

III / RESULTATS ET DISCUSSION

III. 1 Résultats

III.1.1. Effets des facteurs simples et combinés sur les paramètres suivis

Le **tableau 3** ci-dessous présente le résumé des effets simples et combinés des différents facteurs sur les paramètres suivis (poids 1000 grains, poids épis, rendement grains et biomasse sèche). Ainsi l'ANOVA n'a montré aucun effet significatif du facteur variété sur les poids épis, les rendements grains et la biomasse sèche et le poids des 1000 grains. L'écartement de semis et les doses de fertilisation minérale n'ont aussi produit aucun effet significatif sur le poids 1000 grains et le rendement biomasse sèche mais ont eu des effets significatifs sur le poids épis et le rendement grains. L'interaction V*E n'a pas eu d'effet significatif sur les poids épis et 1000 grains de même que sur le rendement biomasse sèche. En revanche cette interaction (V*E) a un effet significatif sur le rendement grains. Et l'interaction D*E a un effet significatif sur le poids épis et le rendement grains ; mais non sur le poids 1000 grains et le rendement biomasse sèche. En fin, les interactions D*V et D*V*E n'ont pas eu d'effets significatifs sur aucun paramètre.

Tableau 3: Résumé de l'analyse de variances des effets des facteurs simples et combinés sur les paramètres suivis

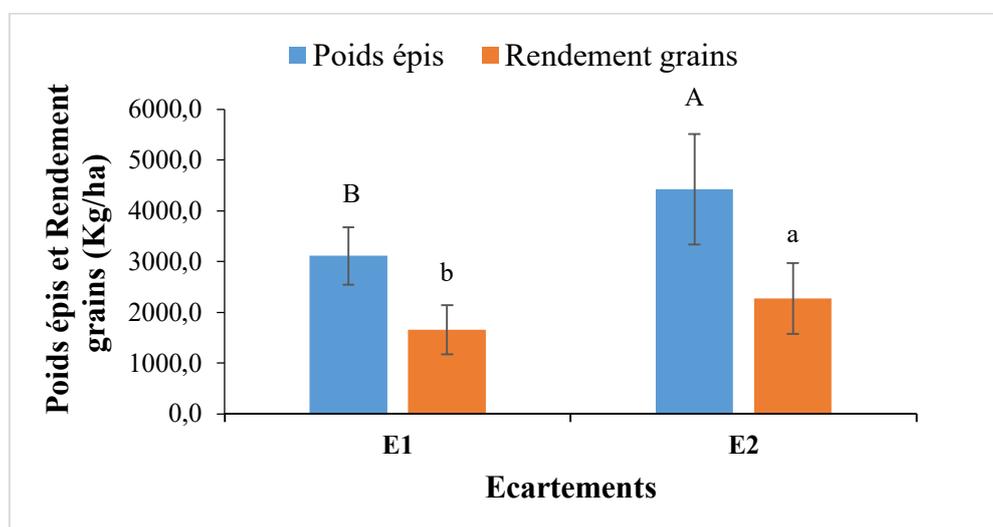
Source de variation	Poids épis (P – value)	Rendement grains (P – value)	Poids 1000 grains (P – value)	Rendement biomasse sèche (P – value)
V	0,8196603	0,891727	0,2595	0,5935
E	0,0002715 ***	0,001291 **	0,1596	0,1264
V : E	0,6473621	0,011149 *	0,6194	0,9651
D	2,2e-16 ***	2,2e-16 ***	0,6968	0,9464
D : V	0,5262246	0,465174	0,6968	0,1743
D : E	7,772e-15 ***	0,021793 *	0,7797	0,1199
D : V : E	0,6081481	0,237210	0,7896	0,2608

V= Variété ; E= Ecartement ; D= Dose ; *= S ; ** = HS; *** = THS

III.2. Effets écartements de semis sur le rendement grains et le poids épis

Les effets écartements de semis sur le poids épis et le rendement grains sont représentés sur la **Figure 7** ci -dessous. L'analyse statistique au seuil de 5% n'a décelé aucun effet significatif entre les écartements de semis sur le poids 1000 grains et le rendement biomasse sèche. Cependant, un effet hautement significatif du facteur écartement de semis a été noté sur le poids épis ($P < 0,001$) et le rendement grains ($P < 0,001$). C'est ainsi que l'écartement

2 donne les meilleurs poids épis ($4426,0 \pm 1089,6$ Kg/ha) et rendement grains ($2276,6 \pm 698,9$ Kg/ha) par rapport à l'écartement 1 avec lequel les faibles poids épis ($3112,0 \pm 568,8$ Kg/ha) et rendements grains ($1659,0 \pm 483,9$ Kg/ha) sont obtenus.



E1 : écartement 1 (0,9 * 0,9 m) ; E2 : écartement 2 (0,9 * 0,45 m)

Figure 6: Effets écartements de semis sur le poids épis et le rendement grains (Kg/ha)

III.1.2. Effets des doses de fertilisants minéraux sur les paramètres de rendement

Le **Tableaux 4** présente l'effet des doses de fertilisants minéraux sur les paramètres de rendement du mil. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les doses de fertilisants minéraux sur le poids 1000 grains ($P= 0,6968$) et le rendement biomasse sèche ($P = 0,9464$). Par contre, une différence hautement significative entre les doses de fertilisants minéraux sur le poids épis ($P= 2,2e-16$) et le rendement grains ($P= 2,2e-16$) a été observée. Ainsi, les poids des épis les plus élevés ont été respectivement obtenus avec les doses D9 ($4840,5 \pm 1164,1$ Kg/ha) ; D2 ($4838,3 \pm 1238,3$ Kg/ha) ; D8 ($4808,8 \pm 1173,5$ Kg/ha) alors que les plus faibles ont été notés avec les doses D13 ($2577,8 \pm 730,5$ Kg/ha); D17 ($3149,3 \pm 493,0$ Kg/ha) ; D1 ($3163,0 \pm 779,3$ Kg/ha) ; D18 ($3173,3 \pm 826,4$ Kg/ha).

