

## Peut-on faire l'économie de la fertilisation phosphatée sur prairie permanente ?

R. Bonischot

Les bouleversements qui ont affecté les échanges commerciaux au cours des 10 dernières années ont entraîné pendant un temps donné une augmentation du prix des engrais phosphatés qui a été diversement ressentie selon les pays. Quelle qu'ait été son importance, cette période d'incertitude sur les prix a presque partout engendré une réflexion sur l'opportunité de réduire les apports d'engrais phosphatés, ou au moins de rechercher les situations où cette réduction était envisageable. En France, les prairies permanentes sont en général moins fertilisées que les cultures, mais ce sont les engrais phosphatés qui y sont utilisés de préférence : en moyenne 90 kg d'anhydride phosphorique par hectare et par an pour les prairies qui en reçoivent (POUSSET, 1984). Or, si nous considérons les statistiques de livraisons en France, nous constatons que l'emploi des engrais phosphatés a diminué depuis plusieurs années, notamment dans les régions à dominante herbagère.

Jusqu'à présent, la promotion de la fumure phosphatée sur prairie faisait référence à l'amélioration de la fertilité du sol pour une meilleure nutrition minérale des plantes prairiales et, en conséquence, une augmentation de la production et de la qualité de l'herbe. Désormais le problème nous est fréquemment posé d'une manière différente et qui peut être résumée sous la forme de deux questions :

---

### *MOTS CLÉS*

Arrière-effet, dynamique de la végétation, engrais phosphaté, fertilisation minérale, prairie permanente.

### *KEY-WORDS*

After-effect, mineral fertilization, permanent pastures, phosphate fertilizers, sward dynamics.

### *AUTEUR*

Société Nationale des Scories Thomas (SNST), Service Agronomique, Elysées La Défense, Cedex 35, F-92072 Paris La Défense.

— Jusqu'à quel niveau faut-il relever la fertilité phosphatée du sol sous prairie permanente pour en améliorer la productivité dans des conditions rentables ?

— Si le niveau de fertilité du sol et la productivité de la prairie sont jugés satisfaisants, peut-on sans risque faire l'impasse sur la fertilisation phosphatée pendant plusieurs années consécutives ?

Bien que les protocoles expérimentaux, antérieurs à la période actuelle, n'aient pas été conçus pour répondre spécialement à ces questions, nous avons tenté d'apporter une contribution au débat en utilisant les résultats de 120 essais de longue durée (3 à 10 ans) sur prairies permanentes suivis en France par le Service agronomique de la SNST au cours des dernières années.

## 1. Présentation sommaire des références expérimentales

Ces essais avaient entre eux un point commun : tenter de répondre à différentes questions relatives à l'emploi des Scories Thomas sur prairie permanente et, cela allait de soi, mettre en évidence les effets de la fertilisation phosphatée. Pour les besoins de cette discussion, nous n'avons retenu que les données recueillies sur les parcelles "témoins" (K ou NK) et sur celles qui avaient reçu 100 kg de  $P_2O_5$  par hectare et par an (PK ou NPK). Pour disposer d'un ensemble d'observations plus comparables entre elles, nous n'avons pris en considération que les résultats des premières coupes ; en effet, les secondes et troisièmes coupes sont plus dépendantes des conditions météorologiques, c'est pourquoi leurs résultats sont beaucoup plus variables d'une année à la suivante et les comparaisons beaucoup plus délicates. Pendant toute la durée de ces expérimentations, les essais ont été récoltés à la motofaucheuse au stade "pleine épiaison" ; il s'agissait donc d'une exploitation en régime de fauche.

Les stations expérimentales ont été réparties en 2 groupes, N et N0, selon que les parcelles avaient reçu ou non une fertilisation azotée, puis en 3 classes selon le niveau de la fertilité phosphatée du sol appréciée par l'analyse (méthode Dyer ou Joret-Hébert en fonction du pH du sol) :

- classe P1, pour les sols pauvres ;
- classe P2, pour les sols moyens ou assez bons ;
- classe P3, pour les sols bien pourvus en  $P_2O_5$ .

