

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

**CENTRE O.R.S.T.O.M.
DE
COTONOU**

RAPPORT D'ACTIVITES PHYSIOLOGIE 1966-3



-OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER -

CENTRE DE COTONOU

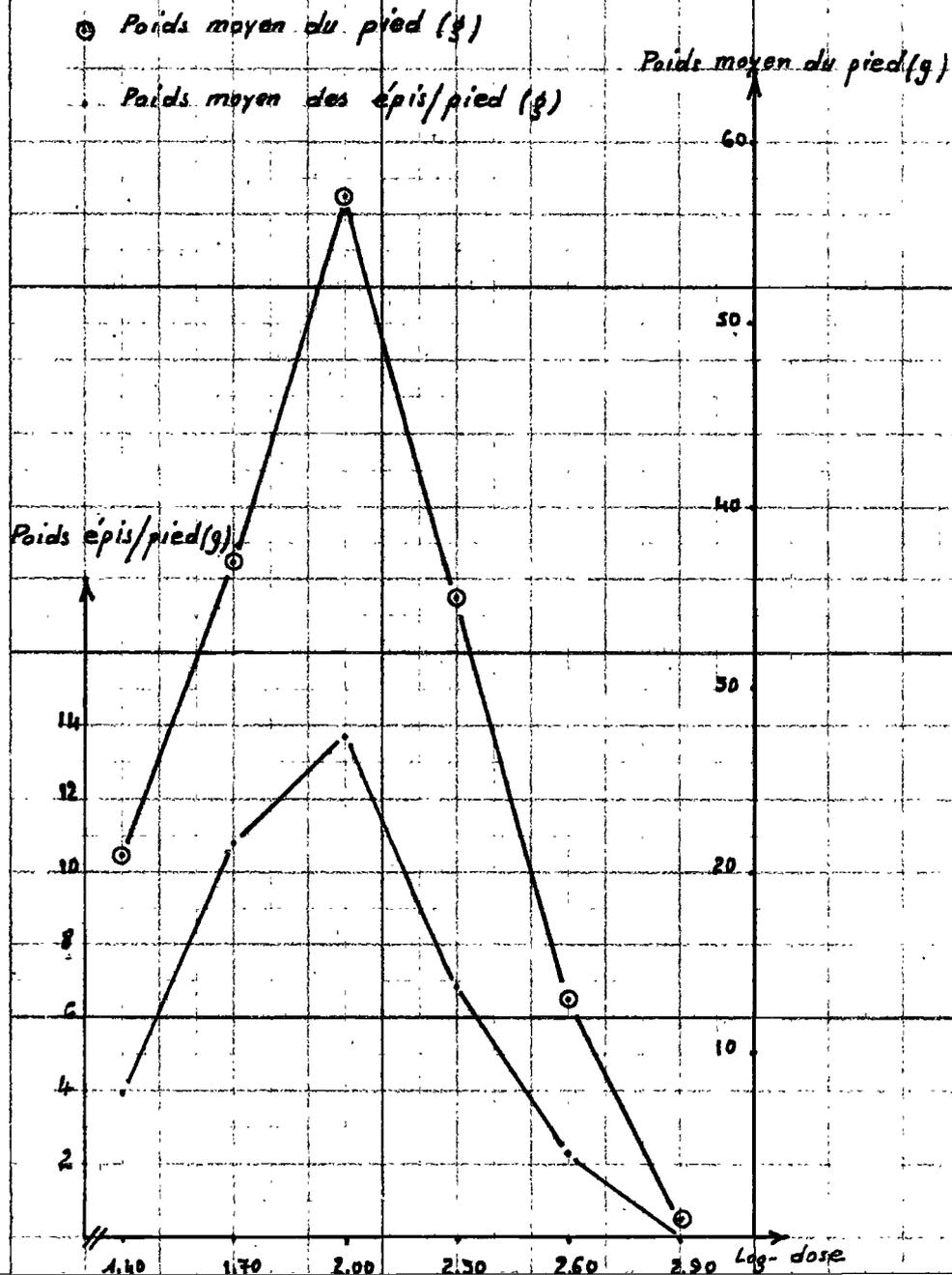
RAPPORT D'ACTIVITES PHYSIOLOGIE 1966-3

-o-o-o-o-o-

E. D A G B A

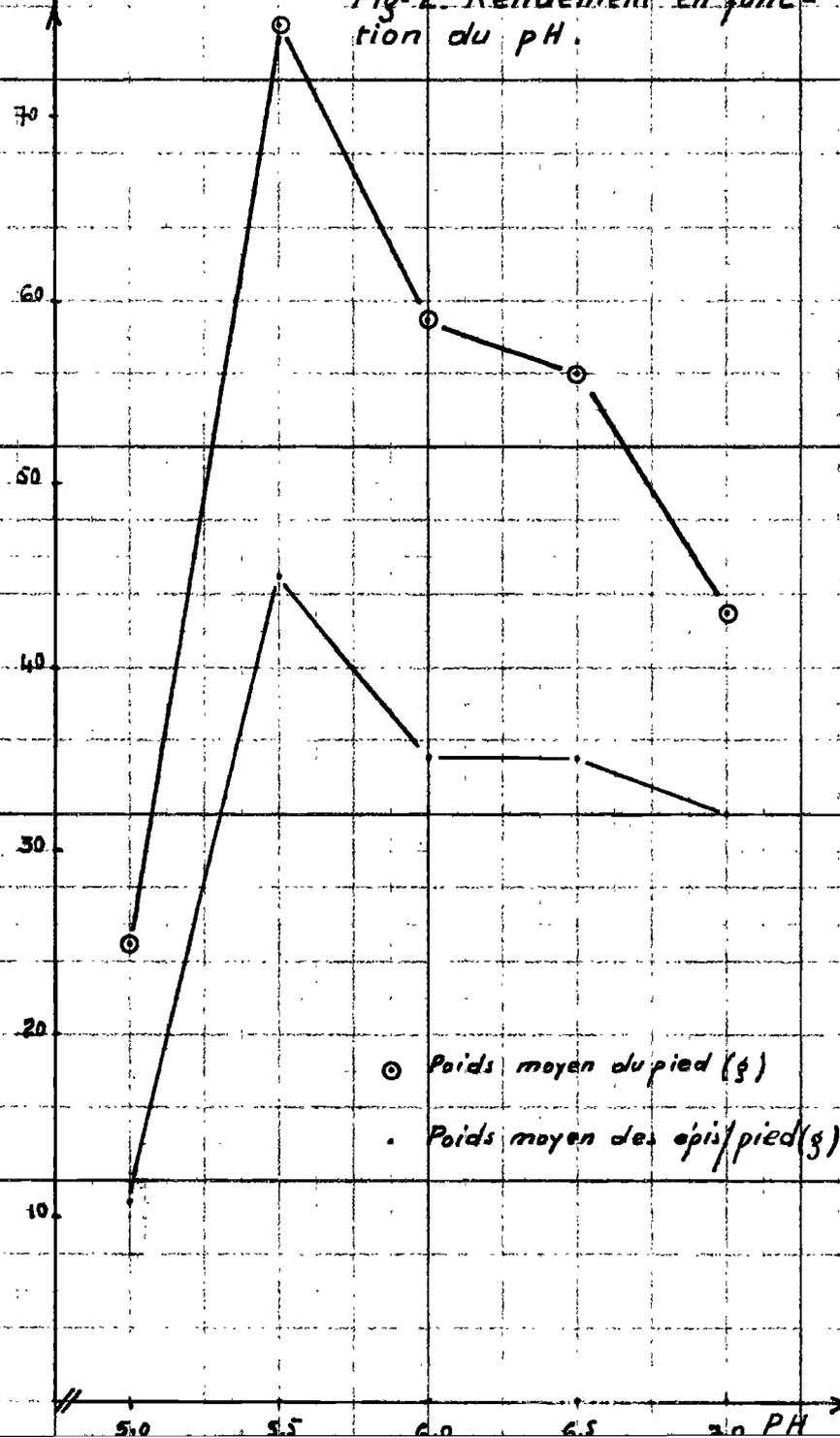
Juillet 1967

Fig-1 Rendement en fonction du logarithme de la dose.



