42 75 781
2 F
1 7

Bonzon

CONVENTIONS

SCIENCES DE LA VIE

AGROPEDOLOGIE

N° 21

1993

Mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie

Effets de doses croissantes d'amendement phosphaté sur laitue et haricot

(Etude en serre n°6)

Isabelle CAPART
Bernard BONZON

Avenant n°2 à la convention
PROVINCE SUD / ORSTOM
Notifié le 5 juin 1992

F 43101

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

ORSTOM

CENTRE DE NOUMÉA

CONVENTIONS

SCIENCES DE LA VIE

AGROPEDOLOGIE

N° 21

1993

Mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie

Effets de doses croissantes d'amendement phosphaté sur laitue et haricot

(Etude en serre n°6)

Isabelle CAPART
Bernard BONZON

Avenant n°2 à la convention
PROVINCE SUD / ORSTOM
Notifié le 5 juin 1992

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

CENTRE DE NOUMÉA

© ORSTOM, Nouméa, 1993

Capart, I.
/Bonzon, B.

Mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Nouvelle-Calédonie. Effets de doses croissantes d'amendement phosphaté sur laitue et haricot. (Etude en serre n°6)

Nouméa : ORSTOM. Novembre 1993. 58 p.
Conv. : Sci. vie : Agropédol. ; 21

Ø68SPASOL
AGROPEDOLOGIE ; EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE ; SOL FERRALLITIQUE ; SERRE ; AMENDEMENT ; PHOSPHATE ; PLANTE MARAICHERE
/ NOUVELLE CALEDONIE

Imprimé par le Centre ORSTOM
Novembre 1993

ORSTOM Nouméa
REPROGRAPHIE

AVERTISSEMENT

Ce rapport présente les résultats de la sixième étude expérimentale en serre et sur vases de végétation conduite conjointement par le CREA et l'ORSTOM dans le cadre de l'étude des facteurs de la fertilité des sols ferrallitiques ferritiques.

Les recherches entreprises concernent plus précisément les facteurs de fertilité de ce type de sols.

Ont contribué à la réalisation de cette étude :

- Isabelle CAPART et l'équipe du CREA ;

- F. CAUDRON (VAT au CREA) ;

- P. DEVILLERS, Chef du Laboratoire d'Analyses des Sols et son équipe ;

- E. MICOLAU, Directeur du Centre de Recherche et d'Expérimentation Agronomiques ;

- B. BONZON, Chef du Laboratoire d'Agropédologie de l'ORSTOM

- J. PETARD, Chef du Laboratoire de Chimie de l'ORSTOM et son équipe ;

- Myriam LAMARQUE pour la dactylographie des textes ;

- J. P. MERMOUD et N. GALAUD pour l'édition de l'ensemble

DOCUMENTS ANTERIEURS

PUJOL G., 1989. Etude sur vase de végétation, sur un maïs, d'amendements phosphaté et calcique sur un sol ferrallitique ferritique du Sud néo-calédonien. Mémoire de fin d'étude de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens pour l'Agriculture. C.R.E.A. ed., multig., 101 p.

BOURDON E., 1990. Variations morphologiques et physico-chimiques des sols d'une parcelle d'expérimentation de la vallée de la Coulée (Sud de la Nouvelle-Calédonie). Conventions. Sciences de la vie. Agropédologie n° 5. ORSTOM ed., multig., 36 p.

GOURDON Frédérique, PUJOL Guillaume, BOUCARON Catherine, BONZON Bernard, L'HUILLIER Laurent, COLLET Laurent, 1991. Mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Grande Terre. Carences en phosphore et en silice : résultats des deux premières études expérimentales en serre. Conventions. Sciences de la Vie, n° 9. ORSTOM ed., multig., 53 p.

GOURDON Frédérique, BOUCARON Catherine, BONZON Bernard, 1992. Mise en valeur des sols ferrallitiques ferritiques des massifs du Sud de la Grande Terre. Interaction phosphore-silice et influence de la matière organique : résultats des troisième et quatrième études en serre. Conventions. Sciences de la Vie, n°14. ORSTOM ed., multig., 60 p.

SOMMAIRE

Pages

DOCUMENTS ANTERIEURS 1

I - INTRODUCTION 2

II - MISE EN PLACE ET CONDUITE DES ESSAIS 3

21 - Choix du sol 3

22 - Le facteur étudié 3

23 - Type et plan de l'expérimentation 3

24 - Mise en place et conduite de l'expérimentation 4

III - MESURES ET OBSERVATIONS 7

IV - ANALYSE DES RESULTATS 9

41 - Effet de doses croissantes d'amendement phosphaté sur une culture de haricot 9

42 - Effet de doses croissantes d'amendement phosphaté sur une culture de laitue 12

V - CONCLUSION 14

ANNEXES :

Annexe 1 : Coupe schématique d'un vase de végétation

Annexe 2 : Solution nutritive haricot

Annexe 3 : Solution nutritive laitue

Annexe 4 : Récapitulatif des résultats des analyses de variance de l'essai haricot

Annexe 5 : Récapitulatif des résultats des analyses de variance de l'essai laitue

I - INTRODUCTION

Les précédentes études en serre, sur sol ferrallitique ferritique, menées au C.R.E.A. en collaboration avec l'ORSTOM ont mis en évidence sur maïs :

- l'intérêt d'un amendement phosphaté important, de l'ordre de 7 t/ha ;
- l'intérêt d'un amendement calcique aux doses de 0,7 et 2,1 t/ha de CaO ;
- l'effet positif d'un apport de lisier (120 m^3/ha) ;
- l'effet positif d'un amendement siliceux (40 t/ha de scories de Nickel) s'il est complémentaire d'un apport de lisier ;
- l'absence de carence en magnésium sur les plants ;
- l'effet positif d'un apport de fumier de volailles (15 t/ha) ;
- l'effet positif d'un apport de fumier de bovins (45 t/ha).

Dans le cadre d'une nouvelle étude en serre, il a paru intéressant d'étudier les comportements d'autres espèces sur sol ferrallitique ferritique, en particulier ceux de la laitue et du haricot, dont la culture est prévue dans une expérimentation au champ menée à Ouénarou (Parc de la Rivière Bleue).

L'objectif de l'étude est de préciser les doses d'amendement phosphaté nécessaires pour débloquer la carence naturelle du sol en phosphore, afin d'établir une courbe de réponse des plantes-test à cet amendement.

II - MISE EN PLACE ET CONDUITE DES ESSAIS

21 - Choix du sol

Le sol utilisé est un sol ferrallitique ferritique représentatif prélevé dans la vallée de la Coulée (Mont Dore). Il provient du même site que le sol utilisé dans les précédentes études en serre menées au CREA.

22 - Le facteur étudié

Dans les deux essais (laitue et haricot), 5 doses d'amendement phosphaté ont été appliquées, sous forme de superphosphate triple

Indice	Dose en t/ha de P_2O_5
1	1
2	3
3	5
4	7
5	9

Tableau 1. Doses d'amendement phosphaté étudiées

23 - Type et plan de l'expérimentation

Pour chaque espèce, le dispositif est du type factoriel en blocs complets équilibrés et comprend 60 pots. Les facteurs contrôlés de l'étude sont, en effet, les suivants :

Nombre de variantes du facteur étudié	Nombre de blocs de chaque traitement	Nombre de pots par parcelle élémentaire	Nombre total de pots par espèce végétale
5	6	2	60

Les deux espèces ont été mises en culture en même temps dans la serre et disposées selon le plan suivant, avec pour indices :

h : espèce maraichère(H pour Haricot ou L pour Laitue)
i : dose de P_2O_5 (de 1 à 5)
j : bloc (de 1 à 6)
k : répétition (1 ou 2)

L 411	L 412		L 451	L 452		H 531	H 532
L 311	L 312		L 251	L 252		H 331	H 332
L 511	L 512		L 351	L 352		H 431	H 432
L 211	L 212		L 551	L 552		H 231	H 232
L 111	L 112		L 151	L 152		H 131	H 132
L 221	L 222		L 461	L 462		H 441	H 442
L 321	L 322		L 261	L 262		H 341	H 342
L 521	L 522		L 561	L 562		H 141	H 142
L 121	L 122		L 361	L 362		H 241	H 242
L 421	L 422		L 161	L 162		H 541	H 542
L 131	L 132		*	*		H 251	H 252
L 231	L 232		H 211	H 212		H 351	H 352
L 431	L 432		H 411	H 412		H 151	H 152
L 531	L 532		H 511	H 512		H 551	H 552
L 331	L 332		H 111	H 112		H 451	H 452
L 441	L 442		H 311	H 312		H 161	H 162
L 541	L 542		H 521	H 522		H 461	H 462
L 241	L 242		H 221	H 222		H 261	H 262
L 141	L 142		H 121	H 122		H 361	H 362
L 341	L 342		H 321	H 322		H 561	H 562
*	*		H 421	H 422		*	*

Fig. 1. Plan de la serre et répartition des traitements

24 - Mise en place et conduite de l'expérimentation

La technique de culture sur vase de végétation a été mise au point par le laboratoire d'Agropédologie du Centre ORSTOM de Nouméa *(annexe 1)*.

Afin que la surface du sol arrive à 3 cm du sommet du vase de végétation, chaque pot a été rempli avec 6,8 kg de terre sèche.

Les différentes doses d'amendement phosphaté ont été apportées sous forme de superphosphate triple lors de la mise en pots de la terre. Un amendement calcique a également été apporté à cette occasion sous forme de croûte calcaire titrant 42 % de CaO, à la dose de 11,33 g de croûte calcaire par pot, ce qui correspond à 2,1 t/ha de CaO.

L'humidification a été lancée 7 jours avant semis afin de permettre la mise en solution des éléments minéraux du sol. Les percolats ont été remontés 3 fois pendant cette période.

Pour chaque espèce une fumure complète, calculée à partir des immobilisations en azote et en potasse à la récolte, a été apportée à la levée, puis tous les 10 jours pour l'azote et la potasse, et 40 jours après semis pour le magnésium et les oligo-éléments. Les tableaux de fumure pour chaque espèce sont joints en *annexes 2 et 3*.