Il n'a pas été tenu compte des autres facteurs de la fertilité du sol car l'effectif de notre échantillon ne le permettait pas. Nous avons pu par ailleurs vérifier l'absence d'interaction entre ces facteurs, ce qui justifie notre choix ; néanmoins cette simplification s'est traduite par une plus grande dispersion apparente des données. En conséquence, ce qui suit nous permettra surtout de dégager des tendances en obser-

vant les données recueillies sur les parcelles "témoins". Nous aurons ainsi un aperçu de l'évolution moyenne de la production des prairies et de la teneur en phosphore du fourrage suite à l'arrêt de toute fertilisation phosphatée pendant plusieurs années consécutives. Nous compléterons cette présentation par une comparaison avec les résultats des parcelles fertilisées (PK ou NPK) pour mettre en évidence l'influence éventuelle d'autres facteurs et ainsi pouvoir mieux apprécier les effets réels de l'arrêt de la fertilisation phosphatée pendant la période considérée.

## 2. Conséquences sur la production des premières coupes

Nous avons représenté les tendances de l'évolution de cette production sur les figures 1a (en l'absence de fertilisation phosphatée) et 1b (parcelles recevant 100 kg  $P_2O_5$ /ha/an).

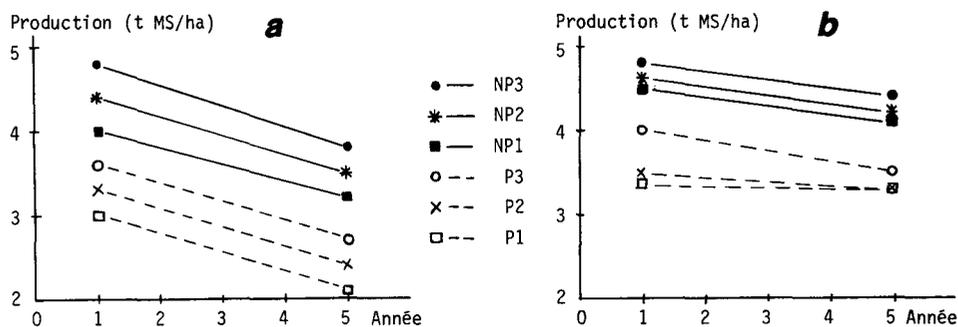


FIGURE 1 : Evolution de la production des premières coupes (en t MS/ha) selon le type et le niveau de fertilisation, a) parcelles témoins (apports suspendus depuis l'année 0), b) parcelles continuant à être fertilisées (100 kg  $P_2O_5$ /ha/an)

FIGURE 1 : Evolution of first cut yields (t DM/ha) according to type and level of fertilization, a) control plots (no longer fertilized from year 0 onwards), b) plots with continued P dressings (100 kg  $P_2O_5$ /ha/year)

Comme nous étions en droit de l'attendre, en première année, la production moyenne de chaque classe augmente quand la fertilité phosphatée du sol s'améliore (figure 1a) : des sols pauvres à ceux qui sont bien pourvus en  $P_2O_5$ , la moyenne des premières coupes passe :

- de 3,0 à 3,6 t MS/ha en l'absence de fertilisation azotée ;
- de 4,0 à 4,8 t MS/ha avec 70 kg N/ha/an.

La fertilisation azotée tend donc à accentuer les différences de productivité qui existent entre les prairies selon le niveau de la fertilité phosphatée du sol.

Quel que soit l'état initial de fertilité du sol, la production de la prairie tend à diminuer progressivement dès lors qu'il y a arrêt des apports d'engrais phosphatés. En outre, les tendances sont tout à fait comparables dans tous les cas, avec une perte moyenne apparente de l'ordre de 0,2 t MS/ha/an.

En réalité, cette diminution progressive est également la conséquence du mode d'exploitation des prairies pendant la durée des essais. En effet, quand la fauche exclusive a succédé au pâturage ou à un système mixte du type "pâturage-fauche", comme ce fut le cas sur la plupart des essais, cela s'est traduit par une adaptation de la structure floristique des prairies à ce nouveau mode d'utilisation, et ce changement a entraîné partout une légère chute de productivité comme le montre très nettement l'examen de la figure 1b où la fertilisation n'est plus un facteur limitant.

Compte-tenu de cette observation, il faut donc nuancer les tendances représentées par la figure 1a et nous pouvons admettre les conclusions suivantes pour notre échantillon :

— Sur les sols pauvres à moyennement pourvus en  $P_2O_5$ , la suppression de la fertilisation phosphatée s'est traduite à terme par une diminution de productivité estimée entre 0,1 et 0,2 t MS/ha chaque année, et ceci quel qu'ait été le niveau d'apport de la fertilisation azotée.

