

AMÉLIORATION PASTORALE DES LANDES A CALLUNE DES MONTS DU FOREZ PAR LA FAUCHE ET LA FERTILISATION

LES PARCOURS À *CALLUNA VULGARIS* COUVRENT ENVIRON 10.000 HECTARES SUR LE PLATEAU SOMMITAL DU MASSIF GRANITIQUE DU FOREZ, ENTRE 1.300 et 1.600 m d'altitude.

Après une longue période de dégénérescence de l'ancien système pastoral (DAMON 1971) un effort continu de remise en valeur associant le broyage de la lande, la pose de clôtures pour le pâturage tournant des moutons et la fertilisation a été poursuivi depuis 15 ans sur environ 450 ha par la S.I.C.A. d'estive de St Bonnet le Courreau. Dans ce cadre, un champ d'essais a été conduit par l'INRA de 1968 à 1973 pour créer une pelouse productive à *Festuca rubra* et *Agrostis tenuis* à partir des espèces herbacées du cortège floristique de la lande.

Nous exposons les résultats de 5 années d'observations sur le champ expérimental de la « Jasserie du Garnier » situé en exposition Est-Nord Est, à 1.350 m d'altitude.

LE MILIEU

Le plateau sommital du Forez est soumis aux influences de l'altitude et des vents d'Ouest. Les températures favorables à l'activité de la végétation s'étendent de la mi-mai à la mi-octobre. Les pluies sont suffisamment abondantes durant cette période pour écarter la sécheresse qui n'est sensible qu'en été sur les gazons maigres, par suite du dessèchement de l'horizon superficiel. Les plantes les mieux enracinées, plantes ligneuses ou gazons fertilisés, connaissent rarement la sécheresse dans ces sols très organiques et de 40 à 50 cm de profondeur courante. Les précipitations annuelles s'élèvent à 1.200 mm.

L'essai a été implanté dans une lande ouverte, déjà fréquentée par le bétail et comprenant 35 % d'espèces ligneuses, 14 % de *Deschampsia flexuosa* 9 % de *Festuca rubra*, 3 % d'*Agrostis tenuis* en recouvrement relatif.

PROTOCOLE ET DÉROULEMENT DES INTERVENTIONS

Une coupe rase à la faucheuse à fléaux fut effectuée en octobre 1968. Un chaulage fut effectué à deux reprises sur la moitié du dispositif : un apport de 1 t/ha de chaux magnésienne peu après la fauche, le 24 octobre 1968 et un deuxième, de chaux ordinaire, de 2 t/ha, le 20 septembre 1971. Les apports phosphopotassiques annuels furent de 60 kg de P₂O₅ et de 60 kg de K₂O/ha (scories et chlorure) entre 1968 et 1973.

Les traitements différenciés étaient répétés sur 4 blocs.

Quatre traitements azotés furent mis en place :

- N₀ sans aucun apport d'azote,
- N₂₀ + 20, N₄₀ + 40 et N₆₀ + 60 avec respectivement des apports de 20, 40 et 60 kg de N/ha sous forme d'ammonitrate deux fois par an, en mai et en juillet.

18 Une coupe unique fut effectuée le 31 juillet 1970, deux coupes de 1971 à 1973, en juillet et en septembre.

*Amélioration pastorale
des landes à callune*

RÉSULTATS

I — Évolution botanique

L'évolution botanique se produit principalement de 1968 à 1971 ; ensuite le tapis végétal se modifia peu. Le tableau I présente une série d'observations faites en 1972 et en 1973 dans l'essai et sur les landes voisines. La comparaison des relevés permet d'étudier l'effet des différents facteurs.

TABLEAU I
ESTIVE DU GARNIER (FOREZ)
CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES DE PRÉSENCE
(Base : 40 points quadrats) en % du total des présences

