

MODE D'EXPLOITATION DES PRÉS DE FAUCHE DANS LES PYRÉNÉES CENTRALES

Références expérimentales - Pratiques des agriculteurs

DANS LES PYRÉNÉES CENTRALES, LA PRODUCTION FOURRAGÈRE DESTINÉE A L'HIVERNAGE DES TROUPEAUX BOVINS ET OVINS CONSTITUE SOUVENT UN handicap majeur tant par la quantité que par la qualité des fourrages produits. Une deuxième contrainte tient aux variations climatiques saisonnières interannuelles qui modifient les ressources disponibles à une date donnée ou la durée d'utilisation des réserves stockées. L'éleveur est donc conduit à mettre en œuvre des ajustements saisonniers pour équilibrer les ressources et les besoins des troupeaux (DURU et al., 1979).

Les surfaces mécanisables destinées à la fauche concernent principalement des prairies naturelles et ne constituent qu'une faible partie des surfaces pastorales (10 à 40% selon les vallées).

Les autres ressources sont les estives utilisées pendant 3 à 4 mois l'été et les zones intermédiaires qui correspondent à des surfaces pastorales de demi-altitude utilisées exclusivement en pâturage de l'automne au printemps, mais principalement en post et pré-estive. Pour résoudre la contrainte hivernale ou pour augmenter le chargement dans une exploitation, ce sont le plus souvent les ressources des prés de fauche qui représen-

tent la contrainte principale, les autres surfaces pastorales étant rarement limitantes par leur dimension ou leur chargement. Les deux composantes de la production fourragère des prés de fauche sont d'une part, la fertilité du sol et la fertilisation des parcelles, d'autre part, le rythme d'exploitation adopté: fauche et pâture, nombre d'interventions. Dans le cas présent, nous n'étudierons que le deuxième aspect.

Pour rendre compte et interpréter les pratiques des agriculteurs concernant le mode d'exploitation des prairies, nous sommes confrontés à :

— l'évaluation des rythmes de coupe mis en œuvre dans les exploitations et la mesure de l'effet d'un changement de mode d'exploitation des parcelles sur la production ;

— l'étude des éléments déterminant le choix des séquences de coupe observées. En effet, c'est dans la mesure où nous analyserons ces éléments que nous pourrions déterminer à quelles conditions les contraintes fourragères pourront être levées par une modification du rythme d'exploitation des parcelles.

Pour le premier aspect, il est difficile d'étudier l'effet des différents rythmes de coupe avec des données collectées par enquête car certains cycles sont pâturés et les différences de fertilité entre parcelles masquent souvent l'effet du rythme de coupe. C'est pourquoi nous avons mis en place un dispositif de mesure sur 4 parcelles mises « hors système de production ».

Pour le second aspect, nous disposons d'enregistrements parcellaires réalisés dans une dizaine d'exploitations qui ont fait l'objet d'un suivi technique depuis 3 ans. L'étude des décisions concernant la gestion technique constitue le principal objectif de ce travail.

Dans un premier temps, nous présenterons les résultats obtenus selon différents modes de gestion des parcelles et nous étudierons particulièrement l'impact du climat sur la production des fourrages. Ces résultats nous permettront de caractériser le rythme de coupe mis en œuvre dans les exploitations. Enfin, nous discuterons de l'intérêt de modifications du mode d'exploitation pour résoudre les contraintes fourragères hivernales, compte tenu des obstacles repérés et des moyens à mettre en œuvre pour les lever.

Références expérimentales

I. - PROTOCOLE ET MÉTHODE

Nous avons choisi 4 parcelles représentant un gradient d'altitude (600 m-1200 m) et plusieurs niveaux de fertilité phosphopotassique (tableau I) dans deux vallées du Luchonnais. Dans chaque parcelle, des mises en défens permettent d'isoler des placettes de 1,2 m². Pour chaque rythme d'exploitation, les prélèvements ont été réalisés à la tondeuse sur deux placettes. Les contrôles ont été effectués pour l'année 1980.

Les mises en défens ont été effectuées à l'automne afin d'évaluer les disponibilités pour le pâturage au printemps et les conséquences sur la production de foin à une date donnée. Au mois de juin, elles ont été déplacées pour tester l'effet de la date de fenaison et du nombre de regains sur la production. Dans ce cas, le mode de pâturage au printemps est le même pour les différentes combinaisons foin-regains.

Pour le pâturage de printemps, les enquêtes montrent qu'il s'agit le plus souvent d'un pâturage continu jusqu'à une date donnée. Il ne s'agit donc pas d'un déprimage au sens où on l'entend habituellement. C'est pourquoi nous avons répété les coupes sur une même placette afin de nous rapprocher des conditions d'exploitation.

Nous avons retenu 4 cas :

- pas de pâturage (SP),
- une coupe le 7 mars (P1),
- une coupe le 7 mars puis le 3 avril (P2),
- une coupe supplémentaire le 28 avril (P3),

La production du premier cycle a, dans tous les cas, été mesurée le 23 juin.

Pour les coupes d'été et d'automne, nous avons choisi 4 rythmes présentés dans le tableau II.

TABLEAU I
CARACTÉRISATION DES SITUATIONS ÉTUDIÉES

Situation	Altitude (m)	Analyses de sol		Caractérisation de la flore				
		Acide phosphorique (%)	Potasse échangeable (%)	% bonne graminée	% graminée médiocre	% légumineuses	% diverses fourragères	% non fourragères
A	600	0,027 (Dyer)	0,19	18	32	15	9	25
B	550	0,038 (Dyer)	0,07	42	17	13	9	19
C	1 000	0,225 (Dyer)	0,30	31	19	10	15	25
D	1 250	0,04 (Joret-Hébert)	0,10	53	3	27	9	4

TABLEAU II
RYTHMES DE COUPE

Rythmes de coupe	JUN					JUILLET					AOUT					SEPTEMBRE					OCTOBRE								
	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25
C1				F								R1										R2						R3	
C2										F													R1						R2
C3										F																			R1
C4												F																	R1

F : foin Ri: regain n° i

Les dates et fréquences des coupes retenues recouvrent en grande partie les pratiques des agriculteurs. Notons toutefois que l'engrangement de deux regains (C1) est très rare et que souvent les foins sont effectués largement après le début août. Les regains de fin octobre de C1 et C2 correspondent à une exploitation par pâturage, ceux de C3 et C4 qui ont

Prés de fauche

des temps de repousse plus longs peuvent être exploités par fauche ou pâturage.

Les critères de comparaison des rythmes de coupes concernent la matière sèche et la valeur fourragère (UF, MAD). Etant donné les différences de fertilité entre situations (tableau I) et les différences de fertilisation (environ 20 t/ha de fumier au printemps pour les parcelles A, B, D, rien en 1980 pour la parcelle C), nous raisonnerons la comparaison des parcelles en indexant les résultats sur un traitement de référence (SP pour les foins, R1 de C1 pour les regains). Cette indexation nous permettra par ailleurs de prendre en compte l'effet du climat en comparant les données des 3 principaux niveaux d'altitude.