— Sur les sols biens pourvus en  $P_2O_5$ , cette diminution annuelle de production est restée comprise entre 0,07 et 0,15 t MS ; elle a donc été plus faible dans son ensemble, mais à l'intérieur de cette fourchette, c'est en présence d'une fertilisation azotée que la baisse de productivité a été la plus nette.

Exprimée en valeur relative par rapport à la productivité initiale des prairies, la perte a en définitive été de l'ordre de :

- 3 à 6% sur les sols pauvres à moyennement pourvus en  $P_2O_5$ ,
- 2 à 3% sur les sols biens pourvus.

Cette diminution de productivité des prairies permanentes consécutive à un arrêt des apports d'engrais phosphaté tendrait donc à être d'autant plus nette et plus rapide que le sol est plus pauvre.

### 3. Influence sur la teneur en phosphore du fourrage

Nous avons représenté les tendances de l'évolution de la teneur en phosphore du fourrage en première coupe sur les figures 2a (en l'absence de fertilisation phosphatée) et 2b (parcelles fertilisées avec 100 kg  $P_2O_5$ /ha/an).

Les teneurs en phosphore du fourrage augmentent avec le niveau de fertilité du sol ainsi que sous l'effet de la fertilisation phosphatée, les progressions les plus

nettes s'observant sur les sols les plus pauvres. Inversement, l'arrêt des apports d'engrais phosphaté a entraîné une diminution progressive des teneurs dans le fourrage, tendance d'autant plus prononcée que le sol était au départ plus riche en  $P_2O_5$ . Nous noterons au passage que la comparaison des figures 1b et 2b exprime une contradiction apparente puisqu'il y a en même temps enrichissement du fourrage en phosphore et diminution de la productivité. En fait, ceci confirme l'hypothèse déjà émise, à savoir que la réponse à la fertilisation en général pouvait être au moins en partie masquée par l'effet du changement de mode d'exploitation.

L'amélioration de la production demeure certes l'objectif prioritaire de la fertilisation et les observations à propos de la teneur en phosphore du fourrage ne représentent qu'un de ses effets secondaires ; néanmoins, cet appauvrissement progressif du fourrage illustre parfaitement la diminution du potentiel nutritif du sol en  $P_2O_5$  en cas d'arrêt ou de réduction excessive des apports d'engrais phosphaté.

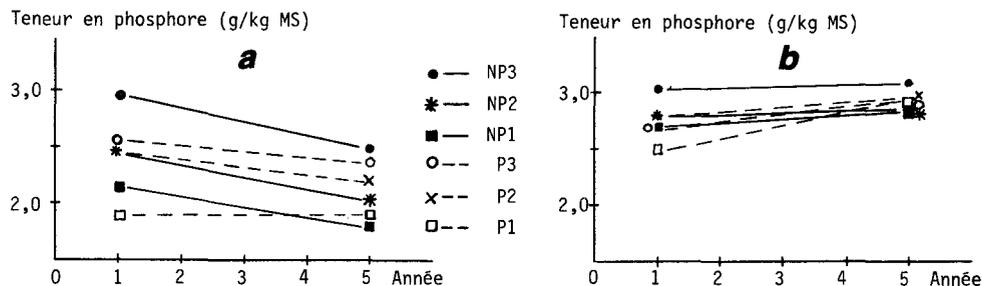


FIGURE 2 : Evolution de la teneur en phosphore du fourrage (en g P/kg MS) selon le type et le niveau de fertilisation, a) parcelles témoins (apports suspendus depuis l'année 0), b) parcelles continuant à être fertilisées (100 kg  $P_2O_5$ /ha/an)

FIGURE 2 : Evolution of phosphorus contents of herbage (g P/kg DM) according to type and level of fertilization, a) control plots (no longer fertilized from year 0 onwards), b) plots with continued P dressings (100 kg  $P_2O_5$ /ha/year)

#### 4. Influence sur le niveau de fertilité phosphatée du sol

Sur 57 sols entrant dans notre échantillon, nous avons procédé à un contrôle de la fertilité phosphatée après 4 ou 8 années d'expérimentation, selon la durée des essais. Les histogrammes de la figure 3 représentent la distribution des fréquences des stations expérimentales en fonction de leur classe de fertilité :

