

## FAUT-IL MODIFIER CERTAINES CONDITIONS D'APPLICATION DE LA FUMURE PHOSPHATÉE ?

**P**OUR METTRE EN ŒUVRE UN PLAN DE FUMURE PHOSPHATÉE, IL FAUT TENIR COMPTE DE NOMBREUX FACTEURS D'ORDRE AGRONOMIQUE, ECONOMIQUE ET PRATIQUE, qui déterminent le choix de l'engrais et ses modalités d'application, c'est-à-dire la quantité, la date et la fréquence des apports. Dans un exposé aussi bref, nous ne pouvons prétendre à une revue détaillée de l'ensemble des problèmes ; nous nous limiterons donc volontairement à une discussion de certains points particuliers et qui répondent à des préoccupations actuelles des praticiens.

Proposer des recommandations strictes à propos des dates ou des fréquences d'apports d'engrais phosphatés, c'est, dans une certaine mesure, créer des contraintes en matière d'organisation du travail. Or, à l'heure actuelle, la rareté de la main-d'œuvre agricole, qu'elle soit salariée ou familiale, peut rendre inapplicable toute nouvelle proposition. On peut y remédier par l'étalement des divers travaux en utilisant au mieux certaines périodes creuses ou, selon les structures et les dimensions des exploitations, on peut faire appel à l'entraide ou à l'entreprise d'épandage. Dans ce cas, surgissent alors de nouvelles difficultés car, et quelle que soit la solution retenue, il est évident qu'il n'est pas possible de donner satisfaction en même temps à tout le monde. Il devient donc nécessaire de programmer les interventions en fonction des contraintes agronomiques mais aussi de manière à utiliser au mieux les équipements nécessaires. Il est tout à fait normal que cette adaptation soit précédée d'une réflexion et que du seul point de vue agronomique, le praticien s'interroge. C'est ainsi que naissent les questions.

Peut-on épandre des engrais phosphatés en toutes saisons ?

Dès lors que les besoins annuels sont connus, faut-il épandre les engrais phosphatés chaque année ou peut-on se contenter d'un apport plus important pour plusieurs années ?

S'agissant de cultures où le caractère saisonnier des travaux est commandé par le cycle du végétal, certaines contraintes sont inévitables, tout au moins quant aux dates d'apport. Par contre, dans le cas d'une prairie permanente, il semble possible d'aménager les recommandations en matière d'épandage. Si nous considérons les conditions traditionnelles d'emploi des scories, nous savons qu'il était la plupart du temps conseillé de les épandre en automne avec une fréquence variable selon les niveaux d'exploitation, mais les doses annuelles moyennes restaient à un niveau assez faible.

C'est pour répondre objectivement aux questions que nous avons évoquées précédemment que le Service Agronomique de la S.N.S.T. a mis en place, à partir de 1971, deux séries d'essais sur prairies permanentes. Après avoir présenté très brièvement les protocoles, nous nous proposons d'en commenter ci-dessous les principaux résultats.

### **Protocoles expérimentaux**

Deux protocoles ont été retenus, chacun ayant pour objet de répondre à une question précise :

1) *Influence de la date d'apport sur l'efficacité des scories*

A cet effet, quatre traitements ont été mis en comparaison :

O — Témoin sans acide phosphorique ;

A — 100 unités/ha de  $P_2O_5$  des scories, apportées en automne (entre le 1<sup>er</sup> octobre et le 30 novembre) ;

H — Même dose, apportée en fin d'hiver (entre le 1<sup>er</sup> février et le 31 mars) ;

E — Même dose, apportée après la première coupe, c'est-à-dire en été.

2) *Comparaison, sur une période d'au moins quatre années, d'apports annuels avec des apports bloqués pour plusieurs années*

A cet effet, quatre traitements ont été appliqués :

O — Témoin sans acide phosphorique ;

A — 100 unités/ha de  $P_2O_5$  des scories, apportées chaque année ;

B — 200 unités /ha de  $P_2O_5$  des scories, apportées tous les 2 ans ;

C — 400 unités/ha de  $P_2O_5$  des scories, apportées en une seule fois et pour quatre ans.

Dans les deux cas, les autres éléments de la fumure étaient uniformes sur toutes les parcelles d'un même essai, à savoir :

— 100 unités/ha de potasse chaque année, et pour la fumure azotée, 70 unités/ha avant la première coupe, puis 50 unités/ha avant chacune des coupes suivantes.

Pour chaque essai, les traitements étaient répétés quatre fois selon le dispositif des blocs. Au total, 37 essais ont été mis en place sur différents types de sol, dans l'Est, en Normandie et dans le Massif Central, avec la collaboration des Services de Développement des départements de ces régions. Les mesures ont porté sur le rendement, exprimé en quintaux de matière sèche par hectare, et sur la teneur en phosphore du fourrage, exprimée en grammes de P par kilogramme de matière sèche ; partant de ces données, il a été ensuite possible d'estimer les exportations d'acide phosphorique par les récoltes.

## Résultats

### 1) Rendement annuel

#### 1.1. — Influence de l'apport $P_2O_5$

L'examen des graphiques I<sub>a</sub> et II<sub>a</sub> nous donne un aperçu synthétique des résultats moyens pour chaque protocole et pour quatre années d'expérimentation. Dans les deux cas, ils mettent en évidence la progression de l'effet « scories » au fil des années, mais ces valeurs moyennes masquent en réalité une très grande dispersion des réponses au niveau de chaque essai, comme le montre le tableau ci-dessous extrait de l'ensemble des résultats :

	Effet moyen	Minimum	Maximum
1 <sup>re</sup> année .....	+ 4,6 qx	— 4,5 qx	+ 20,3 qx
2 <sup>e</sup> année .....	+ 8,4 qx	— 2,0 qx	+ 35,6 qx
3 <sup>e</sup> année .....	+ 10,0 qx	+ 1,7 qx	+ 26,1 qx
4 <sup>e</sup> année .....	+ 10,5 qx	+ 0,1 qx	+ 28,2 qx

Nous reviendrons ultérieurement sur cette constatation qui nous incite évidemment à supposer l'existence d'une relation entre certaines conditions de milieu et la réponse aux apports de scories.

