

RÉPONSE POSITIVE DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE EN SOL DIORITIQUE DU LIMOUSIN. EXEMPLE DE LA FÊTUQUE ÉLEVÉE

LES DIORITES, QUI NE COUVRENT EN FRANCE QU'UNE SUPERFICIE TRÈS RÉDUITE, OCCUPENT EN LIMOUSIN UN TERRITOIRE RELATIVEMENT IMPORTANT ; ELLES CONSTITUENT, en effet, une série de massifs, de forme variable, dont les dimensions oscillent entre 2 et 15 km de longueur et 2 à 4 km de largeur. Les plus connus sont localisés d'une part dans le secteur de Confolens : Saint-Barbant, Bussière-Boffy, Saulgond et d'autre part à l'ouest et au sud de Limoges : Saint-Junien, Nexon et Saint-Jean-Ligoure. Ils ont fait l'objet d'une étude géologique approfondie de la part de M. CHENEVOY (1958), tandis que l'évolution géochimique superficielle de ces roches et les sols qui en sont dérivés étaient examinés par notre équipe de recherche (1969 et 1972). Rappelons brièvement qu'il s'agit de sols bruns mésotrophes ou eutrophes, de faible profondeur, de pH voisins de 5,6 dans la zone de labour (0-20 cm), mais croissant avec la profondeur ; le complexe argilo-humique est souvent saturé. Ca représente 70 % de la capacité d'échange, tandis que Mg intervient pour 25 % environ ; cette dernière valeur, très élevée, est étroitement liée à la composition minéralogique du sol, riche en minéraux ferro-magnésiens altérables : biotite et hornblende. La phase fine $< 2 \mu$ (8 à 15 % de la terre fine) contient une part variable d'argiles à réseaux expansibles : vermiculite et montmorillonite (5 à

par J. Dejon,
F.-X. de Montard
et coll.

40 %) auxquelles s'ajoutent l'illite et la kaolinite : 15 à 20 % et 25 à 40 % respectivement.

Le milieu chimique relativement satisfaisant des sols dioritiques explique sans doute que les agriculteurs de la région considèrent traditionnellement ces sols comme plus fertiles que ceux des zones granitiques voisines, situées à une altitude comparable (300 à 350 mètres) ; ainsi la luzerne peut y être implantée beaucoup plus facilement, sans chaulage ni inoculation.

Toutefois, les analyses mettent en évidence une insuffisance en phosphore assimilable assez générale dans les sols dioritiques. Il est donc nécessaire de cerner de près le problème de la fertilisation phosphatée et, pour cette raison, nous avons conduit diverses expérimentations afin de définir l'impact de cette fumure sur la productivité de ces sols.

Au cours d'une expérimentation conduite en vases de végétation, de type Chaminade, avec une culture de ray-grass d'Italie, nous avons montré l'incidence particulièrement marquée de l'apport de phosphore sur ces sols dioritiques (J. DEJOU et al., 1971). La réponse de la plante s'était révélée si spectaculaire qu'il était logique de transposer au champ un protocole d'essai inspiré de celui réalisé au laboratoire.

L'objet de cette note est de rendre compte des résultats obtenus au champ avec une culture particulièrement exigeante, la fétuque élevée, variété précoce Manade, recevant trois doses de P différenciées pendant quatre ans.

I. — CONDITIONS DE L'ESSAI. DONNÉES PÉDOLOGIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

Choix et localisation de la parcelle.

Nous avons retenu un champ situé à 2 km à l'ouest de Pierre-Buffière (Haute-Vienne), au lieu dit « La Cipièze », commune de Saint-Jean-Ligoure. Il s'agit d'une région vallonnée, en plein cœur du massif dioritique de Saint-Hilaire-Bonneval-Saint-Priest-Ligoure, d'altitude moyenne de 300 mètres environ. Par suite du relief accidenté, la parcelle choisie présente une pente de 6 à 8 %.

Données pédologiques.

L'architecture du profil-type est absolument identique à celle des sols dioritiques de la région et de ceux du Confolentais, ce qui corrobore les

Fertilisation phosphatée

remarquables analogies des processus pédogénétiques affectant ces roches-mères.

Les horizons sont les suivants :

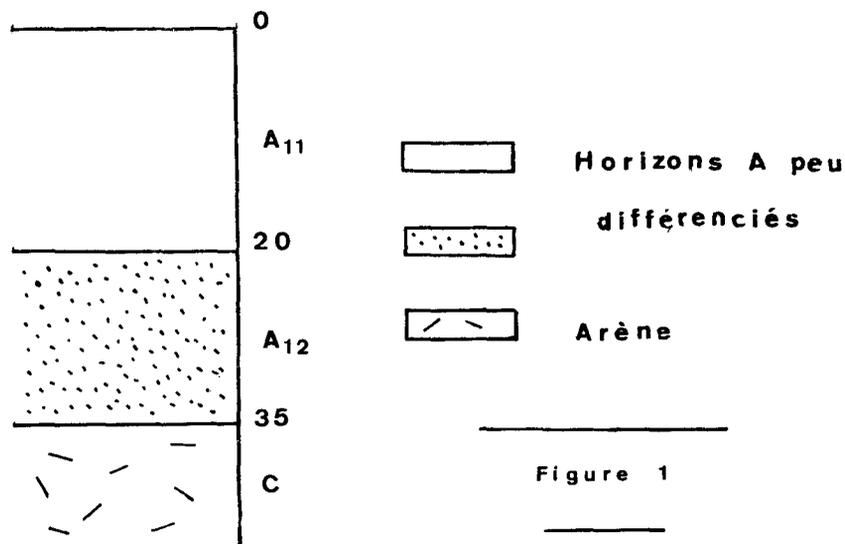
A_{11} (0-20 cm) : 10 YR 5/3 au code Munsell. Texture sableuse, structure à tendance grenue ; teneur en matière organique plus faible que la moyenne enregistrée d'ordinaire en sol dioritique (autour de 2,4 %). Excellente pénétration des racines des plantes prairiales dans tout l'horizon. On observe quelques fragments de diorites qui ont échappé à la désagrégation physique.

