67,1	66,4
<b>Matière organique</b>	Carbone total (%)	0,86	0,73
	Azote total (%)	0,09	0,05
<b>Complexe absorbant (cmol/kg)</b>	C/N	10	14
	Ca <sup>2+</sup>	0,47	0,28
	Mg <sup>2+</sup>	0,12	0,05
	K <sup>+</sup>	0,06	0,02
	NA <sup>+</sup>	0,02	0,01
	Al <sup>3+</sup>	0,21	0,31
	CEC	1,05	0,89
<b>pH</b>	Eau	4,8	4,8
	KCl	3,8	3,9
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15	25

**Tableau 2 : Effets des différentes doses de chlorure de potassium sur l'accroissement relatif de l'appareil végétatif du palmier à huile (C1001F) à La Mé**

<b>Traitements</b>	<b>Variables</b>				
	<b>ARCC (cm)</b>	<b>ARLF17 (cm)</b>	<b>ARIV</b>	<b>NFE</b>	<b>NFV</b>
<b>T1</b>	45,3 <b>a</b>	104,3 <b>a</b>	4,22 <b>a</b>	26,7 <b>a</b>	44,6 <b>a</b>
<b>T2</b>	46,0 <b>a</b>	119,3 <b>a</b>	4,29 <b>ab</b>	27,2 <b>a</b>	45,2 <b>a</b>
<b>T3</b>	50,1 <b>b</b>	122,6 <b>ab</b>	4,37 <b>bc</b>	27,4 <b>a</b>	45,5 <b>a</b>
<b>T4</b>	52,0 <b>b</b>	132,9 <b>b</b>	4,47 <b>c</b>	27,3 <b>a</b>	45,5 <b>a</b>
<b>T5</b>	52,3 <b>b</b>	125,7 <b>b</b>	4,41 <b>bc</b>	27,1 <b>a</b>	45,2 <b>a</b>
<b>CV</b>	1,6	7,8	1,1	0,6	0,4
<b>F</b>	0,002	0,047	0,002	0,078	0,589

ARCC : Accroissement relatif de la circonférence au collet ; ARLF17 :

Accroissement relatif de la longueur de la feuille 17 ; ARIV : Accroissement relatif de l'indice de vigueur ; NFE : Nombre de feuilles émises ; NFV : Nombre de feuilles vertes ;

T1 : 1 ; T2 : 1,5 ; T3 : 2 ; T4 : 2,5 ; T5 : 3 (doses de KCl/a/an)

*Les valeurs suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différentes, au seuil de 5p.c par le test de Newman et Keuls*

**Tableau 3 :** Effets des différentes doses de KCl sur les composantes de la production de régimes du palmier à huile par arbre et par an

Traitements	Campagnes						Moyennes		
	2011 - 2012			2012 - 2013			NR	PTR (kg)	PMR (kg)
	NR	PTR (kg)	PMR (kg)	NR	PTR (kg)	PMR (kg)			
<b>T1</b>	17 a	115,8 a	6,6 a	18a	137,7 a	8,1 a	17 a	123,4 a	7,3 a
<b>T2</b>	17 a	116,6 a	6,8 a	19 a	165,8 a	8,7 a	18 a	137,8 a	7,7 a
<b>T3</b>	17 a	125,4 a	7,2 a	20 a	222,4 b	11,2 b	19 a	172,1 b	9,2 b
<b>T4</b>	17 a	134,1 a	7,8 a	20 a	215,1 b	10,8 b	19 a	172,2 b	9,3 b
<b>T5</b>	18 a	136,2 a	7,7 a	20 a	212,7 b	10,7 b	19 a	172,1 b	9,2 b
<b>CV</b>	8,8	9,6	9,0	4,3	7,7	10,6	6,1	9,0	9,6
<b>F</b>	0,601	0,239	0,759	0,181	<0,001	<0,001	0,405	0,003	0,001

*Les moyennes suivies de la même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 0,05 par le test de Newman et Keuls*

PTR : production totale de régimes par arbre et par an (kg) ; NR : Nombre de régimes par arbre par an ; PMR : Poids moyen de régimes (kg)

T1 : 1 ; T2 : 1,5 ; T3 : 2 ; T4 : 2,5 ; T5 : 3 (doses de KCl en kg/a/an)