1.2. — Influence de la date d'apport

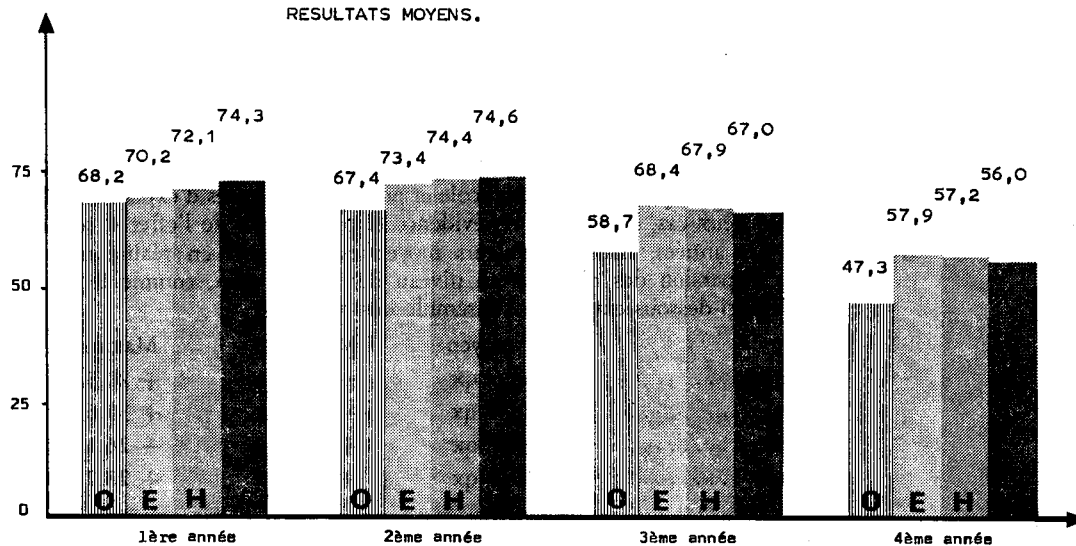
Le graphique I<sub>a</sub> montre qu'en première année et, à un degré moindre, en deuxième année, l'efficacité des scories dépend de la date d'apport avec avantage à l'épandage d'automne (A), alors que l'apport d'été (E) subit obligatoirement un handicap puisqu'il ne peut agir que sur la deuxième et éventuellement la troisième coupe ; mais dès la deuxième année, ce handicap est déjà moins important. A partir de la troisième année la date d'apport n'a plus aucune influence sur la production de matière sèche dans notre série d'essais.

FIGURE I<sub>a</sub>

INFLUENCE DE LA DATE D'APPORT DES SCORIES SUR LA PRODUCTION ANNUELLE DE MATIERE SECHE (en qx/ha)  
RESULTATS MOYENS

INFLUENCE DE LA DATE D'APPORT DES SCORIES  
SUR LA PRODUCTION ANNUELLE DE MATIERE SECHE (en qx / ha)

RESULTATS MOYENS.



nombre d'essais: 15 ..... 15 ..... 14 ..... 11

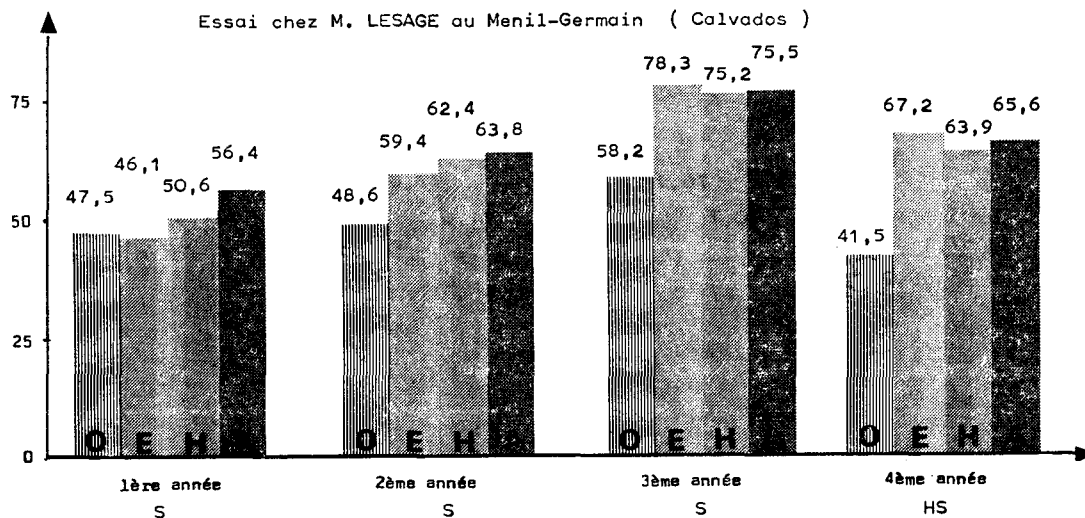
« Le graphique I<sub>b</sub> présente, à titre d'exemple particulier, les résultats d'un essai ; les conclusions sont en accord avec celles constatées sur les moyennes, mais les écarts y sont beaucoup plus contrastés. »

FIGURE 1b

INFLUENCE DE LA DATE D'APPORT DES SCORIES SUR LA PRODUCTION ANNUELLE  
MATIERE SECHE (en qx/ha)

Essai chez M. LESAGE au Menil-Germain (Calvados)

INFLUENCE DE LA DATE D'APPORT DES SCORIES  
SUR LA PRODUCTION ANNUELLE DE MATIERE SECHE  
( en qx / ha )