A_{12} (20 à 30-40 cm) : 10 YR 4/3. Même texture et structure mi-grenue mi-polyédrique ; ce sous-horizon se différencie du précédent simplement par sa couleur plus claire.

C (à partir de 30-40 cm) : 5 YR 5/6. Zone d'altération à texture sableuse ; diminution du taux d'argile (2-4 %) par rapport aux horizons A. On observe une forte proportion de hornblende verte et de plagioclases réduits en une poudre blanchâtre. Les racines pénètrent dans l'arène jusqu'à une profondeur de 50 cm.

FIGURE 1

SOL SUR DIORITE



Il s'agit d'un sol brun eutrophe classique sur diorite, très sain, mais de faible profondeur. Le profil est partout de même type AC, avec un sous-horizon A₁₁ d'épaisseur uniforme (20 cm) ; par contre, celle de A₁₂ est plus variable (10 à 20 cm) et atteint son développement maximal au centre du champ.

Les analyses granulométriques et chimiques consignées au tableau I et effectuées à la fois sur la couche labourée (0-20 cm) et la zone (20-35 cm) indiquent une bonne homogénéité dans l'ensemble du sol exploré par les racines. Il faut noter aussi le taux en tout point très faible de P₂O₅ assimilable (0,04 ‰) déterminé ici par la technique Joret-Hébert, méthode adoptée en sol dioritique (J. DEJOU et al., 1969). Le calcul de l'écart-type donne 0,007 ‰, soit 17 %, pour la valeur du coefficient de variation. Par contre, ces mêmes données marquent de plus fortes oscillations dans le sous-sol.

TABLEAU I

ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES ET CHIMIQUES
DU SOL ET DU SOUS-SOL DE « LA CIPIÈRE »,
COMMUNE DE SAINT-JEAN-LIGOURE (HAUTE-VIENNE)

<i>Analyses</i>	<i>Sol</i> (0-20 cm)	<i>Sous-sol</i> (20-35 cm)
Terre fine %	85,3	84,0
Argile 2 μ	8,9	9,0
Limon 2-20 μ	9,7	9,3
Sables	20-50 μ	7,1
	50-100 μ	5,6
	100-200 μ	9,2
	200-500 μ	16,0
	500-1.000 μ	20,2
1.000-2.000 μ	19,3	17,9
Matières organiques %	1,5	1,2
Humidité à 105 °C %	1,8	2,5
pH eau	5,6	6,0
C ‰	8,90	8,70
N ‰	0,81	0,81
C/N	11,0	10,7
C.E.C. me/100 g	12,0	
Bases échangeables en me/100 g	Ca	10,50
	Mg	3,20
	K	0,12
	Na	0,09
P ₂ O ₅ Joret-Hébert	0,04 ± 0,007	0,04 ± 0,015

Données climatologiques.

Le climat est de type océanique légèrement dégradé ; les précipitations sont abondantes et marquent une accentuation progressive au fur et à mesure que l'on se dirige vers l'est, en direction du plateau de Millevaches (1.070 mm à Peyrat-le-Château, au pied de ce massif).

La température moyenne annuelle est très proche de celle relevée au Palais près de Limoges, situé à 22 km au nord de notre essai, à la même altitude : 10,6 °C avec de faibles écarts d'une année à l'autre.

TABLEAU II
PLUVIOMÉTRIE

(en mm, recueillie dans le champ de « La Cipière », commune de Saint-Jean-Ligoure
(altitude : 330 m)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1972	75,8	93,4	63,3	51,5	53,0	62,5	18,8	93,1	27,1	33,8	78,0	40,8	691,1
1973	66,3	66,0	16,3	26,6	55,6	98,0	80,6	43,5	61,8	72,7	64,7	80,5	732,6
1974	58,1	66,5	105,1	47,1	40,3	41,5	26,9	63,9	111,6	97,2	103,3	34,5	796,0
Normale (1931-60) à Limoges	89	76	66	67	80	67	71	74	84	80	88	94	936,0

TEMPÉRATURE

(en °C, relevée au poste du Palais, près de Limoges)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Moy. ann.
1972	3,7	6,3	8,3	8,8	11,7	13,6	17,8	16,8	12,7	10,7	7,9	5,1	9,5
1973	2,3	2,5	6,1	7,3	14,1	16,9	17,4	20,4	17,1	10,5	7,6	2,8	10,3
1974	6,2	3,6	7,4	9,2	12,1	15,7	17,3	18,2	13,8	6,6	7,7	6,2	10,3
Normale (1931-60)	3,6	4,3	7,1	9,7	12,8	16,4	18,3	17,7	15,4	11,3	7,1	3,5	10,6

La répartition saisonnière des températures permet la poussée de l'herbe d'avril à octobre inclus, avec toutefois un verdissement et une croissance faible et irrégulière d'une année à l'autre en mars et en novembre.

D'ordinaire, la pluviométrie est répartie de façon assez régulière tout au long de l'année avec des écarts de faible amplitude entre les mois les plus arrosés : novembre, décembre et janvier 88 à 94 mm, et les mois les

plus secs : mars, avril et juin 66 à 67 mm ; compte tenu de cette répartition de la pluviométrie et de l'ETP, et dans l'hypothèse d'une réserve en eau facilement utilisable du sol de l'ordre de 60 mm, le déficit observé d'avril à juin se maintient entre 0 et 30 % de l'ETP, tandis que celui enregistré de juillet à septembre est de l'ordre de 50 % en moyenne.

Ces données indiquent une nette influence atlantique corrigée légèrement par un effet d'altitude favorable à une meilleure répartition des pluies estivales.

II. — PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

1. *Semis*. La prairie temporaire a été semée le 15 avril 1971 avec le mélange suivant :

— Fétuque élevée Manade	20 kg/ha
— Trèfle blanc	2 kg/ha

2. *Traitements*. Le protocole choisi comportait uniquement des doses croissantes de P avec quatre traitements répétés en six blocs sur des parcelles élémentaires de $10 \times 3 \text{ m} = 30 \text{ m}^2$, soit vingt-quatre parcelles.