Rendement

Fig-2. Rendement en fonction du pH.



- R E S U M E -

La saison dernière, nous avons déterminé, en culture sans sol, les proportions optimales dans lesquelles les éléments majeurs doivent être fournis à la plante. Cette saison, nous déterminons, les proportions optimales entre éléments étant respectées, la dose d'aliments à fournir par bac pour avoir un rendement optimum. Cette dose optimum est de 100 milliéquivalents par 3 litres, par bac et par plante à pH 6,5.

Nous avons réalisé un autre essai en culture sans sol où la variante étudiée est le pH. Le pH optimum pour le maïs-grain en culture sans sol est intermédiaire entre 5,0 et 5,5. Nous avons jusqu'ici travaillé loin des conditions optimales de pH. C'est certainement l'une des raisons des coefficients de variation trop élevés de nos essais en culture sans sol. D'autres raisons doivent intervenir, le traitement bénéficiant du pH optimum ayant encore un CV élevé. On peut penser aux conditions d'absorption : aération peut-être défectueuse, échauffement probable du milieu radiculaire.

-O-O-O-O-

Après la récolte de la deuxième saison, nous avons mis en place le 20/12/66, deux essais en culture sans sol : le premier, un essai-doses, le deuxième, un essai-pH. Ces essais ont été récoltés le 14/3/67.

I - ESSAI-DOSES = ESSAI C S A

1. But. Il s'agit, compte tenu des proportions optimales définies la saison dernière entre éléments minéraux, de déterminer la dose optimum d'aliments à fournir par bac où pousse un pied de maïs, variété Niaouli 7.

2. Conduite de l'opération.

1°) Dispositif expérimental

a) Traitements

Tableau : dose d'aliments en milliéquivalents par bac.

Traite- ment n°	Eléments Dose	Eléments					
		NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼ /2	PO ₄ H ₂ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺ /2	Mg ⁺⁺ /2
1	25	8,4	4,35	3,07	3,30	3,45	2,4
2	50	16,8	8,70	6,15	6,65	6,90	4,8
3	100	33,6	17,40	12,30	13,30	13,80	9,6
4	200	67,2	34,80	24,60	26,60	27,60	19,2
5	400	134,4	69,60	49,20	53,20	55,20	38,4
6	800	268,8	139,20	98,40	106,40	110,40	76,8

C'est un essai en blocs de 14 répétitions. Chaque bloc comprend 6 traitements définis dans le tableau ci-dessus où le logarithme de la dose

est espacé régulièrement. Le traitement 3 (= dose de 100 méq. par bac) s'obtient comme l'indique le tableau suivant :

Produits	Quantité en mg/3 l.	Composition en méq. / 3 litres					
		NO_3^-	$\text{SO}_4^{=}$	PO_4H_2^-	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}
		33,6	17,4	12,3	13,3	13,8	9,6
$(\text{NO}_3)_2\text{Ca}, 4 \text{H}_2\text{O}$	1 628	13,8				13,8	
NO_3K	101	1,0			1,0		
NO_3H	1 184	18,8					
SO_4H_2	382		7,8				
$\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$	1 673			12,3	12,3		
$\text{SO}_4\text{Mg}, 7 \text{H}_2\text{O}$	1 181		9,6				9,6

La dose relative aux autres traitements se déduit aisément de celle du traitement 3.

b) Oligo-éléments . La dose d'oligo-éléments est la même pour tous les traitements. Elle est la même que celle des saisons passées.

c) pH. Le pH est de 6,5, réajusté tous les 2 jours.

2°) Récolte.