Les principales interventions réalisées sur les 2 essais sont résumées dans le tableau 2 ci-après.

Remarques :

Le manchon de protection des toiles d'irrigation a été enlevé des vases de végétation portant les laitues pour diminuer les zones d'ombre, et limiter l'étiolement observé après 10 jours de végétation sur certains plants de cette espèce. Ce manchon a été remis lorsque les végétaux atteignaient une taille suffisante pour dépasser le couvercle de protection de la cuvette d'irrigation.

Après 30 jours de végétation, des symptômes de jaunissements foliaires ont été observés sur haricots. Il pourrait s'agir d'une éventuelle carence, d'une toxicité, ou de la manifestation du virus 2 de la mosaïque jaune du haricot. Toutefois, aucune nécrose ou mort du bourgeon terminal n'a été observée, et les gousses n'étaient ni marbrées, ni déformées, ce qui tendrait à favoriser la première hypothèse.

Les conditions de température dans la serre n'ont pas été idéales pour la conduite d'un essai de maraichage. En effet, en dépit de la ventilation, la température maximale moyenne a été de 40,5°C. Cette température élevée, reflet de maxima très élevés oscillant quotidiennement entre 29,5 et 46,5°C., a pu limiter le développement des plants, en particulier celui des laitues.

Opérations	Dates	
	sur haricot	sur laitue
Partitage de la terre Homogénéisation du mélange des amendements phosphaté et calciques avec la terre	24/08/92	
Mise en place des toiles d'irrigation et des cuvettes Mise en route de l'irrigation	25/08/92	
Semis Installation de l'ombrière	02/09/92	
Démariage (1 seul plant est laissé par pot)	06/09/92	08/09/92
Enlèvement progressif de l'ombrière	du 09/09/92 au 11/09/92	
Apports de solutions nutritives en Azote et Potasse	08/09/92 17/09/92 25/09/92 05/10/92 14/10/92 23/10/92	
Apports de solutions nutritives en oligo-éléments et en magnésium	08/09/92 12/11/92	
Traitements insecticides (Méthamidophos ou Deltaméthrine)	30/09/92 21/10/92	
Récolte des gousses	05/11/92 09/11/92	- -
Récolte des parties aériennes	09/11/92	09/11/92

Tableau 2. Principales interventions réalisées au cours de l'essai (suite)

III - MESURES ET OBSERVATIONS

En cours de végétation, ont été réalisés :

- des mesures de hauteur

Ces mesures ont été faites pendant les 3 premières semaines de végétation, puis ont été abandonnées. En effet, la base des deux dernières feuilles, qui servait de repère pour la mesure de hauteur des haricots, n'a plus été identifiable à partir du moment ou des tiges secondaires sont apparues. Pour les laitues, la plus grande hauteur pouvait diminuer d'une mesure à l'autre, en fonction du dessèchement des feuilles, par exemple ;

- des comptages de feuilles

Ces comptages ont été faits 2 à 3 fois par semaine pendant tout le cycle de végétation. Ce paramètre est un bon indicateur de la taille des laitues jusqu'à pomaison. A ce stade, il n'est plus possible de compter le nombre de feuilles. Pour les haricots, une mesure par semaine aurait sans doute été suffisante ;

- des observations qualitatives sur l'aspect des plants ;

- des observations sur la précocité de floraison des haricots.

A la récolte, ont été faits :

- des comptages de gousses par plant de haricot et de grains par gousse ;

- des pesées des gousses et des laitues ;

- des mesures d'évapotranspiration ;

- les observations et mesures réalisées en cours de végétation.

Après la récolte, on a procédé à :

- la détermination du poids de matière sèche des parties aériennes des plants ;

- la pesée et l'observation de la répartition des racines dans la terre ;

- le séchage et le broyage des parties aériennes, afin de pouvoir déterminer les teneurs en N, P, K, Ca, Mg et Na (Cette analyse n'a pu être réalisée suite à des problèmes de finesse de broyage et de ré-humidification des plants) ;

- la détermination du pH, de la résistivité, des teneurs en N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn sur les percolats de chaque parcelle ;

- la mesure des pH-eau et KCl, de l'azote total, des bases échangeables, de la capacité d'échange, du phosphore assimilable, du phosphore total et de la rétention en phosphore sur la terre de chaque parcelle.

IV - ANALYSE DES RESULTATS

Les analyses de variance obtenues sont jointes en *annexes 4 et 5*.

41 - Effet de doses croissantes d'amendement phosphaté sur une culture de HARICOT

- Le développement foliaire

Perçu à partir du nombre de feuilles, il dépend significativement de la dose d'amendement phosphaté, avec, pendant les six premières semaines de végétation, des différences marquées entre l'apport de 1 t/ha de P_2O_5, de 3 t/ha de P_2O_5, ou indifféremment de 5, 7 ou 9 t/ha de P_2O_5 (qui forment statistiquement un groupe homogène). Ensuite, le nombre de feuilles reste significativement différent pour les plants ayant reçu 1 t/ha de P_2O_5, mais est homogène pour les autres doses.

Il semble donc que pendant les six premières semaines de végétation, il existe des différences significatives de développement foliaire en dessous de 5 t/ha de P_2O_5. A partir de la 7ième semaine et jusqu'à la récolte, les différences siginificatives entre le nombre de feuilles n'apparaissent plus qu'en dessous de 3 t/ha de P_2O_5.

En fin de cycle, on a observé des chutes de feuilles, mais sans influence apparente des doses d'amendement phosphaté *(fig.2* ci-après).

- Le développement racinaire à la récolte

Il n'apparait pas de différence significative de développement racinaire en terme de masse en fonction des traitements *(fig.3* ci-après).

- La date de floraison

La dose d'amendement phosphaté influe statistiquement sur la précocité de la floraison. Les lots ayant reçu 5, 7 et 9 t/ha de P_2O_5 ont fleuri plus tôt, après 31 jours de végétation, alors que les lots ayant reçu 1 t/ha de P_2O_5 ont fleuri après 33 jours *(fig.4* ci-après).

Fig.2 : Nombre de feuilles par plant de haricot pendant le cycle de végétation, en fonction de la dose d'amendement phosphaté

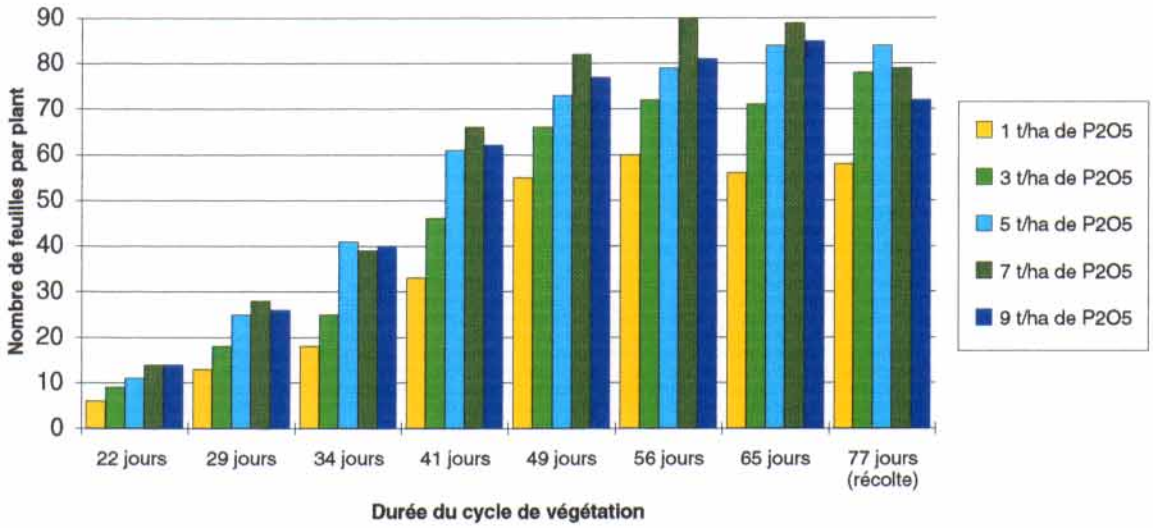


Fig.3 : Poids des racines de haricots à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