Tous les prélèvements d'une séquence de coupe donnée sont effectués à la même date quel que soit le niveau d'altitude. Les stades de récolte, notamment pour le premier cycle, sont donc différents entre parcelles.

II. - RÉSULTATS

A) Production de matière sèche

1. Pâturage de printemps et production de foin

Pour les 4 parcelles, le pâturage prolongé tard au printemps fait diminuer fortement les rendements en foin (tableau III). Pour un pâturage jusqu'au 28 avril, les rendements en foin sont compris entre 43 et 58 % du rendement obtenu sans pâturage. La pousse de printemps représente alors de 30 à 40 % de la récolte de foin, au 23 juin. La production totale au printemps diminue peu avec la durée du pâturage (tableau IV). Ces résultats confirment ceux obtenus dans le Massif Central (ARNAUD et al., 1978). Dans la présente étude, ces références permettront d'évaluer les conséquences de l'arbitrage que doit réaliser l'agriculteur entre la fauche et la pâture.

TABLEAU III
PRODUCTION DE FOIN SELON LA DURÉE DE PÂTURAGE
AU PRINTEMPS ET PART DU PÂTURAGE
DE PRINTEMPS DANS LA RÉCOLTE TOTALE

	A		B		C		D	
	foin	part du pâtura- ge %	foin	part du pâtura- ge %	foin	part du pâtura- ge %	foin	part du pâtura- ge %
SP	100	0	100	0	100	0	100	0
P1					95	11	87	6
P2	81	20	61	10	62	17	72	10
P3	56	42	43	42	58	27	57	34

TABLEAU IV
MATIÈRE SÈCHE TOTALE PRODUITE AU PRINTEMPS
(PÂTURAGE + FOIN)
(en % de la matière sèche totale produite au printemps sans pâturage)

	A	B	C	D
SP	100	100	100	100
P1			106	103
P2	102	68	73	79
P3	95	73	80	87

2. Influence de la date de récolte sur la production de foin

Le tableau V fait apparaître que la croissance entre le 23 juin et le 9 juillet n'a été importante que lorsque le pâturage de printemps a été prolongé (cas B et D). Ces résultats traduisent le fait que le pâturage

Prés de fauche

TABLEAU V
INFLUENCE DE LA DATE DE RÉCOLTE ET DE LA DURÉE DU
PÂTURAGE DE PRINTEMPS SUR LA PRODUCTION DE FOÏN

date de coupe	A	B	C	D
23/06 (C1)	100	100	100	100
9/07 (C2 et C3)	104	157	118	161
5/08 (C4)	73	150	104	140
date de tout début de démarrage de la végétation.	15/02	15/02	25/02	1/03
date d'arrêt du pâturage		25/03	25/03	1/05
Nombre de jours écoulés depuis le démarrage de la végétation.	0	40	30	60

favorise le renouvellement d'organes jeunes très actifs en photosynthèse, tandis que le vieillissement est sensible sur les parcelles peu ou pas pâturées au printemps (GILLET, 1980).

Dans tous les cas, nous observons une baisse de matière sèche après le 9 juillet. Ce phénomène semble lié au stade de vieillissement. Les hautes températures qui se sont produites ont pu, à toutes les altitudes pour la 3^e décade de juillet et la 1^{re} d'août (tableau VI), accélérer la sénescence, du moins pour les graminées (GILLET, 1980).

3. Production des regains

Les prélèvements n'ont pu être effectués à l'automne que pour les parcelles A, C et D, la mise en défens dans la parcelle B n'ayant pas été respectée.

TABLEAU VI
MOYENNE DÉCADAIRE DES TEMPÉRATURES MAXIMALES

	Juillet			Août		
	1ère décade	2ème	3ème	1ère	2ème	3ème
températures maximales	21,0	24,5	28,3	28,9	24,1	

Sur la figure 1 sont représentées les productions des différents regains en prenant le premier du rythme 1 (C1R1) comme référence. Nous avons considéré la moyenne des parcelles A, C et D.

Ces données montrent que la vitesse de croissance moyenne d'un cycle, représentée par la pente de la droite, diminue lorsque les temps de repousse sont plus longs (C3 comparé à C2) ou quand la pousse a lieu à l'automne (dernier regain de C1 comparé aux deux premiers). De ce fait, des coupes tous les 45 jours (C1) conduisent à des rendements nettement supérieurs à ceux des coupes plus espacées (C3 et C4).

B) Production de matière sèche, rythme d'exploitation et climat

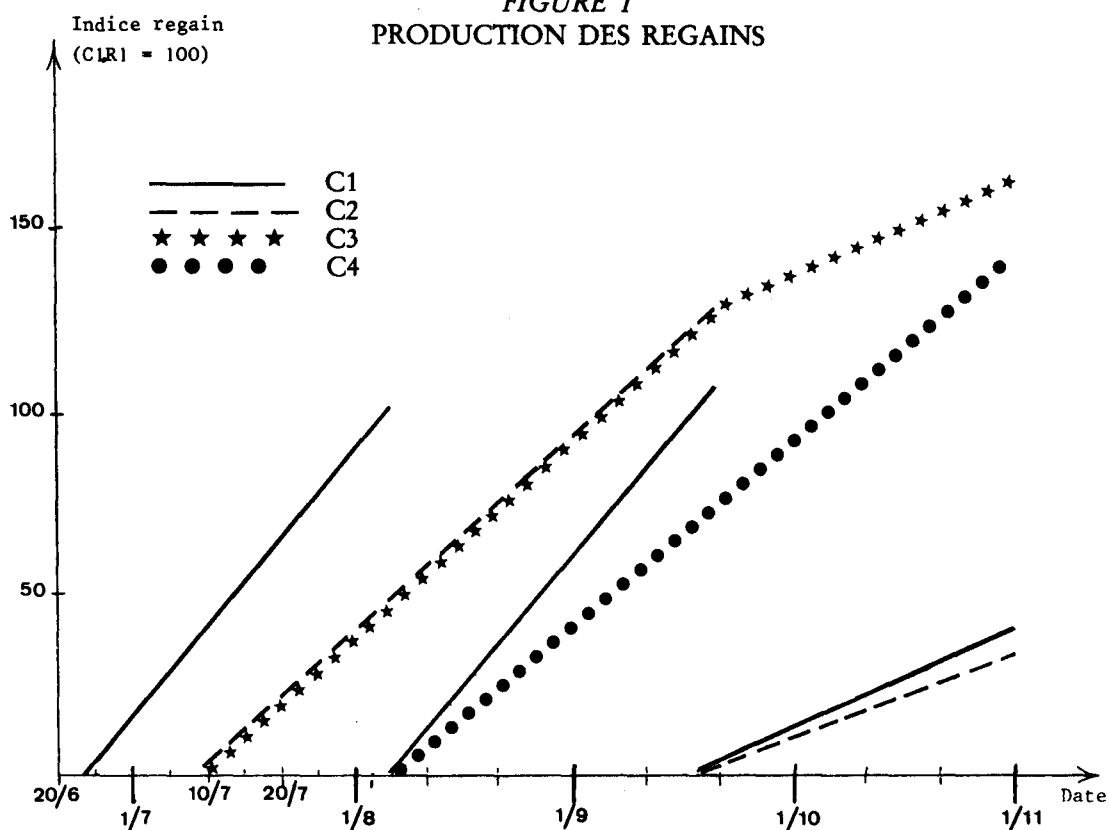
1. Etablissement d'un modèle

Nous avons vu que, tant pour le premier cycle que pour les suivants, deux éléments déterminent la production de matière sèche à une date donnée: le climat et la durée de la repousse. Pour le premier cycle, le pâturage de printemps complique le phénomène.