1.3. — Influence des modalités d'apport

L'examen du graphique II<sub>a</sub> montre qu'au cours des trois premières années de cette expérimentation, l'apport unique de 400 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (C) tend en moyenne à l'emporter sur les autres modalités et que parallèlement, l'apport de 200 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tous les deux ans (B) tend également à l'emporter sur l'apport annuel de 100 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A). Cela signifie donc qu'en règle 165

générale, les doses supérieures à 100 unités ont eu des arrières-actions positives sur le rendement. Cependant, cette tendance se renverse la quatrième année où l'apport annuel (A) prend l'avantage sur l'apport bi-annuel (B) et surtout sur l'apport unique (C). Si, en définitive, nous effectuons le bilan moyen sur les quatre années d'expérimentation, nous constatons l'absence de différence significative entre les trois modalités :

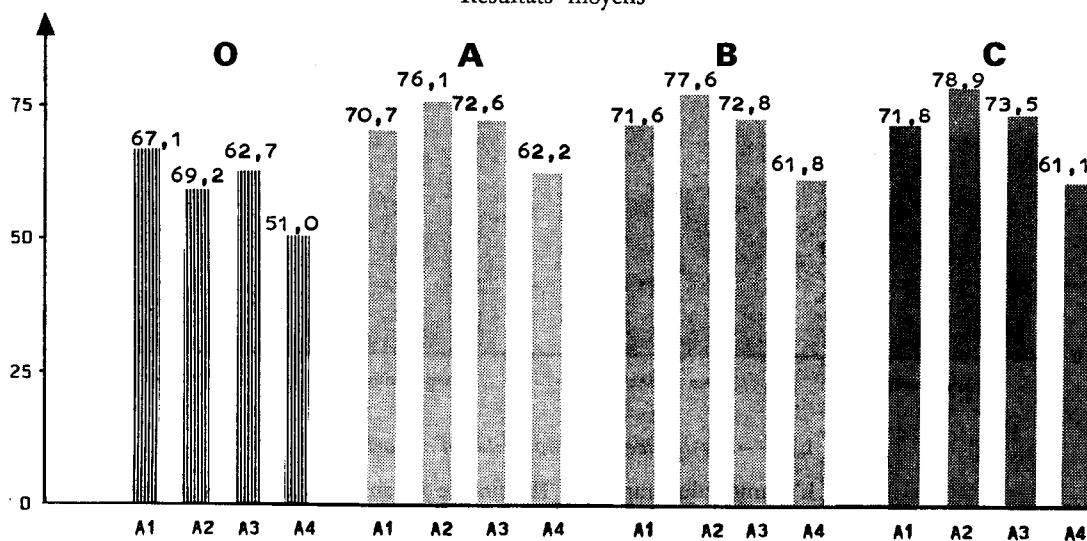
- Apport unique (C) comparé aux apports fractionnés (B et A) : + 0,65 qx,
- Apport bisannuel (B) comparé aux apports annuels (A) : + 0,55 qx,
- Apport unique (C) comparé aux apports annuels (A) : + 0,9 qx.

FIGURE IIa

COMPARAISON D'APPORTS ANNUELS AVEC DES DOSES DOUBLES OU QUADRUPLES  
POUR 2 OU 4 ANS

Influence sur la production annuelle de matière sèche (en qx/ha)

Résultats moyens



21 essais en 1ère année (A1)  
20 essais en 2ème année (A2)

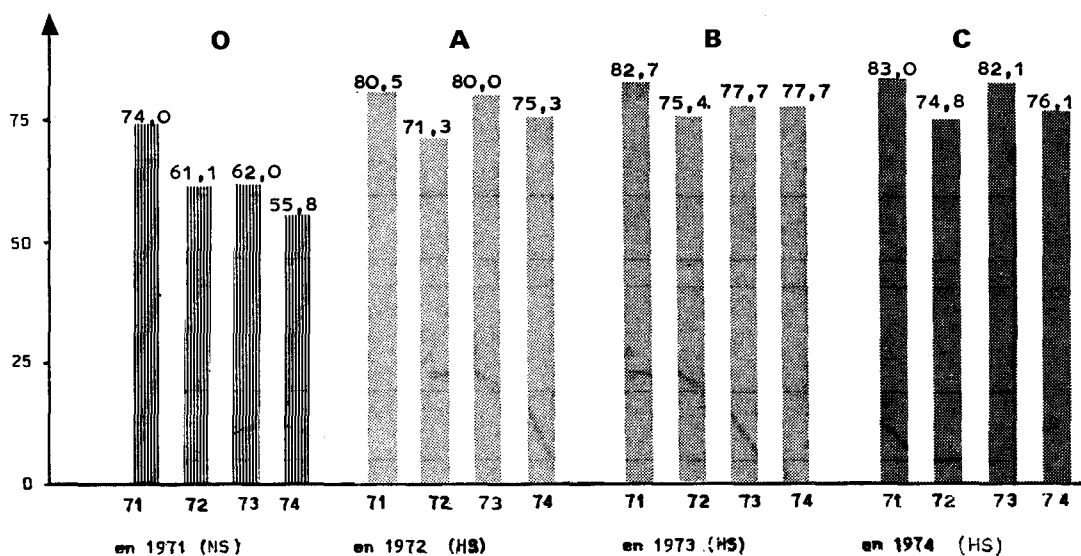
16 essais en 3ème année (A3)  
13 essais en 4ème année (A4)

Le graphique II<sub>b</sub> présente les résultats d'un essai conforme à cette tendance puisqu'avec un effet annuel moyen des scories égal à + 14,9 qx, l'avantage moyen de (C) par rapport à (B) et (A) ressort à + 1,4 qx, et de (B) par rapport à (A) ressort à + 1,6 qx.