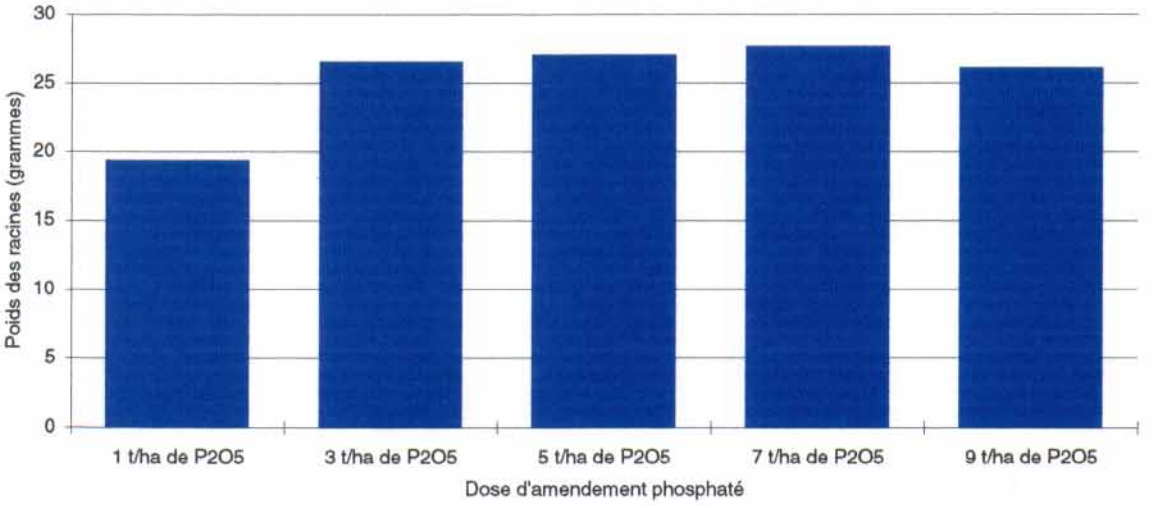
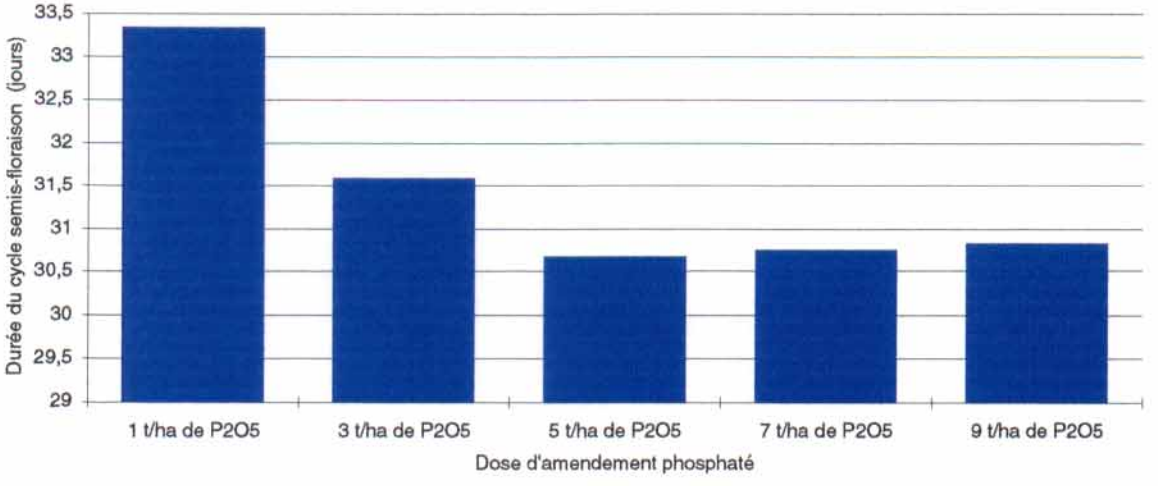


Fig.4 : Durée du cycle de végétation entre semis et floraison des haricots en fonction de la dose d'amendement phosphaté



- Les gousses récoltées

Dans le cadre de notre essai, il n'y a pas de différence significative entre le nombre de gousses récoltées, leur poids ou leur taille (estimée par le nombre de grains par gousse), quelle que soit la dose de P_2O_5. On pourrait conclure rapidement qu'il n'est pas nécessaire d'apporter plus d'1 t/ha d'amendement phosphaté pour une culture de haricots (hypothèse intéressante économiquement). Toutefois en valeur absolue, le nombre total de gousses récoltées, leur poids et le nombre moyen de grains par gousse sont supérieurs pour les doses de 7 et 9 t/ha de P_2O_5 *(fig.5, 6 et 7* ci-après).

On peut penser qu'augmenter la dose d'amendement phosphaté sur une culture de haricots favoriserait le développement foliaire plutôt que la formation de gousses. On note toutefois que durant les 20 premiers jours de formation des gousses il existe des différences significatives entre le nombre de gousses obtenues pour un apport d'1 t/ha et le nombre de gousses obtenues pour un apport d'amendement phosphaté supérieur. Ce n'est que par la suite que cette différence s'estompe.

Les rendements en gousses à la récolte sont statistiquement homogènes, entre 19 et 24 t/ha de matière verte (MV) pour une densité de 266.666 pieds/ha *(fig.8* ci-après). En valeur absolue, le rendement en gousses est optimum pour un apport de 7 t/ha de P_2O_5.

- L'analyse des percolats

Les éléments minéraux étant absorbés par les racines sous forme dissoute dans la solution du sol, un équilibre se crée entre le complexe adsorbant du sol, la solution du sol (représentée ici par le percolat), et la plante. L'analyse des percolats revient à déterminer la proportion d'éléments minéraux disponibles dans la solution du sol à la récolte *(fig.9* ci-après).

Pour les éléments majeurs, la teneur des percolats en Azote et en Potasse ne dépend statistiquement pas de la dose d'amendement phosphaté appliquée. Ces éléments sont en faible quantité dans les percolats, respectivement 7,2 mg/l et 8,6 mg/l. Ils ont donc dû être soit puisés par les racines et utilisés par les plantes, soit fixés sur le complexe adsorbant du sol. Par contre, la teneur des percolats en Calcium dépend statistiquement de la dose d'amendement phosphaté. Elle est importante pour 9 t/ha de P_2O_5, mais est statistiquement homogène pour les autres doses. L'élément Phosphore étant fixé préférentiellement sur le complexe adsorbant, on peut supposer qu'à forte dose d'amendement phosphaté, le Calcium est plus facilement libéré dans la solution du sol.

Les teneurs en acide phosphorique des percolats sont statistiquement homogènes, avec une moyenne de 0,9 mg/l. Cet élément est presque fixé dans sa totalité.

Fig.5 : Nombre total de gousses de haricots récoltées en fonction de la dose d'amendement phosphaté

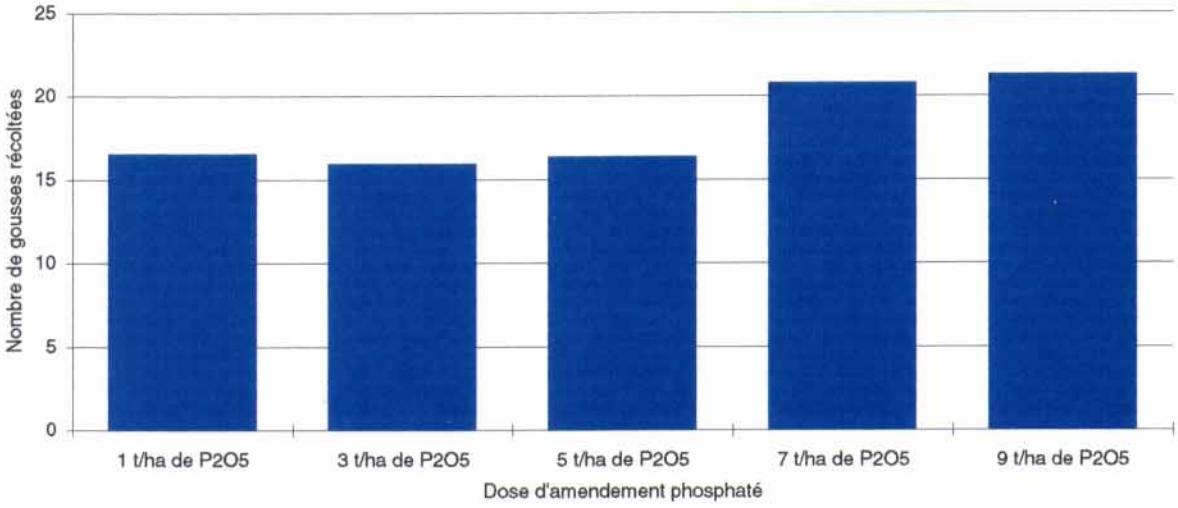


Fig.6 : Poids total des gousses récoltées par plant en fonction de la dose d'amendement phosphaté

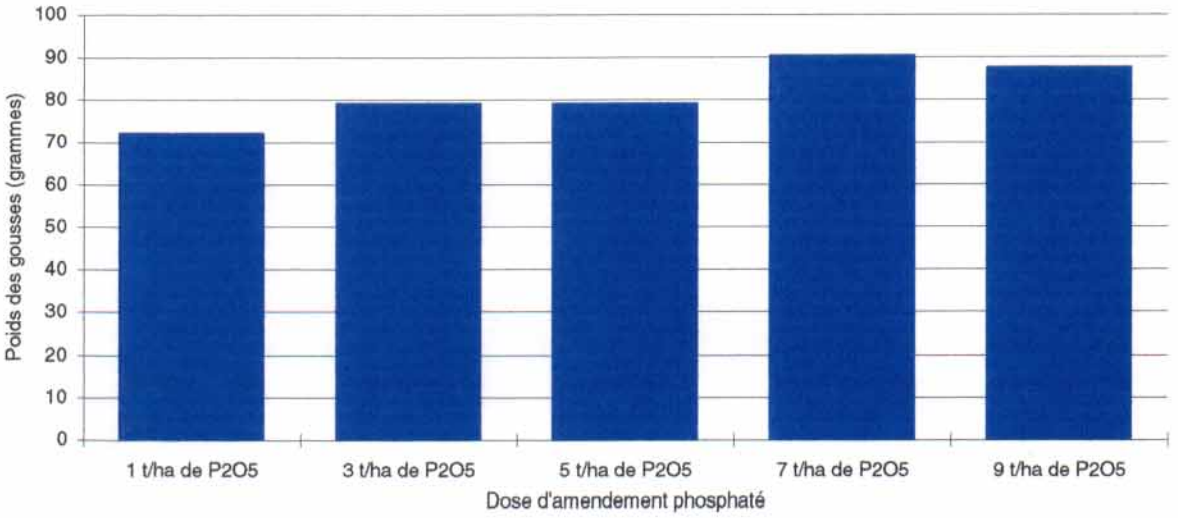


Fig.7 : Nombre moyen de grains par gousse à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