L'ensemble de l'essai reçut une fumure minérale NK uniforme. La potasse a été apportée chaque année en janvier-février sous forme de chlorure à 60 % à la dose de 200 kg/ha K_2O en 1971 et 1972, et 300 kg/ha en 1973 et 1974.

L'azote a été appliqué de façon fractionnée : 50 ou 100 kg, selon les indications du tableau III.

Les quatre traitements différenciés furent les suivants :

1) P_2O_5	0		
2) P_2O_5	60 unités/hectare	du superphosphate	25 %
3) P_2O_5	120	—	—
4) P_2O_5	180	—	—

Ces apports furent effectués en même temps que ceux de la potasse.

3. *Récoltes*. Elles furent réalisées au stade épiaison ; les contrôles ont été faits en pesant le fourrage en vert sur une superficie de $10 \times 1 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$ dans chaque parcelle ; en outre, des échantillons ont été prélevés, lors de chaque coupe, pour l'estimation de la matière sèche et des constituants minéraux.

III. — RÉSULTATS DE L'ESSAI ET DISCUSSION

L'ensemble des résultats obtenus au cours des quatre campagnes 1971 à 1974 est consigné dans le tableau III. L'implantation de la graminée s'effectua de façon très satisfaisante ; il faut remarquer qu'une seule coupe fut réalisée la première année, le second contrôle envisagé en octobre n'ayant pu avoir lieu, ce qui empêcha de connaître la productivité de la prairie lors de son installation. Par ailleurs, avec les fertilisations azotées importantes qui furent appliquées, le trèfle blanc disparut rapidement. Aussi les données du tableau III traduisent-elles uniquement les potentialités de la graminée.

1) Production globale de la fétuque élevée et incidence de la fertilisation phosphatée sur les rendements.

Les rendements de la fétuque élevée apparaissent fort différents suivant les années, avec un maximum atteint en 1973 pour une production de 16 t/ha de M.S. dans les parcelles fertilisées en P. Ce résultat correspond sensiblement à l'optimum déduit du calcul de l'indice climatique de potentialité agricole de L. TURC (1972). En effet, la valeur de cet indice, compris entre 25 et 30 pour la région à 300 mètres d'altitude, indique une production annuelle de 15 à 18 t/ha de matière sèche.

Cependant, l'incidence de la fertilisation phosphatée apparaît toujours de façon particulièrement nette, quelle que soit la dose de P, si bien qu'il faut distinguer deux cas :

- celui du traitement NK sans P ;
- celui des trois traitements NPK pour lesquels la production de la fétuque élevée est significativement supérieure avec une probabilité $P = 0,01$ et, pour les récoltes 1973 et 1974, $P = 0,001$.

Quelle que soit l'année, le rendement maximal est atteint pour une fertilisation $P = 60$ unités/ha. Au-delà de ce niveau, il ne s'élève plus. Le petit effet dépressif observé en 1972 avec $P_2O_5 = 180$ n'est pas significatif. Il en découle que la fertilisation phosphatée s'avère indispensable dans les sols dioritiques d'ordinaire mal pourvus en cet élément, ce qui corrobore au champ les résultats déjà connus en vases de végétation (1971).

Quant à la productivité du phosphore, considérée dans l'intervalle 0-60, elle est fonction de l'année ; en effet, l'unité de P_2O_5 détermine un supplément de récolte de 27,5 kg en 1972, 89,5 kg en 1973, ce qui est un résultat tout à fait remarquable, et 38,5 kg en 1974.

TABLEAU III

RENDEMENTS MOYENS DE LA FÊTUQUE ÉLEVÉE A « LA CIPÈRE »
(Matière sèche à 105 °C, en tonnes/hectare)

1971

Traitements (NK uniformes)	1 ^{re} coupe 16-7-71 N = 100 en avril	2 ^e coupe (pas de contrôle)	3 ^e coupe	4 ^e coupe	Total de la production annuelle	Indice	Signification de l'essai p.p.d.s. (total de la production annuelle)
						100	Indice Rendements t/ha
1. P = 0	1,75					134	P = 0,05 (presque significatif)
2. P = 60 . . .	2,45					129	
3. P = 120 ..	2,16					123	P = 0,01
4. P = 180 ..	2,21						

1972

(sans modifications)	3-5-72 N = 100 en mars	5-7-72 N = 50	14-9-72 N = 50		N total = 200		
1. P = 0	3,30	2,85	2,10		8,25	100	P = 0,05 12,6 1,04
2. P = 60 . . .	4,15	3,36	2,39		9,90	119	
3. P = 120 ..	4,21	3,29	2,57		10,07	121	P = 0,01 17,4 1,44
4. P = 180 ..	4,20	3,28	2,19		9,67	116	

1973

(sans modifications)	23-5-73 N = 100 en mars.	10-7-73 N = 100	13-9-73 N = 100	6-11-73 N = 50	N total = 350		
1. P = 0	5,14	2,13	2,26	1,16	10,69	100	P = 0,05 11,4 1,22
2. P = 60 . . .	6,93	3,00	3,87	2,26	16,06	152	P = 0,01 15,8 1,69
3. P = 120 ..	6,94	2,85	4,24	2,42	16,47	154	
4. P = 180 ..	6,54	3,03	4,15	2,35	16,08	152	P = 0,001 21,8 2,33

1974

(sans modifications)	24-4-74 N = 100 en mars.	12-6-74 N = 100	11-9-74 N = 100	21-11-74 N = 50	N total = 350		
1. P = 0	3,60	2,67	1,47	0,94	8,69	100	P = 0,05 8,1 0,71
2. P = 60 . . .	4,68	2,92	2,46	0,93	11,00	126,0	
3. P = 120 ..	4,80	2,89	2,49	0,96	11,15	128,3	P = 0,01 11,4 0,99
4. P = 180 ..	4,63	3,00	2,77	0,85	11,26	129,5	P = 0,001 15,7 1,37

Potassium (figure 3 b). — L'intervention de la fertilisation phosphatée ne se traduit pas par une incidence très nette sur les teneurs en K de la fétuque. Tantôt on constate une augmentation, tantôt une diminution qui paraît cependant plus fréquente. Mais, en aucun cas, ces différences ne sont significatives.