FIGURE II<sub>b</sub>

COMPARAISON D'APPORTS ANNUELS AVEC DES DOSES DOUBLES OU QUADRUPLES  
POUR 2 OU 4 ANS

Essai chez M. THIRIET à Vagney (Vosges)



2) Teneur en phosphore du fourrage

Les résultats moyens sont représentés sur les graphiques III et IV, et pour trois coupes. Pour apprécier la valeur pratique des effets constatés, nous y avons fait figurer une échelle des besoins des vaches laitières (VL) en fonction de leur productivité et de jeunes bovins (JB) en fonction de leur poids vif.

En premier lieu, nous remarquons la diminution progressive, d'une année à la suivante, des valeurs moyennes observées dans les parcelles témoins, et cela pour les deux protocoles. Ces valeurs moyennes des témoins varient entre 1,7 et 3,1 g de P par kg de matière sèche, mais en réalité les extrêmes atteignent 0,85 et 3,85 g de P, soit un éventail qui s'étend de la carence inquiétante à la couverture des besoins de jeunes bovins de 200 kg ou de vaches laitières produisant près de 25 litres par jour.

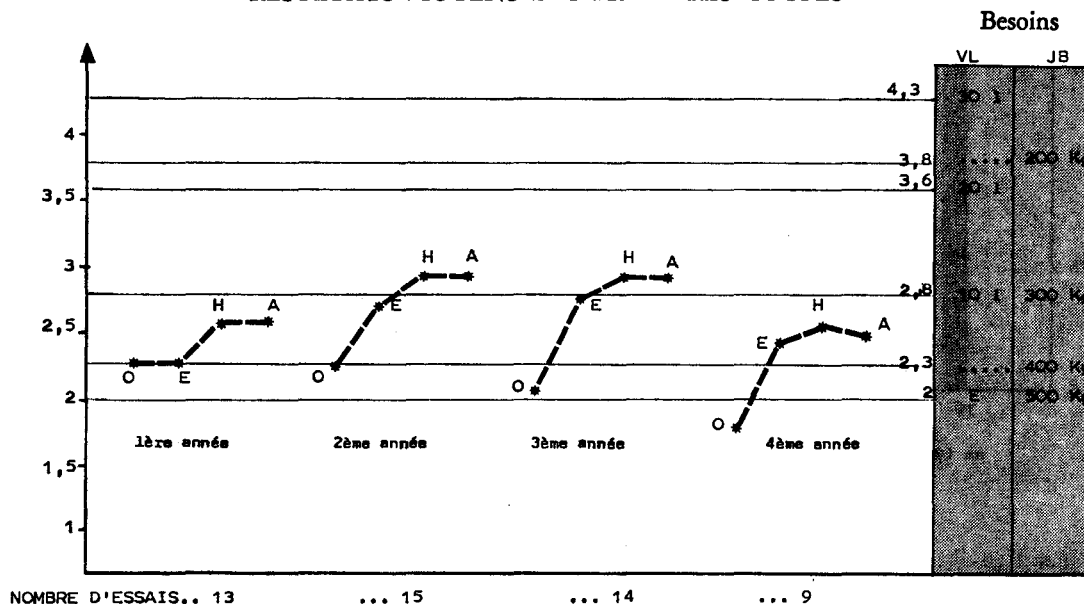
### 2.1. Influence des scories

Elle se traduit par une augmentation de la teneur en phosphore du fourrage,

- de 0 à 1,6 g en première année,
- de + 0,1 à 1,95 g en deuxième année,
- de + 0,15 à 1,9 g en troisième année,
- de + 0,3 à 2,0 g en quatrième année.

Soit, comme pour le rendement, une progression très sensible. Il convient cependant de noter que cette augmentation progressive est due autant à l'appauvrissement des parcelles témoins qu'aux effets de la fumure phosphatée : les teneurs en phosphore semblent en effet plafonner autour de 3,5 g pour les valeurs moyennes, et autour de 4,8 g pour les valeurs extrêmes.

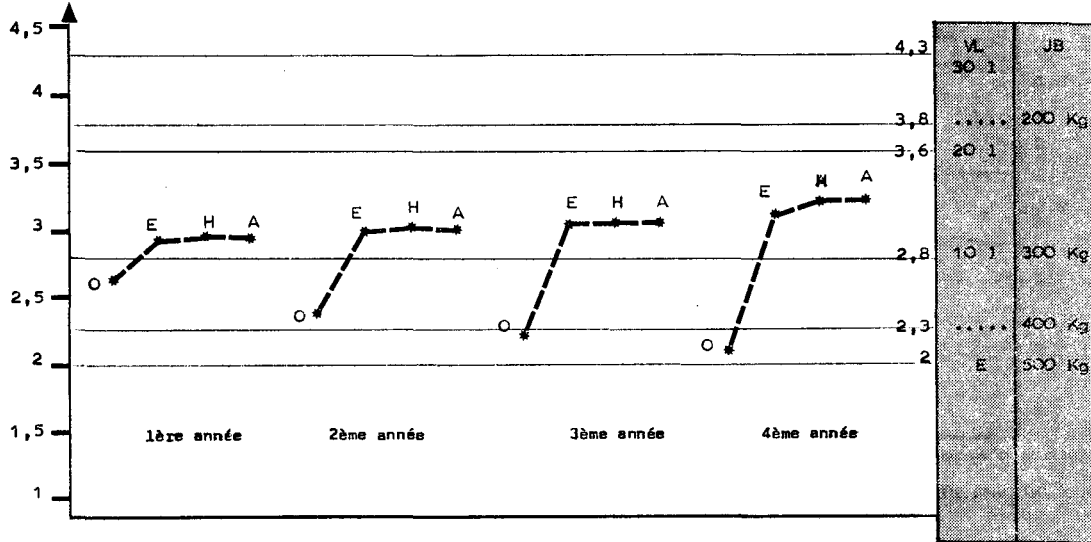
FIGURE III  
RESULTATS MOYENS DES PREMIERES COUPES