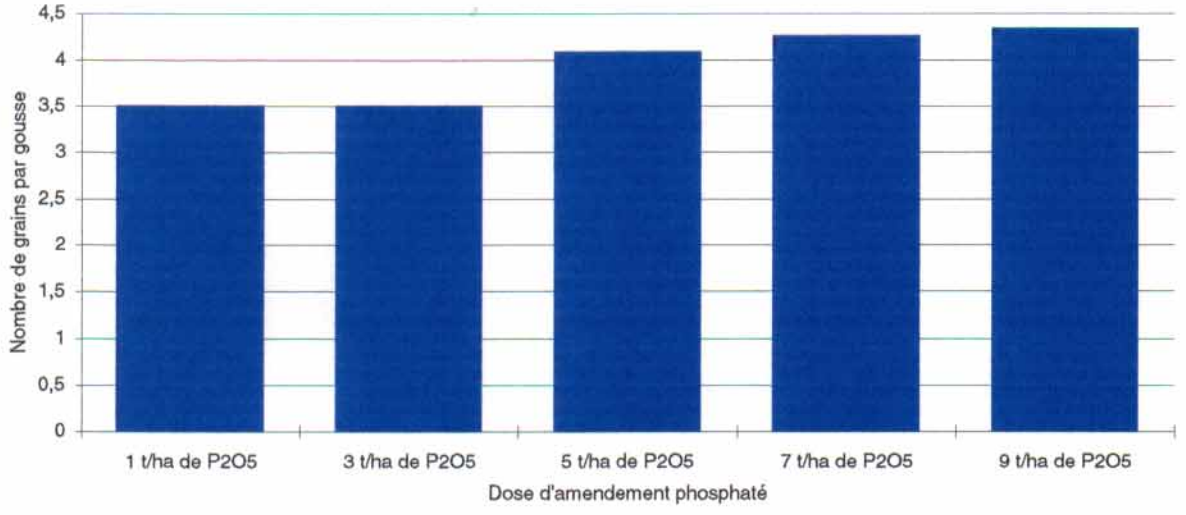


Fig.8 : Rendement en gousses de haricots à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

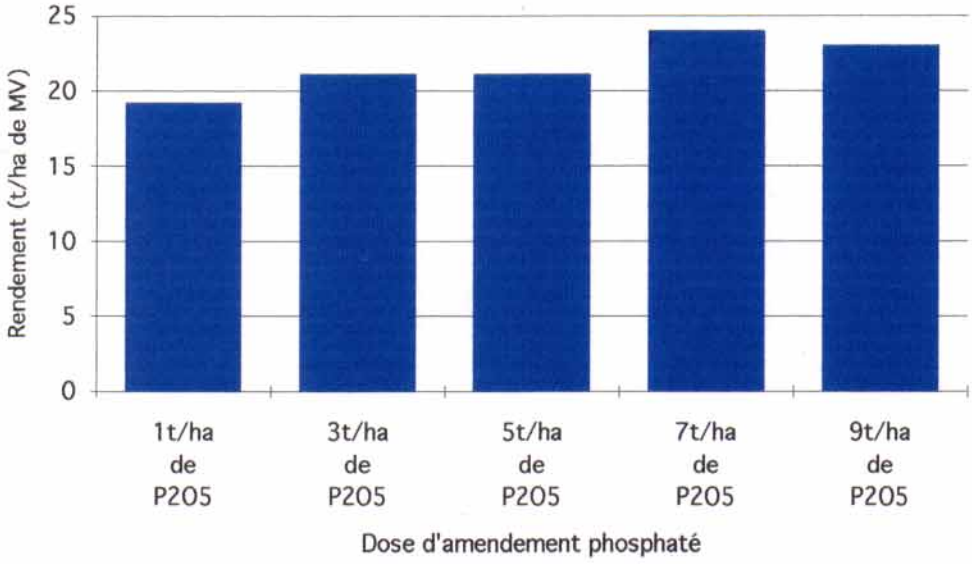
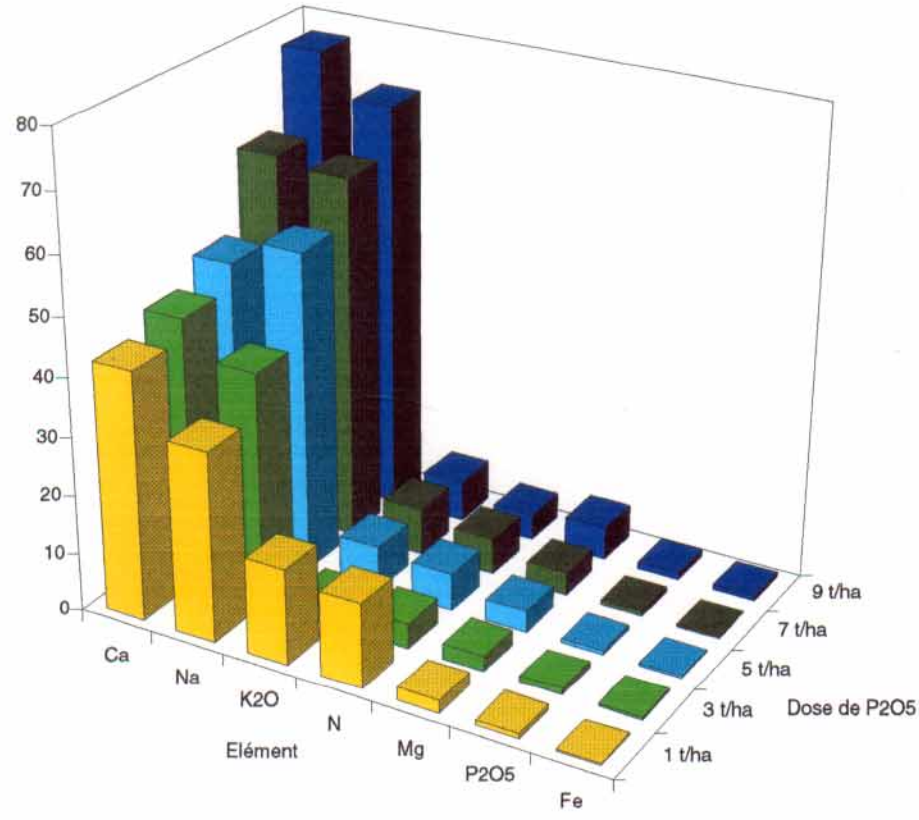


Fig.9 : Teneur des percolats en éléments minéraux en fonction des doses de P2O5 pour une culture de haricots



La teneur des percolats en Magnésium et Sodium est statistiquement dépendante de la dose d'amendement phosphaté. Le Magnésium est présent dans le percolat en quantité supérieure pour la dose de 9 t/ha de P_2O_5, probablement pour la même raison que le Calcium. La teneur des percolats en Sodium est importante (52,0 mg/l en moyenne). Cet élément provient probablement de l'engrais utilisé (Superphosphate triple), ce qui expliquerait qu'il soit en quantité plus importante pour les doses de 5, 7 et 9 t/ha de P_2O_5, qui forment un groupe homogène.

La teneur des percolats en Fer est statistiquement homogène. Le dosage de cet élément, comme celui de l'Azote et du Potassium, est difficile, compte tenu des faibles teneurs mesurées.

- L'analyse des sols

Ces résultats seront diffusés ultérieurement, les analyses de sol étant actuellement en cours.

42 - Effet de doses croissantes d'amendement phosphaté sur une culture de LAITUE

- Le développement aérien

Il est représenté par le nombre de feuilles par plant et dépend statistiquement de la dose d'amendement phosphaté. Les résultats obtenus avec les doses de 3, 5, 7 et 9 t/ha sont statistiquement homogènes. On note toutefois qu'en valeur observée, un apport d'amendement de 7 t/ha de P_2O_5 induit les résultats les meilleurs *(fig.10* ci-après). La valeur de 20 feuilles par plant a été adoptée dès qu'intervenait la pomaison, qui rendait le comptage du nombre de feuilles impossible.

- Le développement racinaire

Il augmente avec la dose d'amendement phosphaté, et favorise ainsi une meilleure exploitation des éléments du sol *(fig.11* ci-après) pour les doses les plus élevées d'amendement phosphaté.

- La taille à la récolte

Si l'on considère le volume global des laitues à la récolte (appareils aérien et racinaire), celui-ci augmente avec la dose d'amendement phosphaté pour atteindre un maximum avec 7 t/ha de P_2O_5. Pour un apport d'1 t/ha, les laitues sont restées chétives.

Pour l'ensemble de notre essai, la dose d'1 t/ha de P_2O_5 a induit des résultats bien inférieurs à ceux obtenus avec les autres doses testées, quel que soit le paramètre considéré.

- Les rendements

Les rendements obtenus à la récolte sont statistiquement différents en fonction de la dose d'amendement phosphaté.

On distingue trois groupes homogènes :

. 1 t/ha de P_2O_5, qui induit le rendement le plus faible (5 t/ha de matière verte : MV) ;

. 3 t/ha ;

. 5, 7 et 9 t/ha, qui donnent un rendement moyen de 54 t/ha de MV.

Dose de P_2O_5	**Poids frais des laitues**	**Rendement en matière verte/hectare** (densité : 111.111 plants/ha)	
1 t/ha	0,47 kg	5,2 t/ha	
3 t/ha	0,182 kg	20,2 t/ha	
5 t/ha	0,480 kg	53,3 t/ha	54,2 t/ha en moyenne
7 t/ha	0,530 kg	58,9 t/ha	
9 t/ha	0,454 kg	50,4 t/ha	

On retrouve pour ce paramètre l'optimum observé pour une dose d'amendement phosphaté de 7 t/ha, le rendement augmentant avec les doses de 3, 5 et 7 t/ha de P_2O_5 et diminuant pour les plants ayant reçu un apport de 9 t/ha de P_2O_5 *(fig.12* ci-après).

- L'analyse des percolats

La teneur des percolats en azote, potassium et calcium dépend statistiquement de la dose d'amendement phosphaté appliquée *(fig.13* ci-après). Ces éléments sont en quantité plus importante dans les percolats obtenus après culture de laitues que dans ceux obtenus après culture de haricots (voir précédemment). Le développement végétatif des laitues ayant été moins important, les prélèvements en éléments dans la solution ont dû l'être également.

Les teneurs en acide phosphorique des percolats sont statistiquement homogènes, avec une moyenne de 0,7 mg/l ce qui confirme que cet élément soit fixé dans sa totalité, même à fortes doses d'amendement phosphaté.