Les meilleurs rendements grains sont respectivement obtenus avec les doses D15 ($2734,9 \pm 620,4$ Kg/ha); D10 ($2721,5 \pm 509,9$ Kg/ha) ; D19 ($2719,2 \pm 669,7$ Kg/ha) ; D16 ($2696,3 \pm 657,7$ Kg/ha) et D20 ($2675,2 \pm 639,9$ Kg/ha). Les rendements obtenus avec D9 ($1445,8 \pm$

541,5 Kg/ha) ; D11 (1557,1 ± 584,4 Kg/ha) ; D5 (1560,4 ± 389,5 Kg/ha) ; D2 (1620,9 ± 377,2 Kg/ha) et D13 (1625,1 ± 540,1 Kg/ha) ont été les plus faibles.

Tableau 4: Effets des doses de fertilisants minéraux sur le poids des épis et le rendement grains du mil

Traitements	Poids des épis (Kg/ha)	Rendement grains (Kg/ha)
D1	3163,0 ± 779,3 ef	1711,7 ± 285,1 bc
D2	4838,3 ± 1238,3 a	1620,9 ± 377,2 bc
D3	4403,6 ± 995,6 abcd	1790,3 ± 457,1 bc
D4	4265,3 ± 960,4 abcde	1939,8 ± 567,6 b
D5	3719,4 ± 875,1 abcdef	1560,4 ± 389,5 bc
D6	4627,4 ± 1129,9 abc	1681,2 ± 319,9 bc
D7	3185,4 ± 772,7 ef	1840,6 ± 483,1 bc
D8	4808,8 ± 1173,5 ab	1802,0 ± 580,8 bc
D9	4840,5 ± 1164,1 a	1445,8 ± 541,5 c
D10	3789,4 ± 928,7 abcde	2721,5 ± 509,9 a
D11	3623,9 ± 853,2 bcdef	1557,1 ± 584,4 bc
D12	4164,2 ± 961,5 abcde	1973,3 ± 514,7 b
D13	2577,8 ± 730,5 f	1625,1 ± 540,1 bc
D14	3425,8 ± 826,4 cdef	1724,9 ± 582,2 bc
D15	3695,5 ± 853,6 abcdef	2734,9 ± 620,4 a
D16	3249,4 ± 548,9 def	2696,3 ± 657,7 a
D17	3149,3 ± 493,0 ef	1664,1 ± 519,3 bc
D18	3173,3 ± 826,4 ef	1869,7 ± 488,9 bc
D19	3503,9 ± 805,1 cdef	2719,2 ± 669,7 a
D20	3175,5 ± 771,1 ef	2675,2 ± 639,9 a

Les valeurs d'une même colonne suivies de la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5%.

III.I.3. Effet de l'interaction variété*écartement de semis sur les paramètres de rendement

Les résultats de l'effet combiné de la variété et de l'écartement de semis sur les paramètres de rendement du mil sont consignés dans le **Tableau 5**. L'analyse de variance au seuil de 5% ne montre pas de différence significative sur le poids épis, le poids 1000 grains et le rendement en biomasse sèche contrairement au rendement grains. L'interaction V2*E2 (2433,6 ± 786,3 Kg/ha) et V1*E2 (2119,6 ± 562,7Kg/ha) ont donné les meilleurs rendements grains comparativement à celle V1*E1 et V2* E1. Ainsi, il en ressort que, quelle que soit la variété de mil, le rendement grains est beaucoup plus important avec l'écartement 2.

Tableau 5: Effet combiné de la variété et de l'écartement de semis sur les paramètres de rendement

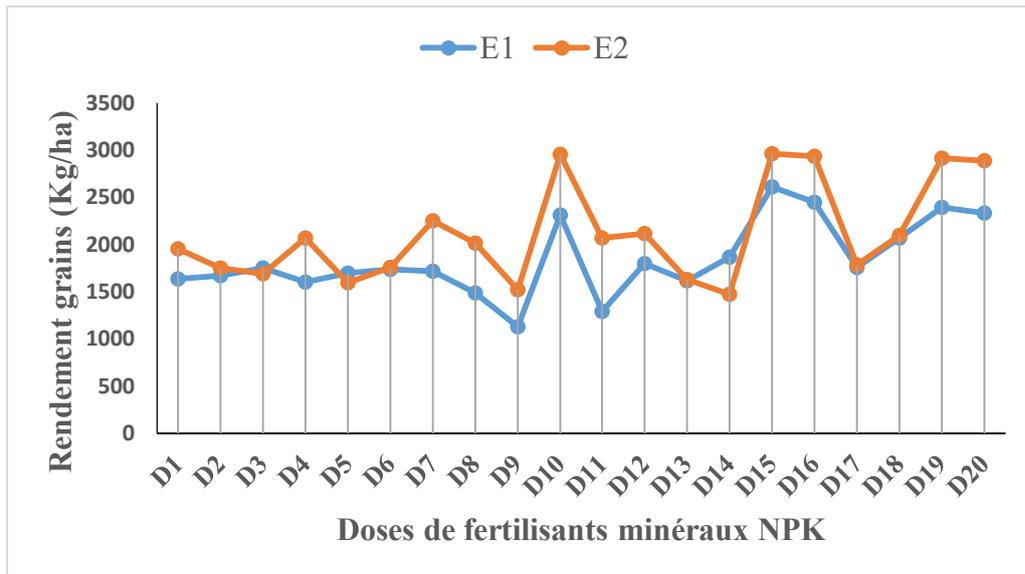
Interactions	P1000Gr (g)	PE (Kg/ha)	RGr (Kg/ha)	RBS (Kg/ha)
V1*E1	8,1 ± 0,6 a	3155,3 ± 586,2 a	1844,1 ± 461,3 bc	3555,0 ± 784,4 a
V1*E2	7,8 ± 0,8 a	4415,4 ± 1148,8 a	2119,6 ± 562,7 ab	3881,4 ± 906,4 a
V2*E1	7,6 ± 0,7 a	3068,7 ± 552,5 a	1473,9 ± 435,6 c	3403,1 ± 672,9 a
V2*E2	7,4 ± 0,8 a	4436,5 ± 1036,6 a	2433,6 ± 786,3 a	3714,0 ± 597,1 a
Probabilité	0,62	0,65	0,01	0,97

