

O

N

A

R

E

S

T

INSTITUT DE RECHERCHES AGRICOLES ET FORESTIERES

**INFLUENCE DE LA COMPOSITION
DES SOLUTIONS NUTRITIVES
SUR L'ALIMENTATION ET LA PRODUCTION
D'ARACHIDES HATIVES
EN CULTURE SUR SABLE**



FORESTIER J.
ORSTOM
MOUZONG BOYOMO
chargé de cours ENSA

**INFLUENCE DE LA COMPOSITION
DES SOLUTIONS NUTRITIVES
SUR L'ALIMENTATION ET LA PRODUCTION
D'ARACHIDES HATIVES
EN CULTURE SUR SABLE**

**FORESTIER J.
ORSTOM**

**MOUZONG BOYOMO
Chargé de cours
ENSA - YAOUNDE**

INFLUENCE DE LA COMPOSITION DES SOLUTIONS NUTRITIVES
SUR L'ALIMENTATION ET LA PRODUCTION D'ARACHIDES HATIVES
EN CULTURE SUR SABLE.

Cette étude avait pour but principal de considérer les équilibres phosphore-potassium dans les solutions nutritives afin de se rendre compte si leur rapport optimum pouvait varier avec d'autres facteurs, notamment le rapport entre azote et phosphore d'une part et la proportion de potassium passant de l'insuffisance à l'excès par rapport aux cations alcalino-terreux d'autre part.

Il est évident que d'autres rapports, comme par exemple azote-potassium, ont eu l'occasion de varier, ou encore l'importance de l'anion SO_4 dans la recherche de l'équilibre anion-cation des solutions. Ces variations annexes seront prises en compte pour analyser les résultats des essais.

Les traitements et les expériences.

Quatre équilibres cationiques furent choisis, l'un médian qui dans des expériences précédentes avait donné satisfaction pour la nutrition de l'arachide et trois autres nettement déséquilibrés dans les rapports $(Ca+Mg)/K$ et Mg/K .

TABLEAU I. Equilibres cationiques en milliéquivalents des solutions nutritives.

Equilibre en potassium	Calcium	Magnésium	Potassium	$(Ca+Mg)/K$	Mg/K
Carencé	12	8	3	6,7	2,7
"	9	6	3	5	2
Satisfaisant	9	5	6	2,3	0,8
Excessif	8	4	8	1,5	0,5

Les rapports de l'azote et du phosphore varièrent de 5 à 30, la valeur normale étant située entre 15 et 20 selon le type d'alimentation. Le rapport N/K jugé satisfaisant était de 2,5.

Finalement les solutions suivantes furent mises en comparaison au cours de trois séries d'essais.

TABLEAU II. Equilibre des solutions nutritives mises en essais au cours des expériences, en milliéquivalents par litre.

	N	P	S	Ca	Mg	K	N/P	K/P	N/K
A	15	3	2	9	5	6	5	2	2,5
B	15	1,5	3,5	9	5	6	10	4	2,5
C	5	1	14	9	5	6	5	6	0,8
D	15	0,75	4,25	9	5	6	20	8	2,5
E	10	1	15,5	12	6,5	8	10	8	1,25
F	15	0,75	9,25	11,5	6	7,5	20	10	2
G	15	0,5	4,5	9	5	6	30	12	2,5
H	12	4	4	8	4	8	3	2	1,5
I	13	1,3	5,7	8	4	8	10	6	1,6
J	15	0,75	4,25	8	4	8	20	11	1,9
K	15	0,5	4,5	8	4	8	30	16	1,9
L	15	1,5	1,5	9	6	3	10	2	5
M	15	0,75	2,25	9	6	3	20	4	5
N	18	2	3	12	8	3	9	1,5	6
O	18	1	4	12	8	3	18	3	6

Les oligoéléments ont été fournis aux doses indiquées ci-dessous :

manganèse	0,49	à	0,55 mg/l	comme sulfate
bore	0,50	à	0,54	" " acide borique
zinc	0,07	à	0,11	" " sulfate
cuivre	0,064		"	" sulfate
molybdène	0,05		"	" molybdate d'ammonium

Le fer est apporté sous forme de chélate EDDHA dosé à 20 mg/litre pour une richesse théorique de 6 % en fer.

La première série expérimentale comportait les solutions A à F. Cette première série contient en fait deux sous-séries, l'une faisant varier le rapport N/P par accroissement du taux de phosphore (D.B.A.), l'autre par diminution du taux d'azote (F.E.C.). L'équilibre Ca-Mg-K est toujours le même, mais la concentration des solutions E et F est légèrement plus élevée, compensée du côté anion par un apport de sulfate, pour élargir la variation du rapport K/P. La nutrition se fait par submersion pendant deux heures chaque jour.

La deuxième série comprenait la solution D comme référence, puis deux solutions à potassium déficient (L.M) et trois à potassium excessif (H.I.J.). La nutrition se faisait par submersion mais pendant une durée journalière de quatre heures, ce qui permettait une alimentation suffisante en azote.

La troisième série comprend les solutions G et K avec N/P de 30, N et O à potassium déficient, et la solution D en référence. Cette dernière série a été alimentée en nutrition intermittente par arrosage (sept fois une demie heure chaque jour), ou en nutrition continue (G.D.O.). Ce type d'alimentation hydrique paraît favoriser la nutrition en potassium de l'arachide par rapport aux deux premières séries.

Résultats. Le contrôle de l'alimentation de l'arachide était effectué par la méthode d'analyse des sucs.

Les résultats d'analyse figurent dans les tableaux :

III	pour l'analyse	au soixantième jour de la première série ;
IV	"	" cinquante troisième jour de la troisième série ;
V	"	" quatre vingt cinquième jour de la première série ;
VI	"	" quatre vingtième jour de la deuxième série;
VII	"	" quatre vingt unième " troisième "

Ces résultats chiffrés ont pu être regroupés sur des graphiques facilitant l'observation des influences de certains composants des solutions nutritives sur la composition des sucs de l'arachide.