Fig.10 : Nombre de feuilles de laitues à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

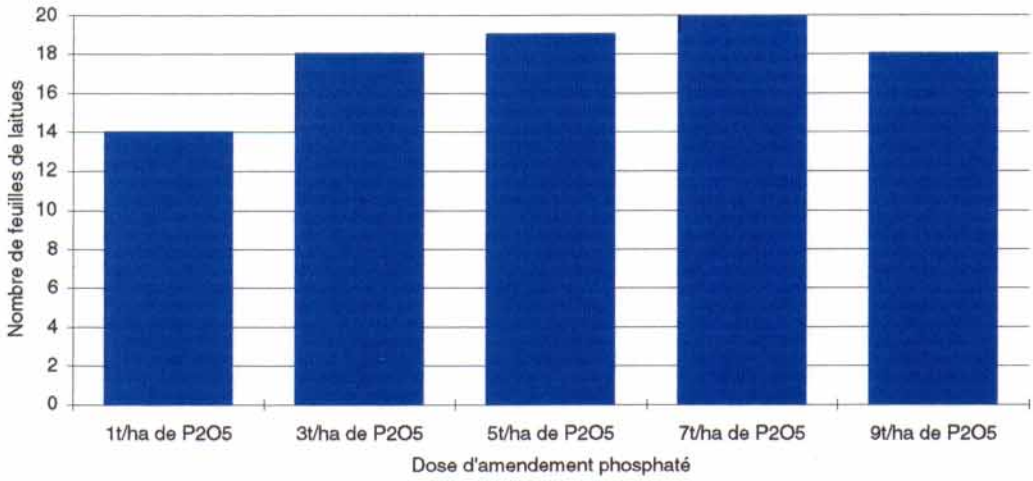


Fig.11 : Poids des racines des laitues à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

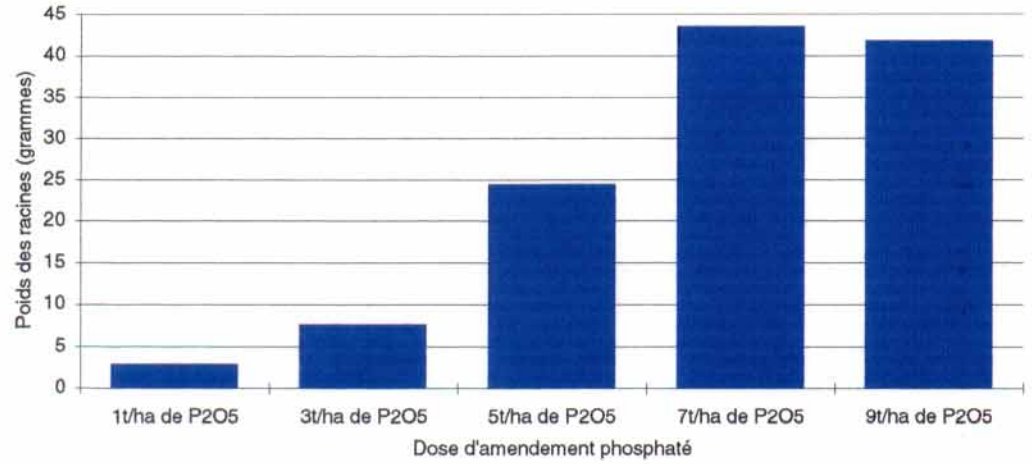


Fig.12 : Rendement des laitues à la récolte en fonction de la dose d'amendement phosphaté

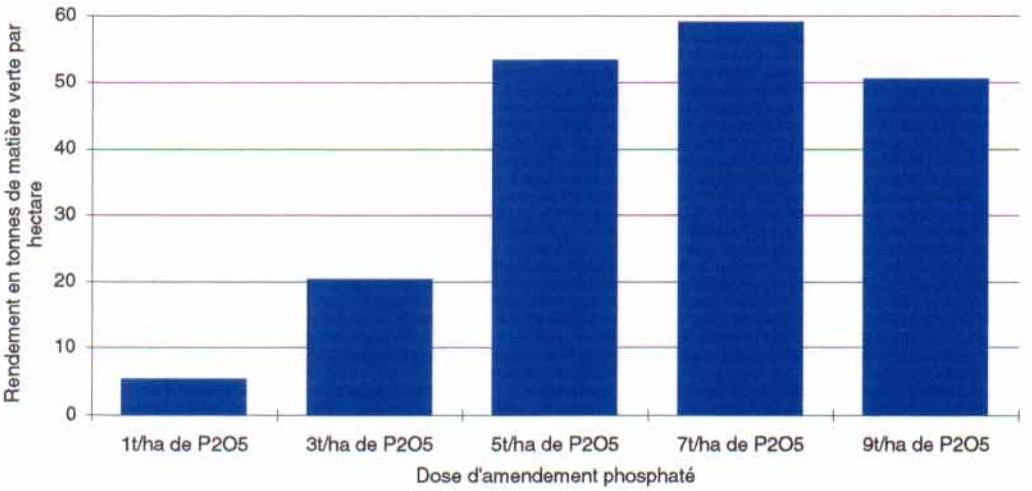
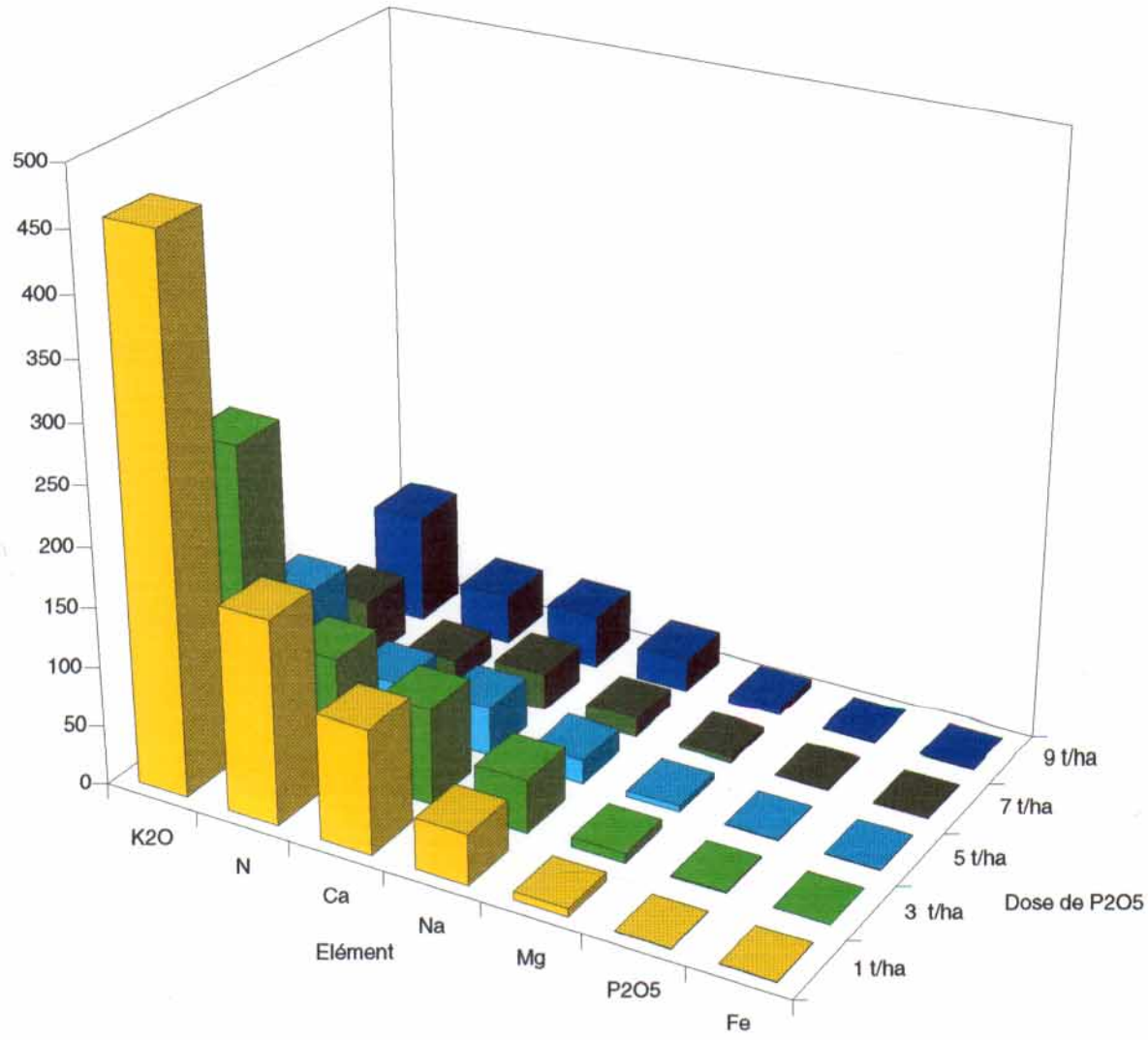


Fig13 : Teneur des percolats en éléments minéraux en fonction des doses de P2O5 pour une culture de laitues



Les teneurs des percolats en sodium sont statistiquement dépendantes de la dose d'amendement phosphaté. Elles forment deux groupes homogènes, celui correspondant aux doses 1 et 3 t/ha de P_2O_5 et celui correspondant aux trois autres doses (5, 7 et 9 t/ha de P_2O_5). Les teneurs du premier groupe étant supérieures à celles du second, on peut faire à ce sujet deux hypothèses :

- *Première hypothèse* : le développement végétatif ayant été plus vigoureux sur les doses 5, 7 et 9 t/ha de P_2O_5, le sodium a été absorbé en quantités plus élevées sur ces niveaux ;

- *Deuxième hypothèse* (à vérifier lorsque l'on disposera des analyses de sol) : il y aurait eu création d'une capacité d'échange en cations sur les doses 5, 7 et 9 t/ha de P_2O_5.

D'une façon générale, on observe qu'après culture de laitue les teneurs des percolats en éléments minéraux ont été les plus importantes pour les faibles apports de P_2O_5. Elles diminuent de la dose 1 t/ha de P_2O_5 à la dose 7 t/ha de P_2O_5 (minimum).

- L'analyse des sols

Comme pour les haricots, ces résultats seront diffusés ultérieurement, les résultats des analyses de sol n'étant pas encore disponibles.