	LANDE A CALLUNE		PÉRIMÈTRE BROYÉ À L'AUTOMNE 1968 (relevés 1972-73)										
	inexplotée fermée	ouverte pâturée (état initial de l'essai)	NON FERTILISÉ		FERTILISÉ								
			en défens		Ac. PHOSPHORIQUE ET POTASSE 60-60 kg/ha/an								
					sans N		N=20+20		N=40+40		N=60+60		
						CHAUX sans avec		CHAUX sans avec		CHAUX sans avec		CHAUX sans avec	
<i>Calluna vulgaris</i>	20 (1)	19 (2)	5	5	2	3	1	1	-	-	-	-	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	19	6	10	8	4	6	5	5	4	5	3	4	
<i>Genista vilosa</i>	16	10	6	4	9	8	1	3	-	-	-	-	
Muscinées	-	3	+	6	2	2	2	1	2	1	-	-	
<i>Nardus stricta</i>	2	4	5	4	3	4	3	3	3	2	2	2	
<i>Potentilla erecta</i>	5	4	5	3	6	7	5	4	3	5	5	5	
<i>Galium saxatile</i>	3	6	10	18	12	10	17	13	14	14	19	12	
<i>Carex caryophylla</i>	15	13	13	18	11	12	15	13	17	15	10	10	
<i>Luzula campestris</i>	-	2	5	1	5	3	3	3	1	1	6	2	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	9	14	5	4	7	6	6	3	6	1	5	2	
<i>Agrostis tenuis</i>	-	3	9	12	10	10	13	17	17	21	21	26	
<i>Festuca rubra</i>	3	8	10	13	12	14	17	20	20	22	21	29	
<i>Lemnodon pyrenaeus</i>	-	2	3	1	7	5	6	5	6	6	7	3	
Autres espèces	8	5	14	3	10	10	6	9	7	7	1	5	

(1) Arbustes de 20 à 25 cm bien couvrants

(2) Repousses de 5 cm peu couvrantes

● *Le pâturage libre extensif* : cette technique entraîne l'ouverture de la lande : les arbustes (*Vaccinium myrtillus* et *Genista pilosa*) régressent et les herbes (*Galium saxatile*, *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* et *Léontodon pyrénéicus*) se développent ainsi que les mousses.

● *Le broyage de la lande en 1968*

— Sur une parcelle laissée *en défens* depuis 1968, le recul des plantes ligneuses est encore sensible 4 ans plus tard, au profit d'*Agrostis tenuis* et de quelques autres graminées.

— Sur une parcelle conduite en *pâturage intensif* sans fertilisation, l'ouverture créée par le broyage est maintenue au profit de *Galium saxatile*, *Carex caryophylla* et *Festuca rubra*.

— Dans les parcelles *fertilisées* conduites *en fauche* (absence de restitutions par les déjections), on peut constater trois types d'effets. D'une part la fertilisation *phosphopotassique* employée seule n'apporte pas de différence sensible par rapport au cas précédent (pâturage intensif non fertilisé). D'autre part, la fertilisation *azotée* accompagnant la fertilisation phosphopotassique a des effets croissants avec la dose :

- disparition progressive de *Calluna vulgaris*, *Genista pilosa* et des mousses ;

- diminution progressive de la présence de *Nardus stricta* et de *Potentilla erecta* ;

- augmentation considérable de la présence d'*Agrostis tenuis* et de *Festuca rubra* ;

- variation de la présence de *Carex caryophylla* avec un maximum pour la dose de 40 N par cycle.

Enfin le *chantlage* a des effets globalement assez faibles ; son effet est nettement dépressif sur *Galium saxatile* et *Luzula campestre*. Associé aux doses d'azote 40 et 60, il fait régresser *Deschampsia flexuosa* et favorise *Agrostis tenuis* et *Festuca rubra*.

Ainsi, la nouvelle végétation favorisée par le broyage, les coupes et la fertilisation NPK est entièrement issue de la liste floristique d'origine. Seules les proportions changent. Des résultats équivalents ont été obtenus dans les parcs fertilisés et pâturés.

2 — Rythme d'amélioration de la productivité

Une recherche conduite sur les gazons de *Festuca rubra* et *Agrostis tenuis* en Auvergne a permis d'exprimer la croissance de l'herbe en fonction de la température, de l'éclairement, de la pluviométrie et de la réserve en eau du sol, de calculer la consommation d'eau en utilisant la formule d'évapo-transpiration de TURC (1961) et d'exprimer la croissance de l'herbe sous forme d'une fonction linéaire de cette consommation :

$$M.S. = a \times C.E. - b$$

avec M.S. : matière sèche en kg/ha/jour

C.E. : consommation d'eau en mm/jour

Les paramètres a et b dépendent de la saison et de l'âge de la repousse. Les coupes ont lieu à 42 jours. On distingue la saison printanière, la saison estivale et trois périodes de repousses successives : du 1^{er} au 14^{ème} jour, du 15^{ème} au 28^{ème} jour et du 29^{ème} au 42^{ème} jour. Ces données ont été acquises à Laqueuille à 1.150 mètres d'altitude (Puy-de-Dôme), sous un régime de fertilisation comprenant respectivement 150 - 150 - 150 kg/ha de N - P₂O₅ - K₂O soit 150 - 65 - 125 kg/ha de N - P - K.