**Tableau 4 :** Effets principaux des différentes doses de chlorure de potassium sur le rendement par ha et par an sur la base de 143 arbres/ha

Traitements	Variables		
	NR (NR/ha/an)	PTR (t/ha/an)	PMR (kg)
<b>T1</b>	2417 a	17,6 a	7,3 a
<b>T2</b>	2560 a	19,7 a	7,7 a
<b>T3</b>	2646 a	24,3 b	9,2 b
<b>T4</b>	2646 a	24,6 b	9,3 b
<b>T5</b>	2675 a	24,6 b	9,2 b
<b>CV</b>	4,9	6,7	10,2
<b>F</b>	0,431	0,001	0,001

*Les moyennes suivies de la même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 0,05 par le test de Newman et Keuls*

PTR : Production totale de régimes (t) par ha et par an ; NR : Nombre de régimes par ha par an ; PMR : Poids moyen de régimes (kg)

T1 : 1 ; T2 : 1,5 ; T3 : 2 ; T4 : 2,5 ; T5 : 3 (doses de KCl en kg/a/an)

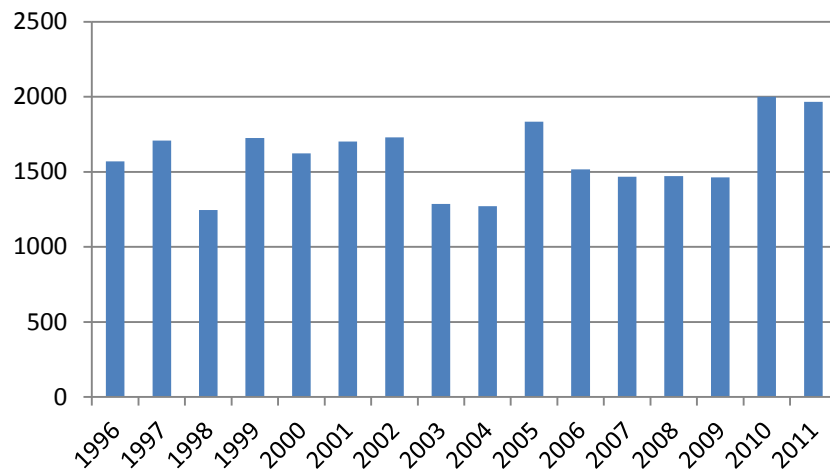


**Tableau 5** : Effet des différentes doses de l'engrais potassique sur la rentabilité économique de la culture du palmier à huile

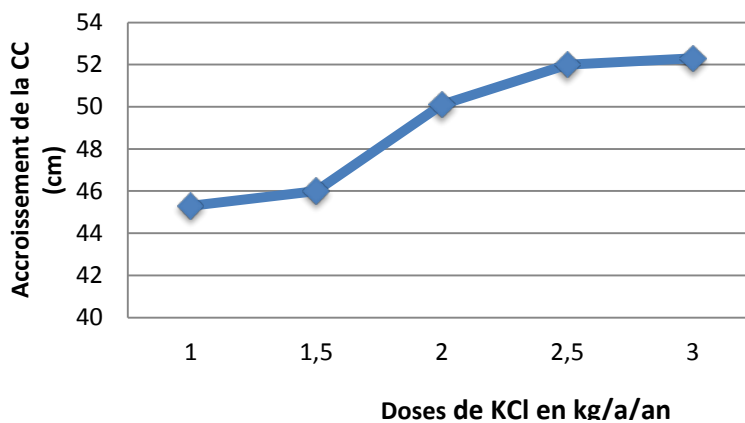
Traitements	Quantités (Kg de KCl/ha/an)	Prix d'achat de l'engrais (FCFA/ha/an)	Coût d'épandage (FCFA/ha/an)	Coût de récolte et collecte (F CFA/ha/an)	Coût total (F CFA)	Rendement (kg/ha/an)	Revenu brut (F CFA/ha/an)	Bénéfice net (F CFA/ha/an)	RVC
<b>T1</b>	143	50050	1000	108752	159802	17642	899742	739940	-
<b>T2</b>	214,5	75075	1500	115187	191762	19710	1005210	813448	2,3
<b>T3</b>	<b>286</b>	<b>100100</b>	<b>2000</b>	<b>119048</b>	<b>221148</b>	<b>24339</b>	<b>1241289</b>	<b>1020141</b>	<b>4,6</b>
<b>T4</b>	357,5	125125	2500	120048	247673	24603	1254753	1007080	3,0
<b>T5</b>	429	150150	3000	120353	273503	24605	1254855	981352	2,1