Les graphiques 1 et 2 concernent la nutrition azotée et notamment l'équilibre Azote aminé / Azote proteique en fonction du taux d'azote aminé des sucs. Les graphiques 3 et 4 montrent l'effet de N/P, N/K et K/P sur l'accumulation du phosphore soluble total dans les sucs. Le graphique 5 met en évidence l'influence du rapport N/P et de l'équilibre du potassium parmi les cations dans la solution sur le rapport NST/PST des sucs. Le graphique 6 relie l'équilibre K/Mg des sucs à Mg/K de la solution en fonction du rapport N/P. Les graphiques 7 et 8 tentent d'établir une mesure de la nutrition en calcium (Ca p/Pp) en fonction des rapports $\frac{Ca + Mg}{K}$ et N/P de la solution.

Discussion.

A la suite de ces trois essais, il est possible de dégager un certain nombre de règles sur la variation de la composition des sucs d'arachide en fonction de celle de la solution nutritive, et de rechercher l'établissement d'un optimum provisoire selon les connaissances acquises.

Rappelons qu'à la suite des études mettant en relation les analyses de suc et les rendements pour les cultures au champ, les normes retenues de bonne nutrition pour l'arachide étaient les suivantes :

	Phase végétative	Phase fructification
N minéral % NST	40 - 55	30 - 50
N aminé/N protéique	3 - 6	3 - 6
NST / PST	8 - 10	6 - 10
P minéral % PST	9 - 15	6 - 12
P protéique % PST	70 - 80	70 - 80
Ca protéique /P protéique	2,5 - 5	3 - 6
Potassium / Magnésium	8 - 10	8 - 11
K % somme des cations	65 - 71	65 - 71

TABLEAU III.- Résultats d'analyse des sucs de la première série expérimentale au 60e jour du cycle (en mg/l).

Identification solution	D	F	B	E	A	C
Caractères N/P de la K/P solution N/K	20 8 2,5	20 10 2	10 4 2,5	10 8 1,25	5 2 2,5	5 6 0,8
Azote nitrique NO ₃	88	56	40	16	30	10
Azote ammoniacal NH ₄	112	31	35	34	34	84
Azote aminé, amidé	300	241	231	278	190	244
Azote protéique	122	128	96	122	86	84
Azote soluble total	622	456	402	450	340	422
Phosphore PO ₄ H ₂	29	48	101	132	166	260
" glucidique	81	64	39	90	124	250
" protéique	164	186	216	304	336	488
" soluble total	274	298	356	526	626	998
Soufre SO ₄	27	70	27	26	86	66
Soufre organique	220	332	212	353	260	456
Soufre soluble total	247	402	239	379	346	522
Chlore	43	85	99	71	57	85
Potassium	5019	3059	2772	2669	2868	3824
Calcium	160	88	80	56	64	224
Magnesium	552	226	202	154	149	413
Sodium	113	75	150	188	75	188
Calcium protéique	420	424	384	520	392	512
N min % NST	32,2	19,1	18,7	8,9	18,8	22,3
P min % PST	10,6	16,1	28,4	25,1	26,5	26,1
S min % SST	10,9	17,4	11,3	6,9	24,9	12,6
NST/PST	2,3	1,5	1,1	0,9	0,54	0,42
PST/SST	1,1	0,7	1,5	1,4	1,8	1,9
K % somme cations (m.e)	65,8	73,2	70,4	72,3	77,5	62,1
Mg % " " "	23,5	17,6	16,7	13,6	13,1	21,8
K/Mg (mg)	9,1	13,5	13,7	17,3	19,2	9,3
Ca p/P _p	2,6	2,3	1,8	1,7	1,2	1,1
P p % PST	59,9	62,4	60,7	57,8	53,7	48,9
N aminé / N p.	2,5	1,9	2,4	2,3	2,2	2,9

Tableau IV.- Résultats d'analyse des sucs de la troisième série expérimentale au 53e jour du cycle (en mg/litre)

Identification solution	N	O	D	G	K
Caractères solution					
N/P	9	18	20	30	30
K/P	1.5	3	8	12	16
N/K	6	6	2,5	2,5	1,9
Azote nitrique NO ₃	296	200	228	264	314
Azote ammoniacal NH ₄	30	21	27	26	30
Azote aminé, amidé	538	467	345	430	390
Azote protéique	57	48	62	95	84
Azote soluble total	921	736	662	815	818
Phosphore PO ₄ H ₂	24	10	8	4	3
Phosphore glucidique	35	28	21	23	29
Phosphore protéique	142	95	81	55	59
Phosphore soluble total	201	133	110	82	91
Soufre PO ₄	59	63	42	58	53
Soufre organique	129	113	208	114	111
Soufre soluble total	188	176	250	172	164
Chlore	40	51	63	51	51
Potassium	2900	2900	3250	3300	3900
Calcium	40	48	80	64	80
Magnésium	456	403	600	418	317
Sodium	30	10	0	30	0
Calcium protéique	272	300	240	368	328
N min. % N S T	35.4	30.0	38.5	35.6	42.1
P min. % P S T	11.9	7.5	7.3	4.9	3.3
S min. % S S T	31.4	35.8	16.8	33.7	32.3
N S T / P S T	4.6	5.5	6.0	9.9	9.0
P S T / S S T	1.1	0.8	0.4	0.5	0.6
K % somme cations (M.éq.)	63.0	66.3	59.8	67.2	75.5
Mg % " "	32.3	29.9	35.9	27.7	19.9
K/Mg (mg)	6.4	7.2	5.4	7.9	12.3
Ca p/P	1.9	3.2	3.0	6.7	5.6
P % P S T	70.6	71.4	73.6	67.1	64.8
N _{am} / N ₂ P	9.4	9.7	5.6	4.5	4.6

TABLEAU V.- Résultats d'analyse des sucs de la première série expérimentale au 85e jour du cycle (en mg/l)