P1000Gr= Poids 1000 grains; **PE**= Poids épis; **RGr** = Rendement grains et **RBS** =Rendement biomasse sèche

Les valeurs d'une même colonne suivies de la même lettre minuscule ne sont pas significativement différentes selon le test de Tukey au seuil de 5%.

III.1.4. Effet combiné des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement grains de la variété Souna III

La **figure 8** ci- dessous représente les résultats de l'effet combiné des doses de fertilisations minérales et de l'écartement de semis sur le rendement grains de la variété de mil Souna III. L'analyse statistique révèle un effet significatif de l'interaction Dose de fertilisants minéraux*Ecartement de semis sur le rendement grains du mil (P-value= 0,021793 *). Ainsi quelle que soit la dose, l'effet est partout meilleur avec l'écartement 2 qu'avec l'écartement 1. Les meilleurs rendements grains ont été obtenus au niveau de l'écartement de semis 2 avec ces doses qui lui sont combinées : il s'agit de la dose D15 (100N- 120P- 50K) avec (2958,3 ± 218,2 Kg/ha dans E2 / 2609,9 ± 319,3Kg/ha dans E1) ; puis D10 (200N-75P- 50) avec (2950,5 ± 136,4 Kg/ha dans E2 / 2311,8 ± 158,9 Kg/ha dans E1) ; ensuite D16 (100N- 75P- 50K) avec un rendement de (2932,4 ± 220,1 Kg/ha dans E2 / 2447,0 ± 115,8 Kg/ha dans E1) ; D19 (100N- 100P-50K) avec (2913,9 ± 204,3 Kg/ha dans E2 / 2392,0 ± 408,1 Kg/ha dans E1) ; et D20 (100N- 75P- 75K) avec (2884,4 ± 81,8 Kg/ha dans E2 / 2328,9 ± 484,7 Kg/ha dans E1).

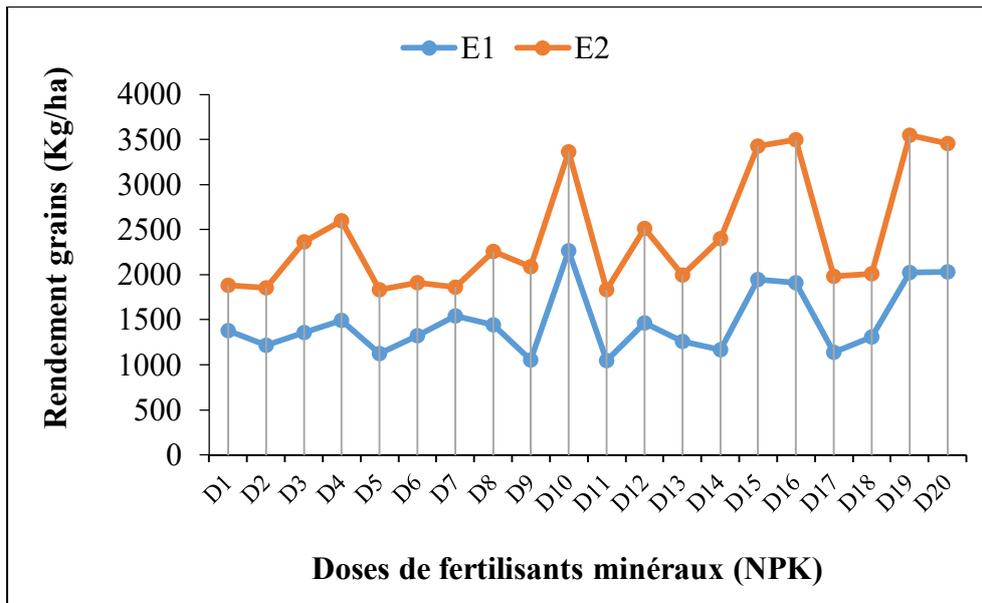


E1 : écartement 1 (0,9 * 0,9 m) ; E2 : écartement 2 (0,9 * 0,45 m)

Figure 7: Effets combinés des doses de fertilisation minérale à l'écartement de semis sur le rendement grains (Souana III)

III.1.5. Effet combiné des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement grains de la variété Thialack II.