Dans la littérature, de nombreux travaux traitent de l'influence du nombre de coupes sur la production fourragère (BROUGHAM, 1959 ; COLLINS et al., 1969), mais le plus souvent pour des coupes relativement fréquentes: 3 à 9 semaines de repousse. Le problème est alors complexe car

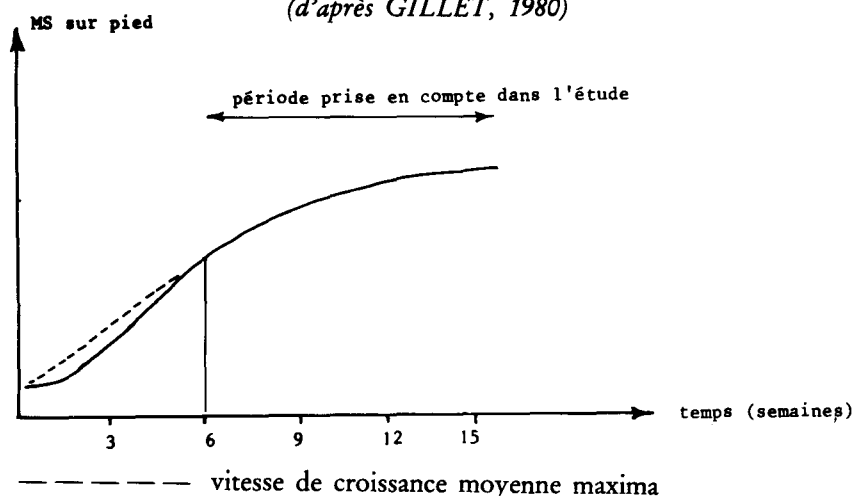
Prés de fauche

FIGURE 1
PRODUCTION DES REGAINS



la vitesse de croissance passe par un maximum puis décroît. Il est alors difficile de distinguer les effets du climat de ceux de la séquence de coupe. D'autres travaux prennent en compte indirectement l'effet du climat en le reliant aux vitesses de croissance maximales saisonnières (EDELSTEN et al., 1979). Ces données servent alors à situer les rythmes les uns par rapport aux autres selon que l'on a atteint ou dépassé le moment du cycle où la vitesse de croissance passe par le maximum. Dans le cas présent, mis à

FIGURE 2
CROISSANCE D'UNE GRAMINÉE VÉGÉTATIVE
EN BONNES CONDITIONS
(d'après GILLET, 1980)



part le pâturage de printemps, nous avons étudié des rythmes à cycles suffisamment longs de 6 à 15 semaines, pour lesquels la phase de vitesse de croissance maximum soit toujours dépassée pendant la durée de repousse considérée. L'étude des relations est ainsi facilitée car on peut assimiler la fin du cycle à une courbe simple.

Pour caractériser la durée de repousse, la deuxième partie de la sigmoïde caractérisant la croissance d'un cycle peut être assimilée à une équation du type $a - b/j \text{ rep}$ ($j \text{ rep}$ = nombre de jours de repousse entre deux coupes) pour les intervalles de coupe considérés dans l'étude (figure 2).

Les données climatiques moyennes pour l'année 1980 et pour la période 1965-1980 à 2 altitudes sont indiquées dans le tableau VII. Dans tous les cas, nous avons une pluviométrie abondante et bien répartie, mis à part un léger déficit estival pour l'altitude la plus basse. L'année 1980 a été défavorable pour la croissance du premier cycle.

TABLEAU VII
DONNÉES CLIMATIQUES MENSUELLES
POUR DEUX ALTITUDES DU LUCHONNAIS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
600 m												
1965 à 1980												
Pluviométrie	96	94	87	96	112	81	64	76	76	55	85	102
Températures moyennes	3.4	4.0	5.9	8.7	12.6	13.8	15.9	14.1	14.1	10.2	5.4	3.1
1980												
Pluviométrie	70	32	143	67	143	49	39	73	57	165	99	179
Températures moyennes	4.0	6.7	6.7	8.5	10.7	14.1	15.6	20.1	17.2	10.2	6.9	0.1
1250 m												
1965 à 1980:												
Pluviométrie	75	76	87	96	125	102	88	88	99	81	99	109
Températures moyennes	3.2	2.7	4.0	6.9	9.7	13.0	16.1	15.8	13.7	10.9	5.8	2.4
1980												
Pluviométrie	41	24	92	67	127	77	69	110	57	187	142	210
Températures moyennes	2.5	6.2	5.8	5.8	8.4	12.5	14.4	17.2	16.4	5.7	2.9	- 2.9

Pour caractériser le climat, nous avons utilisé un indice de potentialité agricole (TURC, 1972) dont le calcul automatique pour les postes météorologiques du Sud-Ouest a été réalisé par LANGLET. Pour chaque décade, le calcul est conduit comme suit :

$$i = \text{facteur thermique (Ft)} \times \text{facteur solaire (Fh)} \times \text{facteur sécheresse (Fs)}$$

dans les Pyrénées

Ft est le produit d'une fonction de la température moyenne de l'air et d'un facteur correctif qui dépend des températures minimales. Ce dernier

facteur s'annule pour des températures minimales $\leq -3^{\circ}\text{C}$; il est compris entre 0 et 1 pour des températures comprises entre -3°C et 1°C .

Fh est une fonction du rayonnement global.

Fs est fonction de l'évapotranspiration, de la pluviométrie et de la réserve utilisable par la plante.

Pour chaque prélèvement, nous avons considéré l'indice cumulé depuis la dernière coupe (Σi).

Pour rendre compte de l'effet du *pâturage de printemps*, à savoir une croissance importante après la floraison lorsque le pâturage de printemps a été long, ceci pour des durées de repousse équivalentes, nous avons considéré sa durée en jours ($j \text{ pat}$).

Avec les facteurs ainsi définis, nous avons établi les régressions multiples suivantes:

Pour la production de foin du premier cycle :

$$\text{M.S.} = -1,60 + 0,170 j \text{ pat} + 1,23 \Sigma i - \frac{1290}{j \text{ rep}} ; r = 0,93 \quad F = 39$$

(22 données sur 4 parcelles)

Cette équation est établie en prenant la coupe SP comme référence (indice 100 pour la matière sèche et pour Σi). Connaissant la production d'une coupe (son indice), sa durée de repousse et le climat, on peut donc prévoir la production d'autres séquences de coupe.

Les coefficients de cette équation rendent bien compte des phénomènes biologiques: coefficient positif pour l'effet du pâturage de printemps et négatif pour l'effet de la durée de repousse.