Il n'y a pas de prélèvement foliaire et la récolte se fait par pied : épis et pied. La récolte est séchée à l'étuve à 100°.

3. Interprétation

1°) Observations.

Les pieds du traitement 6 sont nains, ont les feuilles recroquevillées, gauffrées et ils sont tous morts entre le 17/1/67 et 7/2/67, bien avant la floraison, donc sans donner aucun épi. Les solutions nutritives semblent trop concentrées pour la vie de la plante. Les pieds du traitement 5, présentent à un degré moindre, ces signes de nanisme ; sur les 14 pieds, 7 sont morts entre le 6/2/67 et le 20/2/67 au stade végétatif ; sur les 7 restants, 3 seulement ont donné des épis. Les pieds du traitement 3 présentent la meilleure vigueur. Les pieds du traitement 1 sont chlorosés et ont mis du temps pour avoir les épis.

Chez le maïs, pour une même variété, les pieds les plus vigoureux fleurissent les premiers et les plus chétifs les derniers. Cet essai-dose a entraîné un étallement de la floraison ; et comme le maïs est allogame, la fécondation naturelle a été aléatoire : c'est à mon avis, ce qui explique un coefficient de variation très élevé dans le poids des épis, de 60 à 104 % (cf. tableau Ib). Nous n'avons pas pu faire de fécondation artificielle parce que l'essai se déroule en grande saison sèche où aucun maïs n'était en champ.

2°) Poids des épis (cf. tableau Ia, Ib).

Nous n'avons pas le même nombre de pieds fécondés par traitement ; la variance ne semble pas homogène : valeurs extrêmes = 147,62 et 5,50 ; enfin le coefficient de variation à l'intérieur de chaque traitement est trop élevé : entre 60 et 104 %. Toutes ces raisons font que nous n'allons pas faire une analyse statistique poussée du poids des épis. Nous allons nous contenter de signaler seulement que le rendement en épis optimum est obtenu pour le traitement 3, c'est-à-dire pour 100 milliéquivalents par 3 litres.

3°) Poids des pieds (cf. tableaux IIa, IIb, IIc).

La variance ne semble pas homogène : valeurs extrêmes = 751,92 et 0,30. Le coefficient de variation est moins élevé que chez les épis mais il n'est pas satisfaisant ; en outre il s'élève avec la dose : 25 % pour les traitements 1 et 2, 50 % pour les traitements 3 et 4 et 100 % pour le traitement 5. Cela nous amène à nous demander si l'élévation du coefficient de variation observée n'est pas liée à des conditions défavorables d'absorption. Si, malgré l'hétérogénéité de la variance, on fait un test F sur les données originales, non transformées, on observe une différence significative entre traitement et une courbe de réponse en x^4 en fonction du logarithme de la dose avec un optimum situé aux environs du traitement 3, c'est-à-dire de 100 méq. / 3 litres.

4°) Résultats.

L'observation, l'analyse du poids des épis et du poids des pieds, s'accordent pour signifier que, dans les conditions de l'expérience, le rendement optimum est obtenu pour 100 méq. par 3 litres et par bac.

4. Conclusion

A pH 6,5, en utilisant les proportions optimales entre éléments définies la saison dernière, il faut travailler à la dose de 100 méq. par 3 litres et par bac pour obtenir un rendement optimum du maïs.

Les doses expérimentées montrent que les macro-éléments deviennent "toxiques" à partir d'une certaine dose : à 400 méq. par 3 litres, nous obtenons de façon aléatoire quelques rares épis ; à 800 méq. par 3 litres, nous n'obtenons plus aucun épi, la plante mourant très tôt, au stade végétatif.

II - ESSAI pH = ESSAI C S B

1. But. Vu le coefficient de variation élevé observé dans les essais antérieurs, nous/^{nous}proposons de rechercher à quel pH nous devons expérimenter le maïs en culture sans sol pour que le pH ne soit pas un facteur limitant.