Identification solution	D	F	B	E	A	C
Azote nitrique NO ₃	24	52	24	90	28	20
" ammoniacal NH ₄	38	31	30	33	27	30
" aminé, amidé	170	169	222	255	117	138
" protéique	146	160	166	140	80	90
" soluble total	378	412	442	518	252	278
Phosphore PO ₄ H ₂	6	15	44	45	120	132
" glucidique	34	37	56	51	60	128
" protéique	82	138	552	496	400	456
" soluble total	122	190	652(?)	592	580	716
Soufre SO ₄	51	35	32	46	43	32
" organique	384	376	324	472	276	392
" soluble total	435	411	356	518	319	424
Chlore	57	43	85	199	71	43
Potassium	2390	2772	2964	3529	3203	2629
Calcium	96	88	96	128	56	56
Magnésium	360	269	254	240	182	221
Sodium	113	188	150	113	188	113
Calcium protéique	568	696	724	616	536	548
N min % NST	16,4	20,1	12,2	23,7	21,8	18,0
P min % PST	4,9	7,9	6,7	7,6	20,7	18,4
S min % SST	11,7	8,5	9,0	8,9	13,5	7,6
NST/PST	3,1	2,2	0,7	0,9	0,4	0,4
PST/SST	0,3	0,5	1,8	1,1	1,8	1,7
K % somme cations (m.e.)	59,1	65,6	68,7	72,9	74,5	70,5
Mg " " "	28,9	20,7	19,1	16,1	13,8	19,3
K/Mg (mg)	6,6	10,3	11,7	14,7	17,6	11,9
Ca p/P _p	6,9	5,0	1,3	1,2	1,3	1,2
P p % PST	67,2	72,6	84,7	83,8	69,0	63,7
N aminé / N _p	1,2	1,1	1,3	1,8	1,5	1,5

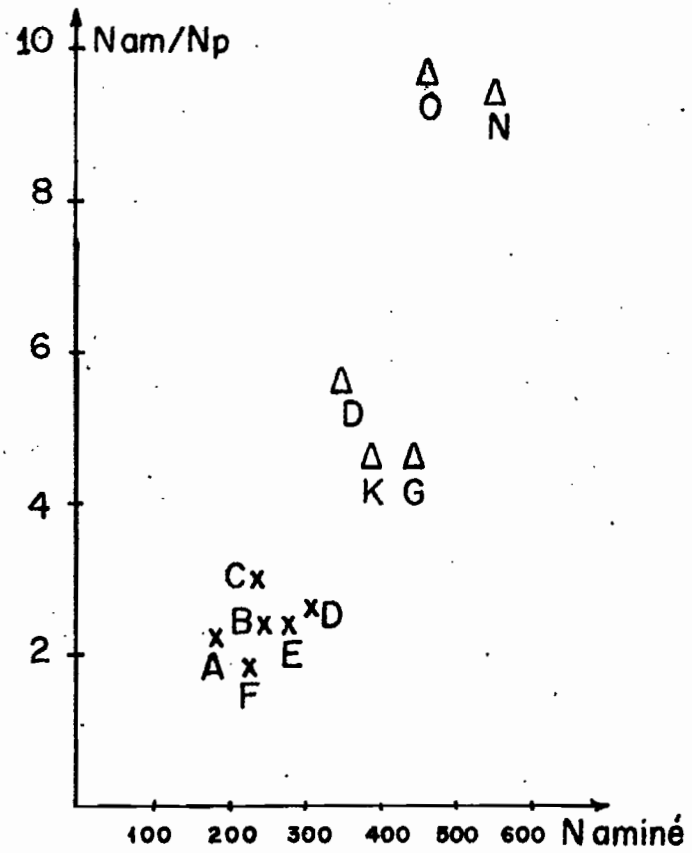
TABLEAU VI.- Résultats d'analyse des sucs de la deuxième série expérimentale au 80e jour du cycle (en mg/l)

Identification solution	D	M	L	J	I	H
Caractères solution N/P	20	20	10	20	10	3
K/P	8	4	2	11	6	2
N/K	2,5	5	5	1,9	1,6	1,5
Azote nitrique NO ₃	524	560	544	600	456	680
Azote ammoniacal NH ₄	33	42	34	43	26	24
Azote aminé amidé	419	578	334	373	390	472
Azote protéique	158	276	155	199	150	198
Azote soluble total	1134	1456	1067	1215	1022	1374
Phosphore PO ₄ H ₂	7	8	34	10	31	68
" glucidique	9	6	20	62	17	124
" protéique	120	154	200	128	276	808
" soluble total	136	168	254	200	324	1000
Soufre SO ₄	29	50	36	17	14	19
Soufre organique	205	240	102	139	206	221
Soufre soluble total	234	290	138	156	220	240
Chlore	11	23	11	23	34	45
Potassium	3200	1950	2150	4000	4450	4300
Calcium	32	32	24	40	12	8
Magnésium	413	499	490	254	252	130
Sodium	20	20	20	20	20	30
Calcium protéique	570	556	560	552	392	200
N min % NST	49,1	41,3	54,2	52,9	47,2	51,2
P min % PST	5,1	4,8	13,4	5,0	9,6	6,8
S min % SST	12,4	17,2	26,1	10,9	6,4	7,9
NST/PST	8,3	8,7	4,2	6,1	3,2	1,4
PST/SST	0,6	0,6	1,8	1,3	1,5	4,2
K % somme cations (m.e.)	67,6	51,5	55,3	79,0	82,4	88,6
Mg %	28,3	42,8	40,9	16,3	15,2	8,7
K/Mg (mg)	7,7	3,9	4,4	15,7	17,7	33,1
Ca p/P	4,8	3,6	2,8	2,8	1,2	0,2
P p % PST	88,2	91,7	78,7	64,0	85,2	80,8
N aminé / N _p	2,7	2,1	2,2	1,9	2,6	2,4

TABLEAU VII.- Résultats d'analyse des sucs de la troisième série expérimentale au quatre vingt unième jour du cycle (en mg/l).