Les résultats de l'effet combiné des doses de fertilisants minéraux à l'écartement de semis sur le rendement grains du mil (Thialack II) sont illustrés sur la **figure 9**. Ainsi l'analyse statistique au seuil de 5% révèle une différence significative de l'interaction doses de fertilisant minéraux * écartement de semis sur le rendement grains. Quelle que soit la dose, les meilleurs rendements grains ont été obtenus avec l'écartement 2 comparé avec l'écartement 1. Ainsi, la dose D19 (100N- 100P-50K) a donné un rendement de $(3544,8 \pm 455,0 \text{ Kg/ha})$ dans E2 contre $(2026,1 \pm 301,8 \text{ Kg/ha})$ dans E1) suivie de D16 (100N- 75P- 50K) avec un rendement de $(3494,5 \pm 497,7 \text{ Kg/ha})$ dans E2 contre $(1911,2 \pm 112,2 \text{ Kg/ha})$ dans E1) ; de D20 (100N- 75P- 75K) avec $(3456,1 \pm 255,8 \text{ Kg/ha})$ dans E2 contre $(2031,3 \pm 403,9 \text{ Kg/ha})$ dans E1); puis de D15 (100N- 120P- 50K) avec $(3425,9 \pm 423,2 \text{ Kg/ha})$ dans E2 contre $(1945,6 \pm 197,4 \text{ Kg/ha})$ dans E1) et enfin de D10 (200N-75P- 50) avec $(3361,1 \pm 114,1 \text{ Kg/ha})$ dans E2 contre $(2262,8 \pm 337,1 \text{ Kg/ha})$ dans E1). Ces résultats permettent de noter qu'au-delà de 100 kg N par ha le rendement n'augmente plus, mais subit une dépréciation.

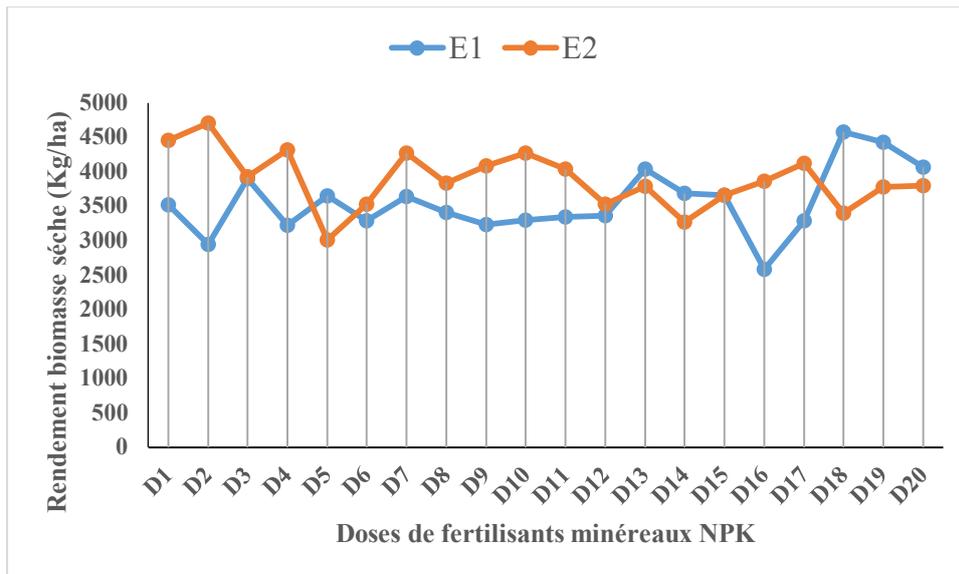


E1 : écartement 1 (0,9 * 0,9 m) ; E2 : écartement 2 (0,9 * 0,45 m)

Figure 8: Effets combinés des doses de fertilisation minérale à l'écartement de semis sur le rendement grains (Thialack II)

III.1.6. Effet combiné des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété Souna III

Les résultats de l'interaction doses de fertilisants minéraux et écartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété de mil Souna III sont consignés sur la **figure 10** ci-dessous. Ainsi, l'analyse statistique ne montre pas d'effet significatif sur le rendement biomasse sèche. Mais les résultats montrent de façon générale que la production de biomasse est légèrement meilleure dans l'écartement 2 que dans l'écartement 1 avec par exemple la dose D2 ($4701,2 \pm 1304,5$ Kg/ha dans E2 contre $2940,3 \pm 1011,9$ Kg/ha dans E1).

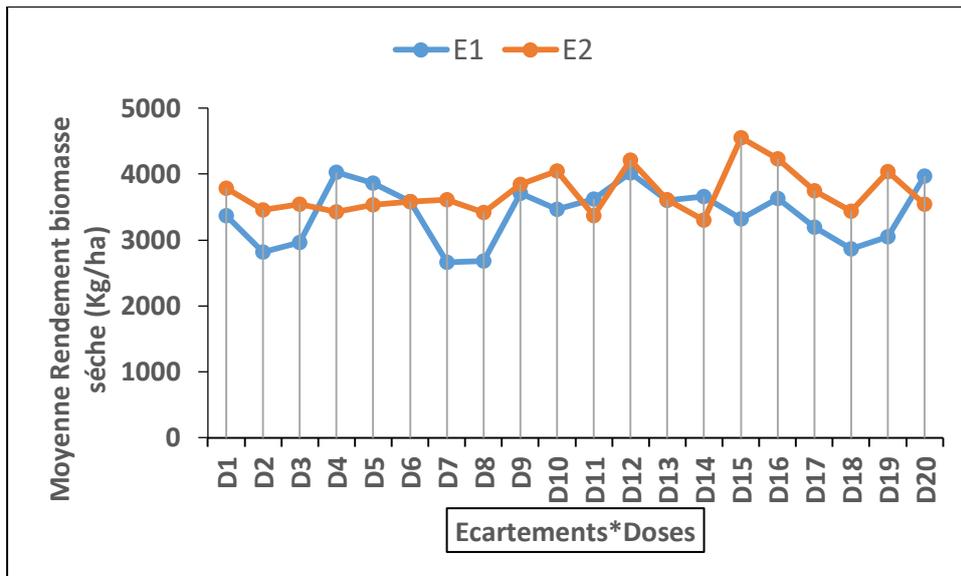


E1 : écartement 1 (0,9 * 0,9 m) ; **E2** : écartement 2 (0,9 * 0,45 m)

*Figure 9: l'interaction doses de fertilisation minérale * écartement de semis sur le rendement biomasse sèche (Souana III)*

III.1.7. Effet de l'interaction des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété Thalack II.