2. Conduite de l'opération.

1°) Dispositif expérimental

C'est un essai en blocs de 10 répétitions. Chaque bloc comprend 6 traitements ainsi définis :

Traitement	1	2	3	4	5	6
pH	4,5	5,0	5,5	6	6,5	7,0

La dose de macro-éléments est celle du traitement 3 de l'essai CSA 1966.3, c'est-à-dire 100 mg. par 3 litres, avec les mêmes proportions entre éléments. La dose d'oligo-éléments est la même que celle que nous avons l'habitude d'utiliser.

2°) Récolte

Nous avons fait à part la récolte des épis (rafle + grain) et à part la récolte des pieds. Le matériel ainsi récolté est passé à l'étuve à 100°.

3. Interprétation.

1°) Observations

a) Raccourcissement des entre-nœuds. Les pieds du traitement 1 présentent un net raccourcissement des entre-nœuds et leurs feuilles semblent partir toutes d'un même point. Nous avons cependant éliminé le traitement 1 lors de l'interprétation parce que le papier pH qui nous permet les mesures débute à

pH 4,5 : de ce fait, la mesure du pH 4,5 est imprécise.

b) Symptômes des feuilles jeunes à rayures longitudinales blanchâtres. De tels symptômes ont été observés dans les deux essais A et B. En voici les proportions, le 3/2/67, date d'apparition de 50 % des inflorescences mâles.

Traitement / Essai	1	2	3	4	5	6	Nbre de pieds par traitement
C S A 1966.3	0	14	43	86	100	100	14
C S B 1966.3	0	0	0	20	20	50	10

Les symptômes apparaissent à partir du traitement 4 dans l'essai CSB. D'autre part les conditions du traitement 3 de l'essai CSA devaient correspondre à celles du traitement 5 de l'essai CSB : dose 100 méq., pH = 6,5. En fait, les pH de nos cultures s'élèvent d'une 1/2 unité environ avant de se stabiliser et pour éviter un réajustement, nous avons fourni les solutions aux plantes à un pH inférieur d'une demi unité au pH désiré. Ainsi le traitement 5 de CSB a reçu au départ une solution à pH = 6 qui a évolué ensuite à pH 6,5; le traitement 6 de CSB a reçu au départ une solution à pH 6,5 qui a évolué ensuite à pH 7,0. Donc on peut dire que le traitement 3 de l'essai CSA est intermédiaire entre les traitements 5 et 6 de l'essai CSB. Et les 43 % de pieds à symptômes obtenus pour le traitement 3 sont bien intermédiaires entre les 20 et 50 % de pieds à symptômes des traitements 5 et 6 de l'essai CSB. Il semble donc que les deux essais s'accordent pour signifier qu'à pH 6,5, il y a environ 40 % des pieds qui présentent le symptôme de feuilles jeunes à rayures longitudinales blanchâtres.

A pH 6,5, ce symptôme s'élève avec la dose.

Un tel symptôme qui diminue le taux de chlorophylle bloque la photosynthèse et doit être préjudiciable au bon rendement de la plante.

2°) Étude pondérale.

a) Poids des épis (cf tableaux IIIa, IIIb). Les blocs III et VIII ont été éliminés, leurs épis ayant été parasités. Le test de BARTLETT donne $\chi^2=23,26$ supérieur à $9,49 = \chi^2$ pour 4 D.L. : les variances ne sont donc pas homogènes et en principe, le test F ne sera valable. Nous nous contentons alors d'observer quelques paramètres statistiques : la moyenne passe par un optimum pour le traitement 3 ; le coefficient de variation, bien qu'élevé, passe par un minimum au traitement 3. Le pH 5,0- 5,5 semble donc indiqué pour notre expérimentation.

b) Poids des pieds (cf tableaux IVa, IVb, IVc). Le rapport entre les variances extrêmes (460,22 et 46,44) est du même ordre de grandeur que dans le cas des épis ; et nous pensons que les variances ne sont pas homogènes. La moyenne passe par un optimum au traitement 3 et le coefficient de variation par un minimum au traitement 3. L'analyse de variance faite sur les données non transformées montre une différence significative entre traitements et une courbe de réponse en x^4 en fonction du pH avec un optimum situé aux environs du pH 5,0-5,5.