Toutes les teneurs excèdent largement les besoins des animaux en cet élément.

Phosphore (figure 3 c). — Les teneurs en phosphore subissent de très larges fluctuations sur toutes les parcelles de l'essai ; elle sont fonction de l'année et du cycle végétatif, les fertilisations phosphatées n'apportant que des nuances de variation, à l'exception toutefois de la dernière coupe de 1974 où le témoin est très inférieur aux autres traitements. La plupart du temps, la teneur du fourrage dans le témoin P₀ est intermédiaire entre celles des parcelles P₆₀ et P₁₈₀.

Si l'on prend comme teneur moyenne de P₂O₅ = 0,70 % M.S., assurant en même temps une qualité satisfaisante des fourrages, le calcul pour la production de fétuque la plus élevée obtenue, soit 16 t/ha/an M.S., donne une fertilisation d'entretien de 112 kg/ha/an P₂O₅, dans le cas du système de fauche, où les restitutions organiques sont nulles. Dès lors, bien que les rendements ne s'élèvent plus au-delà d'une fertilisation de 60 kg/ha/an P₂O₅, il est logique d'envisager une application de l'ordre de 120 kg/ha/an P₂O₅ pour assurer un bilan équilibré dans les meilleures conditions de rendement et de qualité. Avec 60 kg/ha/an P₂O₅, pratiquement une coupe sur deux a une teneur trop faible en P₂O₅ pour satisfaire les besoins d'entretien et de lactation d'une vache produisant 10 kg de lait par jour.

TABLEAU IV

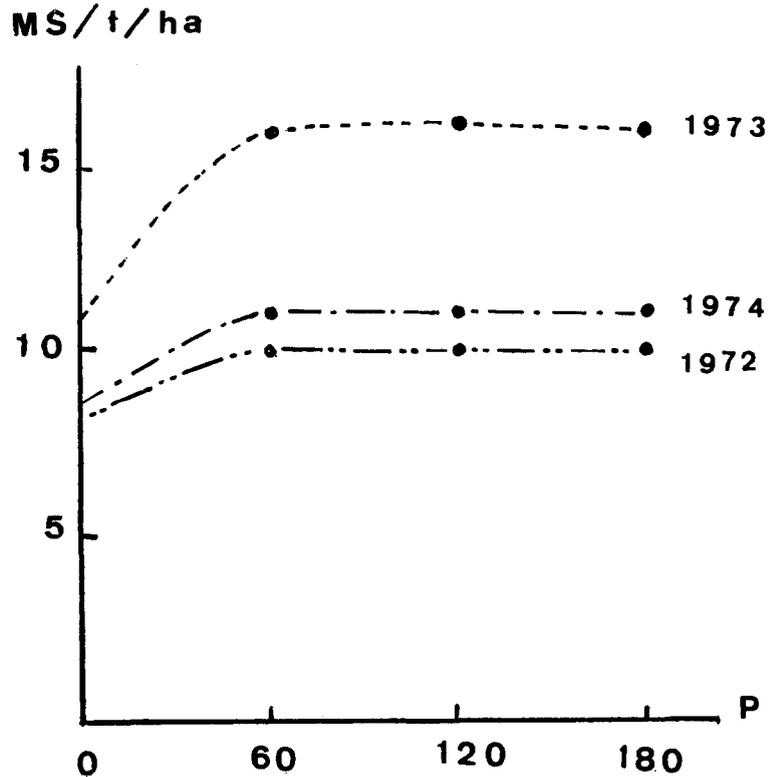
COMPARAISON DES COMPOSITIONS MINÉRALES
DES FOINS DE FÉTUQUE DANS LES PARCELLES P = 0
ET LES PARCELLES FERTILISÉES EN P
(Résultats en % de M.S.)

Exemple de la campagne 1973

Eléments		Parcelles P = 0	Moyenne des parcelles P	Signification statistique
N	3 premières coupes	2,26*	1,78	* au seuil de 5 %
	4 ^e coupe	3,82***	2,54	
P ₂ O ₅ (4 coupes)		0,74	0,67	*** au seuil de 1 %
K ₂ O (4 coupes)		3,74	4,02	
CaO (4 coupes)		0,63	0,52	
MgO (4 coupes)		0,52	0,64	
Na ₂ O	1 ^{re} et 2 ^e coupes	0,03	0,04	
	3 ^e et 4 ^e coupes	0,08	0,19***	

FIGURE 2

RENDEMENTS DE LA FÉTUQUE EN FONCTION DES DOSES DE P



2) Incidence de la fertilisation phosphatée sur la composition minérale des fourrages (figures 3, tableau IV).

Les teneurs des différents constituants minéraux entrant dans la composition des fourrages seront examinées successivement.

Azote. — Les teneurs en azote (figure 3 a) sont régulièrement plus élevées sur le témoin P_0 que sur les traitements P_{60} , P_{120} et P_{180} , où elles sont très voisines. Mais si, en 1972, les différences enregistrées ne sont pas significatives, elles le deviennent en 1973 et 1974.