Les résultats de l'interaction Doses de fertilisants minéraux * Ecartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété Thalack II sont indiqués sur la **figure 11**. L'analyse statistique ne montre pas d'effet significatif sur le rendement biomasse sèche. Cependant, il y a une légère augmentation du rendement biomasse sèche au niveau de l'écartement 2 par rapport à l'écartement 1 avec la dose D15 ($4550,2 \pm 110,2$ Kg/ha dans E2 / $3317,0 \pm 878,8$ Kg/ha dans E1) suivie de D16 ($4230,3 \pm 567,4$ Kg/ha dans E2 / $3634,3 \pm 312,8$ Kg/ha dans E1) ; de D12 ($4213,3 \pm 641,6$ Kg/ha dans E2 / $4021,3 \pm 963,8$ Kg/ha dans E1); de D10 ($4045,7 \pm 537,7$ Kg/ha dans E2 / $3470,0 \pm 252,8$ Kg/ha dans E1), et de D19 ($4037,4 \pm 477,2$ Kg/ha dans E2 / $3046,9 \pm 984,5$ Kg/ha dans E1).



E1 : écartement 1 (0,9 * 0,9 m) ; **E2** : écartement 2 (0,9 * 0,45 m)

*Figure 10: l'interaction doses de fertilisant minérale * écartement de semis sur le rendement biomasse sèche (Thalack II)*

DISCUSSION

III.2.1. Effets des écartements de semis sur le rendement grains et le poids épis

Le rendement grains et le poids épis sont significativement influencés par le facteur écartement de semis. En effet l'écartement de semis 2 (0,9*0,45 m) donne le meilleur rendement grains et poids épis par rapport à l'écartement de semis 1 (0,9*0,9 m). Cela pourrait être expliqué par l'augmentation de la densité de semis notée au niveau de l'écartement 2 (24691 pieds/ha) comparée à celle de l'écartement 1 (12346 pieds/ha). Par exemple la densité de semis habituellement entre 10 000 et 18500 poquets peut être augmentée en réduisant et en régularisant les écartements jusqu'à 40 000 poquets à l'hectare; ce qui augmente sensiblement les rendements à l'hectare (MAE, 2001). Ces résultats concordent ceux de Cox (1996) qui attestent une augmentation des rendements avec l'accroissement de la densité de semis.

III.2.2. Effets des doses de fertilisants minéraux sur les paramètres de rendement du mil

L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les différentes doses de fertilisants minéraux sur le poids 1000 grains et le rendement biomasse sèche. Ce résultat pourrait être dû à la fertilisation des plantes de niébé découlant de la saison précédente. Du coup, peut-être que les plantes n'ont pas éprouvé le besoin de se ravitailler en fertilisants minéraux au moment du remplissage des grains et de la production de biomasse sèche. D'autant plus que le niébé est une espèce généralement efficace dans la fixation de l'azote grâce aux rhizobia associés à ses racines. Il peut être introduit dans le système de rotation des cultures à base de mil pour améliorer la fertilité des sols et accroître les rendements (Traoré, 2009). Ce qui pourrait expliquer l'importance de la technique culturale (rotation niébé/mil) qu'a subi notre milieu d'étude. Cependant, les doses ont un effet très hautement significatif sur le poids épis et le rendement grains d'après l'analyse statistique au seuil de 5%. Pour le rendement grains ce résultat reste plus démontré surtout avec les traitements ayant reçu de fortes doses en azote (100 Kg/ha) en synergie avec le phosphore et le potassium. Les fortes doses (D10 ; D15 ; D16 ; D19 et D20), correspondant aux formules minérales, ont donné les meilleurs rendements grains. Cela pourrait s'expliquer par la forte teneur en N (100 Kg/ha) mais aussi par son effet synergie avec le P (120 Kg/ha) et le K (50 Kg/ha) dans l'augmentation des rendements. La fertilisation

minérale apporte les éléments nutritifs majeurs (N, P, K) nécessaires pour le développement des plantes. Ces résultats sont en accord avec ceux de Téné, (2013) qui révèlent une hausse sur le rendement en grains du maïs avec la fertilisation minérale N, P, K. Les résultats de Dieng (2016) montrent aussi un important rendement en gousse avec la fertilisation minérale et particulièrement avec une forte dose d'azote (N).

III.2.3. Effet de l'interaction variété*écartement de semis sur les paramètres de rendement

L'analyse de variance n'a montré aucune différence significative sur le poids épis, le poids 1000 grains et le rendement en biomasse sèche contrairement au rendement grains. En effet, les interactions V2*E2 ($2433,6 \pm 786,3$ Kg/ha) et V1*E2 ($2119,6 \pm 562,7$ Kg/ha) ont donné les meilleurs rendements grains comparativement à celles V1*E1 et V2*E1. Ainsi, l'écartement de semis E2 (0,9 m*0,45 m) combiné à chacune des deux variétés de mil (V1 et V2) a permis l'augmentation significative du rendement grains. Ce résultat pourrait être dû à l'augmentation de la densité de semis ou du nombre de plants à l'hectare suite à la réduction de l'écartement de semis. Ce qui confirme les résultats de Thibault, (2001) sur la réduction des écartements de semis entre les lignes pour la culture du maïs.