	<i>M.S. au printemps :</i>	<i>M.S. en été :</i>
Du 1 ^{er} au 14 ^e jour.....	20,2 x C.E. — 13,1	7,9 x C.E. — 3,2
Du 15 ^e au 28 ^e jour.....	34,7 x C.E. — 24,7	16,8 x C.E. — 10,7
Du 29 ^e au 42 ^e jour.....	46,8 x C.E. — 46,6	27,8 x C.E. — 30,9

Sur ces bases, nous avons calculé les productions potentielles correspondant aux conditions climatiques de l'estive du Garnier et nous y avons comparé les productions obtenues avec les divers niveaux de fertilisation (tableau II).

Les productions obtenues sur la lande non fertilisée, incluant une forte proportion de jeunes pousses des plantes ligneuses, sont importantes, mais elles sont liées à la faible intensité d'exploitation : la lande sub-climatique, très peu pâturée, vivant en cercle fermé, produit 82 %

TABLEAU II
TAUX DE RÉALISATION
DE LA PRODUCTION POTENTIELLE
DANS L'ESSAI DE FERTILISATION ET DANS LA LANDE

Année	Mois	MSq/ha Production potentielle	TAUX DE REALISATION %										
			Lande broyée en 1968 et fertilisée										Lande non fertilisée (rousses de l'année)
			Sans N		N ₂₀ + 20		N ₄₀ + 40		N ₆₀ + 60				
0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	0 Ca	broyée 1968		intacte			
1971	7	33.9	23	38	30	39	38	46	48	51			
1971	9	24.8	24	37	38	49	56	68	74	79			
1972	7	29.1	51.1	46	58	75	80	75	88	101	101	43	82
1972	9	22.0		67	81	75	82	75	95	90	107		
1973	7	36.0	44	50	54	67	64	79	90	88			
1973	9	31.5	48	46	54	55	70	69	91	84			

de la production potentielle d'un gazon fortement fertilisé : encore s'agit-il d'une sous-estimation, la croissance en épaisseur du bois n'ayant pas été mesurée. Par contre, après broyage et une mise en défens de 4 années, le taux n'est plus que de 43 %.

Sur la lande fertilisée après broyage, les plantes ligneuses sont presque totalement éliminées par les fauches successives mais le gazon se développe et le taux de réalisation de la production potentielle augmente sans cesse de 1969 à 1972.

— En 1969, la pelouse a lentement colonisé le sol dénudé par la coupe de la bruyère ; la production fut très faible.

— En 1970, une seule coupe fut réalisée, à la fin juillet, à un stade très tardif qui ne permet pas la comparaison directe avec les années suivantes. Compte tenu de l'évolution de la couverture végétale, le taux de

réalisation du potentiel doit être inférieur d'un tiers à celui observé en première coupe en 1971

— En 1972, le climat est peu favorable à de fortes productions et, de ce fait, ce taux atteint 75 à 80 % avec seulement 2 apports de 20 unités d'azote/ha. Par contre, en 1973, les conditions climatiques sont plus favorables et il faut 2 apports de 50 unités environ pour obtenir les mêmes taux.

Le chaulage et les apports d'azote accélèrent l'évolution ; la rapidité du phénomène augmente avec les doses croissantes d'azote.

3 — La productivité moyenne de l'azote

La productivité moyenne de l'azote apporté est d'environ 15 kg de matière sèche par kg d'azote sur l'ensemble des 3 années d'essai.

La couverture végétale et le climat saisonnier ont des actions très nettes sur l'efficacité de l'azote mais difficilement séparables. Le chaulage a un effet légèrement dépressif sur la productivité de l'azote (tableau III).

TABLEAU III
PRODUCTIVITÉ DE L'AZOTE
(en kg de M.S. par kg d'azote apporté entre 0 et 60 N/ha)

Année	1969	1970	1971	1972	1973	Moyenne de l'ensemble
Mois de récolte	-	7	7 9	7 9	7 9	
Sans chaux	faible	14	14 21	18 6 28	23	16,7
Avec chaux	faible	10	7 18	21 10 23	20	14,9

Bien que la précision de l'essai ne permette pas de distinguer entre les intervalles 0-20, 20-40 et 40-60 kg de N/ha, les limites climatiques observées en 1972 suggèrent de ne pas dépasser la dose totale de 80 kg/ha en 2 ou 3 apports.