Influence de la date d'apport des scories sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

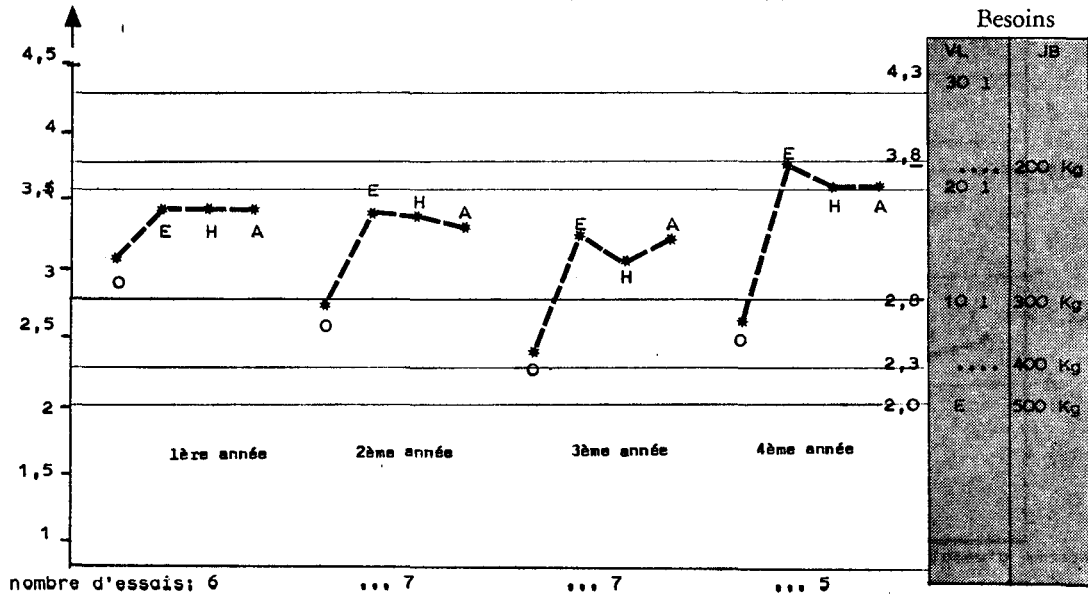


FIGURE III  
RESULTATS MOYENS DES DEUXIEMES COUPES



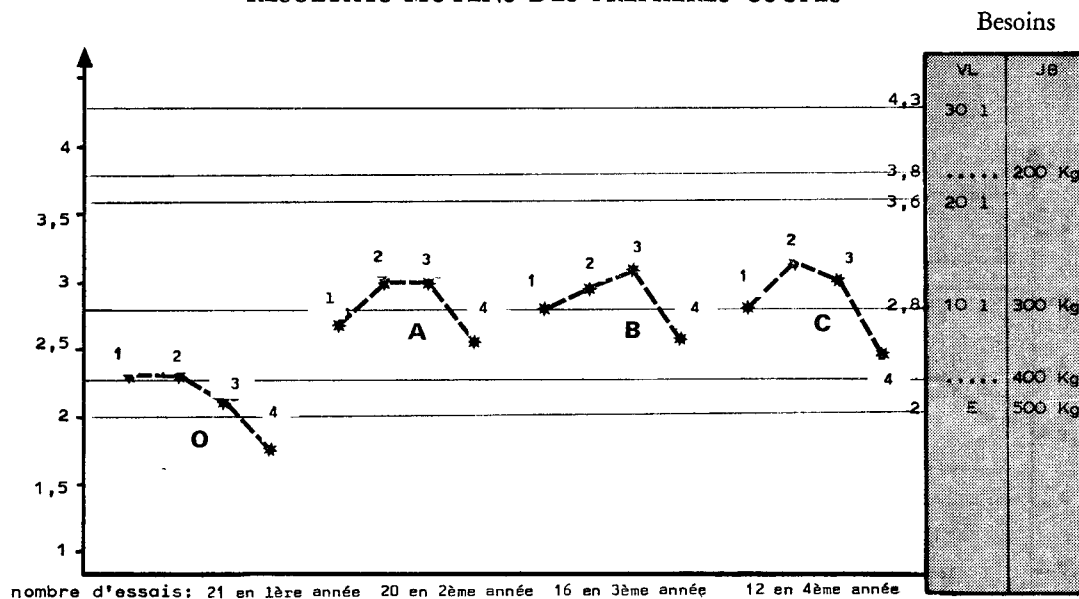
Influence de la date d'apport des scories sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

FIGURE III  
RESULTATS MOYENS DES TROISIEMES COUPES



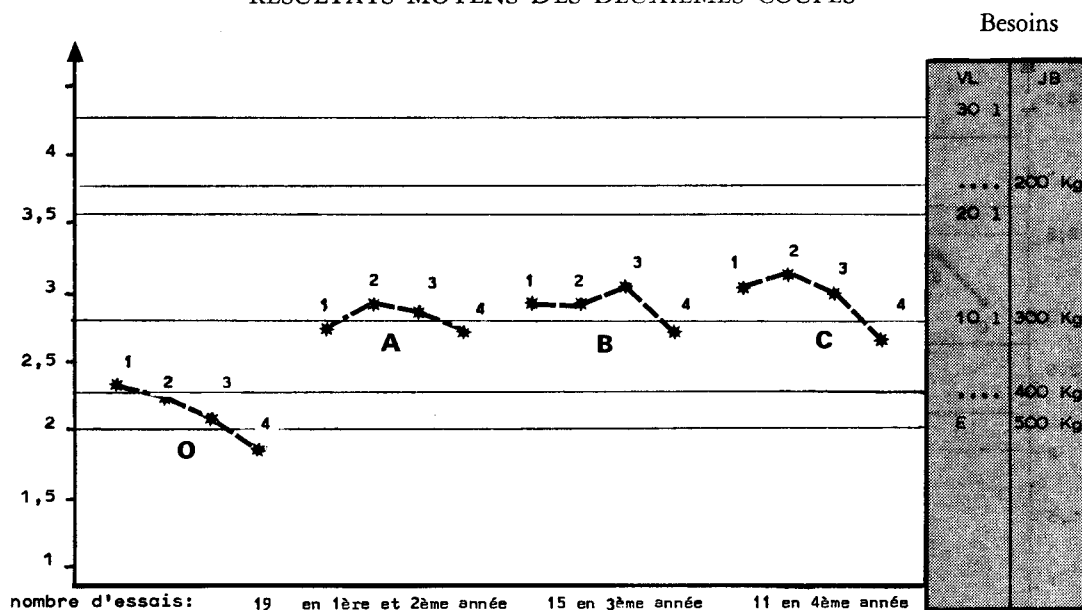
Influence de la date d'apport des scories sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