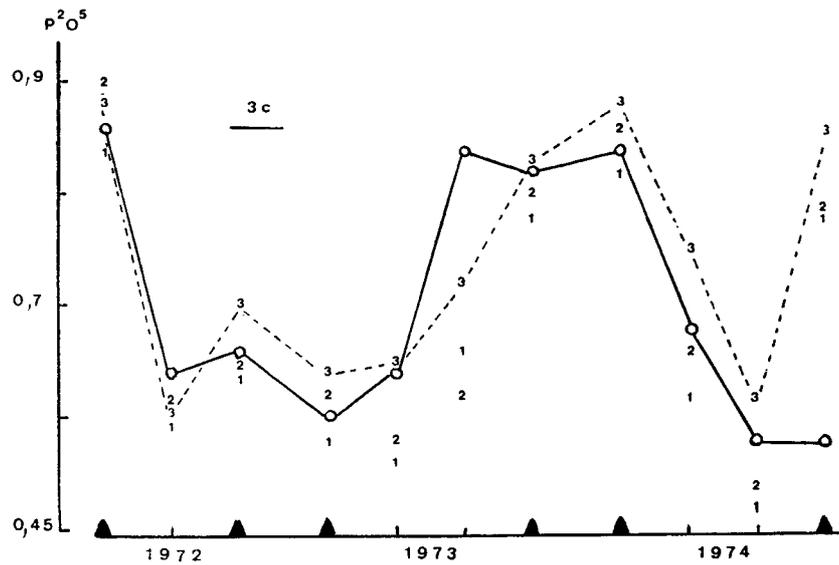
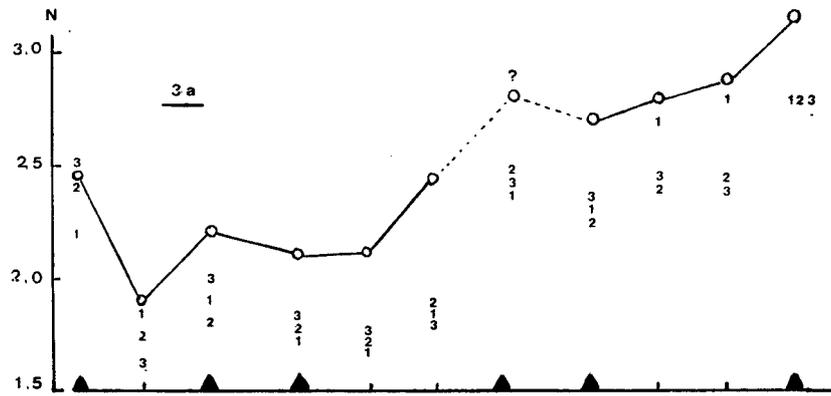
En 1973, on peut même individualiser deux cas : les trois premières coupes et la quatrième coupe ; les taux de N des fourrages sont presque inversement proportionnels aux rendements. Il y a donc un effet significatif de dilution de l'azote, corrélatif avec l'accroissement de la production dû à la fertilisation phosphatée.

FIGURES 3

ÉVOLUTION DES CONSTITUANTS MINÉRAUX DE LA FÊTUQUE
(en % M.S.)

Figures 3 a et 3 c

Dans tous les graphiques, 0, 1, 2, 3 correspondent aux traitements
0, 60, 120, 180 kg/ha P_2O_5



en sol dioritique

Figures 3 b et 3 e

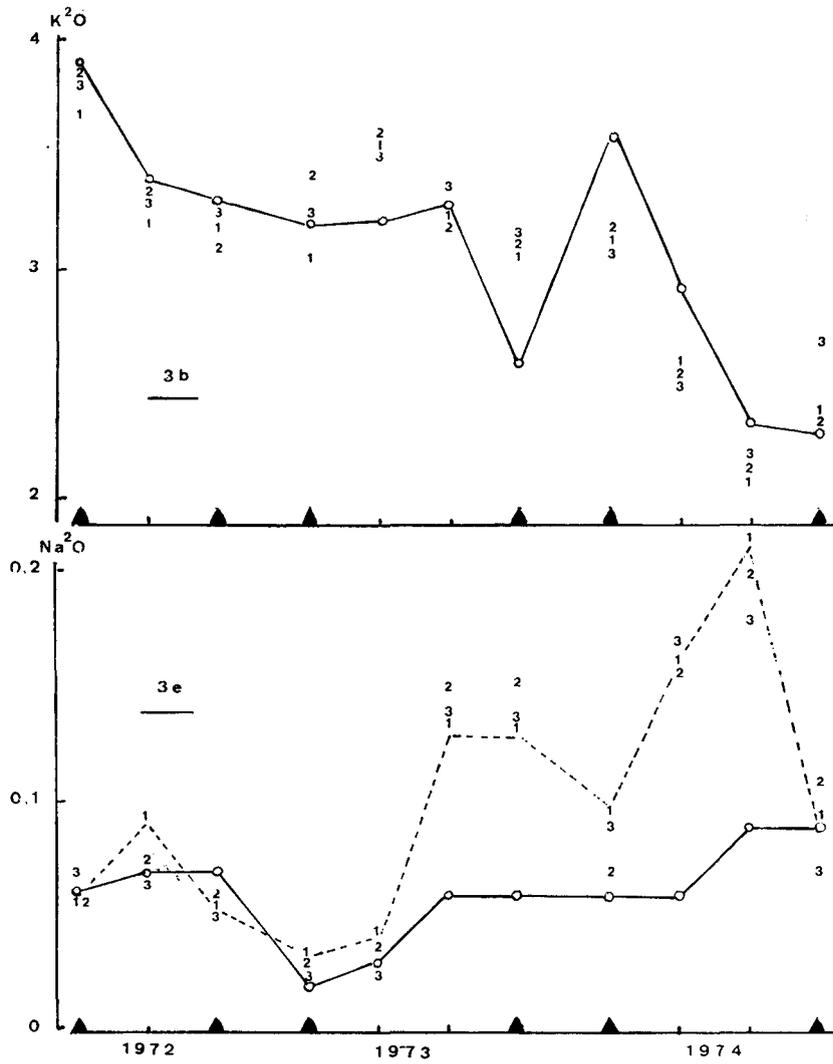
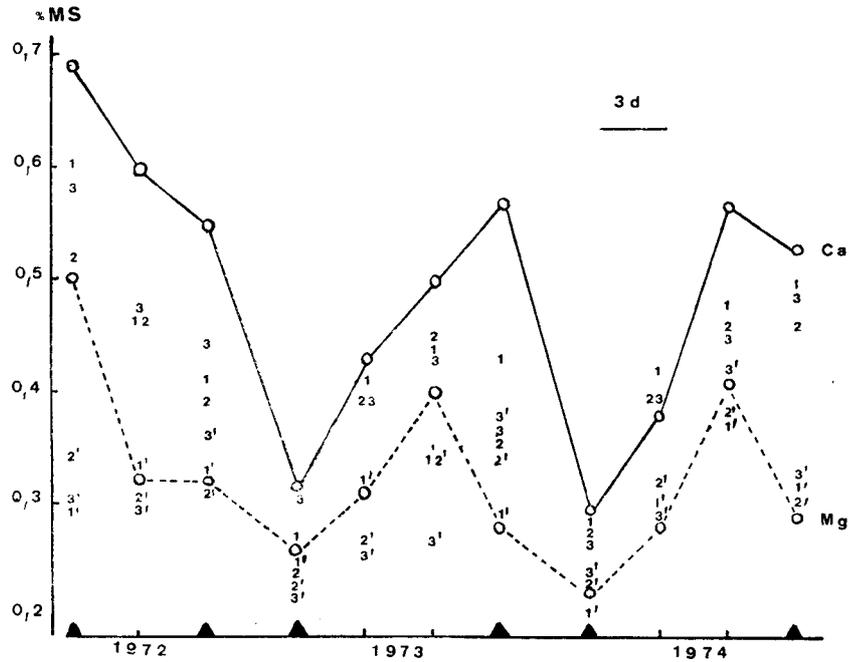