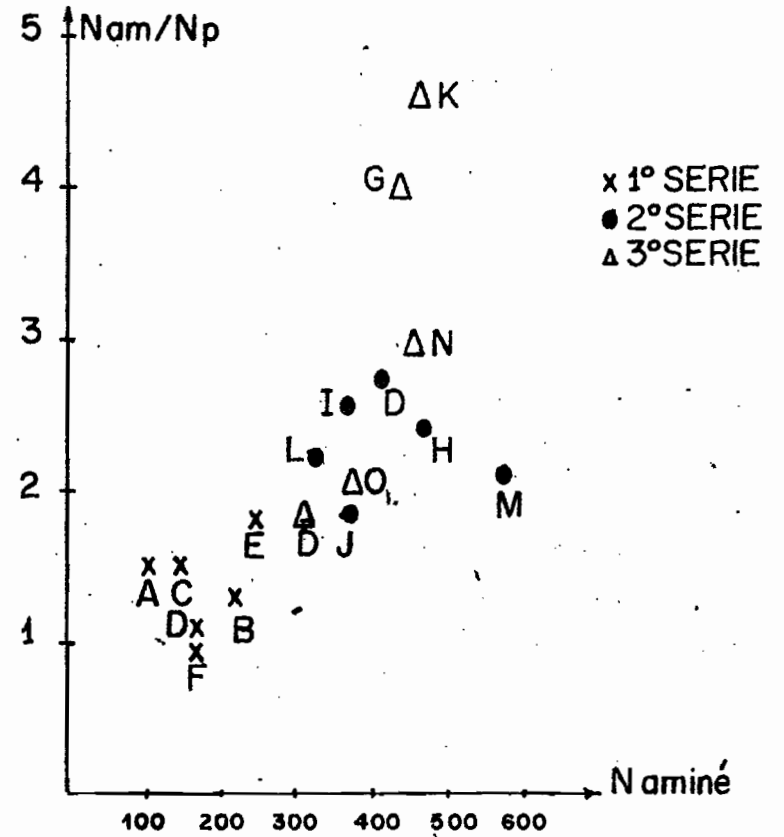
Identification solution	N	O	D	G	K
Azote nitrique NO ₃	364	244	248	230	112
Azote ammoniacal NH ₄	12	6	5	5	5
Azote aminé, amidé	468	378	331	435	466
Azote protéique	154	180	182	110	101
Azote soluble total	998	808	766	780	684
Phosphore PO ₄ H ₂	1	1	2	1	4
Phosphore glucidique	tr	tr	tr	tr	tr
Phosphore protéique	202	132	104	90	116
Phosphore soluble total	203	133	106	91	120
Soufre	37	35	42	61	n.d
Soufre organique	75	133	174	175	-
Soufre soluble total	112	168	216	236	196
Chlore	68	57	45	68	125
Potassium	3300	3050	3650	3250	3850
Calcium	56	24	8	32	40
Magnésium	672	466	379	398	350
Sodium	20	40	30	40	40
Calcium protéique	500	532	600	608	632
N min % N S T	37.7	30.9	33.0	30.1	17.1
S min % S S T	33.0	20.8	19.4	25.8	-
N S T / P S T	4.9	6.1	7.2	8.6	5.7
P S T / S S T	1.8	0.8	0.5	0.4	0.6
K % somme cations (en M.éq)	58.3	65.0	73.5	69.3	74.8
Mg % " "	38.6	32.3	24.8	27.6	22.1
K / Mg (en mg)	4.9	6.5	9.6	8.2	11.0
Ca p / P _p	2.5	4.0	5.7	6.7	5.3
N aminé / N _p	3.0	2.1	1.8	4.0	4.6

NUTRITION AZOTEE



PHASE VEGETATIVE

GRAPHIQUE 1



PHASE FRUCTIFICATION

GRAPHIQUE 2

Nutrition azotée

L'alimentation azotée a été insuffisante dans la première série expérimentale par suite de la durée trop courte de submersion (deux heures). Avec quatre heures de submersion, la nutrition en azote est suffisante (rapport N minéral % azote soluble total). Pour la troisième série expérimentale à nutrition continue, avec 15 m.é/l de NO_3 , le rapport N minéral % NST paraît à peine suffisant pendant la phase végétative.

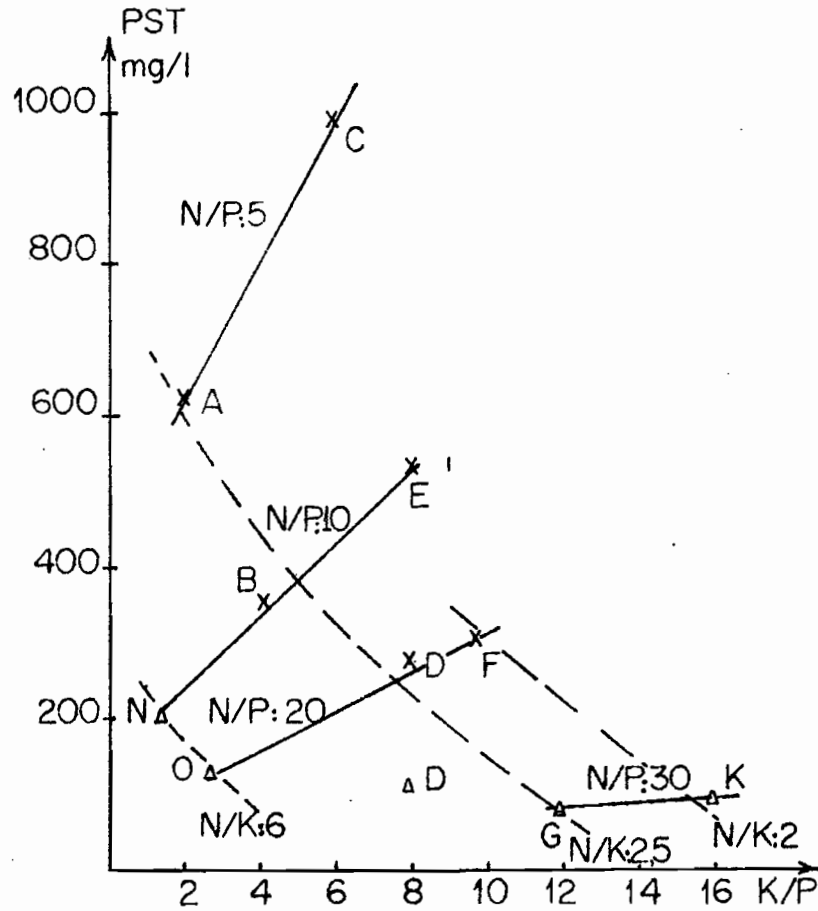
Lorsque l'apport d'azote est insuffisant (première série), le rapport N aminé / N protéique est faible. Lorsque le potassium est insuffisant pendant la phase végétative, il y a accumulation d'azote aminé et déséquilibre N am/Np. En phase de fructification, l'insuffisance du potassium dans la solution ne produit plus d'effet sur l'équilibre N am / N p des sucs.