V - CONCLUSION

Les cinq premières études en serre menées au C.R.E.A. sur sol ferrallitique ferritique ont mis en évidence sur maïs l'intérêt d'un apport de 7 tonnes d'acide phosphorique par hectare pour lever la carence en phosphore de ce type de sol.

Cette sixième étude montre que pour la laitue et le haricot, les courbes de réponse à l'amendement phosphaté semblent passer par le même optimum (7 tonnes d'acide phosphorique par hectare). Pour les paramètres ayant pu faire l'objet d'une analyse statistique, cet optimum n'apparait malheureusement pas significatif en raison, très vraisemblablement, de leurs coefficients de variation très forts dûs aux conditions expérimentales (contrôles insuffisants des températures diurnes et des consommations en eau).

Une étude au champ ultérieure permettra de préciser les conditions de culture intéressantes pour ces deux plantes maraichères, comme pour le maïs d'ailleurs.

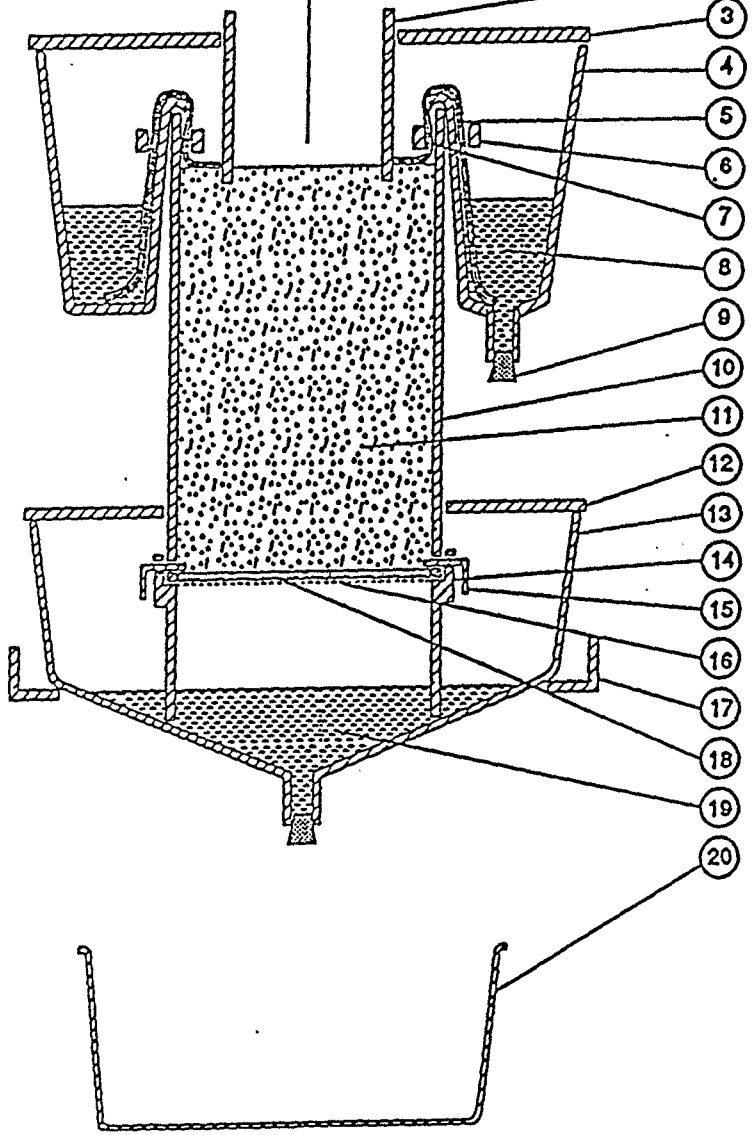
---oooOOOooo---

ANNEXES

ANNEXE 1

COUPE SCHEMATIQUE D'UN VASE DE VEGETATION

COUPE SCHEMATIQUE D'UN VASE DE VEGETATION



1. Surface de semis
2. Manchon de protection des toiles d'irrigation
3. Couvercle de protection de la cuvette d'irrigation
4. Cuvette d'irrigation
5. Toile d'irrigation
6. Collier de serrage extérieur des toiles d'irrigation
7. Collier de serrage intérieur des toiles d'irrigation
8. Eau d'irrigation
9. Bouchon de vidange
10. Tube central servant de pot
11. Sol tamisé à 6 mm
12. Couvercle de la cuvette de reception du percolat
13. Cuvette de reception du percolat
14. Support du pot
15. Clavette de fixation du pot sur son support
16. Toile de tamis en inox de 2 mm d'ouverture
17. Cadre-suport de la table de culture
18. Toile en tissu de verre
19. Percolat
20. Cuvette de remontée du percolat

ANNEXE 2

SOLUTION NUTRITIVE HARICOT

Solution nutritive : HARICOT

PRODUIT	Concentration g/l	mg/pot	Quantité d'éléments fournis (mg/pot)								Nombre apports	Volume/pot/ fractionnement (ml)
			N	K	S	B	Cu	Mo	Zn	Mg		
$NH_4 NO_3$	36,9	1106,0	387								6	5,0
$K NO_3$	64,1	1922,0	265	742							6	5,0
$H_3 BO_3$	4,0	20,0				3,495					2	2,5
$Cu SO_4, 5H_2O$	6,3	31,5			4,02		7,965				2	2,5
$(NH_4)_6 Mo_7 0_{24}, 4 H_2O$	0,3	1,5						0,90			2	2,5
$Zn SO_4, 7H_2O$	4,8	24,0			2,67				5,460		2	2,5
$Mg SO_4, 7H_2O$	41,2	206,0			26,75					20,3	2	2,5
Quantité d'éléments apportée en mg/pot			652	742	33,45	3,495	7,965	0,90	5,460	20,3	-	-
Unités fertilisantes en kg/ha			261	358	20,07	2,100	4,800	0,50	3,300	13,5	-	-

ANNEXE 3

SOLUTION NUTRITIVE LAITUE

Solution nutritive : LAITUE

PRODUIT	Concentration g/l	mg/pot	Quantité d'éléments fournis (mg/pot)								Nombre apports	Volume/pot/ fractionnement (ml)
			N	K	S	B	Cu	Mo	Zn	Mg		
$NH_4 NO_3$	26,7	800,0	280								6	5,0
$K NO_3$	221,5	6645,0	917	2565							6	5,0
$H_3 BO_3$	4,0	20,0				3,495					2	2,5
$Cu SO_4, 5H_2O$	6,3	31,5			4,02		7,965				2	2,5
$(NH_4)_6 Mo_7 0_{24}, 4 H_2O$	0,3	1,5						0,90			2	2,5
$Zn SO_4, 7H_2O$	4,8	24,0			2,67				5,46		2	2,5
$Mg SO_4, 7H_2O$	41,2	206,0			26,75					20,3	2	2,5
Quantité d'éléments apportée en mg/pot			1197	2565	33,45	3,495	7,965	0,90	5,46	20,3	-	-
Unités fertilisantes en kg/ha			479	1236	20,07	2,100	4,800	0,50	3,30	13,5	-	-