Figure 3 d

Pour Mg, 1', 2', 3' correspondent à 60, 120, 180 kg/ha P₂O₅



Calcium (figure 3 d). — L'antagonisme classique entre CaO et K₂O mis en évidence dans les sols humifères du Limousin (1974) est très atténué en sols dioritiques. Les teneurs en calcium dans les fourrages suivent une évolution cyclique : fortes valeurs en été et en automne, faibles valeurs au printemps. Face au taux élevé en Ca échangeable du sol (80 % environ de la C.E.C.), l'effet de la chaux contenue dans le Super 25 % appliqué dans les parcelles fertilisées n'a qu'une incidence négligeable. On constate même une dilution, non significative cependant, puisque les teneurs en Ca du témoin sont toujours légèrement plus élevées que celles des parcelles avec phosphore.

A l'exception des premières coupes, les teneurs en Ca des fourrages sont suffisantes pour la performance de 10 kg de lait par jour.

Magnésium (figure 3 d). — Les teneurs en magnésium suivent aussi une évolution cyclique, quasi parallèle à celle du calcium. Toutes les coupes sont

en sol dioritique

bien pourvues en cet élément et elles s'avèrent plus riches que celles récoltées en sols granitiques — en relation avec la haute teneur en Mg échangeable des sols dioritiques.

Sodium (figure 3 e). — On enregistre des variations très importantes durant l'expérimentation ; les teneurs en sodium sont d'environ 0,06 à 0,07 % M.S. en 1972, considérées comme insuffisantes ; elles fléchissent encore en mai et juillet 1973 et augmentent ensuite régulièrement jusqu'à la fin 1974, lentement sur le témoin, rapidement sur les parcelles P où elles deviennent alors satisfaisantes.

L'évolution générale des teneurs en sodium semble aussi se manifester à l'inverse de celle du potassium ; il apparaît qu'il y a davantage de sodium assimilable dans le sol au fur et à mesure que s'épuisent les réserves en potassium.

3) Incidence de la fertilisation phosphatée sur la valeur énergétique des fourrages.

La valeur énergétique des fourrages a été estimée à l'aide des données de C. DEMARQUILLY et Ph. WEISS (1970). Elle figure au tableau V.

TABLEAU V

ESTIMATION DE LA VALEUR ÉNERGÉTIQUE DES FOURRAGES D'APRÈS LES TABLES

(en U.F./ha)

Année	Coupe	Traitements			
		P = 0	P = 60	P = 120	P = 180
1972	1	2.180	2.740	2.780	2.770
	2	1.850	2.185	2.140	2.130
	3	1.345	1.530	1.645	1.400
	Total	5.375	6.455	6.565	6.300
1973	1	3.340	4.505	4.510	4.250
	2	1.385	1.950	1.850	1.970
	3	1.445	2.475	2.715	2.655
	4	740	1.445	1.550	1.505
Total	6.910	10.375	10.625	10.380	
1974	1	2.340	3.040	3.120	3.010
	2	1.735	1.900	1.880	1.950
	3	940	1.575	1.595	1.775
	4	600	595	615	545
Total	5.615	7.110	7.210	7.280	

Les écarts sont importants entre le témoin P₀ et les parcelles fertilisées ; ils sont surtout accusés en 1973 où la production dépasse 10.000 U.F./ha. Si l'on établit un bilan sur trois années de culture après installation de la prairie, on peut escompter dans ce type de sol, et avec une fertilisation minérale annuelle de 350-120-300, une production moyenne de 7.500 à 8.000 U.F./ha/an. En comparant les années 1973 et 1974 où les fumures NK ont été identiques, on constate que l'application de 60 kg/ha P₂O₅ détermine un accroissement moyen de 33 U.F./ha par unité, ce qui représente un gain global d'environ un tiers par rapport au témoin. C'est dire l'impact très important de la fumure phosphatée dans les sols dioritiques.

4) Incidence de la fertilisation phosphatée sur la production de Matières Azotées Digestibles.

Les Matières Azotées Digestibles (M.A.D.) ont été calculées à partir des taux d'azote contenus dans chaque coupe, suivant la relation :

$$\text{M.A.D. \%} = (\text{N \%} \times 6,25) - 4$$

On constate qu'il y a relativement peu de différences entre les parcelles témoins et les parcelles fertilisées ; ceci est la conséquence de la diminution du taux de N dans les parcelles P. La fertilisation 350-120-300 laisse espérer une production moyenne annuelle de 1.200 kg/ha M.A.D.

TABLEAU VI
CALCUL DES MATIÈRES AZOTÉES DIGESTIBLES
DES FOURRAGES RÉCOLTÉS
(kg/ha M.A.D.)