4 — Bilan des éléments fertilisants

Les teneurs en éléments nutritifs des récoltes et les quantités mobilisées par la végétation permettent de juger les niveaux de fertilisation et leur efficacité, parallèlement à l'étude des rendements.

a) Bilan de l'azote

Un bilan complet exigerait de connaître les échanges d'azote entre le sol et l'atmosphère, les éléments drainés, les importations par les fumures et les exportations par les récoltes.

Le premier terme n'est pas chiffré. Les drainages sous prairie en sol granitique sont mieux connus : négligeables pour l'azote et le phosphore, de l'ordre de 6 kg de potassium, de 20 kg de calcium et de 5 kg de magnésium ; ce sont des ordres de grandeur car ces chiffres ont été établis à 900 m sous une pluviométrie annuelle d'environ 850 mm à Theix (Puy-de-Dôme).

Les apports d'engrais et les exportations ont été calculés (tableau IV).

TABLEAU IV
IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS D'AZOTE

	TÉMOIN		Scories	Scories	Scories	Scories	Scories	Scories	Scories
	LANDE	REPOUSSE de 4ème année	et chaux	et chaux	et chaux	et chaux	et chaux	et chaux	et chaux
Apport annuel (kg/ha/an)	0	0	0	0	40	40	60	80	120
Apport total sur 5 ans (kg/ha)	0	0	0	0	140	140	340	340	570
Exportations									
1970			25	40	32	44*	40	53	49
1971			27	42	39*	51	57	62	82
1972	69	33	49	61	67	72	68	85*	102
1973			59	62	67	73	87*	96	130
Total			160	205	205	240	252	302	363

La lande subclimacique mobilise environ 69 kg de N/ha/an pour la pousse annuelle.

La lande broyée puis mise en défens durant 4 ans ne mobilise plus que 33 kg.

La lande broyée puis fauchée et fertilisée chaque année par des scories potassiques (26 P - 50 K et 180 Ca en kg/ha) parvient à mobiliser de plus en plus d'azote jusqu'à atteindre un niveau voisin de 60 kg/ha en cinquième année. Un supplément de chaulage permet de réaliser ce niveau un an plus tôt. La mobilisation d'azote par la végétation peut être fortement accrue par des apports d'engrais azotés s'ajoutant aux scories potassiques et au chaulage ; mais la participation du sol à la nutrition azotée diminue avec les doses croissantes et devient même fortement négative : le bilan des cinq années d'essai (tableau V) indique un prélèvement ou un investissement dans le sol étroitement dépendant de la dose d'azote apportée.

TABLEAU V
PARTICIPATION APPARENTE DU SOL
A L'ALIMENTATION EN AZOTE
(Bilan des cinq années, azote en kg/ha)

	<i>Sans chaulage</i>	<i>Avec chaulage</i>
<i>Sans azote</i>	+ 160	+ 205
<i>20 + 20 N</i>	+ 15	+ 50
<i>40 + 40 N</i>	- 128	- 78
<i>60 + 60 N</i>	- 207	- 199

Au cours du temps, la phase d'investissements est suivie d'une phase de prélèvements ; le passage de l'une à l'autre se fait dès la troisième année en N₂₀+20, ou seulement la cinquième année en N₄₀+40 et N₆₀+60. Sous les traitements N₂₀+20 et N₄₀+40 le délai est réduit d'un an s'il y a eu chaulage (tableau IV).

Les chaulages de 1968 et 1971 accroissent la mobilisation de l'azote du sol d'environ 40 à 50 kg en cinq ans, en interaction avec les apports azotés (tableau VI).

TABLEAU VI
SUPPLÉMENTS D'EXPORTATIONS D'AZOTE
LIÉS AU CHAULAGE
(en kg N/ha/coupe)

<i>DOSES D'AZOTE</i>	<i>0</i>	<i>20</i>	<i>40</i>	<i>60</i>
<i>1970</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>10</i>
<i>1971</i>	<i>15</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>5</i>
<i>1972</i>	<i>12</i>	<i>5</i>	<i>17</i>	<i>5</i>
<i>1973</i>	<i>3</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>0</i>

Cet effet s'estompe en 1973 lorsque les apports provenant des scories atteignent environ 1.800 kg/ha de chaux. Le renouvellement du chaulage en septembre 1971 n'a qu'une faible efficacité et suggère qu'après un premier chaulage lors du broyage initial, l'entretien en chaux par les scories est suffisant pour ce type de végétation acidophile.

b) Bilan du phosphore

Le niveau de fertilisation adopté dans cet essai, 26 kg P/ha/an sous forme de scories, permet d'améliorer fortement la teneur des fourrages : on passe de 0,10 % dans la lande non fertilisée à 0,26 % en moyenne dans l'essai. Dès 1970, les teneurs sont de 0,18 % ; elles s'accroissent encore fortement par la suite : 0,30 % en juillet 1971 et 1972, 0,25 % en septembre ; puis 0,33 % en juillet 1973 et 0,28 % en septembre.