III.2.4.Effet combiné des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement grains de la variété Souna III

L'analyse statistique a révélé qu'il existe un effet significatif de l'interaction Dose de fertilisants minéraux*Ecartement de semis sur le rendement grains du mil (Souna III). Et il est noté que, quelle que soit la dose de fertilisants minéraux l'effet est partout meilleur avec l'écartement 2 qu'avec l'écartement 1. Cela laisse savoir que le rendement grains réponde plus aux fortes doses de fertilisants minéraux (D15 ; D10 ; D16 ; D19 ; D20) combinées avec l'écartement 2 qu'avec l'écartement 1. Ce résultat pourrait s'expliquer par la forte dose de fertilisants minéraux D15 (100N- 120P- 50K) adaptée à la forte densité de semis (0,9 m * 0,45 m). De ce fait, il n'existerait pas une concurrence entre les plants de mil pour les besoins en éléments nutritifs. Ces résultats sont en désaccord avec ceux de Téné, (2013), qui montrent que le rendement grains de la culture du maïs n'a pas été affecté par les écartements de semis (80 cm x 40 cm ; 70 cm x 40 cm ; 60 cm x 40 cm) quelle que soit les formules d'engrais minérale (doses de fertilisants minéraux) utilisées.

III.2.5. Effet combiné des doses de fertilisants minéraux et de l'écartement de semis sur le rendement grains de la variété Thialack II.

Le rendement grains du mil (Thialack II) est significativement affecté par l'interaction Dose de fertilisants minéraux*Ecartement de semis. Le meilleur rendement grains a été bien obtenu avec l'écartement 2 combiné aux fortes doses de fertilisants minéraux (D19 ; D16 ; D20 ; D15 ; D10) par rapport à l'écartement 1 combiné à ces même doses. Cela rejoint l'explication précédente avec la Souna III. Seulement que le rendement grains de la variété Thialack II reste plus important par rapport à celui de Souna III quel que soit la dose de fertilisants minéraux combinée à l'écartement de semis 2. Cela permettrait de conclure partiellement que Thialack II supporte mieux la diminution de l'écartement de semis (augmentation de la densité de semis) adapté aux doses de fertilisants minéraux que la Souna III. Ces résultats sont en phase avec ceux de Bakayoko (2012) qui confirment l'augmentation des rendements suite à une forte densité de semis combinée avec la fertilisation organo-minérale.

III.2.6. Effet combiné des doses de fertilisants minérales et de l'écartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété Souna III

L'interaction Doses de fertilisants minéraux * Ecartement de semis n'induit aucun effet significatif sur le rendement biomasse sèche. Mais les résultats montrent de façon générale que la production de biomasse sèche est légèrement élevée dans l'écartement 2 avec la dose D2 que dans l'écartement 1. Ces résultats pourraient être dus aux stresses de fixation des fertilisants minéraux par les plants au moment de la phase végétative. Ce qui ne confirme pas les résultats de (Halilat, 1993), avec lesquels l'effet de la fertilisation minérale NPK combinée à celle organique, s'est révélé significatif sur le rendement biomasse sèche.

III.2.7. Effet combiné des doses de fertilisants minérales et de l'écartement de semis sur le rendement biomasse sèche de la variété Thialack II :

Le rendement biomasse sèche de la variété Thialack II n'est pas affecté par l'interaction Doses de fertilisants minéraux * Ecartement de semis. Cependant, une légère élévation sur la production de la biomasse sèche a été obtenue au niveau de l'écartement 2 combiné avec

les doses (D15 ; D16 ; D12 ; D10 et D19) par rapport au niveau de l'écartement 1 (combiné avec ses mêmes doses).Ce qui pourrait justifier l'importance de la combinaison forte densité de semis*doses de fertilisants minéraux N, P, k. Ces résultats pourraient être liés à des problèmes d'absorption effective des fertilisants minéraux à des périodes critiques de développement et de croissance des plants. Ces résultats ne sont pas conformes avec ceux de (Magamana, 2015), qui ont montré une augmentation du rendement biomasse aérienne sèche avec la fertilisation minérale.

CONCLUSION

Cette étude a comme objectif principal de contribuer à l'amélioration des productions de mil. Pour cela il s'agit d'évaluer l'effet de la variation des doses de fertilisants minéraux (N, P, K) sur les rendements grains et biomasses sèches et leurs composantes pour deux variétés de mil bien connues à Bambey (Souna III et Thialack II). Il s'agit aussi d'identifier la ou les formule (s) de fertilisation minérale et la densité de semis qui permettent d'optimiser le rendement grains et biomasses sèches de deux variétés de mil.

Les hypothèses de recherches sur lesquelles, était basée cette étude est (1) la dose actuelle de fertilisation minérale du mil de 150 kg de NPK (15-15-15) et 100 kg d'Urée (46%) à la montaison équivalant à un total de 68,5 kg de N ; 22,5 kg de P et 22,5 kg de K ne permettait pas à la culture d'exprimer son potentiel de rendement dans le contexte actuel et (2), il est bien possible d'augmenter la densité de semis du mil à condition de reformuler sa fertilisation. Les résultats ont montré que l'optimisation du rendement grains du mil quelle que soit la variété de mil à Bambey apparaît avec un minimum de 100 kg de N / ha contre 68,5 kg/ ha comme l'ancienne formule, confirmant ainsi la première hypothèse de recherche que nous nous étions posées. Par ailleurs les rendements sont plus importants avec la densité de semis 2 (0,9 m*0,45) atteignant (2958,3 ± 218.2 Kg/ha) pour Souna III avec les doses (D15 ; D10 ; D16 ; D19 ; D20). Et (3544,9 ± 455,0 Kg/ha) pour Thialack II avec ces mêmes doses, confirmant ainsi notre deuxième hypothèse de recherche (qu'il est bien possible d'augmenter la densité de semis du mil avec une reformulation de sa formule de fertilisation).

Dans un contexte de diminution continue des terres cultivables combinées à une augmentation continue de la population, l'augmentation des productions du mil dans la zone de Bambey pourrait donc être envisagée par un changement de variété de mil avec Thialack II plus récente contre Souna III, certes plus connue mais avec beaucoup d'érosion de son capital génétique. L'adoption de Thialack II par les producteurs pourrait permettre d'augmenter encore plus les productions de mil car il accepte plus une densification de sa culture que Souna III. Toutefois, ces résultats méritent d'être étendus à travers d'essais multi locaux afin de les valider avant la mise au point d'une formule de fertilisation minérale actualisée et d'une densité de semis optimale du mil dans la zone de Bambey, au Sénégal.