Année	Coupe	Traitements			
		P = 0	P = 60	P = 120	P = 180
1972	1	374	405	468	488
	2	224	254	228	207
	3	205	188	186	186
	Total	803	847	882	881
1973	1	472	485	499	478
	2	197	197	191	208
	3	271	295	326	298
	4	230	259	298	282
	Total	1.170	1.236	1.314	1.266
1974	1	463	491	492	489
	2	364	378	318	339
	3	206	320	283	305
	4	148	124	128	114
	Total	1.181	1.313	1.221	1.247

V. — ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN P_2O_5 ASSIMILABLE DU SOL ET DE L'INDICE I_E EN FONCTION DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE

L'évolution du niveau phosphorique du sol depuis le début de l'expérimentation jusqu'à son terme a été suivie en fonction de la fertilisation P par deux voies différentes :

- a) l'estimation du P_2O_5 assimilable Joret-Hébert ;
- b) le calcul de l'indice I_E de Gachon (1966).

a) P_2O_5 assimilable :

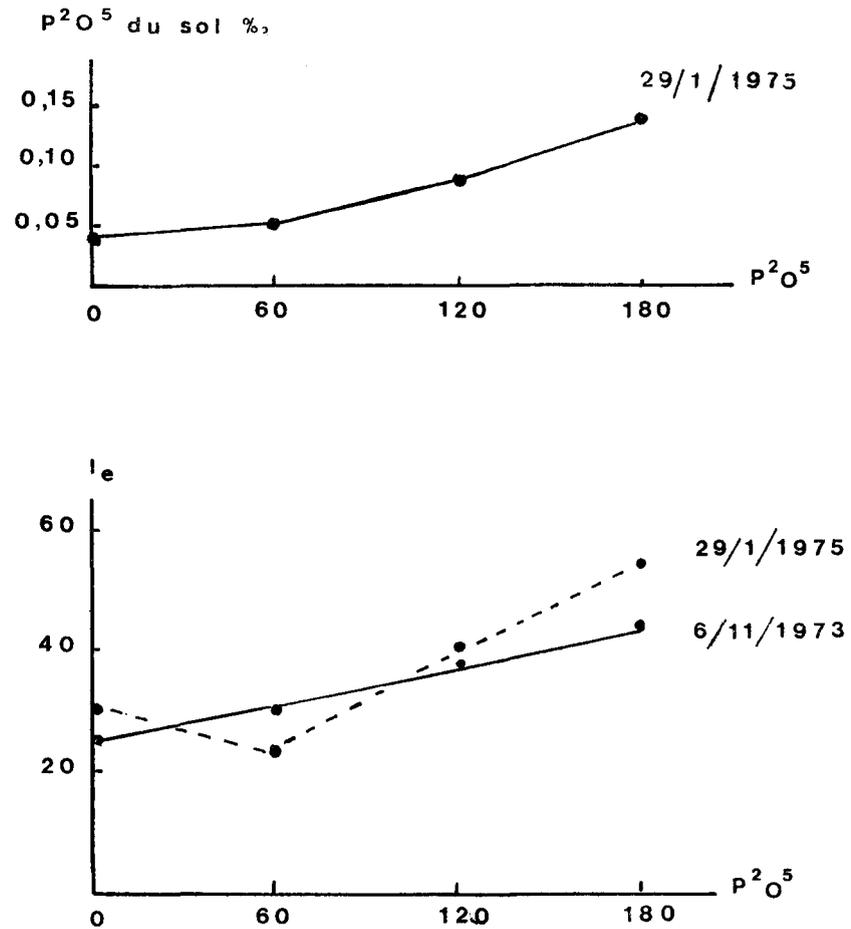
La figure 4 montre qu'à la fin de l'essai, l'enrichissement en P_2O_5 assimilable du sol varie avec les doses de P_2O_5 appliquées. Demeurées très faibles dans les parcelles $P = 0$, les réserves sont devenues trois fois plus élevées dans les parcelles $P = 180$, à la suite de l'apport de 720 unités en quatre ans. Avec 0,15 ‰ de P_2O_5 , ces parcelles peuvent être considérées désormais comme normalement pourvues en cet élément. C'est dire que l'amélioration du niveau phosphorique des sols dioritiques peut être obtenue assez rapidement malgré une pauvreté marquée au départ.

Il est possible d'estimer la richesse en P_2O_5 assimilable du sol en fin d'essai par un calcul de bilan qui fait intervenir d'une part les fertilisations appliquées et d'autre part les exportations. La masse du sol prise en compte correspond à la profondeur du labour (20 cm) avec une densité apparente de 1,5, ce qui donne 3.000 t/ha de terre ; les cailloux et graviers de taille supérieure à 2 mm représentant 15 % du total, il reste donc 2.500 t/ha de terre fine.

Les résultats sont consignés dans le tableau VII. Si l'on compare les teneurs en P_2O_5 ainsi calculées à celles déterminées par voie chimique, on constate, à la fin de l'expérimentation, une bonne concordance des données analytiques pour les fertilisations $P_2O_5 = 120$ et 180 ; par contre, les teneurs estimées par l'analyse pour les traitements $P_2O_5 = 0$ et $P_2O_5 = 60$ sont plus élevées que les teneurs calculées, ce qui suggère dans les deux cas une fourniture par le sol avec transfert d'une quantité de phosphore peu assimilable vers une forme assimilable ; elle est de 60 à 75 kg/ha annuellement pour $P = 0$ et de 10 à 40 kg/ha pour $P = 60$.

FIGURE 4

VARIATIONS DE LA TENEUR EN P_2O_5 ASSIMILABLE DU SOL
ET DE I_e SUIVANT LES DOSES DE P APPLIQUÉES



en sol dioritique

TABLEAU VII
AVANT ET APRÈS ESSAI
COMPARAISON DES TENEURS EN P_2O_5 ASSIMILABLE DU SOL,
AVANT ET APRÈS ESSAI, OBTENUES :
 — par le calcul des bilans fertilisation-exportation ;
 — par l'analyse chimique.