Nutrition phosphorée

La nutrition globale en phosphore peut se traduire par une forte accumulation de phosphore soluble total. Les graphiques 3 et 4 montrent que cette accumulation de PST dans le suc est en rapport avec les équilibres N/P et N/K ou aussi K/P. Cette accumulation de PST est favorisée par des rapports N/P et N/K bas, ou avec l'élévation de K/P. Ainsi l'accumulation de P est bien plus forte dans la sous-série F.E.C. de la première expérience car N/P et N/K diminuent simultanément. Si N/P est élevé, la variation de N/K ou K/P produit de faibles variations du phosphore soluble total dans les sucs.

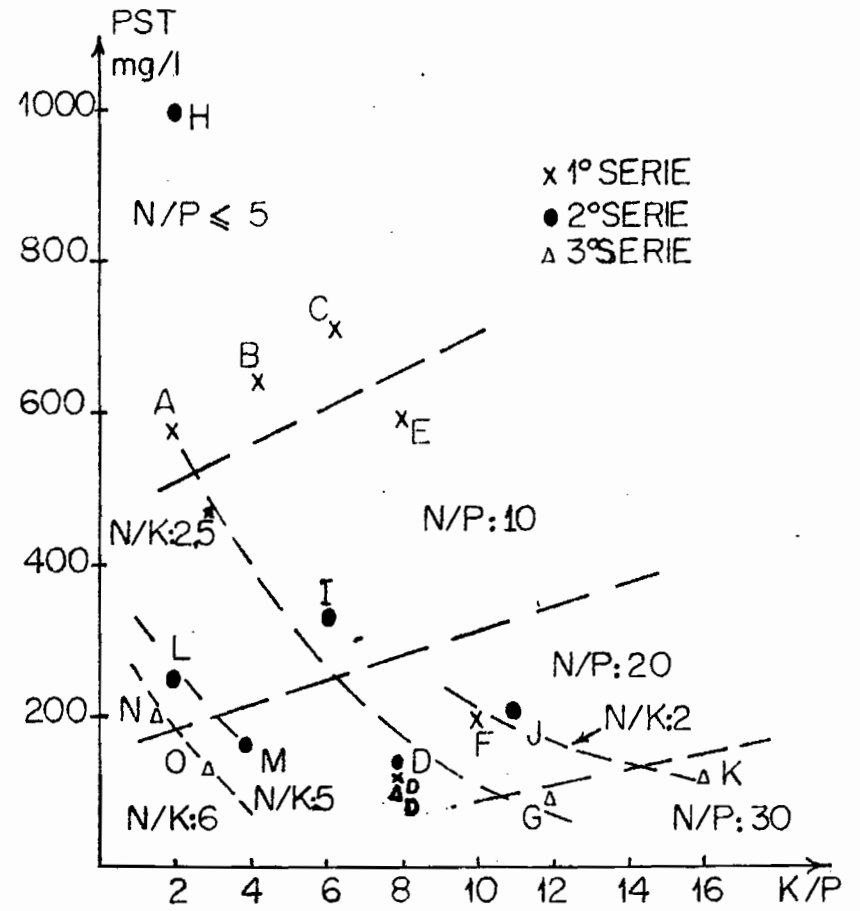
Les différentes fractions du phosphore soluble ne varient pas avec la même amplitude en fonction des conditions de nutrition. Le taux de phosphore minéral, à la fois concentration dans le suc et rapport P minéral % PST, augmente si le rapport N/P de la solution baisse ou si les conditions sont défavorables à la nutrition azotée (faible concentration de la solution ou temps de contact insuffisant) pour un même rapport N/P. Pareillement P protéique augmente avec l'abaissement du rapport N/P, mais plus lentement au début que P minéral.