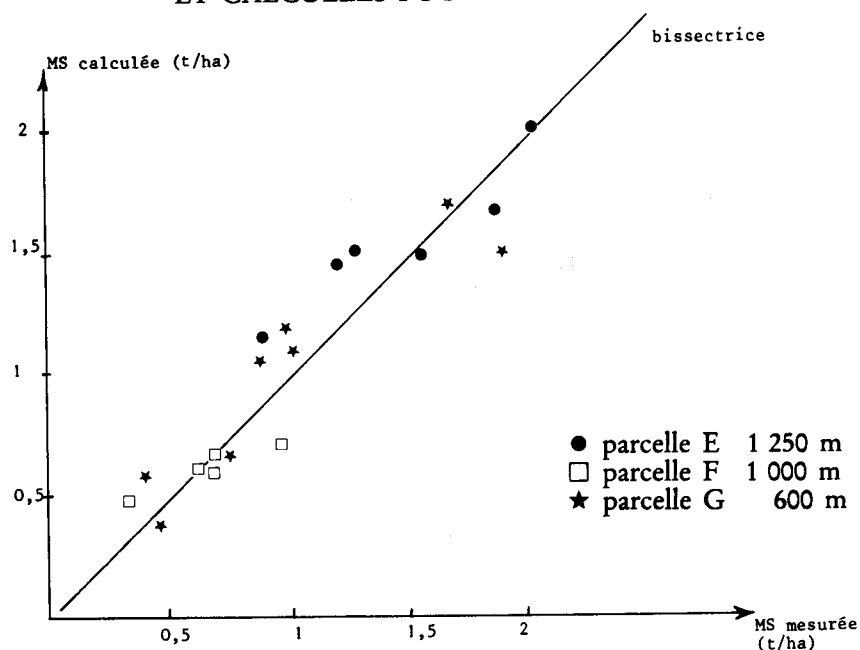
Pour la production des cycles suivants:

$$\text{M.S.} = 54,1 \times 0,634 \Sigma i - \frac{1270}{j \text{ rep}} ; r = 0,95 \quad F = 80$$

64 (18 données sur 3 parcelles)

Prés de fauche

FIGURE 3
RELATION ENTRE PRODUCTIONS MESURÉES
ET CALCULÉES POUR DES REGAINS



Cette équation est établie en prenant la coupe C1R1 comme référence (indice 100 pour la matière sèche et pour Σi).

Ce modèle rend bien compte des effets du climat (R_2/R_3 de C1) et de la durée de repousse (R_1 de C2 et R_1 de C3).

Pour le rythme où le nombre de coupes est le plus important (C1), on pourrait penser que la plante subit un préjudice. La prise en compte du nombre de coupes dans la régression n'améliore pas la relation. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'un préjudice d'une coupe sur la suivante n'est manifeste que pour des durées de repousse bien plus courtes que celles considérées dans le cas présent.

2. Validation

Pour tester la validité du modèle, nous disposons de mesures de production sur des mises en défens en place depuis 3 ans. Les rythmes de coupe étant voisins d'une année à l'autre, c'est donc l'effet du climat qui est principalement testé. Les données que nous pouvons utiliser correspondent aux regains qui sont au nombre de 2 ou 3, selon les parcelles. Pour la production du premier cycle, le nombre de données n'est pas suffisant et la première coupe de printemps ne correspond pas à un pâturage continu tel qu'il a été conçu pour construire les régressions. Les valeurs calculées et effectivement mesurées pour les regains des parcelles E, F, G sont présentées figure 3. Ces résultats sont satisfaisants dans la mesure où ils permettent d'expliquer 90% de la variance.

C) Valeur fourragère

Les valeurs fourragères ont été calculées à partir d'analyses chimiques (azote, cellulose, cendres brutes) et des équations concernant la valeur des fourrages pour la montagne (INRA 1978).

1. Pâturage de printemps et production de foin

Pour la production de foin, les Unités Fourragères récoltées diminuent avec le prolongement du pâturage au printemps, mais moins nettement que pour la matière sèche. Par contre, la production de matières azotées digestibles ne varie pas sensiblement (tableau VIII).

Si l'on considère le *bilan pâturage + foin*, la production d'Unités Fourragères est légèrement augmentée mais la production de matières azotées digestibles est doublée (tableau IX). Ces derniers résultats sont dus au fait que la production de matières azotées par le foin n'est pas abaissée par le pâturage et que les pousses de printemps sont très riches en azote.

*Prés de fauche
dans les Pyrénées*

TABLEAU VIII
UNITÉS FOURRAGÈRES (U.F.) ET MATIÈRES AZOTÉES DIGESTIBLES (M.A.D.)
PRODUITES PAR LE FOIN
(en % des U.F. et de la M.A.D. produites par le foin du traitement sans pâturage)

	A		B		C		D	
	UF	MAD	UF	MAD	UF	MAD	UF	MAD
SP	100	100	100	100	100	100	100	100
P1							94	105
P2	86	81	66	83	66	68	74	85
P3	72	96	51	133	84	114	67	84

TABLEAU IX
UNITÉS FOURRAGÈRES (U.F.) ET MATIÈRES AZOTÉES DIGESTIBLES (M.A.D.)
(PÂTURAGE + FOIN)
(en % des U.F. et de la M.A.D. produites par le foin du traitement sans pâturage)

	A		B		C		D	
	UF	MAD	UF	MAD	UF	MAD	UF	MAD
SP	100	100	100	100	100	100	100	100
P1							103	128
P2	115	127	95	172	81	120	99	152
P3	128	232	98	230	102	216	105	177

TABLEAU X
 PRODUCTION D'UNITÉS FOURRAGÈRES (U.F.)
 SELON LES RYTHMES DE COUPE

	A		C		D	
	indice UF	% regain	indice UF	% regain	indice UF	% regain
C4	100	43	100	38	100	36
C3	139	40	109	32	101	43
C2	138	40	117	36	124	34
C1	178	52	130	47	122	51

TABLEAU XI
 PRODUCTION DE MATIÈRES AZOTÉES DIGESTIBLES (M.A.D.)
 SELON LES RYTHMES DE COUPE

	A		C		D	
	indice MAD	% regain	indice MAD	% regain	indice MAD	% regain
C4	100	56	100	46	100	47
C3	119	47	115	35	140	41
C2	172	63	144	47	163	48
C1	234	61	173	58	214	59

2. Dates de fenaison et nombre de regains

Si nous considérons la combinaison C4 avec un foin tardif et un regain comme référence, l'augmentation du nombre de coupes (C2 et C1) et une fenaison précoce (C1) conduisent à une augmentation modérée d'Unités Fourragères (tableau X) et à une très forte augmentation de matières azotées (tableau XI). En effet, la baisse de matières azotées est rapide pour le premier cycle et bien plus lente pour les suivants. Ces résultats sont importants car ils montrent que, dans un contexte de ressources fourragères limitantes, les regains offrent de larges possibilités pour disposer de ressources hivernales plus importantes, notamment en matières azotées digestibles.