FIGURE IV  
RESULTATS MOYENS DES PREMIERES COUPES



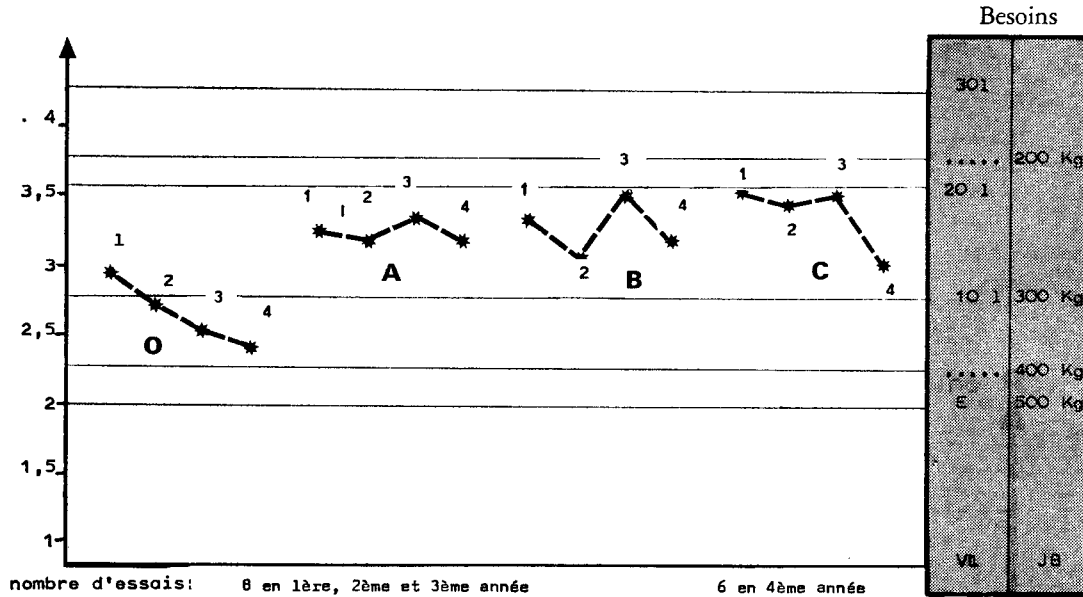
Comparaison d'apports annuels avec des doses doubles ou quadruples pour 2 ou 4 ans  
Influence sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

FIGURE IV  
RESULTATS MOYENS DES DEUXIEMES COUPES



Comparaison d'apports annuels avec des doses doubles ou quadruples pour 2 ou 4 ans  
Influence sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

FIGURE IV  
RESULTATS MOYENS DES TROISIEMES COUPES



Comparaison d'apports annuels avec des doses doubles ou quadruples pour 2 ou 4 ans  
Influence sur la teneur en phosphore du fourrage  
P en g/kg de matière sèche

Remarquons enfin qu'en quatrième année, l'effet moyen des scories permet de produire un fourrage qui en moyenne assurerait la couverture des besoins de vaches laitières produisant 15 l par jour alors que le fourrage des parcelles témoins ne couvrirait que leurs besoins d'entretien.

### 2.2. Influence de la date d'apport

Dès la première année, et quelle que soit la coupe, il n'y a aucune différence entre les apports d'automne (A) ou de fin d'hiver (H). Par contre, l'apport d'été (E) agit différemment selon les coupes et les années.

En première coupe, son handicap moyen s'élève à 0,35 g (de 0 à 1,0 g) en première année, puis il diminue pour atteindre 0,15 g en quatrième année.