- avant la mise en place des essais (stations),
- à la fin de ces mêmes essais sur les parcelles témoins (P0) et sur celles qui avaient reçu 100 kg  $P_2O_5$ /ha/an des Scories Thomas (P). Pour mettre plus claire-

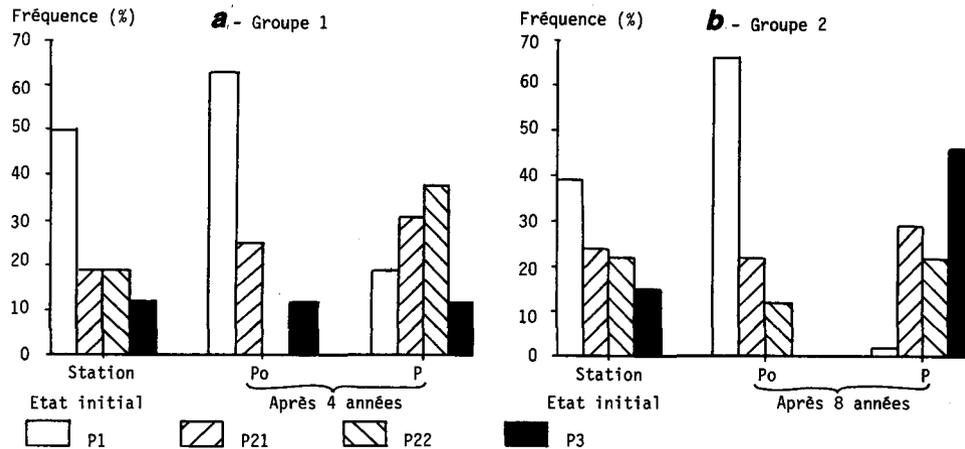


FIGURE 3 : Répartition des stations expérimentales (fréquence, en %) entre 4 classes de fertilité phosphatée du sol (par fertilité croissante : P1, P21, P22, P3) selon la durée d'expérimentation (groupe 1 : 4 ans, groupe 2 : 8 ans) et la présence (P) ou l'absence (Po) de fertilisation phosphatée

FIGURE 3 : Distribution of experimental sites (frequencies, %) into 4 soil phosphate fertility classes (P1, P21, P22, P3, in increasing order) according to duration of experiment (1st group : 4 years, 2d group : 8 years) and presence (P) or absence (Po) of phosphate fertilization

ment en évidence l'évolution de la fertilité phosphatée du sol pendant la durée des essais, nous avons subdivisé la classe des sols moyennement pourvus en  $P_2O_5$  (P2) en deux sous-classes :

- sous-classe P21 pour les sols moyens à assez pauvres,
- sous-classe P22 pour les sols moyens à assez bien pourvus.

Nous avons également distingué deux groupes selon la durée des essais :

- groupe n° 1 : contrôle effectué après 4 années ;
- groupe n° 2 : contrôle effectué après 8 années.

S'agissant de sol sous prairie permanente, les échantillons ont été prélevés dans la partie du profil exploitée par les racines des plantes prairiales (0 à 8 cm). L'influence positive de la fertilisation phosphatée ou celle, négative, de son absence sur la répartition des sols dans les différentes classes apparaît clairement sur ces histogrammes. L'arrêt de tout apport d'engrais phosphaté conduit progressivement à un appauvrissement des réserves du sol qui passe alors dans une classe de fertilité inférieure. Pour le groupe n° 1, cette différence n'est significative qu'avec une probabilité de

90 %, c'est-à-dire après 4 années ; en revanche, elle devient hautement significative (probabilité supérieure à 99 %) dès que la durée des essais atteint 8 années (groupe n° 2).

## 5. Influence sur la physionomie floristique des prairies

Sur 60 sites expérimentaux, nous avons étudié la physionomie floristique de la prairie et son évolution après 4 années d'expérimentation grâce à un échantillonnage effectué à l'aide de la méthode de la fréquence-dominance préconisée par DE VRIES et DE BOER (1959). Les observations ont été réalisées avant le début de chaque essai (station) et à la fin de la période d'expérimentation sur les parcelles "témoins" (P0) et sur celles qui avaient reçu 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/an (P). Sur les diagrammes et dans les tableaux qui suivent, nous avons indiqué les contributions à la production (en %, selon DE VRIES) des espèces regroupées par niveau de productivité (KRUIJNE et DE VRIES, 1963) et de quelques espèces particulièrement remarquables par leur sensibilité à la fertilité phosphatée du sol (KRUIJNE et DE VRIES, 1963 ; LAMBERT, 1963 ; DELPECH, 1977) ou par leur évolution pendant la durée des essais.