D) Bilan des 4 parcelles étudiées

Nous nous proposons de faire le bilan des rythmes de coupe C1, C2, C3, C4 après le déplacement des mises en défens au printemps. Ces bilans sont donc réalisés en tenant compte du mode d'exploitation d'hiver et de printemps réalisé par l'agriculteur. Les données concernant le pâturage hivernal ont été établies sur les mêmes parcelles pendant l'hiver 1979-1980 (DURU, GIBON, 1981). Ces bilans prennent par ailleurs en compte les effets de la fertilité et de la fertilisation des parcelles : 20 t de fumier après le pâturage de printemps pour les parcelles C et D, 20 t environ tous les deux ans pour la parcelle A.

Les résultats sont mentionnés dans le tableau XII. Ils font nettement apparaître les effets fertilité et fertilisation ainsi que les effets rythme analysés précédemment; les effets de l'altitude sont pris en compte dans le calcul de l'indice. Pour la parcelle A, les données caractérisant le rythme choisi par l'agriculteur sont surestimées car le regain est pâturé courant novembre ou décembre alors que pour le calcul nous avons considéré la date du 28 octobre, période à laquelle la baisse de Matière Sèche et de valeur fourragère ne se manifeste pas encore.

TABLEAU XII
BILAN DES DIFFÉRENTS RYTHMES DE COUPE
(t/ha de M.S., U.F./ha, kg/ha de M.A.D.)

	A			C			D		
	MS	UF	MAD	MS	UF	MAD	MS	UF	MAD
pâturage hivernal				0,6	500	78	0,6	500	78
pâturage de printemps				0,5	400	100	1,4	1420	295
Bilan annuel									
C1	7,1	5360	547	10,4	8140	1173	8,4	6880	1005
C2	5,8	4125	404	10,2	7390	982	9,5	6986	855
C3	5,9	4160	280	9,7	7017	838	9,5	6026	800
C4	4,3	3020	234	9,2	6460	753	9,2	5973	668
Rythme agriculteur	5,9	4160	280	9,7	7017	838	8,0 ⁺	6500 ⁺	830 ⁺

⁺ Données estimées.

III. - DISCUSSION

A) Reproductibilité des rythmes de coupe

Les effets rythme de coupe sont apparus nettement, tant pour les valeurs fourragères que pour la matière sèche produite. Les rythmes les plus performants mobilisent cependant plus d'éléments minéraux dans la mesure où les coupes sont plus nombreuses et les repousses exploitées à un stade plus jeune. On peut alors penser que pour être reproductibles, sur une parcelle donnée, les rythmes les plus performants exigeront une fertilisation supérieure sous peine de voir les écarts de production réduits. Il

TABLEAU XIII
EXPORTATIONS EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX
SELON LES RYTHMES DE COUPE (kg/ha)

	A			C			D		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
pâturage hivernal				17	2,4	18	17	2,4	18
pâturage de printemps				22	2,4	15	57	7,3	42
Bilan annuel									
C1	145	12,4	91	272	39,2	339	225	29,1	214
C2	108	9,5	72	238	29,5	260	207	27,3	221
C3	90	7,8	79	213	26,2	227	198	25,8	210
C4	70	5,7	45	195	29,3	242	168	21,5	173
Rythme agriculteur	90	7,8	79	213	26,2	227	188 ⁺	23 ⁺	190 ⁺

⁺ Données estimées.

importe donc de comparer la gamme des situations testées aux choix réalisés par les agriculteurs.

Le tableau XIII montre que le rythme de coupe adopté par les agriculteurs sur les parcelles A, B, C correspond aux rythmes C3 ou C4 qui mobilisent le moins d'éléments minéraux.

Les écarts entre résultats que nous avons provoqués en adoptant des séquences de coupe différentes ne sont donc reproductibles à terme que si les parcelles correspondant aux rythmes les plus performants reçoivent une fertilisation qui compense au minimum les différences d'exportation. Un dispositif a été mis en place pour contrôler et évaluer ces effets.

B) Intérêt et limite de la méthode

1. Mesure des productions et évaluation des valeurs fourragères

Les productions ont été obtenues sur de petites placettes. Or, compte tenu de l'hétérogénéité des grandes parcelles, les rendements en placettes contiguës sont souvent supérieurs aux rendements moyens de la parcelle. Par ailleurs, les pertes de matière sèche à la récolte, tant pour la fauche que pour la pâture, peuvent être importantes par rapport aux références mesurées sur placettes. Pour calculer les valeurs fourragères, notamment celles correspondant aux coupes stockées, les analyses chimiques ont été réalisées sur les prélèvements en vert alors que les pertes par fanage au champ ne sont pas négligeables, même par beau temps (PLANCQUAERT, 1980).

Les données présentées dans le tableau XII sont donc surestimées. Toutefois, après corrections, les écarts entre séquences de coupe seraient voisins.

2. Production de matière sèche et climat

La méthode choisie permet de prendre en compte les effets de la durée de repousse et du climat sur la production d'une coupe donnée. Les données climatiques qui ont servi à établir ces relations proviennent de 3 niveaux d'altitude et correspondent donc à 3 climats différents. Cependant, les écarts entre stations pour une année donnée ne recouvrent pas la gamme des variabilités interannuelles. C'est pourquoi il y a lieu de poursuivre la collecte de données afin de caractériser les liaisons entre le climat et la durée de repousse d'une manière plus fiable. L'étude des relations vaut surtout par la méthode, valable pour une gamme de durée de repousse donnée.

3. Utilisation des références

Les données collectées constituent des références qui vont permettre tout d'abord de caractériser les pratiques des agriculteurs. Pour interpréter et connaître les marges de manœuvre dont ils disposent, il importe d'étudier le fonctionnement des systèmes fourragers afin de détecter les contraintes qui s'opposent à des modifications de mode d'exploitation des

prairies. Par ailleurs, plus que le bilan global, ce sont les besoins et disponibilités saisonnières qu'il importe d'étudier: «Que vaut une unité fourragère de plus si elle est disponible en mai alors qu'on ne peut pas la récolter et qu'on en a besoin en août?» (OSTY et al., 1980).

Pratiques des agriculteurs

I. - DESCRIPTION

1. Méthode d'étude

Les enregistrements réalisés par le groupe de recherche Pyrénées pendant 3 ans sur une dizaine d'exploitations concernent principalement les éléments de gestion technique et économique. Nous cherchons à repérer et à évaluer les différentes étapes (conduite des surfaces fourragères et des troupeaux) qui conduisent à un résultat donné compte tenu des objectifs de l'agriculteur et de l'environnement de l'exploitation. La prise en compte de l'enchaînement des décisions et de la mise en œuvre des techniques qui s'ensuivent est une clé pour comprendre les pratiques des agriculteurs.