ACCUMULATION DU PHOSPHORE SOLUBLE TOTAL



FIN PHASE VEGETATIVE

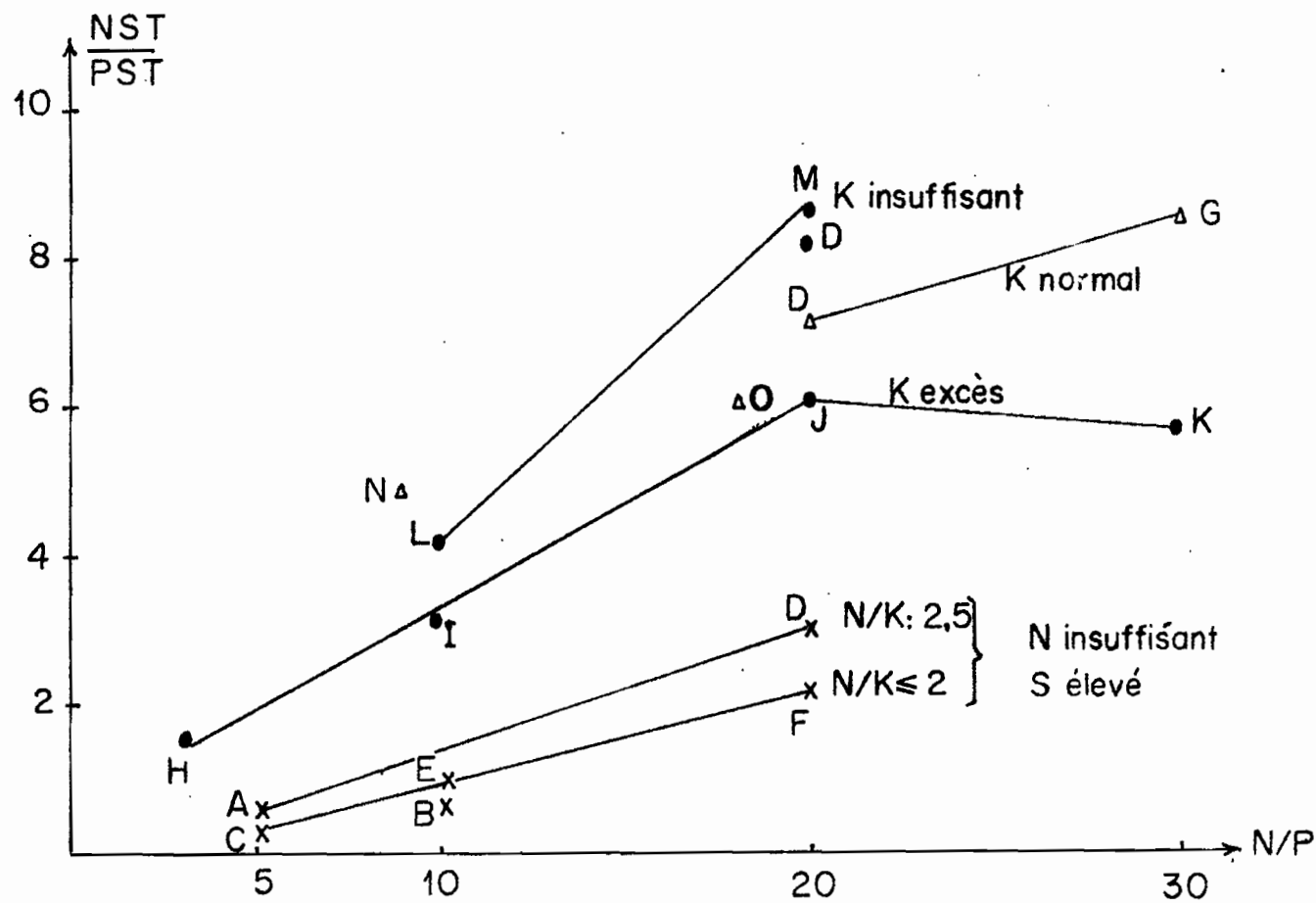
GRAPHIQUE 3



PHASE FRUCTIFICATION

GRAPHIQUE 4

EQUILIBRE AZOTE-PHOSPHORE DANS LES SUCS



PHASE FRUCTIFICATION

GRAPHIQUE 5

Le rapport du phosphore minéral au phosphore soluble total semble plafonner entre 25 et 30 %. Il ne reste élevé en fin de végétation que pour les rapports N/P de 5 en solution. Pour N/P de 10 en solution, élevé pendant la phase végétative, le rapport P minéral % PST redevient normal en phase de fructification par suite d'une accumulation de phosphore protéique, mais les taux bruts de phosphore minéral dans le suc sont trop élevés.

Les variations du phosphore glucidique ne suivent pas les mêmes règles. Le phosphore glucidique s'élève légèrement si le rapport N/P de la solution est élevé (et) ou si le potassium est excessif dans la solution. Il s'élève également fortement lorsque P minéral et P protéique se sont accumulés.

Lorsque le rapport N/P est élevé, le rapport P protéique / P minéral tend à s'accroître dans les sucs.

De ces variations non simultanées des trois formes de phosphore dans les sucs, il résulte que le rapport P protéique % PST varie irrégulièrement. L'absorption excessive de P minéral l'abaisse (N/P faible) de même que l'absorption insuffisante de P (N/P très élevé). Pour avoir un rapport P protéique % PST favorable, il faut éviter l'accumulation du phosphore soluble total.

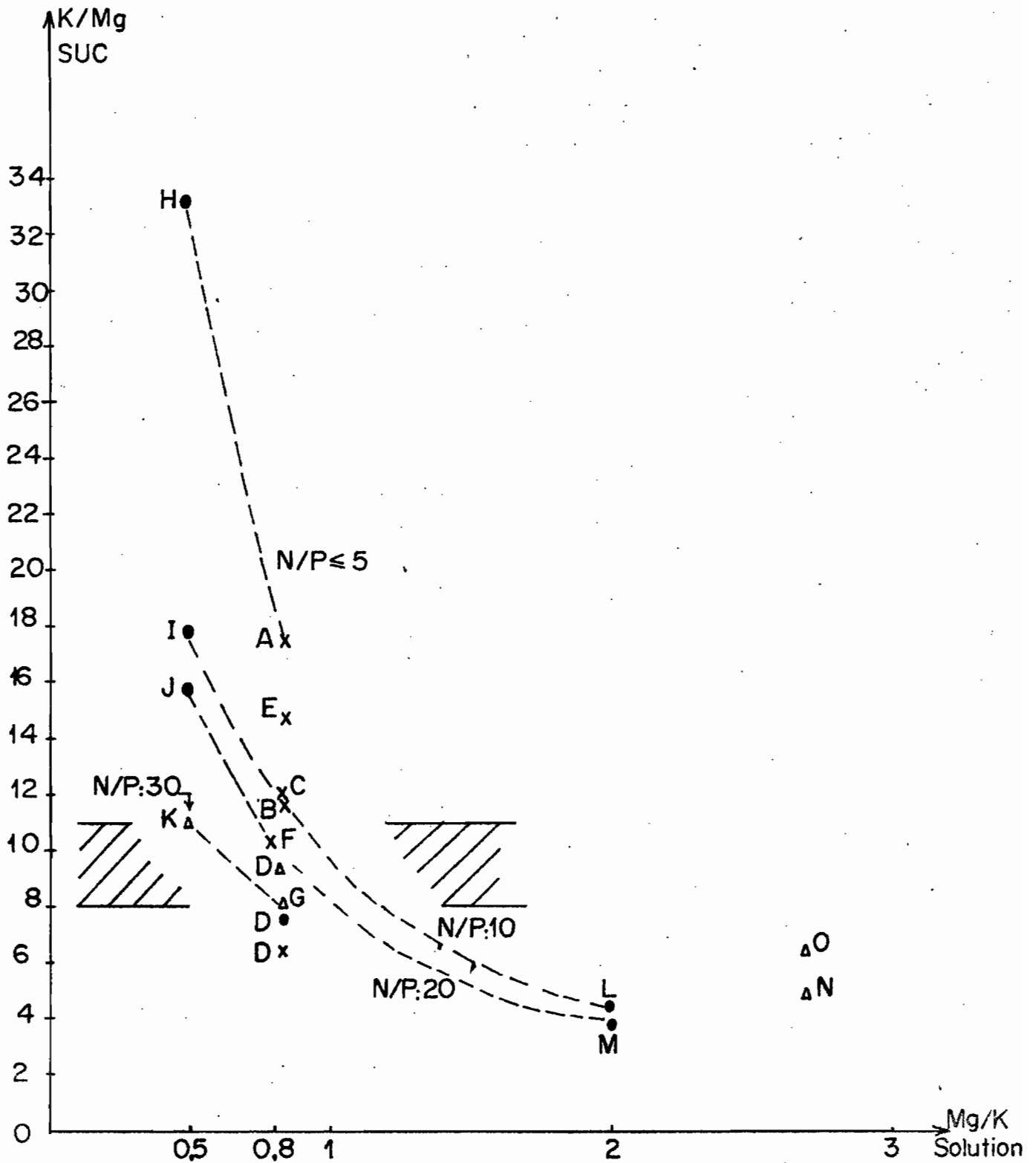
Rapport azote soluble total / phosphore soluble total.