NB : Densité de plantation est de 143 pieds/ha ; Prix de l'achat de l'engrais est de 350 F CFA/kg ; Coût d'épandage est de 1 kg à 7 F CFA ; Coût de récolte est de 25 F CFA/régime ; Coût de collecte est de 20 F CFA/régime ; Prix de vente du régime est de 51 F CFA/kg ; RVC = Rapport valeur coût

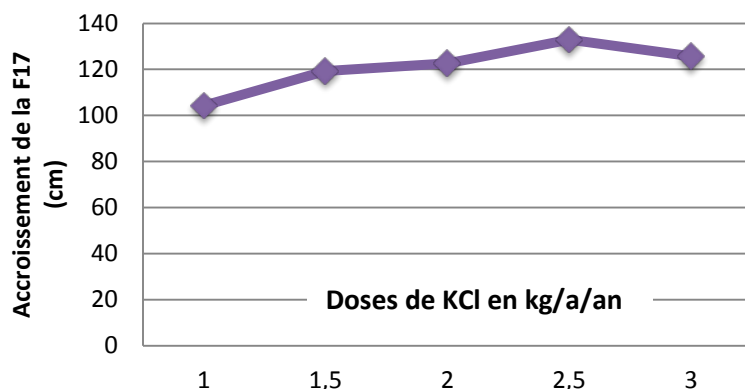
### Pluie (mm)



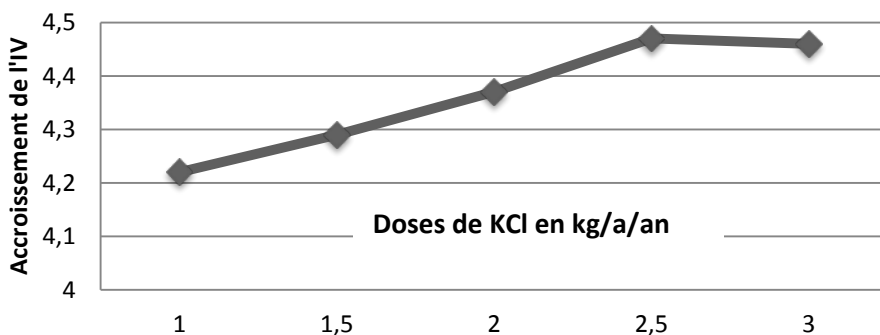
**Figure 1 :** Pluviométries annuelles mesurées sur la station du CNRA de la Mé entre 1996 – 2011



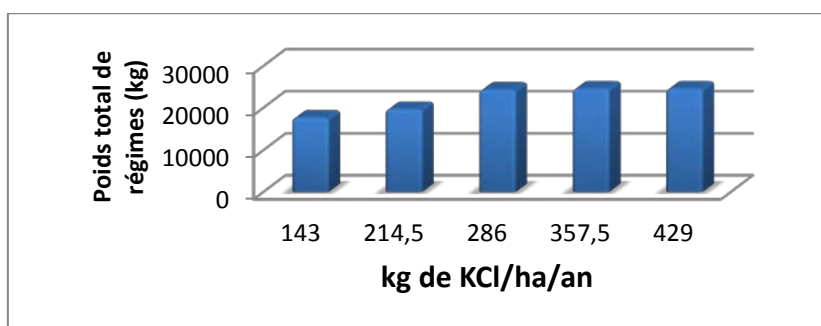
**Figure 2 :** Evolution de l'accroissement de la circonférence au collet en fonction des doses croissantes de KCl après 14 mois d'observation



**Figure 3 :** Evolution de l'accroissement de la longueur de la feuille 17 en fonction des doses croissantes de KCl après 14 mois d'observation



**Figure 4 :** Evolution de l'accroissement de l'indice de vigueur en fonction des doses croissantes de KCl après 14 mois d'observation



**Figure 5 :** Effet des doses croissantes de la fumure potassique sur la production de régimes de palmier à huile