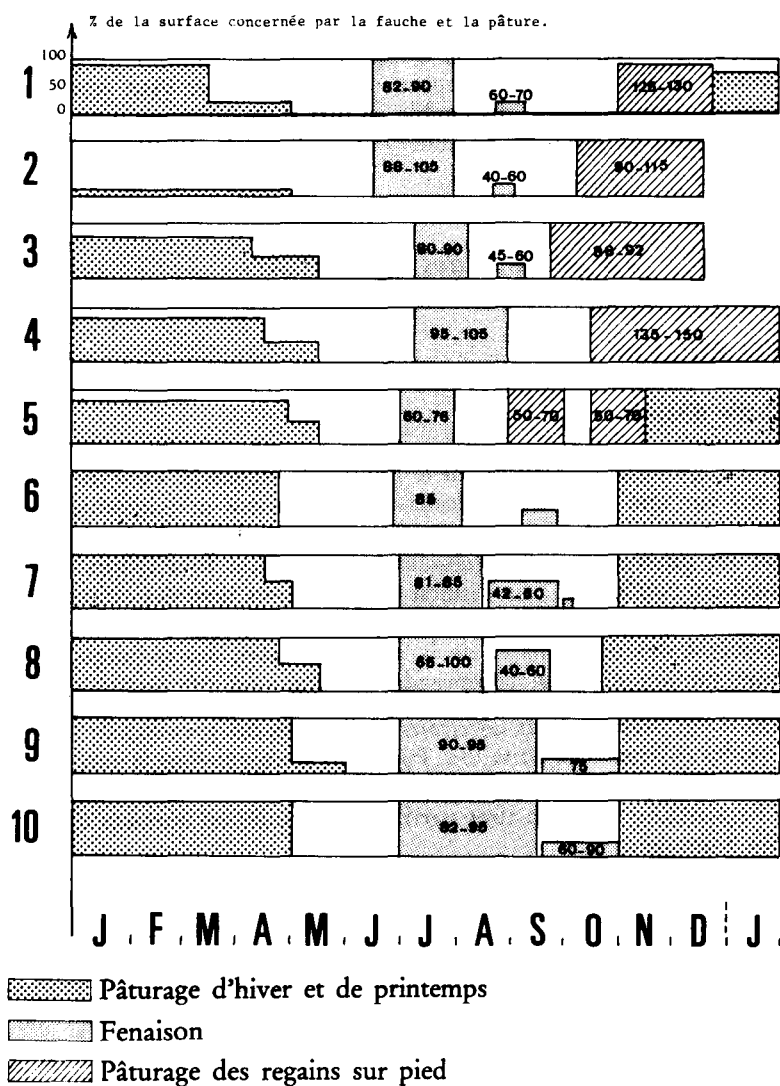
Dans le cas présent, nous décrivons l'utilisation des parcelles de fauche par les modes et dates d'exploitation. Puis nous interpréterons la succession des interventions de fauche et de pâture en considérant les moyens dont dispose l'agriculteur pour en tirer parti et la place de ces surfaces dans le calendrier fourrager.

Pour présenter et interpréter ces résultats, nous devons tenir compte de deux difficultés.

a) Il existe une variabilité interannuelle liée d'une part aux perturbations dues au climat et d'autre part à d'éventuels changements de structures: surface, chaîne de récolte.

Pour une structure donnée du système fourrager, les pratiques concernant les rythmes d'exploitation comportent:

FIGURE 4
RYTHME D'EXPLOITATION DES PRAIRIES
SELON LES EXPLOITATIONS AGRICOLES



— une composante stratégique qui est généralement stable sur plusieurs années tel le pâturage ou non des prés de fauche au printemps,

— une composante tactique qui correspond à la mise en œuvre même des techniques. Ainsi, selon les aléas du climat, le pâturage, la fenaison seront retardés ou non. Ces modifications saisonnières sont importantes car elles influenceront directement sur la qualité et la quantité des disponibilités fourragères.

De ce fait, pour la présentation des données, nous indiquerons les moyennes des 3 années d'observation qui reflètent la stratégie choisie par l'agriculteur. Puis, nous tiendrons compte des ajustements liés au climat en considérant les variations interannuelles.

b) Le pâturage et la fenaison se caractérisent par une durée ; du fait même que toutes les parcelles ne peuvent être exploitées simultanément, il est alors réducteur de ne considérer que des moyennes.

Donc, pour prendre en compte l'enchaînement des interventions et détecter les blocages ou les modifications possibles, il est nécessaire de procéder à des enregistrements par parcelle ou groupe de parcelles.

2. Présentation des données

Les principales caractéristiques des exploitations : surface fauchée et rendement moyen, type de production animale, chaîne de récolte sont présentés dans le tableau XIV. Les données concernant les rythmes d'exploitation des prairies sont présentées figure 4.

Pour la fenaison, qu'il s'agisse de foins ou de regains, nous avons mentionné la période habituelle de coupe et les variations du nombre moyen de jours de repousse observées sur 3 ans. Cette donnée est calculée par parcelle et est pondérée par la quantité de foin récolté.

Pour le pâturage d'automne, il est possible de connaître la période et la durée du pâturage des réserves sur pied (cas 1 à 5) car les parcelles sont exploitées successivement et individuellement. Par contre, pour les cas 6 à

TABLEAU XIV
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOITATIONS
 (données 1979)
 (UT: Unité Travailleur)

cas	altitude (m)	surface fauchée (ha)	MS (t/ha) moyenne foin	chaîne de récolte	UGB	
					ovin	bovin
1	600	11,7	4,2	2 tracteurs 3 UT (+ ensilage)	6	40
2	600	8,6	3,8	2 tracteurs 2 UT	.	35
3	750	4,7	2,4	2 tracteurs 2 UT (pour 9 ha)		10
4	600	11,5	2,7	2 tracteurs 2 UT		25
5	600	5,3	2,4	1 tracteur 2 UT	17	
6	1000	5,6	2,0	1 tracteur 1 UT	30	
7	1000	8,2	3,1	1 tracteur 2 UT	19	26
8	1000	10,8	2,7	1 tracteur 2 UT	5	17
9	1250	10,6	2,2	1 tracteur 2 UT (+ ensilage)	22	15
10	1250	16,3	2,7	2 tracteurs 2 UT	4	39

10, le pâturage d'automne étant collectif et l'exploitation des parcelles n'étant pas individualisée, il n'est pas possible de fixer la limite entre la fin du pâturage des réserves et le début du pâturage de la repousse hivernale.

Ces données font apparaître des rythmes diversifiés types. Les plus simples ne comprennent que deux exploitations dans l'année (cas 2). Dans la majorité des cas, nous avons un pâturage de printemps, la fenaison, un regain engrangé correspondant à moins de la moitié de la surface fauchée et un pâturage d'automne. Nous avons donc 3 ou 4 exploitations selon les parcelles. Les différences essentielles proviennent alors de la durée écoulée entre chaque exploitation qui influera directement sur la valeur fourragère.

Prés de fauche

II. - INTERPRÉTATION

A) Place des stocks de fourrage

1. La coupe de foin

Le nombre de jours de repousse écoulés entre le pâturage de printemps et la fenaison est un indicateur qui peut être utilisé à deux fins. D'une part, il permet, comme nous l'avons vu dans la première partie, de savoir si la coupe se situe à la fin du ralentissement de la courbe de croissance ou très largement après. Les enregistrements réalisés dans les exploitations montrent qu'une faible partie de la surface est récoltée avant 70 jours de repousse, sauf dans le cas 5. Les récoltes correspondent donc dans la majorité des cas à une phase de stagnation, voire de diminution de la matière sèche. D'autre part, le nombre de jours est un indicateur de la valeur fourragère. En effet, des analyses chimiques réalisées soit sur une parcelle donnée, soit sur les foin moyens d'une exploitation dont nous avons calculé le nombre moyen de jours de repousse, montrent une bonne liaison du nombre de jours avec les teneurs en cellulose brute et en azote (figure 5).