Un premier examen de la physionomie floristique des stations par rapport à la fertilité phosphatée du sol (figure 4) montre que les très bonnes graminées, et plus particulièrement le ray-grass anglais, occupent une place plus importante dans les prairies situées sur des sols bien pourvus en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (tableau 1). Il est de même pour les bonnes légumineuses, et parmi elles le trèfle blanc. Cette dominance est

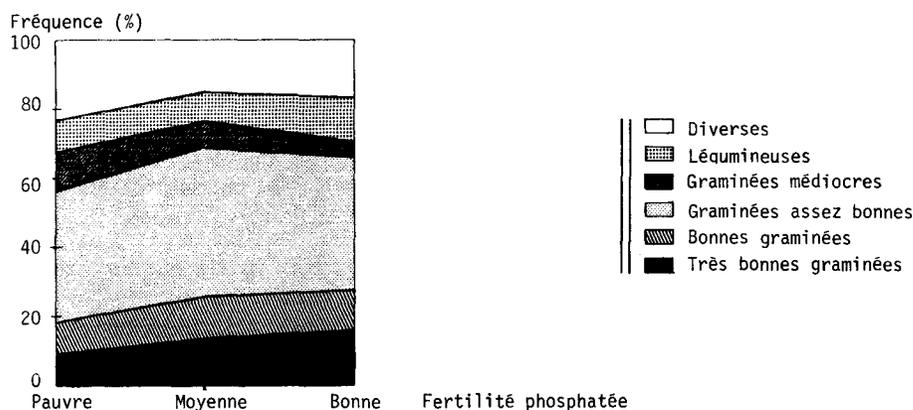


FIGURE 4 : Physionomie floristique des stations selon la classe de fertilité phosphatée du sol

FIGURE 4 : Floristic make-up of sites according to soil phosphate fertility class

Fertilité phosphatée	Pauvre	Moyenne	Bonne
Ray-grass anglais	4,3	7,2	9,1
Trèfle blanc	3,3	5,2	7,3
Pâturin commun	3,2	9,1	11,4
Fétuque rouge	15,2	13,8	10,5
Agrostis vulgaire	12,3	8,7	7,6
Flouve odorante	6,6	4,8	2,7
Houlque laineuse	6,1	10,8	4,7

TABLEAU 1 : Contribution à la production (en %) de quelques espèces selon la classe de fertilité phosphatée du sol

TABLE 1 : Contribution of some species to total yield (%) according to soil phosphate fertility class

acquise aux dépens de graminées médiocres comme la flouve odorante et, à un degré moindre, des espèces diverses. Les bonnes graminées ainsi que les assez bonnes semblent être particulièrement favorisées dans les prairies situées sur des sols de fertilité moyenne à assez bonne ; en fait, cette tendance générale recouvre des comportements très différents :

— Le pâturin commun, bonne graminée des prairies permanentes mais qui est considéré par certains auteurs comme une espèce indésirable dans les prairies temporaires, est très nettement favorisé sur les sols les plus fertiles.

— Au contraire, la fétuque rouge et l'agrostis vulgaire sont dominants sur les sols les plus pauvres.

— Enfin, la houlque laineuse semble être à son avantage sur les sols de fertilité moyenne.

Les diagrammes floristiques présentés figures 5a et 5b, ainsi que le tableau 2, donnent un aperçu des évolutions de la physionomie floristique des prairies en comparant les moyennes des parcelles P0 ou P à celles de l'état initial (Station) des essais situés sur des sols à fertilité phosphatée moyenne ; nous avons présenté ces résultats en tenant compte de l'apport (N) ou non (N0) d'engrais azotés.