3°) Résultats.

L'étude pondérale des épis et des pieds montre que l'optimum s'obtient au pH 5,0-5,5. C'est sans doute l'une des causes de l'élévation du CV, puisque nous avons travaillé jusqu'ici au pH 6,5. Si l'on peut attribuer le CV élevé du poids des épis (cf tableau IIIb) à une pollinisation défectueuse, on doit rechercher une autre cause pour le CV encore élevé du poids des pieds (cf tableau IV bis), et l'une des causes probables peut être une mauvaise aération du milieu racinaire : bac couvert par une toile plastique retenue contre le vent par une courroie en caoutchouc en vue d'éviter la dilution de la solution nutritive par l'eau de pluie.

4. Conclusion

Le pH optimum est 5,0-5,5. Et nous travaillerons désormais à ce pH. Le coefficient de variation élevé que nous avons observé jusqu'ici dans nos essais semble lié, en partie tout au moins, aux conditions de pH défavorables. Il convient d'effectuer des essais similaires -sur l'aération du milieu radiculaire par exemple- de façon à avoir, pour les résultats, des coefficients de variation **satisfaisants**.

Tableau Ia - Essai CSA 1966.3. Poids des épis (g): Données originales

Traitement	Poids des épis par pied	Total	Moyenne
1	7- 2 - 2 - 1 - 9 - 6 - 1 - 5 - 2 -	35	3,90
2	14- 3 - 4 -14 - 8 - 9 - 5 -16 - 1 - 11 - 22 - 14 - 20 -	141	10,80
3	2- 6 -10 -36 -15- 1- 10 -13 - 6 - 24 - 9 - 40 - 2 -20-	192	13,70
4	2- 2 - 2 - 9 - 4 - 1- 5 - 5 -12 - 8 - 26 -	76	6,90
5	1- 1 - 5 -	7	2,30
6		0	0

Tableau Ib - Essai CSA 1966.3. Poids des épis : Paramètres statistiques

Traitement	n	s ²	s	s _n	t _{0.05} s _n	v %	
1	9	8,63	2,936	0,98	2,26	75	n = nombre de mesures
2	13	43,00	6,557	1,82	3,96	61	s ² = variance
3	14	147,62	12,150	3,25	7,02	89	s = écart-type
4	11	51,90	7,204	2,17	4,85	104	s _n = erreur-type de la moyenne
5	3	5,50	2,345	1,35	5,82	102	t _{0.05} s _n = intervalle de confiance à 5 %.
6	0	-	-	-	-	-	v = coefficient de variation

Tableau IIa - Essai CSA 1966.3. Poids des pieds (g) débarrassés des épis:Données

Traitement	Poids des pieds	Total
1	28 - 18 - 10 - 24 - 23 -24 -27 -19 -16 -15 -21 -32 -20- 18 -	295
2	49 - 48 - 38 - 35 - 36 -45 -25 -38 -26 -28 -50 -34 -34- 35 -	521
3	31 - 36 - 43 -128 - 61 -21 -72 -44 -43 -82 -59 -54- 41- 82 -	797
4	65 - 39 - 41 - 18 - 21 -26 -23 - 9 -23 -34 -35 -29- 52- 69 -	484
5	9 - 10 - 3 - 1 - 17 -13 -16 - 2 -13 - 3 - 9 - 6- 53- 30 -	185
6	1 - 2 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1- 1- 3 -	17

Tableau IIb - Essai CSA 1966.3. Poids des pieds : Paramètres statistiques

Traitement	n	Moyenne	Variance s^2	s	s_n	$t_{0.05}$	s_n	v %
1	14	21	33,30	5,77	1,54	3,33	27	
2	14	37	67,08	8,19	2,19	4,73	22	
3	14	57	751,92	27,42	7,33	15,83	48	
4	14	35	304,69	17,46	4,66	10,07	50	
5	14	13	189,85	13,78	3,68	7,95	106	
6	14	1	0,30	0,55	0,15	0,32	55	