(Résultats en P_2O_5 o/oo)

Traitements P_2O_5 (kg/ha)	Teneurs initiales du sol (1972) Zone 0-20 cm	Teneurs en fin d'essai (1974)	
		Par le calcul des bilans	Par l'analyse chimique
0	0,04	0	0,04
60	0,04	0,0015	0,05
120	0,04	0,08	0,10
180	0,04	0,15	0,15

b) *Variation de l'indice I_E :*

L'examen de la variation de l'indice I_E corrobore les données du P_2O_5 assimilable. Sa valeur, très faible au début de l'essai et traduisant un état de fertilité insuffisante — L. GACHON (1969) — croît de façon linéaire suivant les traitements, à la fin de la campagne 1973. Au terme de l'essai en 1975, on constate peu de différence avec les observations précédentes ; toutefois, l'indice I_E obtenu pour le traitement $P = 180$ est nettement plus élevé en 1975 qu'en 1973, ce qui indique un enrichissement progressif (avec $P = 180$, I_E atteint alors 54,5 interprété comme un bon état de fertilité phosphorique). Il y a ainsi une excellente concordance dans les interprétations des valeurs Joret-Hébert et de celles de I_E .

CONCLUSION

En sol dioritique, on constate une réponse très positive à la fertilisation P, un apport annuel de 60 kg/ha de P_2O_5 déterminant, sous réserve d'une application de N et de K non limitante, un accroissement substantiel des

Fertilisation phosphatée

rendements de la fétuque élevée, toujours hautement significatif par rapport au témoin $P = 0$, au cours des trois campagnes d'expérimentation. Cependant, il faut noter qu'une telle fumure s'avère insuffisante à la fois pour obtenir une teneur satisfaisante des fourrages en P et un accroissement des réserves phosphoriques, classiquement très faibles dans ce type de sol ; l'indice I_E de L. GACHON estimé dans les parcelles $P_2O_5 = 60$ est en effet du même ordre que celui des parcelles $P_2O_5 = 0$ à la fin de l'essai. Aussi est-il préférable, pour accroître à la fois la production annuelle des fourrages, leur valeur minérale et les réserves du sol, d'appliquer une fertilisation $P_2O_5 = 120$ kg/ha. Par ailleurs, grâce à ces apports réguliers, un niveau phosphorique correct peut être obtenu de façon relativement rapide (trois ou quatre ans).

Ainsi les sols dioritiques sont dotés de bonnes potentialités fourragères qui s'extériorisent pour peu qu'une fertilisation rationnelle et suffisante leur soit appliquée. En particulier, la production de la fétuque élevée apparaît plus abondante que sur les sols noirs humifères développés sur leucogranites de l'est du Limousin (J. DEJOU et al., 1974) avec des niveaux de fertilisation comparables.

J. DEJOU (1), F.-X. de MONTARD (1),

J. MORIZET (1), A. KERYELL (2),

avec la collaboration technique de :

G. BAUCHER (1), Renée DEGOUTTE (1)

Madeleine ROUSSEAU (1), G. SARDIN (2) et G. VENIN (3).

(1) Station d'Agronomie, Domaine de Mondésir, 12, avenue de l'Agriculture, 63100 Clermont-Ferrand.

(2) Chambre d'Agriculture, 32, avenue du Général-Leclerc, 87036 Limoges Cedex.

(3) Station d'Agronomie, Beaucouzé, 49000 Angers.

Remerciements. — Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à M. GOURCEROL qui a mis très aimablement son champ à notre disposition et a participé aux différents travaux culturaux. Ils s'adressent aussi à MM. BALOCHE et TROUVAT, respectivement Directeur de la Chambre d'Agriculture de Limoges et Conseiller Agricole à Pierre-Buffières (Haute-Vienne), qui nous ont apporté leur concours dans la collecte des observations en cours de campagne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- CHENEVOY M. (1958) : « Contribution à l'étude des schistes cristallins de la partie nord-ouest du Massif Central français. Mem. explic. carte géol. détaillée de la France. » Thèse, Paris, Imprimerie Nat., voir pp. 216-245.
- DEJOU J., MORIZET J., GUYOT J. (1969) : « Etude comparée des sols reposant sur granite à biotite et diorites orientées de la région d'Aureil-Saint-Jean-Ligoure (Haute-Vienne). » *Bull. A.F.E.S.* n° 6, pp. 37-55.
- DEJOU J., GUYOT J., MILLET R. (1971) : « Insuffisance fréquente en acide phosphorique assimilable des sols développés sur diorites : cas du Limousin. » *Phosphore et Agriculture* n° 58, pp. 1-6.
- DEJOU J., GUYOT J., CHAUMONT Colette (1972) : « Altération superficielle des diorites dans les régions tempérées humides. Exemples choisis dans le Limousin. » *Sc. Géol. Bull., Strasbourg*, fasc. 25, n° 4, pp. 259-286.
- DEJOU J., de MONTARD F.-X., MORIZET J. (1974) : « Essais d'implantation de la prairie temporaire et de la luzerne sur les sols bruns acides humifères du Limousin. Résultats obtenus à la suite de quatre années d'expérimentation. » *Fourrages* n° 60, pp. 67-91.
- DEMARQUILLY C. et WEISS Ph. (1970) : « Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. » *Document I.N.R.A.-S.E.I.*, étude n° 42, 64 p.
- GACHON L. (1966) : « Phosphore isotopiquement diluable et pouvoir fixateur des sols en relation avec la croissance des plantes. » *C.R. Ac. Agri.*, t. 52, pp. 1108-1116.
- GACHON L. (1969) : « Les méthodes d'appréciation de la fertilité phosphorique des sols. » *Bull. A.F.E.S.* n° 4, pp. 17-31.
- TURC L. (1967) : « Incidence des facteurs microclimatiques sur les productions végétales. » *Fourrages*, 31, 10-35.
- TURC L. (1972) : « Indice climatique de potentialité agricole. » *Sci. du Sol*, 2, 81-101.