BIBLIOGRAPHIE

Agri, 2012 - zoom sur la fertilité chimique des sols, page 20 – Vie des filières.

Asodia, 2015 - la culture du mil (une opportunité en matière de sécurité alimentaire des populations rurales), 1p. www.adiosa.org consulté le 29/05/2017.

Badiane, A. N., 1993 - Le statut organique d'un sol sableux de la zone Centre-Nord du Sénégal. Thèse de doctorat en sciences agronomiques- Université de Lorraine, 218p.

Badiane, A. N., Khouma, M., Séne M., 2000 - Gestion et transformation de la matière organique. Synthèse des travaux de recherches menées au Sénégal depuis 1945. Edition ISRA, novembre 2000, 115 p.

Bagayogo, M., 2012 - Effects of plant density, organic matter and nitrogen rates on rice yields in the system of rice intensification (sri) in the "office du Niger" in Mali. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science 7 (8) : 620-632.

Charreau, C., et Poulain, J.F., 1962 - La fertilisation des mils et sorghos. Etude présentée au Colloque CCTA/FAO sur les céréales des zones de savane (Dakar, 29 août au 4 septembre 1962). , 12p.

Cirad-gret., 2002 - Mémento de l'agronome. Ministre des affaires étrangères. Ministère des Affaires Etrangères, Paris, 1692p.

Coly I., Diop, B. & Akpo, L.E., 2013. Transformation locale des résidus de récoltes en fumier de ferme dans le terroir de la Néma au Saloum (Sénégal). Journal of Applied Biosciences 70:5640– 5651. 12p.

<https://www.ajol.info/index.php/jab/article/viewFile/98806/88065>

Cox, W.J., 1996- Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. Agron. 1. 88 : 489-496.

Diallo, M. S., 2012 – Caractérisation des cycles de développement de dix variétés de mil de diverses origines sur trois sites situés le long d'un gradient latitudinal. Mémoire de fin d'étude, ENSA- Université de Thiès, 55p.

Dieng, I., 2016 - Variabilité de la fertilité des sols et ses conséquences sur la productivité de l'arachide (*arachis hypogaea*) dans les zones de Bambey et de Nioro du rip au Senegal. Mémoire master, FST- UCAD(Sénégal), 52p.

Diouf, O., 2001- La culture du mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] en zone semi-aride : bases agro-physiologiques justificatives d'une fertilisation azotée. Mémoire de Titularisation, ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles), Sénégal, 75p.

Fall, A. A, et LO, M., 2009 - Etude de référence sur les céréales : mil, sorgho, maïs et fonio au Sénégal, 138p.

FAO NEW, 2008 - État des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde, 57p.

Faye, A., 2013 - Potentialités d'inoculats mycorhiziens arbusculaires commerciaux sur la croissance et le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et du soja (*Glycine max* L.) dans trois zones agroécologiques du Kenya. Thèse de doctorat, FST-UCAD (Sénégal), 139P.

Ganyo, K.K., 2014 - Effet du biocharbon dans une rotation culturale mil/arachide en station expérimentale à Bambey (Région de Diourbel). Mémoire master, FST- UCAD (Sénégal), 37p.

Halilat, M.T., 1993. Etude de la fertilisation azotée et potassique sur blé dur en zone saharienne (région d'Ouargla). Mémoire de master. I.N.E.S. Batna. 130p.

Henao, J., & Baanante, C.A., 2006 - Agricultural Production and Soil Nutrient Mining in Africa: Implications for Resource Conservation and Policy Development. Summary of FOC Technical Bulletin, IFDC (An International Center for Soil Fertility and Agricultural Development P.O. Box 2040), Muscle Shoals, Alabama 35662, U.S.A. 96 p.

INP, 1998 – Etude semis-détaillée des sols du bassin arachidier, Dakar, 86p.
<https://fr.wikipedia.org/wiki/Bambe> (consulté le 29/05/2017)

Kouakou, K., 2013 - Amélioration de la prévision des rendements du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) au Sénégal par l'utilisation de modèles de culture : prise en compte de la sensibilité à la photopériode des variétés et de la fertilité dans les parcelles d'agriculteurs. Thèse de Doctorat, FST- UCAD (Sénégal), 117p.

König, C., 2012 - Céréales : Millet et sorgho, mil. Futura-Sciences, dossier, 13 p.

Loumerem, M., 2004 - Etude de la variabilité des populations de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br) cultivées dans les régions arides tunisiennes et sélection de variétés plus performantes. Thèse-Université GENT, 266p

MAE, 2001 - La culture et la production du mil et du sorgho au Sénégal : bilan-diagnostic et perspectives. Direction de l'agriculture. 130p.

MAE, 2012 – Catalogue officiel des espèces et des variétés cultivées au Sénégal. 212p.

Magamana, A-E., 2015- adaptation des formules de fertilisation organo-minerale du mil (*Pennisetum glaucum* (L. R. Br.) au CNRA de BAMBEY. Mémoire master, FST-UCAD(Sénégal), 39, p.

MEFS, 2004 - Rapport de synthèse de la Deuxième Enquête Sénégalaise auprès des Ménages (ESAM –II), **DPS** (Direction de la Prévision et de la Statistique), 253 p.

MEFS, 2011- Rapport national sur la compétitivité du Sénégal 2011. Dakar, Sénégal. 98 p

Ndiaye, J.P., 1988 - Note succincte sur la fertilisation des cultures au Sénégal. ISRA-CNRA Bibliothèque Bambeye, 5 p.

Moussa, B. I., 2009- Evaluation de l'effet du compost enrichi avec des urines hygiénisées sur la culture du mil. Mémoire université Abdou Moumouni de Niamey, 52p.