Tableau IIc - Essai CSA 1966.3. Poids des pieds : Analyse de variance sur les données non transformées

Source de variation	Somme des carrés	D.L.	Carré moyen	F
- Blocs	2 590,72	13	199,28	< 1
- Traitements	27 253,20	5	5 450,64	23,74 ^{***}
. Reg. linéaire	7 499,51	1	7 499,51	32,66 ^{***}
. Reg. quadratique	15 504,16	1	15 504,16	67,53 ^{***}
. Reg. cubique	1 945,15	1	1 945,15	8,47 ^{***}
. Reg. en x^4	1 458,00	1	1 458,00	6,35 [*]
. Termes sup.	846,38	1	846,38	3,68
- Erreur	14 923,64	65	229,59	CV = 55 %

Tableau IIIa - Essai CSB 1966.3. Poids des épis (g) : Données

Trai- tenent	Poids des épis (g)	Total
2	14 - 24 - 6 - 8 - 7 - 14 - 9 - 8 -	90
3	41 - 51 - 55 - 58 - 36 - 72 - 31 - 12 -	356
4	46 - 40 - 32 - 53 - 38 - 11 - 10 - 53 -	283
5	34 - 18 - 62 - 38 - 41 - 43 - 13 - 28 -	277
6	48 - 34 - 20 - 41 - 3 - 47 - 35 - 25 -	253

Tableau IIIb - Essai CSB 1966.3. Poids des épis : Paramètres statistiques.

Trai- tenent	n	Moyenne (g)	Variance (s ²)	s	s _n	t _{0.05} s _n	v %
2	8	11	35,64	5,97	2,11	4,98	53
3	8	45	344,85	18,30	6,57	15,50	41
4	8	35	287,41	16,94	5,99	14,14	48
5	8	35	237,12	15,39	5,45	12,85	45
6	8	32	229,70	15,17	5,36	12,64	48

Tableau IVa - Essai CSB 1966.3. Poids des pieds (g) : Données

Trai- tenent	Poids des épis (g)	Total
2	19 - 31 - 17 - 21 - 29 - 33 - 35 - 16 - 24 - 27 -	252
3	62 - 76 - 60 - 60 - 72 - 79 - 87 - 57 - 80 - 114 -	747
4	60 - 59 - 54 - 79 - 55 - 53 - 68 - 76 - 32 - 50 -	586
5	49 - 64 - 59 - 67 - 54 - 63 - 56 - 14 - 96 - 34 -	556
6	44 - 55 - 31 - 63 - 34 - 21 - 45 - 64 - 51 - 26 -	434

Tableau IV b - Essai CSB 1966.3. Poids des pieds : Paramètres statistiques.

Traitement	n	Moyenne	Variance (s ²)	s	s _n	t _{0.05} s _n	v %
2	10	25	46,44	6,81	2,15	4,87	27
3	10	75	295,33	17,18	5,43	12,27	23
4	10	59	184,00	13,56	4,29	9,70	23
5	10	56	460,22	21,45	6,78	15,33	38
6	10	43	227,77	15,10	4,78	10,79	35

Tableau IV c - Essai CSB 1966.3. Poids des pieds : Tableau d'analyse de variance

Source de variation	Somme des carrés	D.L.	Carré moyen	F
- Blocs	1 339,30	9	148,81	<1
- Traitements	13 627,60	4	3 406,90	12,79 ^{**}
. Reg. linéaire	299,30	1	299,30	1,12
. Reg. quadratique	8 690,06	1	8 690,06	32,63 ^{**}
. Reg. cubique	3 180,96	1	3 180,96	11,94 ^{**}
. Reg. en x ⁴	1 457,28	1	1 457,28	5,47 [*]
- Erreur	9 585,60	36	266,26	CV = 32 %