La consommation de phosphore reste très inférieure aux quantités apportées, de sorte qu'on a investi finalement entre 104 et 129 kg de P à l'hectare en 5 ans ; même en 1973, dernière année ayant de plus un climat favorable, les exportations restent limitées, entre 9 et 20 kg de P/ha selon les quantités d'azote et de chaux apportées (tableau VII).

TABLEAU VII
IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE PHOSPHORE

	LANDE	REPOUSSE (4 ans)	N ₀	N ₀ + Ca ⁰	N ₂₀	N ₂₀ + Ca ⁰	N ₄₀	N ₄₀ + Ca ⁰	N ₆₀	N ₆₀ + Ca ⁰
Apports annuels (kg P/ha/an)	0	0	26	26	26	26	26	26	26	26
Apport en 5 ans (kg P/ha)	0	0	152	152	152	152	152	152	152	152
Exportations 1978 (kg P/ha/an)	4,5	2,1	7,3	8,9	10,7	10,1	10,5	10,8	13,7	12,7
Exportations 5 ans (kg P/ha)	-	-	23	30	31	36	36	41	48	47

Par conséquent, un apport annuel de 26 kg de P/ha/an (soit 60 kg de P₂O₅) permet d'établir des teneurs satisfaisantes et de compenser largement les exportations. Après cette période d'investissements, il paraît justifié de maintenir ce niveau lorsque les apports azotés sont compris entre 80 et 120 kg/ha/an et de descendre à 15 kg P/ha/an avec N₀ et N₂₀ + 20 (soit 35 kg de P₂O₅).

c) Bilan du potassium

Dans la lande, les teneurs en potassium sont basses : 1,15 % de K dans l'herbe et 0,75 % de K dans les pousses de l'année des arbrisseaux.

Dans l'essai de fertilisation, les teneurs sont d'abord uniformes dans tous les traitements, soit 1,45 % en 1970.

Ensuite, en 1971, on observe que les apports d'azote favorisent la mobilisation du potassium :

- en présence de chaux, les teneurs sont accrues de 0,36 % K entre N₀ et N₆₀ ;
- en l'absence de chaux, elles sont accrues de 0,59 % K.

Le phénomène se poursuit moins nettement en 1972 et 1973 dans les parcelles qui n'ont pas reçu de chaux. Par contre, dans les parcelles chaulées, la différence s'estompe en 1972 et devient négative en 1973. Le chaulage a pu faire baisser les quantités de potassium accessible, mais surtout, les parcelles N₆₀ + 60, chaulées et devenues très productives,

ont alors épuisé leur stock de potassium et n'exportent que 80 kg/ha au lieu de 122 sur les parcelles N60 + 60 non chaulées.

Les teneurs soulignent la différence de disponibilité en potassium dans cette dernière phase sous le double effet du chaulage et de l'épuisement des réserves (tableau VIII).

TABLEAU VIII
TENEURS EN POTASSIUM DES RÉCOLTES EN 1973

Récolte du	N ₀		N ₂₀		N ₄₀		N ₆₀	
	0	Ca	0	Ca	0	Ca	0	Ca
5/7/73	2.00	1.94	2.14	1.98	2.07	1.97	2.34	1.61
20/9/73	1.41	1.33	1.58	1.39	1.38	1.30	1.59	1.09

Le calcul des exportations annuelles permet d'établir que la fumure potassique n'est suffisante qu'en 1970. Au-delà de la phase d'établissement du gazon qui s'étend jusqu'en septembre 1971, il faut prévoir des fumures proportionnées au niveau des rendements c'est-à-dire pratiquement proportionnées au niveau des apports azotés (tableau IX).