Dans l'ensemble, les tendances observées sont en accord avec celles que nous étions en droit d'attendre à partir de l'examen du diagramme de la figure 4 et du tableau 1. En l'absence de fertilisation azotée, les très bonnes graminées cèdent la place aux médiocres, aux assez bonnes ainsi qu'aux espèces diverses sur les parcelles P0 ; inversement les très bonnes et les bonnes graminées progressent sur les parcelles P. La progression apparente des bonnes graminées et le recul des légumineuses sur toutes les parcelles expérimentales, qu'il y ait ou non fertilisation phosphatée, s'explique par l'effet "fauche" que nous avons déjà évoqué dans les

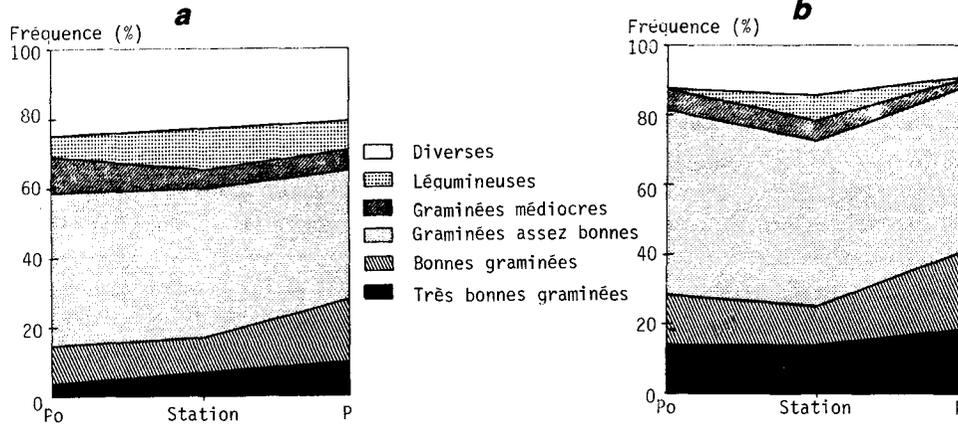


FIGURE 5 : Evolution de la physionomie floristique, a) en l'absence d'azote (N0), b) en présence d'azote (N)

FIGURE 5 : Evolution of floristic make-up, a) without nitrogen dressings (N0), b) with nitrogen dressings (N)

Fertilisation azotée Parcelles	No			N		
	P0	Station	P	P0	Station	P
Ray-grass anglais	0,8	1,3	2,9	3,3	7,4	5,0
Trèfle blanc	1,7	6,0	3,4	0,1	4,7	0,3
Pâturin commun	1,2	2,0	4,1	5,6	12,3	12,5
Fétuque rouge	18,2	18,1	13,0	17,8	13,1	9,6
Agrostis vulgaire	9,9	10,1	5,6	11,6	8,6	4,1
Flouve odorante	8,3	4,5	4,0	5,6	4,8	1,9
Houlque laineuse	14,2	11,7	13,3	17,1	12,8	20,0

TABEAU 2 : Evolution de la contribution à la production de quelques espèces (en %) selon la fertilisation.

TABLE 2 : Evolution of the contribution of some species to total yield (%) according to fertilization.

paragraphes précédents. L'effet de la fertilisation azotée s'ajoutant à celui du changement de mode d'exploitation contribue donc à renforcer cette apparence figure 5b et dans les colonnes "N" du tableau 2, notamment à propos des légumineuses ; dans ce cas, c'est surtout la comparaison entre les parcelles P0 et P qui retiendra notre attention pour confirmer les tendances précédentes. Il y a donc une cohérence très satisfaisante entre les évolutions observées après quatre années d'expérimentation et les différences que nous avons constatées selon le niveau de fertilité phosphatée du sol sur la figure 4 et dans le tableau 1.

A partir de cet ensemble d'observations floristiques, nous pouvons esquisser des conclusions qui sont en accord avec celles des auteurs cités au début de ce paragraphe. L'arrêt de la fertilisation phosphatée sur prairie permanente se traduit assez rapidement par une progression de graminées médiocres ou assez bonnes et d'espèces diverses qui prennent la place abandonnée par les graminées les plus productives et les légumineuses. Parmi les espèces qui, dans notre échantillon, se sont montrées les plus sensibles, nous citerons le ray-grass anglais, le pâturin commun et le trèfle blanc qui tendent à régresser quand la fertilité phosphatée du sol diminue alors que, pendant ce temps, la fétuque rouge, l'agrostis vulgaire et la flouve odorante progressent pour occuper les places ainsi laissées vacantes.