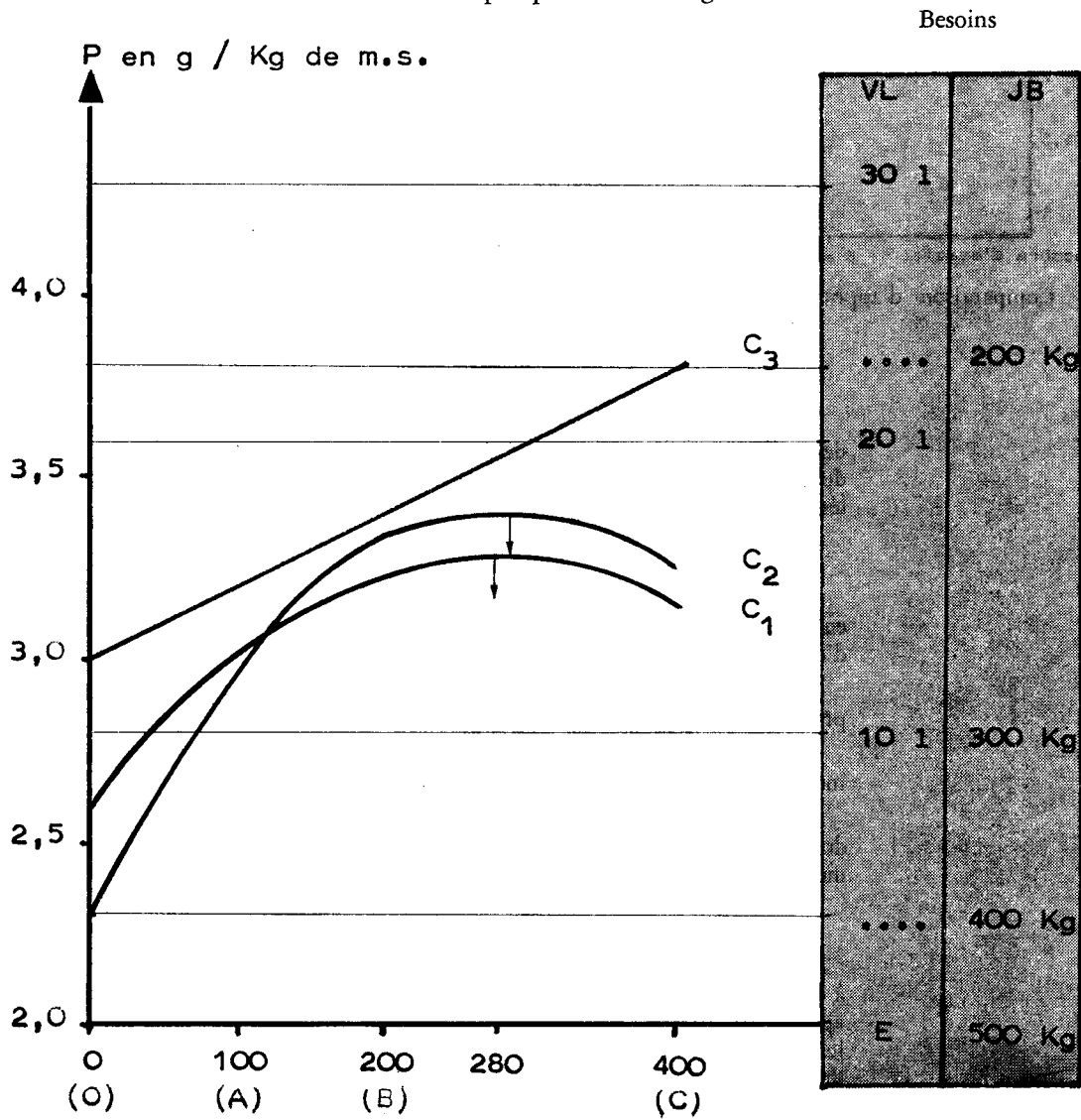
En deuxième coupe, ce handicap est pratiquement comblé puisque l'écart moyen reste voisin de zéro quelle que soit l'année.

En troisième coupe enfin, nous assistons à un effet contraire à partir de la deuxième année puisque l'apport d'été (E) y entraîne un meilleur enrichissement du fourrage avec un avantage moyen de 0,15 g.

### 2.3. Influence des modalités d'apport

Pratiquement, les résultats de la première année représentent des réponses à des apports de doses croissantes de scories. Le graphique V nous donne un aperçu des courbes de réponse qui ont été observées sur un essai et pour les trois coupes. En règle générale, les maxima y ont été observés pour la dose 400 (C) ou entre 200 (B) et 400 (C), avec des valeurs comprises entre 1,3 et 3,8 g de P.

FIGURE V  
 ESSAI CHEZ M. THIERRY A RELANGES (88)  
 Teneur en phosphore du fourrage



En deuxième année, les maxima correspondent tous au traitement (C) et se situent entre 1,8 et 4,2 g de P. Cela signifie que l'arrière-action de l'apport unique l'emporte sur les autres modalités.

En troisième année, cette arrière-action faiblit sensiblement puisque les maxima se répartissent entre (B) et (C) avec des valeurs situées entre 2,1 et 4,5 g de P. En dépit de ce fléchissement, les graphiques IV montrent encore une égalité entre les effets moyens de (B) et (C).

Par contre, en quatrième année, les maxima correspondent aux traitements (B) ou (A) avec des valeurs comprises entre 1,8 et 3,7 g de P. Cela signifie alors que les apports fractionnés s'y avèrent plus efficaces que l'arrière-action d'un apport unique (C). Remarquons cependant que ces résultats de la quatrième année correspondent à 1974 où le fléchissement des teneurs en phosphore du fourrage a été nettement influencé par des conditions météorologiques particulièrement défavorables.

### 3) *Exportations d'acide phosphorique par les récoltes*

Elles ont varié entre des limites très larges :

de 4,6 à 92,2 kg de  $P_2O_5$  par hectare pour les parcelles témoins, avec une moyenne de l'ordre de 31 kg ;

de 7,4 à 106,7 kg de  $P_2O_5$  par hectare pour les parcelles ayant reçu des scories, avec une moyenne de l'ordre de 46 kg.

Le niveau des exportations s'est avéré indépendant de la date d'épandage à partir de la troisième année, mais il a été influencé par les modalités d'apport : il semble en effet que l'apport unique de 400 unités de  $P_2O_5$  a mieux été utilisé puisque les exportations annuelles moyennes y sont supérieures à celles des autres modalités.

### 4) *Essai de synthèse*

Tant pour le rendement que pour les teneurs en phosphore du fourrage, nous avons signalé au passage une grande dispersion des réponses autour des tendances moyennes. L'existence de deux protocoles différents et un nombre d'essais insuffisant ne nous ont pas permis d'entreprendre une analyse précise des relations pouvant exister entre les réponses aux traitements et certaines caractéristiques du sol. Pour regrouper les données de tous les essais, nous n'avons retenu que celles observées sur les parcelles témoins et sur les parcelles ayant reçu 100 unités de  $P_2O_5$  chaque année en automne (traitement A de chaque protocole).