TABLEAU IX
IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE POTASSIUM

	LANDE	REPOUSSE (4 ans)	N ₀	N ₀ + Ca0	N ₂₀	N ₂₀ + Ca0	N ₄₀	N ₄₀ + Ca0	N ₆₀	N ₆₀ + Ca0
Apports annuels (kg K/ha/an)	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50
Apports en 5 ans (kg K/ha)	0	0	290	290	290	290	290	290	290	290
Exportations (kg K/ha/an)										
1970			22	37	29	36	39	45	43	51
1971			20	34	33	43	47	54	71	68
1972	38	22	41	50	61	61	60	70	81	84
1973			53	54	69	72	77	84	122	80
Exportations totales sur 5 ans (kg K/ha)			136	176	192	212	229	263	317	283

d) *Teneurs en calcium*

Le fourrage de l'essai est nettement plus riche en calcium que celui de la lande non fertilisée qui dose entre 0,34 et 0,40 % Ca. Les scories seules suffisent à créer cette amélioration et le chaulage n'ajoute pas d'effet supplémentaire. La nutrition calcique est liée à l'ensemble de la nutrition et pas seulement aux quantités d'ions Ca⁺⁺ présentes dans le sol. L'alimentation azotée crée un effet de dilution : les teneurs décroissent régulièrement de 0,5 à 0,4 % environ avec les doses croissantes d'azote.

e) *Bilan du magnésium*

L'essai ne permet pas de mettre en évidence une éventuelle action de cet élément sur les rendements du fourrage car elle est ici confondue avec celle de la chaux (tableau X).

TABLEAU X
IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE MAGNÉSIUM
(avec apports de chaux magnésienne)

	LANDE	REPOUSSE (4 ans)	N ₀	N ₀ + Ca ⁰	N ₂₀	N ₂₀ + Ca ⁰	N ₄₀	N ₄₀ + Ca ⁰	N ₆₀	N ₆₀ + Ca ⁰
Apports en 1968 (kg Mg/ha/an)	0	0	0	400	0	400	0	400	0	400
Exportations 1972 (kg Mg/ha/an)	70	3	3	6	5	7	5	8	7	8
Exportations totales sur 5 ans (kg Mg/ha)			13	21	17	25	20	31	27	37

Mais cet élément est important dans l'alimentation du bétail : les besoins sont de l'ordre de 2 g/kg de M.S. ingérée (DAUZIER 1970).

Dans la lande, les teneurs sont insuffisantes : 0,15 % Mg ; elles ne sont pas meilleures dans le fourrage de la partie non chaulée de l'essai. Par contre, l'apport initial de chaux magnésienne a une influence nettement favorable et prolongée (tableau XI).

TABLEAU XI
ÉVOLUTION DES TENEURS EN MAGNÉSIUM

	1970	1971	1972	1973	1973		
					2ème coupe		
	1ère coupe				N ₀ et N ₂₀	N ₄₀	N ₆₀
<i>Chaux magnésienne</i>							
<i>1 t/ha en octobre</i>							
1968	0,20	0,20	0,17	0,17	0,14	0,18	0,21
<i>Sans amendement</i>	0,14	0,14	0,13	0,13	0,12	0,15	0,16

En l'absence d'amendements, les teneurs se maintiennent assez régulièrement vers 0,14 % ; des différences apparaissent en 1973 selon la dose d'azote épanchée.

Avec un apport de chaux magnésienne, équivalent à 240 kg de magnésium, on améliore durablement les teneurs du fourrage et l'amélioration se prolonge davantage avec une bonne alimentation azotée.

Le taux d'utilisation du magnésium apporté reste faible puisqu'à l'apport de 240 kg correspond un surcroît d'exportation de 10 kg environ en 5 ans et que le total exporté ne dépasse pas 37 kg dans le meilleur cas.

CONCLUSIONS

Le broyage et la fertilisation d'une lande à *Calluna vulgaris* sur le plateau humide et froid des sommets du Forez permet d'établir un tapis de végétation herbacée à base de *Festuca rubra* et d'*Agrostis tenuis* dès la

Amélioration pastorale

deuxième année. Mais la productivité de cette végétation n'est alors que le tiers de celle d'un gazon dense.

Les rendements normaux ne sont atteints qu'à partir de la troisième année.

L'application de scories, de potasse, de chaux et d'ammonitrate réalisant un apport annuel de 80 à 120 kg d'azote, 60 kg d'anhydride phosphorique et 60 kg de potasse permet alors de se rapprocher du potentiel de production de ce type de végétation qui s'élève à 5 ou 7 t de M.S./ha/an dans ces conditions sévères de climat et de sol.

En l'absence d'apports azotés, la réalisation de ce potentiel n'est plus que de 50 % environ mais la nutrition azotée se fait alors entièrement aux dépens de l'humus du sol et se stabilise vers 60 kg N/ha/an.