La valeur de cet équilibre entre l'azote et le phosphore absorbés augmente avec la valeur du rapport N/P dans la solution, et avec l'insuffisance du potassium (N/K élevé empêche l'accumulation de PST).

Nutrition en soufre.

Il y a une accumulation de soufre sous forme organique lorsque le taux de soufre dans la solution nutritive est élevé (solutions F.E.C.). Cependant le rapport phosphore soluble total / soufre soluble total reste élevé car l'accumulation du phosphore est encore plus importante.

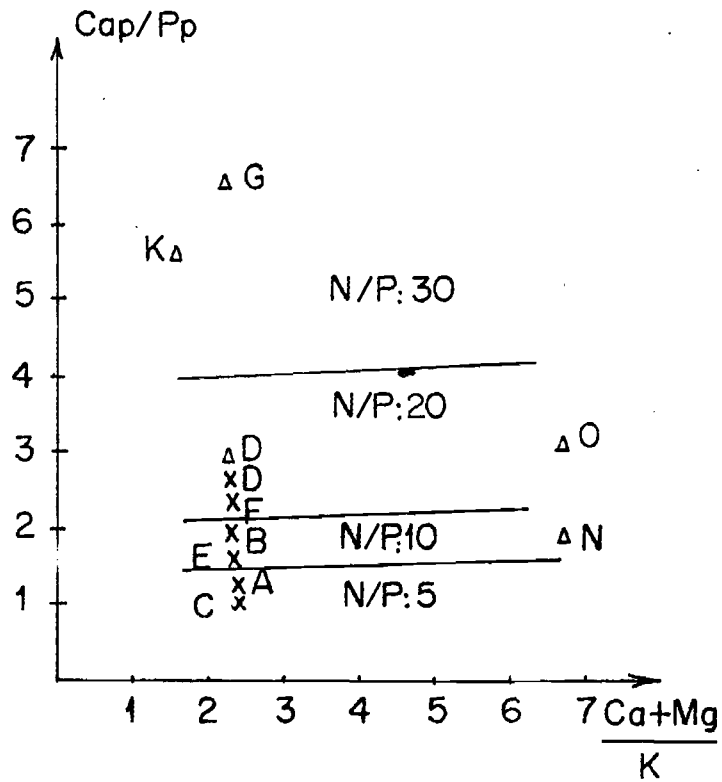
EQUILIBRE POTASSIUM-MAGNESIUM DES SUCS



PHASE FRUCTIFICATION

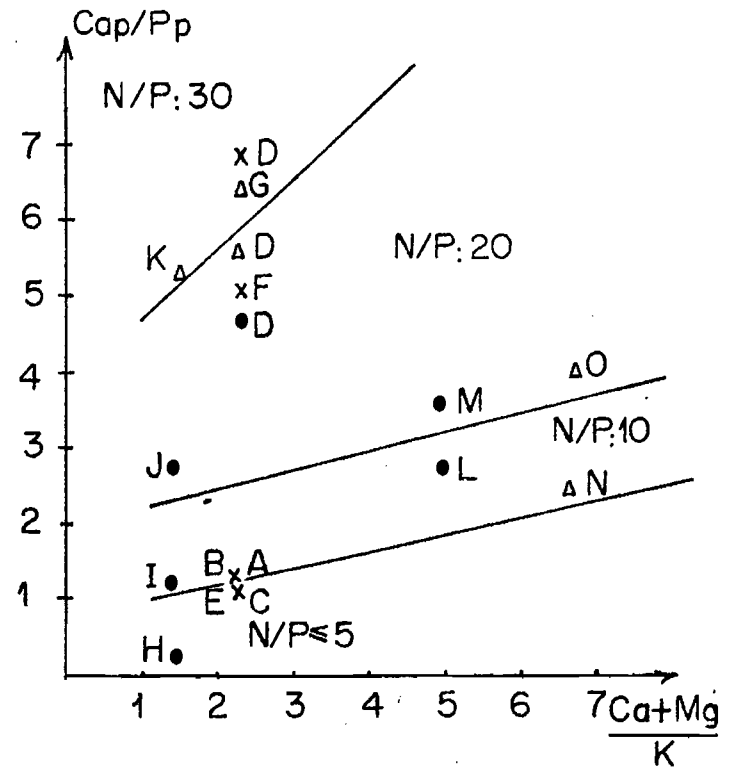
GRAPHIQUE 6

NUTRITION CALCIQUE



PHASE VEGETATIVE

GRAPHIQUE 7



PHASE FRUCTIFICATION

GRAPHIQUE 8

La nutrition correcte en soufre de l'arachide n'exige qu'une faible concentration de cet élément dans la solution nutritive.

Le rapport PST / SST dépend surtout de la valeur de N/P dans la solution : il croit avec ce qui favorise l'accumulation de PST (N/P et N/K bas).

Nutrition potassique.

Le pourcentage du potassium dans la somme des cations du suc varie avec le rapport $(Ca + Mg)/K$ en Mg/K de la solution. Il baisse lorsque ce rapport augmente. Ce pourcentage s'élève également lorsque N/P ou K/P diminuent, c'est-à-dire lorsque la proportion du phosphore dans le milieu s'accroît.

L'alimentation continue favorise l'absorption du potassium par rapport aux alcalino-ferreux (pour N.O.D.).

Pour avoir une bonne nutrition potassique, il semble qu'avec $N/P = 20$, le rapport $(Ca + Mg)/K$ doit rester entre 2 et 2,5, et que pour $N/P = 15$ les limites soient 2,25 et 2,75.