## Conclusion

Dans notre échantillon et pour la période considérée, l'arrêt de la fertilisation phosphatée a eu pour conséquence une diminution de la productivité des prairies permanentes que nous avons estimée en moyenne à 2% par an sur les sols supposés bien pourvus en  $P_2O_5$ , et à 6% par an sur les sols pauvres. En même temps, nous avons constaté :

- un abaissement progressif de la teneur en phosphore du fourrage, surtout sur les sols supposés les plus riches ;
- un épuisement de la fertilité phosphatée du sol ;
- et une dégradation de la physionomie floristique de ces prairies.

La diminution du potentiel nutritif phosphaté du sol n'a pas, en général, un effet spectaculaire et immédiat. La dégradation floristique de la prairie qui en résulte est relativement lente et peut être atténuée ou accélérée par d'autres facteurs, notamment par le mode d'utilisation. C'est pourquoi les effets sur la production et sa diminution peuvent n'apparaître que lentement et avec un certain retard. En dépit de ses limites, l'étude de notre échantillon nous a permis d'attirer l'attention sur les conséquences éventuelles d'une réduction ou d'un abandon inconsidéré de la fertilisation phosphatée des prairies permanentes, et d'en expliquer les différentes manifestations.

Accepté pour publication, le 1<sup>er</sup> juin 1989.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BONISCHOT R. (1975) : "Faut-il modifier les conditions d'application de la fumure phosphatée ?" *Fourrages*, 62, pp 161-176.
- BONISCHOT R. (1983) : "Fertilisation phosphatée et potassique des prairies avec trèfle blanc", *Fourrages*, 95, pp 133-144.
- BONISCHOT R. (1984) : "Fumure de fond et potentialités de la prairie permanente", *Fourrages*, 98, pp 167-179.
- DELPECH R. (1977) : "Influence de la fumure phosphorique sur les équilibres floristiques", *Le phosphore et son emploi en agriculture*, ADEPRINA, INA Paris-Grignon.
- DELPECH R. (1982) : "La végétation prairiale, reflet du milieu et des techniques", *BTI*, 370/372, pp 363-373.
- DE VRIES D.M., DE BOER T.A. (1959) : "Methods used in botanical grassland research in the Netherlands and their application", *Herbage abstracts*, 29 (1), pp 1-17.
- KRUIJNE A.A., DE VRIES D.M. (1963) : *Data concerning important herbage plants*, Institut voor biologisch en scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Mededeling 255,45 p.
- LAMBERT J. (1962 et 1963) : "Recherches phytosociologiques sur les prairies de la moyenne Ardenne", *Agricultura*, Vol. X, n° 2, 3, 4 (1962), vol. XI, n° 1 (1963).
- POUSSET A. (1984) : "La fertilisation des prairies et les marges de progrès", *Fourrages*, 100, pp 83-104.
- SNST-Service agronomique (1977) : Influence des dates d'apport des scories sur prairies.
- SNST-Service agronomique (1978) : Modalités d'apport des scories sur prairies.
- SNST-Service agronomique (1980) : Dix années d'expérimentation dans le Massif Central.
- SNST-Service agronomique (1981-1983) : Résultats de dix années d'expérimentation dans le Nord-Est de la France, tomes I et II.

**RÉSUMÉ**

La discussion des résultats observés sur les parcelles témoins de 120 essais de longue durée sur prairies permanentes a permis de mettre en évidence les conséquences d'un arrêt de la fertilisation phosphatée.

On a pu ainsi constater :

- une diminution de productivité, variable selon le niveau initial de fertilité des sols, et de l'ordre de 2 à 6% par an ;
- un abaissement des teneurs en phosphore du fourrage,
- un épuisement de la fertilité phosphatée du sol, et
- une dégradation de la physionomie floristique des prairies caractérisée par la progression d'espèces moins productives ou de moins bonne qualité.

*SUMMARY*

*Can phosphate dressings be spared on permanent pastures ?*

The discussion of the results obtained on control plots of 120 long-term trials made on permanent pastures showed the consequences of withholding phosphate dressings. The following were observed :

- a decrease in productivity, more or less severe, depending on the initial soil fertility, amounting to 2-6% per year ;
- a lowering of the phosphorus contents of the herbage ;
- an exhaustion of the soil's phosphate fertility ;
- a degradation of the floristic make-up of the pastures, marked by the increase of less productive species or of species of poorer quality.