Niane, A.B., et Ganry, F., 1989 - *Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Halieutiques - Vol. 2 - II 1 – 1989*, ISRA/IFDC, 8P.

Odru, M., 2013 - Flux de biomasse et renouvellement de la fertilité des sols à l'échelle du terroir. Etude de cas d'un terroir villageois sérère au Sénégal. Mémoire de fin d'étude, ISTOM (Ecole Supérieure d'Agro-Développement International) ,109P.

Quaderni, 2010 - le changement climatique : les résistances à l'adaptation, <https://quaderni.revues.org/525>.

Renard, C. et Anand Kumar, K., 2001 - Les plantes céréalières : le mil in Agriculture en Afrique tropicale. Coordinateur : Romain H. Raemaekers DGCI. Bruxelles Belgique. 1634p.

Rocafremi, 2002- Sélection et Mise à Disposition des Paysans de Variétés et de Semences Appropriées. Des Résultats du Projet P1 : 1991-1996, 42p.

Téné, A.P., 2013 - Détermination des options de fertilisation organo-minérale et de densité de semis pour une intensification de la production du maïs dans la région de l'Est du Burkina Faso. Mémoire master, université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 85p.

Traore, B., 2009 - Effets des techniques de gestion de la fertilité sur le sol et sur les systèmes de culture à base de mil dans la région de Mopti au Mali. Thèse de Doctorat, Université de Bamako, 196p.

Traoré, S., Bagayoko, M., Coulibaly, B.S., et Coulibaly, A., 2015 - Amélioration de la gestion de la fertilité des sols et celle des cultures dans les zones sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest: une condition sine qua none pour l'augmentation de la productivité et de la durabilité des systèmes de culture à base de mil, 25p.

Thibault, K., 2001 – Impact de différentes densités de semis en fonction des propriétés du sol dans la culture du maïs-grain. Colloque maïs-soya *MIEUX SAVOIR POUR MIEUX AGIR*. 22 p.

UNIFA, 2005 - parlons fertilisation- Principaux éléments fertilisants, 6p.

Voisin, A., 1964 - Les nouvelles lois scientifiques d'application des engrais. Les presses universitaires Laval-Québec (I).

Youl, S., Ezui G., Pare, T., et Mando, A., 2011- Mise à jour des recommandations d'engrais, Burkina Faso. Rapport Technique. IFDC. Juin 2011

ANNEXES

Tableau 6: Tableaux d'ANOVA des paramètres étudiés

- **Rendement grains**

```

Analysis of Variance Table

Response: rdmt

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
rep	2	1255138	627569	0.3146	0.760711
var	1	47332	47332	0.0237	0.891727
Ea	2	3990131	1995066		
eca	1	22883809	22883809	64.8532	0.001291 **
var:eca	1	7022834	7022834	19.9029	0.011149 *
Eb	4	1411423	352856		
dose	19	47765407	2513969	23.5742	< 2.2e-16 ***
dose:var	19	2024694	106563	0.9993	0.465174
dose:eca	19	3752047	197476	1.8518	0.021793 *
dose:var:eca	19	2501112	131637	1.2344	0.237210
Ec	152	16209355	106640		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv(a) = 71.8 %, cv(b) = 30.2 %, cv(c) = 16.6 %, Mean = 1967.791

- **Biomasse sèche**

```

Analysis of Variance Table

Response: biomasse

```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
rep	2	5035530	2517765	0.6517	0.6054
var	1	1529383	1529383	0.3958	0.5935
Ea	2	7727103	3863552		
eca	1	6093544	6093544	3.7086	0.1264
var:eca	1	3562	3562	0.0022	0.9651
Eb	4	6572286	1643072		
dose	19	4786898	251942	0.5282	0.9464
dose:var	19	12022733	632775	1.3266	0.1743
dose:eca	19	12969895	682626	1.4311	0.1199
dose:var:eca	19	10916791	574568	1.2046	0.2608
Ec	152	72501042	476981		

cv(a) = 54 %, cv(b) = 35.2 %, cv(c) = 19 %, Mean = 3638.367

- Poids épis

```

Analysis of Variance Table

Response: Poidsépis
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
rep    2  515895  1257947  1.3149 0.4319780
var    1   64318    64318  0.0672 0.8196603
Ea     2  1913326   956663
eca    1 103588008 103588008 145.3322 0.0002715 ***
var:eca 1   173769   173769  0.2438 0.6473621
Eb     4   2851069   712767
dose   19 103441886  5444310  26.6756 < 2.2e-16 ***
dose:var 19  3673638   193349  0.9474 0.5262246
dose:eca 19  30720438  1616865  7.9222 7.772e-15 ***
dose:var:eca 19  3411949   179576  0.8799 0.6081481
Ec    152  31022220   204094
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

cv(a) = 26 %, cv(b) = 22.4 %, cv(c) = 12 %, Mean = 3768.98

```

- Poids 1000 grains

```

Analysis of Variance Table

Response: poids1000grains
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
rep    2  0.658  0.3290  0.0773 0.9282
var    1 10.329 10.3294  2.4275 0.2595
Ea     2  8.510  4.2551
eca    1  3.454  3.4536  2.9764 0.1596
var:eca 1  0.335  0.3353  0.2889 0.6194
Eb     4  4.641  1.1603
dose   19  7.990  0.4205  0.8065 0.6968
dose:var 19 10.553  0.5554  1.0652 0.3922
dose:eca 19  7.268  0.3825  0.7336 0.7797
dose:var:eca 19  7.177  0.3777  0.7244 0.7896
Ec    152 79.258  0.5214

cv(a) = 26.7 %, cv(b) = 13.9 %, cv(c) = 9.3 %, Mean = 7.725208

```