Nutrition magnésienne.

La nutrition magnésienne est inverse de la nutrition potassique. Elle paraît être correcte pour un rapport Mg/K dans la solution variant de 0,75 à 1,0 pour $N/P = 20$ et de 0,8 à 1,1 pour $N/P = 15$.

Nutrition calcique.

Le rapport calcium protéique /P protéique dans le suc qui évalue le mieux la nutrition calcique de l'arachide augmente avec la valeur du rapport $(Ca + Mg)/K$ dans la solution, et surtout avec N/P. Le rapport N/P de 15 avec $(Ca + Mg)/K$ de 2,5 permet d'obtenir une absorption correcte du calcium. Avec $N/P = 20$, la nutrition calcique est bonne avec les limites jugées optima de $(Ca + Mg)/K$ entre 2 et 2,5. Cependant un autre facteur doit intervenir qu'il n'a pas été possible d'isoler.

Conclusion

En définitive, une solution nutritive correcte de l'arachide pourrait évoluer autour des équilibres :

N	P	S	Ca	Mg	K
15	0,75	4,25	9,5	4,5	6
15	0,75	2,75	9	4,5	5

La nutrition en phosphore dépend des équilibres entre azote, phosphore et potassium. De même, la nutrition potassique qui dépend principalement du rapport entre potassium et alcalino-terreux est légèrement modifiée par le rapport N/P, et vraisemblablement par le régime d'alimentation.

Etude des rendements et de la récolte

Tableau VIII. Rendement et caractéristiques de récolte pour les cultures d'arachide sur sable.

	Rendement gramme de gousse/pot	Rendement décorticage	Graines Gousse	Poids une graine	Poids une gousse	Nombre de gousses/ pot (2 ou 3 pieds)
<u>Première série</u>						
D	27,6	0,722	2,20	338	1028	26,9
B	21,2	0,730	2,63	322	1018	20,8
F	18,0	0,718	2,26	316	993	18,1
A	16,8	0,698	2,05	314	922	18,2
E	13,4	0,706	2,36	304	1002	13,4
C	9,0	0,671	2,08	319	989	9,1
<u>Deuxième série</u>						
J	41,0	0,747	2,50	335	1122	36,5
L	36,8	0,719	2,08	316	915	40,2
M	31,8	0,738	2,13	329	947	33,6
I	30,0	0,728	2,43	314	1048	28,6
D	25,1	0,702	2,08	292	864	29,1
H	15,6	0,677	2,24	278	919	17,0
D(semi- continu)	30,5	0,722	2,55	444	1568	19,5

Troisième série

G	29,9	0,767	2,55	529	1759	17,0
D	21,1	0,763	2,39	471	1473	14,3
O	22,6	0,766	2,63	454	1557	14,5
N	23,4	0,757	2,42	531	1697	13,8
K	14,3	0,751	2,38	440	1394	10,2
(comparaison caractéristique gousse sur sol)		0,715	2,86	625	2500	7,0 (pied)

Dans la première série, les rendements baissent selon D.B.A. pour la première sous-série, et F.E.C. pour la seconde, c'est-à-dire avec la diminution des rapport N/K et N/P ou encore de K/P dans chaque sous-série. La différence entre D et F provient peut-être de l'excès d'absorption de K par les plants de la solution F, ou par l'accumulation un peu plus grande de phosphore soluble total par suite d'un K/P plus élevé ou d'un N/K plus bas.

Il y a diminution de rendement lorsque l'accumulation de phosphore soluble total croit, et secondairement avec l'augmentation relative du potassium dans la somme des cations.

La solution A dont le taux relatif de potassium dans la somme des cations s'éloigne le plus de l'optimum fournit les gousses les plus petites.

Les solutions B et E qui ont un rapport N/P de 10 donnent les gousses ayant le plus grand nombre de graines puis ensuite les rapports N/P de 20, et en dernier lieu N/P = 5.

Dans la seconde série expérimentale, où la fourniture en azote est suffisante, pour les solutions à potassium excessif, la baisse de rendement suit la diminution des rapports N/P dans la solution, l'accumulation du phosphore soluble total, et l'éloignement progressif de l'optimum du taux relatif de potassium parmi les cations dans le suc de la plante.

Pour les solutions à taux insuffisant de potassium, le rendement diminue avec l'abaissement du taux relatif de potassium dans la somme des cations, ce qui correspond à un éloignement de l'optimum.

Il est difficile d'expliquer le rendement obtenu pour la solution D avec les caractéristiques analytiques des sucs. Il est vraisemblable qu'un facteur non contrôlé est intervenu.

Dans cette seconde série, les solutions avec taux excessif de potassium fournissent les gousses qui contiennent le plus de graines et qui ont tendance à être les plus grosses, et c'est l'inverse pour les solutions à taux insuffisant de potassium.

La comparaison entre la nutrition avec la solution D par submersion et par intermittence (six arrosages par jour) montre que cette dernière méthode donne des gousses moins nombreuses (19 au lieu de 29) mais beaucoup plus grosses (1568 mg au lieu de 864) avec plus de graines chacune (2,55 au lieu de 2,08) également plus grosses (444 mg contre 292 mg).

La troisième série expérimentale avec mode de nutrition en continu ou avec arrosage fréquent provoque un changement important des résultats de récolte et confirme les observations du paragraphe précédent.

D'une façon générale les gousses sont moins nombreuses mais nettement plus grosses avec un plus grand nombre de graines plus lourdes pour chaque gousse, ce qui donne un meilleur rendement au décorticage.

Des améliorations restent à obtenir pour parvenir aux mêmes caractères de gousses que dans les essais au champ.

La solution G qui donne les meilleurs résultats fournissait la teneur optimum en potassium des sucs, mais le taux de phosphore paraissait faible. Les plants de cette solution avaient bénéficié dès le départ de la nutrition en continu au contraire des 4 autres solutions, et avaient pris un meilleur développement.

La solution K qui produit les moins bons résultats de récolte paraît avoir fourni insuffisamment d'azote aux plants en fin de végétation.

Ainsi, si le rendement dépend bien de la composition des sucs, il apparaît que d'autres facteurs, principalement le mode d'alimentation et sa durée ont un rôle important pour les cultures sans sol.