#### 4.1. *Influence de la fertilité phosphatée du sol*

Cette propriété étant appréciée par des méthodes d'analyse conventionnelles qui diffèrent selon les types de sol, nous avons rassemblé les essais en deux

classes de fertilité selon les normes proposées par GACHON et ses collaborateurs :

- Classe I, sols bien pourvus à riches,
- Classe II, sols pauvres à assez pauvres.

Le tableau ci-dessous résume l'évolution de l'effet « scories » sur le rendement dans chaque classe :

	<i>Classe I</i> (11 essais)	<i>Classe II</i> (22 essais)
1 <sup>re</sup> année .....	+ 1,8 qx	+ 5,8 qx
2 <sup>e</sup> année .....	+ 4,6 qx	+ 8,2 qx
3 <sup>e</sup> année .....	+ 8,1 qx	+ 9,4 qx
4 <sup>e</sup> année .....	+ 9,3 qx	+ 10,2 qx

La fertilité phosphatée du sol semble donc agir sur la réponse en première et, à un degré moindre, en deuxième année, mais au-delà les différences ne sont plus significatives.

Si par ailleurs, nous calculons le rendement moyen des parcelles témoins pour chaque classe de fertilité nous obtenons les valeurs suivantes :

Classe I : 59 à 62 qx/ha,

Classe II : 48 à 51 qx/ha,

soit une différence hautement significative. Les mêmes conclusions s'appliquent aux teneurs en phosphore du fourrage puisque nous obtenons :

Classe I : 3,0 g par kg de matière sèche,

Classe II : 2,5 g par kg de matière sèche.

Par contre, nous avons constaté que l'influence des scories sur l'enrichissement du fourrage était pratiquement indépendante de la fertilité du sol.

#### 4.2. Influence de l'acidité du sol

A cet effet, nous avons rassemblé les sols en trois classes de pH :

Classe I, avec un pH inférieur ou égal à 5,9,

Classe II, avec un pH compris entre 6,0 et 6,9,

Classe III, avec un pH supérieur ou égal à 7,0.

Le tableau ci-dessous résume l'évolution de l'effet « scories » sur le rendement dans chaque classe d'acidité :

	<i>Classe I</i> (16 essais)	<i>Classe II</i> (11 essais)	<i>Classe III</i> (5 essais)
1 <sup>re</sup> année .....	+ 4,8 qx	+ 5,0 qx	+ 2,6 qx
2 <sup>e</sup> année .....	+ 6,6 qx	+ 6,3 qx	+ 9,8 qx
3 <sup>e</sup> année .....	+ 9,3 qx	+ 7,7 qx	+ 10,3 qx
4 <sup>e</sup> année .....	+ 10,8 qx	+ 8,0 qx	+ 12,1 qx

Aucune tendance particulière ne se dégage de ces chiffres et il semble bien que la fertilité phosphatée joue un rôle déterminant, y compris en sol calcaire. La même conclusion s'applique aux teneurs en phosphore du fourrage.

#### 4.3. Influence de la teneur en matière organique du sol

Les sols ont été regroupés en quatre classes :

Classe I, avec plus de 15 % de matières organiques,

Classe II, avec 10 à 14,9 % de matières organiques,

Classe III, avec 5 à 9,9 % de matières organiques,

Classe IV, avec moins de 5 % de matières organiques.

Le tableau ci-dessous résume les tendances qui ont été observées pour chaque classe :

	<i>Classe I</i> (4 essais)	<i>Classe II</i> (12 essais)	<i>Classe III</i> (8 essais)	<i>Classe IV</i> (8 essais)
1 <sup>re</sup> année ..	+ 8,9 qx	+ 5,9 qx	+ 0,9 qx	+ 3,8 qx
2 <sup>e</sup> année ..	+ 17,5 qx	+ 8,1 qx	+ 4,2 qx	+ 4,4 qx
3 <sup>e</sup> année ..	+ 13,4 qx	+ 11,0 qx	+ 7,9 qx	+ 5,1 qx
4 <sup>e</sup> année ..	—	+ 12,9 qx	+ 10,5 qx	+ 3,5 qx

La classe I ne comprenant que des essais plus récents ne peut être totalement comparée aux autres. La réserve en matières organiques du sol semble donc favoriser non seulement une bonne réponse en première année, mais également une évolution positive au cours des années suivantes. Bien entendu, cette propriété du sol n'a eu aucun effet sur la teneur en phosphore du fourrage.

### **Conclusion**

L'examen des résultats nous a permis de montrer que dans les conditions de ces deux séries d'essais, l'efficacité des scories dépendait :

de la fertilité phosphatée du sol,

de sa teneur en matière organique,

et de la date d'apport,

au cours des deux premières années. Mais au-delà, les différences tendent à s'atténuer progressivement.

Pratiquement, nous pouvons conclure que dès l'instant où nous sommes en présence d'un sol pauvre en acide phosphorique, l'efficacité des scories sera d'autant meilleure que ce sol est plus riche en matières organiques, et ce, quel que soit son pH. En présence d'un sol supposé riche en acide phosphorique, le supplément de rendement que nous pourrions prévoir dépendra surtout des réserves en matières organiques tout au moins au cours des premières années.

Enfin, il n'est pas irrationnel de rechercher un étalement des périodes d'épandage avec en outre de fortes doses pour plusieurs années. Ce dernier point mériterait sans doute quelques nuances, mais dans l'état actuel des observations, il n'était pas possible de pousser l'analyse aussi loin dans le détail ; l'apport de résultats complémentaires nous permettra, tout au moins nous l'espérons, de progresser dans cette voie au cours des prochaines années.

R. BONISCHOT.

(S.N.S.T.)

---

(1) Les résultats détaillés de ces essais sont rassemblés dans une brochure éditée par la S.N.S.T. et qui est en cours d'impression.