Une même valeur moyenne de jours de repousse peut donc recouvrir plusieurs réalités puisque cet indicateur dépend d'une part de la date d'arrêt du pâturage au printemps et de son étalement, selon que le pâturage est différencié ou non entre les parcelles, et d'autre part de la durée de la fenaison, elle même fonction de la surface à faucher et de la capacité de la chaîne de récolte: main d'œuvre et matériel (figure 6). Bien distinguer l'effet de ces facteurs est important car les situations bloquées ne seront pas susceptibles d'être améliorées de la même manière.

Un arrêt de pâturage de printemps étalé dans le temps (cas 1, 3 et 4) présente l'avantage de réduire la variabilité interparcellaire du nombre de jours de repousse. Le prolonger sur une partie de la surface fauchée permet ainsi de réduire la proportion de foin récolté à un stade avancé.

La gamme de situations observées permet de vérifier que la durée de fenaison dépend à la fois de la surface à faucher et de la capacité de la chaîne de récolte, appréciée par le nombre de personnes et de tracteurs

FIGURE 5
ÉVOLUTION DES TENEURS EN AZOTE ET CELLULOSE
D'UN PREMIER CYCLE EN FONCTION
DU NOMBRE DE JOURS DE REPOUSSE

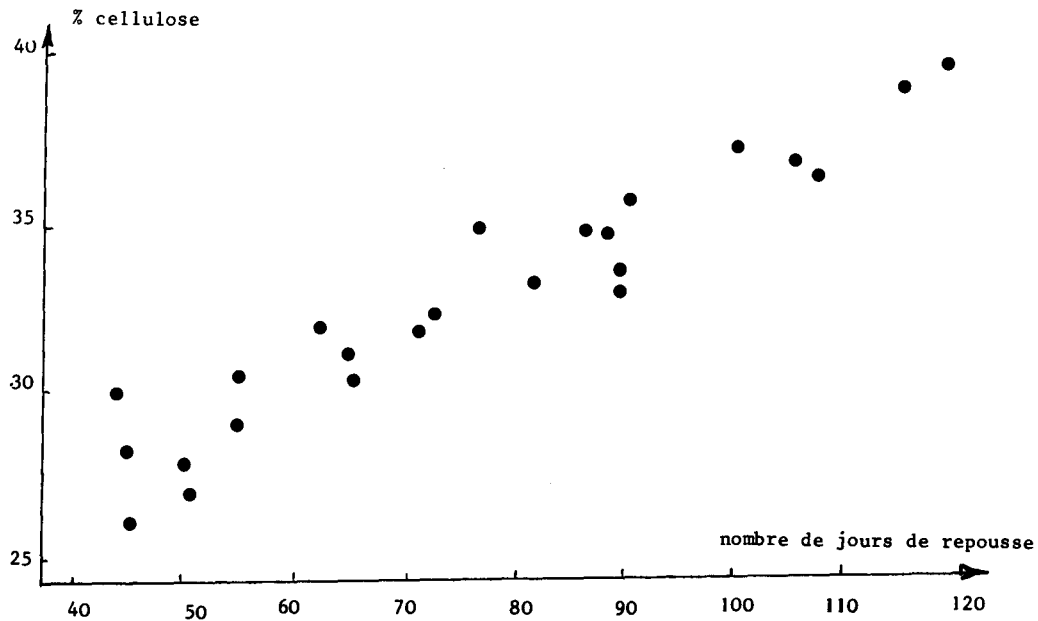
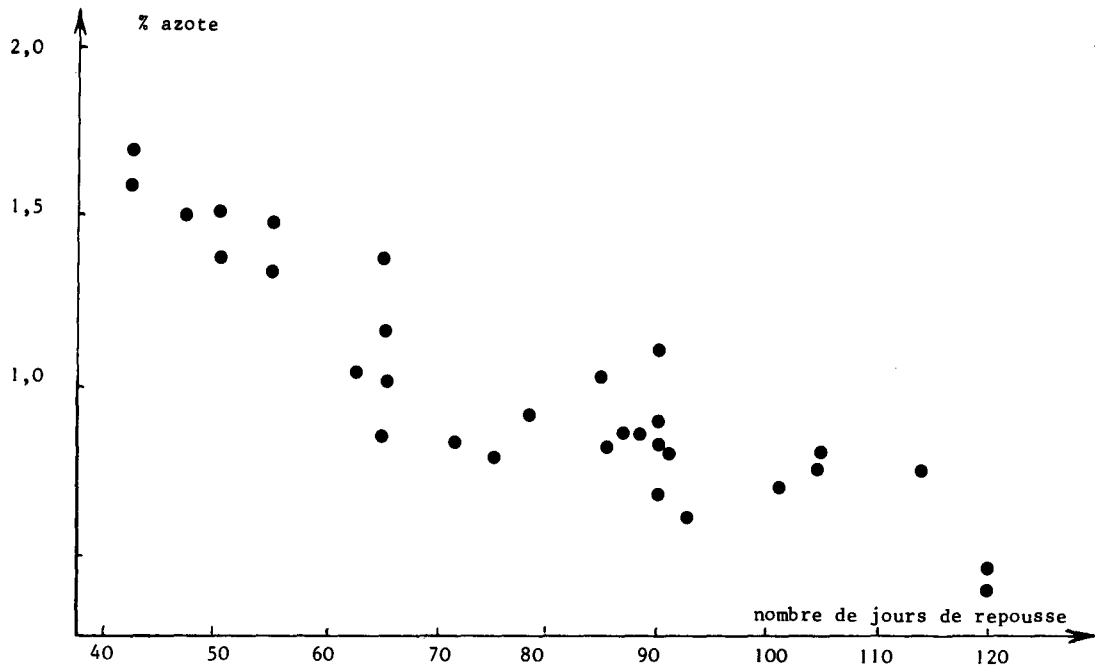
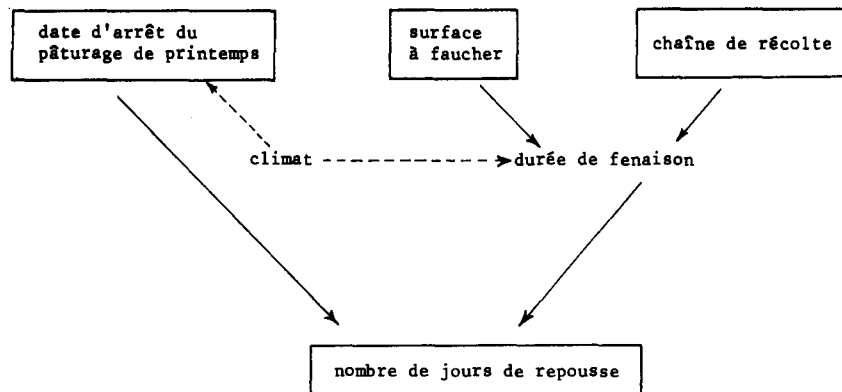