Un chaulage initial, apportant environ 1 t/ha de chaux, associé à l'apport annuel de 500 kg/ha de scories à 12 % de P_2O_5 , permet de disposer de 10 à 15 kg/ha d'azote supplémentaire par an pendant trois ans par rapport au simple apport de scories. Le renouvellement du chaulage permet d'améliorer le pH de l'horizon superficiel mais n'accroît guère les disponibilités en azote. Il aurait fallu tenter l'implantation directe du trèfle blanc par semis à la volée suivi de piétinement par le bétail pour juger pleinement de l'intérêt du chaulage dans ce milieu et obtenir une évolution plus marquée de la végétation vers une pelouse utilisant à la fois l'azote du sol (60 t/ha/an) et la fixation symbiotique.

Les apports d'acide phosphorique peuvent être maintenus à 60 kg/ha pendant trois ans et ensuite calqués sur le niveau des exportations, niveau autorisé par les apports d'azote.

Un raisonnement analogue peut être fait pour la potasse avec le souci d'un meilleur ajustement aux besoins de ce type de végétation (tableau XII).

Un apport de 500 kg/ha de chaux magnésienne tous les trois ou quatre ans est suffisant pour améliorer les teneurs en magnésium du fourrage et limiter les carences du bétail au pâturage.

TABLEAU XII
FERTILISATION D'ENTRETIEN
APPORTS SOUHAITABLES
(en kg/ha/an)

Azote	Acide phosphorique		Potasse	
	Fauche (1) Pâturage libre	Pâturage tournant (2)	Fauche (1) Pâturage libre	Pâturage tournant (2)
<i>N</i> ₀	25	15	60	40
<i>N</i> ₄₀	30	20	75	50
<i>N</i> ₈₀	35	25	90	60
<i>N</i> ₁₂₀	40	30	105	70

(1) sans restitutions
(2) restitutions 30 %

PERSPECTIVES

Dans la pratique, au cours des années 1975 à 1980, un effort particulier fut fait pour doubler les surfaces clôturées, maîtriser ainsi en grande partie la bruyère par le pâturage tournant des moutons et le giro-broyage et augmenter la capacité d'accueil de l'estive. Mais quelques parcs seulement purent être fertilisés régulièrement de sorte que l'évolution de la végétation se fit principalement de la callunaie à la pelouse oligotrophe à *Nardus stricta*, petite graminée touffue qui est mal acceptée par le bétail. Présentement les effectifs ovins semblent atteindre un palier tandis que la demande pour la prise en estive de génisses d'élevage ne fait que croître. Or, il semble que le poids financier des investissements de fumure puissent être supportés plus facilement par l'élevage bovin à condition d'obtenir une pelouse de bonne qualité. Des expérimentations nouvelles ont été engagées en 1981, avec la participa-

tion du Lycée Agricole de Roanne-Chervé, pour déterminer les itinéraires techniques les moins onéreux avec des niveaux de fertilisation très modestes et une valorisation maximale des effets favorables de la présence du bétail bovin ou ovin, en pâturage tournant.

F. de MONTARD,
I.N.R.A., *Clermont-Ferrand*
(*Puy-de-Dôme*)

ANNEXE

LE SOL ET SON ÉVOLUTION

Description

Sous la lande à callune, le sol est dénudé par places (10 % environ) ou couvert d'une litière peu épaisse.

Après la fauche de la bruyère et le maintien d'une pression de pâturage d'environ 7 brebis à l'hectare durant cinq années pendant les 4 mois d'été, on observe ici l'installation d'une pelouse fermée tout comme dans l'essai fauché et fertilisé régulièrement.

Avant la suppression de la bruyère, l'horizon A, (0-20 cm) a une apparence assez homogène, brun noir à moder assez fin ; de nombreuses racines, grossières à fines, occupent les 10 premiers centimètres. L'installation de la pelouse entraîne la distinction d'un horizon superficiel (0-4 cm) à structure fine avec une forte densité de racines fines et d'un horizon sous-jacent (4-20 cm) à structure polyédrique grossière (agrégats > 5 cm) et à moder fin. Le toucher est limoneux, gras, avec présence de grains de sable dans la pâte.

L'horizon A, B (20-30 cm) est un horizon brun foncé, moins noir que le précédent. Il se termine brutalement par un contour irrégulier au contact de l'horizon sous-jacent. La structure est polyédrique moyenne (2 à 4 cm) ; l'enracinement est moyen.

L'horizon C (30-60 cm) est de couleur ocre jaune avec graviers de granite altéré s'effritant facilement ; les racines sont rares.

A 60 cm, on rencontre un lit de blocs plus ou moins altérés, noyés dans une arène ocre jaune qui constitue la transition entre l'horizon C et la roche mère.

Ce sol est classé ranker cryptopodzolique de montagne humide.