ANNEXE 4

RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE DE L'ESSAI HARICOT

EFFET DE DOSES CROISSANTES D'AMENDEMENT PHOSPHATE SUR HARICOT

N° de var.	Dénomination	Sigle	Unité	CV (%)	Moy. gén.	DOSE D'AMENDEMENT PHOSPHATE					Probabilités des facteurs contrôlés		Groupes homogènes
						1t/ha	3t/ha	5t/ha	7t/ha	9t/ha	Bloc	Dose	
	Semis le 01/09/1992												
1	Nombre de feuilles de haricots le 23/09/92	NbF22	feuille	21,37	10,75	5,92	8,75	11,50	13,75	13,83	0,6132	0,9999	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
2	Nombre de feuilles de haricots le 30/09/92	NbF29	feuille	10,94	21,72	12,58	17,58	25,25	27,58	25,58	0,9901	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
3	Nombre de feuilles de haricots le 02/10/92	NbF31	feuille	15,15	27,12	16,08	22,33	30,83	33,25	33,08	0,4140	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
4	Nombre de feuilles de haricots le 05/10/92	NbF34	feuille	12,68	32,60	17,58	24,83	41,00	39,42	40,17	0,7521	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
5	Nombre de feuilles de haricots le 07/10/92	NbF36	feuille	11,62	42,17	22,00	33,58	46,17	50,50	49,08	0,7265	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
6	Nombre de feuilles de haricots le 09/10/92	NbF38	feuille	11,34	45,48	26,25	38,25	53,75	55,17	54,00	0,9644	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
7	Nombre de feuilles de haricots le 12/10/92	NbF41	feuille	10,82	53,72	33,00	46,42	61,00	66,50	61,67	0,4764	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
8	Nombre de feuilles de haricots le 14/10/92	NbF43	feuille	12,17	57,30	36,33	51,92	62,33	68,17	67,75	0,5881	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
9	Nombre de feuilles de haricots le 16/10/92	NbF45	feuille	13,46	62,08	44,42	58,00	66,83	69,67	71,50	0,4208	0,9998	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
10	Nombre de feuilles de haricots le 20/10/92	NbF49	feuille	14,67	70,45	54,75	65,75	73,08	81,92	76,75	0,4993	0,9978	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
11	Nombre de feuilles de haricots le 23/10/92	NbF52	feuille	12,61	73,63	56,00	70,83	75,17	89,92	79,25	0,6980	0,9996	1t/ha ; (3 et 5t/ha) ; (7 et 9t/ha)
12	Nombre de feuilles de haricots le 27/10/92	NbF56	feuille	13,76	76,38	59,83	71,83	78,83	90,33	81,08	0,4511	0,9987	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
13	Nombre de feuilles de haricots le 03/11/92	NbF63	feuille	14,45	75,22	53,92	70,83	82,67	87,08	81,58	0,1621	0,9996	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
14	Nombre de feuilles de haricots le 05/11/92	NbF65	feuille	14,93	77,00	55,92	70,75	84,33	89,33	84,67	0,5913	0,9994	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
15	Nombre de feuilles de haricots le 17/11/92	NbF77	feuille	20,96	74,03	57,67	78,50	83,67	78,67	71,67	0,9462	0,9288	
16	Nombre de gousses de haricots le 07/10/92	NbG36	gousse	39,55	7,33	3,08	8,25	8,83	8,25	8,25	0,6998	0,9859	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
17	Nombre de gousses de haricots le 09/10/92	NbG38	gousse	32,43	11,05	7,17	12,58	11,92	12,08	11,50	0,7124	0,9031	
18	Nombre de gousses de haricots le 12/10/92	NbG41	gousse	25,17	15,22	10,67	15,08	16,92	15,83	17,58	0,1666	0,9585	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
19	Nombre de gousses de haricots le 14/10/92	NbG43	gousse	22,29	18,60	10,50	15,42	21,50	22,58	23,00	0,1860	0,9998	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
20	Nombre de gousses de haricots le 16/10/92	NbG45	gousse	20,57	23,18	9,92	18,33	27,83	29,33	30,50	0,2352	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
21	Nombre de gousses de haricots le 19/10/92	NbG48	gousse	18,66	23,95	11,50	21,83	28,00	28,00	30,42	0,0751	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
22	Nombre de gousses de haricots le 23/10/92	NbG52	gousse	26,15	21,27	13,58	18,00	22,00	27,17	25,58	0,2593	0,9973	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
23	Nombre de gousses de haricots le 27/10/92	NbG56	gousse	26,84	17,85	14,33	16,25	18,67	19,83	20,17	0,7334	0,7940	
24	Nombre de gousses de haricots le 03/11/92	NbG63	gousse	18,95	16,30	15,25	14,17	15,75	17,92	18,42	0,9503	0,8750	
25	Nombre de gousses de haricots récoltées le 05/11/92	NbG65	gousse	23,57	11,68	9,33	10,08	11,50	14,00	13,50	0,4698	0,9697	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
26	Nombre de gousses de haricots récoltées le 17/11/92	NbG77	gousse	46,29	6,37	7,17	5,83	4,83	6,25	7,75	0,9162	0,4849	
27	Nombre total de gousses récoltées	NbGT	gousse	22,94	18,15	16,50	15,92	16,33	20,75	21,25	0,6010	0,9134	
28	Age des haricots à la floraison	DaFlo	jours	5,15	31,43	33,33	31,58	30,67	30,75	30,83	0,1785	0,9517	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
29	Poids des racines de haricots	PdRac	grammes	38,12	25,30	19,33	26,50	27,00	27,67	26,00	0,1706	0,4236	
30	Taux de matière sèche des gousses	MSG	%	9,39	23,38	18,52	25,03	24,22	24,15	25,00	0,6918	0,9997	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)

EFFET DE DOSES CROISSANTES D'AMENDEMENT PHOSPHATE SUR HARICOT

N° de var.	Dénomination	Sigle	Unité	CV (%)	Moy. gén.	DOSE D'AMENDEMENT PHOSPHATE					Probabilités des facteurs contrôlés		Groupes homogènes
						1t/ha	3t/ha	5t/ha	7t/ha	9t/ha	Bloc	Dose	
31	Taux de matière sèche des tiges et feuilles	MSFT	%	8,06	25,56	25,19	25,58	25,58	25,98	25,75	0,9146	0,0419	
32	Nombre moyen de grains/gousse	NbGG	nb grains	20,06	3,93	3,50	3,50	4,08	4,25	4,33	0,4311	0,7839	
33	pH des percolats des haricots	PHper		3,04	7,57	7,60	7,64	7,62	7,46	7,53	0,9158	0,3414	
34	Evapotranspiration potentielle	ETP	Kg/24 h	16,63	0,36	0,35	0,38	0,37	0,37	0,34	0,8671	0,2287	
60	Evolution du nombre de feuilles au 23/09/92	Df22	Nbf/j	21,37	0,49	0,27	0,40	0,52	0,62	0,63	0,6132	0,9999	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
35	Evolution du nombre de feuilles au 30/09/92	Df29	Nbf/j	15,12	1,57	0,95	1,26	1,96	1,98	1,68	0,9945	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
36	Evolution du nombre de feuilles au 02/10/92	Df31	Nbf/j	55,08	2,70	1,75	2,37	2,79	2,83	3,75	0,7707	0,7459	
37	Evolution du nombre de feuilles au 05/10/92	Df34	Nbf/j	38,35	1,83	0,50	0,83	3,39	2,06	2,36	0,8520	1,0000	(1 et 3t/ha) ; 5t/ha ; (7 et 9t/ha)
38	Evolution du nombre de feuilles au 07/10/92	Df36	Nbf/j	44,98	3,83	2,21	4,37	2,58	5,54	4,46	0,1814	0,9839	(1, 3 et 5t/ha) ; (7 et 9t/ha)
39	Evolution du nombre de feuilles au 09/10/92	Df38	Nbf/j	54,90	2,61	2,12	2,33	3,79	2,33	2,46	0,9234	0,7046	
40	Evolution du nombre de feuilles au 12/10/92	Df41	Nbf/j	43,40	2,74	2,25	2,72	2,42	3,78	2,56	0,7112	0,7715	
41	Evolution du nombre de feuilles au 14/10/92	Df43	Nbf/j	113,99	1,79	1,67	2,75	0,67	0,83	3,04	0,6497	0,8073	
42	Evolution du nombre de feuilles au 16/10/92	Df45	Nbf/j	126,26	2,39	4,04	3,04	2,25	0,75	1,87	0,1990	0,5721	
43	Evolution du nombre de feuilles au 20/10/92	Df49	Nbf/j	66,96	2,09	2,58	1,94	1,56	3,06	1,31	0,4699	0,7880	
44	Evolution du nombre de feuilles au 23/10/92	Df52	Nbf/j	154,80	1,06	0,42	1,69	0,69	1,67	0,83	0,2992	0,4355	
45	Evolution du nombre de feuilles au 27/10/92	Df56	Nbf/j	215,98	0,69	0,96	0,25	0,92	0,85	0,46	0,1345	0,1071	
46	Evolution du nombre de feuilles au 03/11/92	Df63	Nbf/j	-250,52	-0,15	-0,74	-0,12	0,48	-0,41	0,06	0,9322	0,9997	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
47	Evolution du nombre de feuilles au 05/11/92	Df65	Nbf/j	272,41	0,89	1,00	-0,04	0,83	1,12	1,54	0,8594	0,1562	
48	Evolution du nombre de feuilles au 17/11/92	Df77	Nbf/j	-392,40	-0,25	0,15	0,65	-0,06	-0,89	-1,08	0,8946	0,9706	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
49	Evolution du nombre de gousses au 09/10/92	Dg38	Nbg/j	49,33	1,86	2,04	2,17	1,54	1,92	1,62	0,8222	0,2699	
50	Evolution du nombre de gousses au 12/10/92	Dg41	Nbg/j	65,64	1,39	1,17	0,83	1,67	1,25	2,03	0,9406	0,7762	
51	Evolution du nombre de gousses au 14/10/92	Dg43	Nbg/j	85,54	1,69	-0,08	0,17	2,29	3,37	2,71	0,1595	0,9986	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
52	Evolution du nombre de gousses au 16/10/92	Dg45	Nbg/j	58,28	2,29	-0,29	1,46	3,17	3,37	3,75	0,7937	0,9997	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
53	Evolution du nombre de gousses au 20/10/92	Dg49	Nbg/j	371,47	0,26	0,53	1,17	0,06	-0,44	-0,03	0,4893	0,9272	
54	Evolution du nombre de gousses au 23/10/92	Dg52	Nbg/j	-181,57	-0,67	0,52	-0,96	-1,50	-0,21	-1,21	0,1938	0,9420	
55	Evolution du nombre de gousses au 27/10/92	Dg56	Nbg/j	-137,67	-0,85	0,19	-0,44	-0,83	-1,83	-1,35	0,0804	0,9389	
56	Evolution du nombre de gousses au 03/11/92	Dg63	Nbg/j	-237,15	-0,22	0,13	-0,30	-0,42	-0,27	-0,25	0,4913	0,4660	
57	Evolution du nombre de gousses au 05/11/92	Dg65	Nbg/j	-60,55	-2,31	-2,96	-2,04	-2,12	-1,96	-2,46	0,9670	0,2728	
58	Evolution du nombre de gousses au 17/11/92	Dg77	Nbg/j	-60,55	-1,54	-1,97	-1,36	-1,42	-1,31	-1,64	0,9670	0,2728	
59	Poids frais total des gousses récoltées	Pfgr	grammes	19,07	81,49	72,01	79,01	78,96	90,14	87,32	0,4965	0,7006	
61	Poids sec total des gousses récoltées	Pfgr	grammes	23,34	19,11	13,43	19,50	18,96	21,90	21,77	0,0680	0,9765	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
62	Poids moyen par gousse	Pmg	grammes	12,30	4,60	4,30	5,12	4,90	4,45	4,25	0,4849	0,9457	

EFFET DE DOSES CROISSANTES D'AMENDEMENT PHOSPHATE SUR HARICOT

N° de var.	Dénomination	Sigle	Unité	CV (%)	Moy. gén.	DOSE D'AMENDEMENT PHOSPHATE					Probabilités des facteurs contrôlés		Groupes homogènes
						1t/ha	3t/ha	5t/ha	7t/ha	9t/ha	Bloc	Dose	
63	Teneur en Phosphore des percolats	Pper	mg/l	71,93	0,92	0,87	1,08	0,68	0,78	1,18	0,9028	0,3266	
64	Teneur en Azote des percolats	Nper	mg/l	142,44	7,20	14,63	4,30	6,47	6,23	4,37	0,5682	0,5894	
65	Teneur en Potassium des percolats	Kper	mg/l	176,18	8,57	16,50	3,83	7,50	8,00	7,00	0,6634	0,3221	
66	Teneur en Calcium des percolats	Caper	mg/l	14,70	55,93	42,67	46,00	50,17	63,83	77,00	0,6726	1,0000	(1, 3, 5t/ha) ; 7t/ha ; 9t/ha
67	Teneur en Magnésium des percolats	Mgper	mg/l	38,52	3,60	2,17	2,67	3,67	3,83	5,67	0,1130	0,9965	(1, 3, 5 et 7t/ha) ; 9t/ha
68	Teneur en Sodium des percolats	Naper	mg/l	19,08	52,03	32,67	40,00	54,83	62,50	70,17	0,7898	1,0000	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
69	Teneur en Fer des percolats	Feper	mg/l	101,27	0,47	0,33	0,50	0,33	0,33	0,83	0,8130	0,6851	

ANNEXE 5

RECAPITULATIF DES RESULTATS DES ANALYSES DE VARIANCE DE L'ESSAI LAITUE

EFFET DE DOSES CROISSANTES D'AMENDEMENT PHOSPHATE SUR LAITUE

N° de var.	Dénomination	Sigle	Unité	CV (%)	Moy. gén.	DOSE D'AMENDEMENT PHOSPHATE					Probabilités des facteurs contrôlés		Groupes homogènes
						1t/ha	3t/ha	5t/ha	7t/ha	9t/ha	Bloc	Dose	
	Semis le 01/09/1992												
1	Nombre de feuilles de laitues le 23/09/92	NbF22	feuille	11,34	3,15	2,42	2,92	3,17	3,75	3,50	0,4998	0,9999	1t/ha ; (3 et 5t/ha) ; (7 et 9t/ha)
2	Nombre de feuilles de laitues le 30/09/92	NbF29	feuille	10,22	4,80	3,83	4,50	4,92	5,50	5,25	0,8298	0,9998	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
3	Nombre de feuilles de laitues le 02/10/92	NbF31	feuille	11,55	5,48	4,42	5,33	5,58	6,08	6,00	0,8725	0,9984	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
4	Nombre de feuilles de laitues le 05/10/92	NbF34	feuille	13,45	5,97	4,50	5,58	6,33	6,75	6,67	0,8741	0,9994	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
5	Nombre de feuilles de laitues le 07/10/92	NbF36	feuille	11,52	6,60	5,00	6,50	6,83	7,50	7,17	0,4981	0,9997	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
6	Nombre de feuilles de laitues le 09/10/92	NbF38	feuille	13,40	7,25	6,00	7,17	7,33	8,00	7,75	0,8496	0,9815	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
7	Nombre de feuilles de laitues le 12/10/92	NbF41	feuille	11,46	7,92	6,42	7,75	8,00	9,00	8,42	0,9138	0,9984	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
8	Nombre de feuilles de laitues le 14/10/92	NbF43	feuille	13,49	8,42	6,50	8,25	8,83	9,42	9,08	0,9931	0,9976	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
9	Nombre de feuilles de laitues le 16/10/92	NbF45	feuille	15,74	9,23	7,42	8,83	9,83	10,25	9,83	0,9271	0,9797	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
10	Nombre de feuilles de laitues le 20/10/92	NbF49	feuille	17,09	10,20	7,50	9,83	10,17	11,42	12,08	0,9488	0,9976	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
11	Nombre de feuilles de laitues le 23/10/92	NbF52	feuille	14,45	10,72	8,08	10,25	10,92	11,83	12,50	0,9789	0,9989	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
12	Nombre de feuilles de laitues le 27/10/92	NbF56	feuille	20,36	12,80	8,67	12,00	12,58	14,58	16,17	0,9187	0,9988	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
13	Nombre de feuilles de laitues le 30/10/92	NbF59	feuille	19,96	13,82	8,92	13,08	14,17	16,25	16,67	0,9747	0,9991	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
14	Nombre de feuilles de laitues le 03/11/92	NbF63	feuille	20,30	14,33	10,42	12,58	14,83	17,42	16,42	0,8958	0,9967	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
15	Nombre de feuilles de laitues le 05/11/92	NbF65	feuille	22,71	14,63	9,75	11,75	17,00	18,17	16,50	0,6815	0,9989	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
16	Nombre de feuilles de laitues à la récolte le 17/11/92	NbF77	feuille	17,22	17,80	14,17	18,00	18,67	20,00	18,17	0,6877	0,9585	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
17	Poids des racines des laitues	PdRac	grammes	54,09	23,92	2,58	7,50	24,42	43,33	41,75	0,7782	0,9999	(1 et 3t/ha) ; 5t/ha ; (7 et 9t/ha)
18	Taux de matière sèche des laitues	TMS	%	46,16	9,42	13,91	6,31	6,68	9,76	10,41	0,0082	0,9597	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
19	Evapotranspiration potentielle	ETP	Kg/24h	31,22	0,59	0,21	0,42	0,77	0,81	0,75	0,3637	0,9999	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
20	pH des percolats des laitues	pHper		4,97	7,63	6,96	7,26	7,78	8,14	8,03	0,4987	0,9998	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
36	Evolution du nombre de feuilles au 23/09/92	Df22	Nbf/j	11,34	0,14	0,11	0,13	0,14	0,17	0,16	0,4998	0,9999	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
21	Evolution du nombre de feuilles au 30/09/92	Df29	Nbf/j	27,66	0,24	0,20	0,23	0,25	0,25	0,25	0,4618	0,3573	
22	Evolution du nombre de feuilles au 02/10/92	Df31	Nbf/j	52,93	0,34	0,29	0,42	0,33	0,29	0,37	0,2418	0,2903	
23	Evolution du nombre de feuilles au 05/10/92	Df34	Nbf/j	78,56	0,16	0,03	0,08	0,25	0,22	0,22	0,9694	0,9789	1t/ha ; (3, 5, 7 et 9t/ha)
24	Evolution du nombre de feuilles au 07/10/92	Df36	Nbf/j	69,87	0,32	0,25	0,46	0,25	0,37	0,25	0,9914	0,6280	

EFFET DE DOSES CROISSANTES D'AMENDEMENT PHOSPHATE SUR LAITUE

N° de var.	Dénomination	Sigle	Unité	CV (%)	Moy. gén.	DOSE D'AMENDEMENT PHOSPHATE					Probabilités des facteurs contrôlés		Groupes homogènes
						1t/ha	3t/ha	5t/ha	7t/ha	9t/ha	Bloc	Dose	
25	Evolution du nombre de feuilles au 09/10/92	Df38	Nbf/j	94,00	0,32	0,50	0,33	0,25	0,25	0,29	0,8637	0,3915	
26	Evolution du nombre de feuilles au 12/10/92	Df41	Nbf/j	97,31	0,22	0,14	0,19	0,22	0,33	0,22	0,6839	0,3597	
27	Evolution du nombre de feuilles au 14/10/92	Df43	Nbf/j	93,63	0,25	0,04	0,25	0,42	0,21	0,33	0,9984	0,8931	
28	Evolution du nombre de feuilles au 16/10/92	Df45	Nbf/j	108,90	0,41	0,46	0,29	0,50	0,42	0,37	0,0752	0,0652	
29	Evolution du nombre de feuilles au 20/10/92	Df49	Nbf/j	98,37	0,24	0,02	0,25	0,08	0,29	0,56	0,6782	0,9925	(1, 3 et 5t/ha) ; (7 et 9t/ha)
30	Evolution du nombre de feuilles au 23/10/92	Df52	Nbf/j	137,31	0,17	0,19	0,14	0,25	0,14	0,14	0,9576	0,1037	
31	Evolution du nombre de feuilles au 27/10/92	Df56	Nbf/j	77,24	0,52	0,15	0,44	0,42	0,69	0,92	0,9635	0,9648	(1, 3 et 5t/ha) ; (7 et 9t/ha)
32	Evolution du nombre de feuilles au 30/10/92	Df59	Nbf/j	111,46	0,34	0,08	0,36	0,53	0,56	0,17	0,9113	0,8458	
33	Evolution du nombre de feuilles au 03/11/92	Df63	Nbf/j	401,82	0,13	0,37	-0,12	0,17	0,29	-0,06	0,4493	0,5952	
34	Evolution du nombre de feuilles au 05/11/92	Df65	Nbf/j	406,09	0,15	-0,33	-0,42	1,08	0,37	0,04	0,2924	0,9973	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
35	Evolution du nombre de feuilles au 17/11/92	Df77	Nbf/j	132,67	0,26	0,37	0,52	0,14	0,15	0,14	0,3348	0,7532	
37	Poids frais des laitues à la récolte	Pflr	grammes	35,18	335,03	47,27	181,99	479,60	530,35	453,94	0,9089	1,0000	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
38	Poids sec des laitues à la récolte	Pslr	grammes	52,53	29,70	3,27	9,45	33,18	55,94	46,67	0,7443	0,9999	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
39	Teneur en Azote des percolats	Nper	mg/l	52,92	75,48	171,72	100,90	41,35	21,68	41,75	0,4642	0,9999	1t/ha ; 3t/ha ; (5, 7 et 9t/ha)
40	Teneur en Phosphore des percolats	Pper	mg/l	109,30	0,73	0,43	1,23	0,92	0,48	0,58	0,3531	0,6068	
41	Teneur en Potassium des percolats	Kper	mg/l	52,49	191,43	457,83	258,00	97,00	52,50	91,83	0,6700	1,0000	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
42	Teneur en Calcium des percolats	Caper	mg/l	42,63	60,83	105,50	81,00	41,83	31,67	44,17	0,4350	0,9995	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
43	Teneur en Magnésium des percolats	Mgper	mg/l	62,82	6,17	7,00	7,67	5,33	3,83	7,00	0,6854	0,4433	
44	Teneur en Sodium des percolats	Naper	mg/l	57,98	30,10	43,00	45,00	20,50	15,00	27,00	0,5611	0,9759	(1 et 3t/ha) ; (5, 7 et 9t/ha)
45	Teneur en Fer des percolats	Feper	mg/l	154,23	0,43	0,50	0,17	0,50	0,83	0,17	0,6322	0,5901	