Évolution sous l'effet de la fertilisation et du chaulage

La quantité de matière organique n'évolue pas sensiblement en réponse aux traitements mais sa répartition varie avec la profondeur : 45 % de 0 à 5 cm, 30 % de 5 à 10 cm, 20 % de 10 à 15 cm et 9 à 11 % de 15 à 30 cm. Le rapport C/N de 16 en moyenne, est peu variable.

Sous callune, le pH est de 4,0 entre 0 et 15 cm et de 4,1 sous la pelouse pâturée. L'apport annuel de 400 kg de scories à l'hectare remonte légèrement et progressivement le pH dans les 2 ou 3 premiers centimètres seulement, vers 4,2 en 1971, vers 4,4 à 4,8 en 1973. Le premier chaulage (1968) a un effet plus marqué : pH 4,8 entre 0 et 2,5 cm et 4,3 entre 2,5 et 15 cm. Le deuxième chaulage (septembre 1971) conduit à un pH 6,2 entre 0 et 2,5 cm ; 5,4 entre 2,5 et 5 cm, et 4,5 entre 5 et 30 cm. L'apport d'azote (dose 120) entraîne une baisse de pH de 1 ou 2 dixièmes par rapport à N₀.

La répartition du phosphore assimilable dans le sol est extrêmement stratifiée, soulignant la faiblesse de l'activité biologique : il faut 5 ans pour enrichir l'horizon (2,5 - 5 cm) mais l'enrichissement est beaucoup plus net avec N₁₂₀ qu'avec N₀. Les horizons inférieurs ne sont pas enrichis ou très peu (tableau XIII).

Le profil témoin (pelouse non fertilisée) indique un épuisement du profil jusqu'à la profondeur accessible aux racines et une accumulation

TABLEAU XIII
RÉPARTITION DU PHOSPHORE ASSIMILABLE
DANS LE SOL
(P₂O₅, Dyer p. mille)

Profondeur en cm	Témoïn	Fumure PK		Fumure 120 N et PK	
		1971	1973	1971	1973
0 à 2,5	0,32	0,53	1,18	0,85	1,29
2,5 à 5,0	0,18	0,17	0,29	0,20	0,43
5 à 10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,12
10 à 15	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05
15 à 40	0,01	-	0,02	-	0,02
40 à 60	0,04	-	-	-	-

en surface. Seuls les deux horizons supérieurs s'enrichissent sensiblement sous l'effet de la fertilisation (tableau XIV).

Le gradient du potassium est assez accentué aussi, bien que cet élément soit plus mobile. Par ailleurs, les apports de potassium étant insuffisamment proportionnés aux apports azotés (N 120) on observe un appau-

TABLEAU XIV
RÉPARTITION DU POTASSIUM ÉCHANGEABLE
(meq %) (1)

Profondeur en cm	Témoïn 1971	Fumure PK		PK - chaux		NPK		NPK + chaux	
		1971	1973	1971	1973	1971	1973	1971	1973
0 à 2,5	1,53	1,64	2,40	2,60	2,40	2,15	2,00	1,43	0,99
2,5 à 5,0	1,25	1,39	1,68	1,78	1,97	1,13	1,45	1,07	1,17
5 à 10	0,43	0,51	0,54	0,75	0,60	0,47	0,54	0,43	0,48
10 à 15	0,25	0,22	0,26	0,35	0,23	0,26	0,25	0,21	0,23
15 à 40	0,08	-	0,07	-	0,10	-	0,06	-	0,07
40 à 60	0,08	-	-	-	-	-	-	-	-

vrissement du sol sur les parcelles les plus productives (N 120 + chaulage) qui ont davantage exporté. Avec PK et PK + chaulage, le sol s'enrichit superficiellement et légèrement entre 0 et 5 cm ; avec N 120 + PK c'est le statu quo. Avec N 120 + PK + chaulage, le sol s'appauvrit en surface.

Là encore on observe la remontée biologique ; mais l'horizon inférieur est, et reste, très pauvre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAMON M. (1971) : *Les Jasseries des Monts du Forez*, Thèse de 3ème cycle de sociologie rurale, Université de Lyon II.
- De RAVIGNAN F. et LIZET B. (1979) : *Etude ethnologique d'un paysage des Monts du Forez*, Document Ronéo, INRA - CNRS.
- De MONTARD F., GACHON L. et SERVIER J.M. (1973) : « Régénération des pâturages sur le massif du Forez à partir de la végétation spontanée », *Actes du 9ème Congrès des Sociétés Savantes* (St Étienne 1973), Section Sciences, Tome 1, p. 321 à 329.