FIGURE 6
DÉTERMINANTS DU NOMBRE DE JOURS DE REPOUSSE

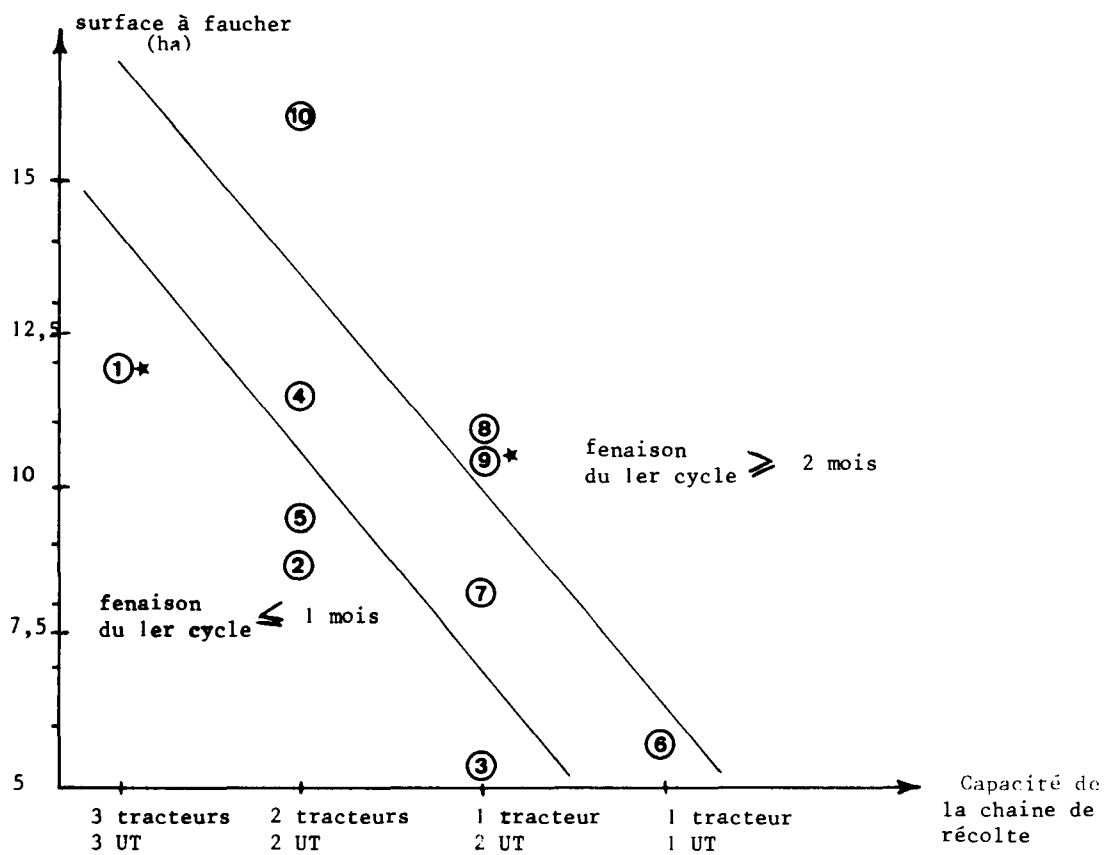


disponibles (figure 7). Le nombre de jours de repousse dépend alors des durées de la fenaison et du pâturage de printemps (figure 8). Les données moyennes concernant le nombre de jours moyens de repousse ne font pas apparaître des différences importantes entre exploitations, sauf pour le cas 5. Ceci est lié au fait que les exploitations qui disposent des chaînes de récolte de bonne capacité (cas 1, 2, 4, 5, 10) ont des surfaces à faucher plus importantes (10, 14) ou une durée de pâturage de printemps faible (1, 2).

Pour des structures d'exploitation et une chaîne de récolte données, la durée de fenaison sera influencée annuellement par la pluviométrie estivale. En effet, si on considère comme minimum des périodes de 3 jours consécutifs sans pluie pour faucher et stocker une surface donnée, les variations interannuelles de ces laps de temps cumulés sont importantes d'une année à l'autre (figure 9). Les jours disponibles sont d'une manière générale plus faibles en juin que pour les autres mois de l'été.

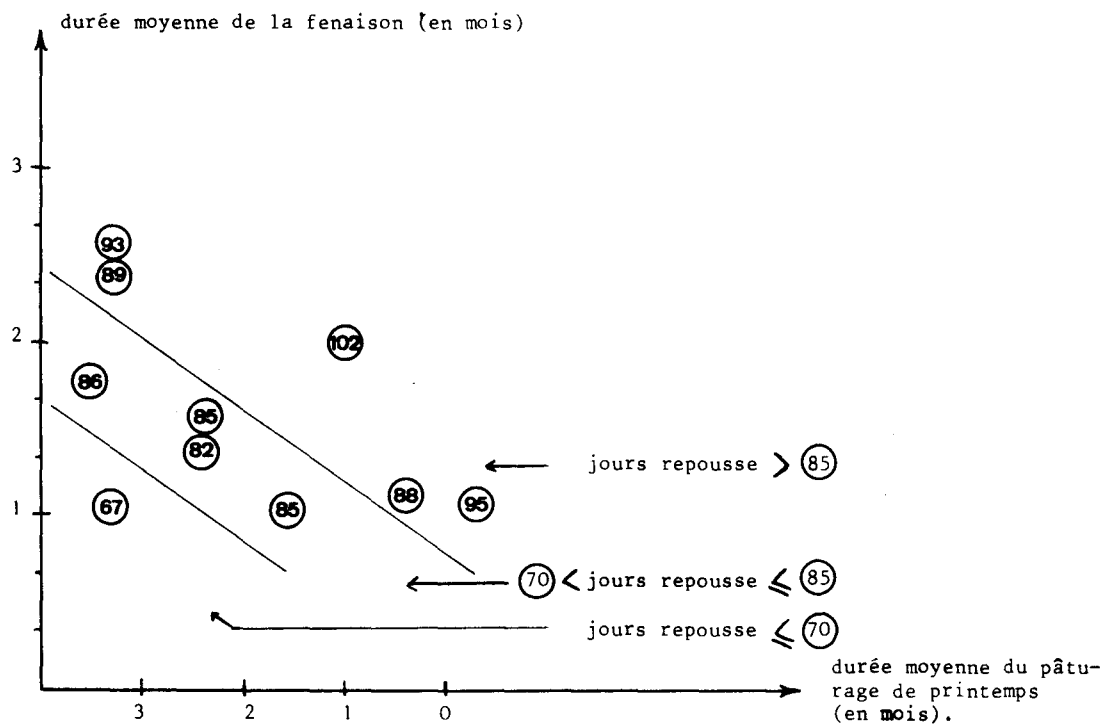
Dans le cas d'années pluvieuses, ou bien une partie du foin est mouillée, ou bien la récolte est retardée pour correspondre à une période plus favorable. Dans les deux cas, la qualité du foin est moindre.

FIGURE 7
DURÉE MOYENNE DE LA FENAISON SELON LA SURFACE A FAUCHER
ET LA CAPACITÉ DE LA CHAÎNE DE RÉCOLTE



★ Ensilage d'une partie de la récolte
 1 Exploitation n° i
 UT Unité travailleur

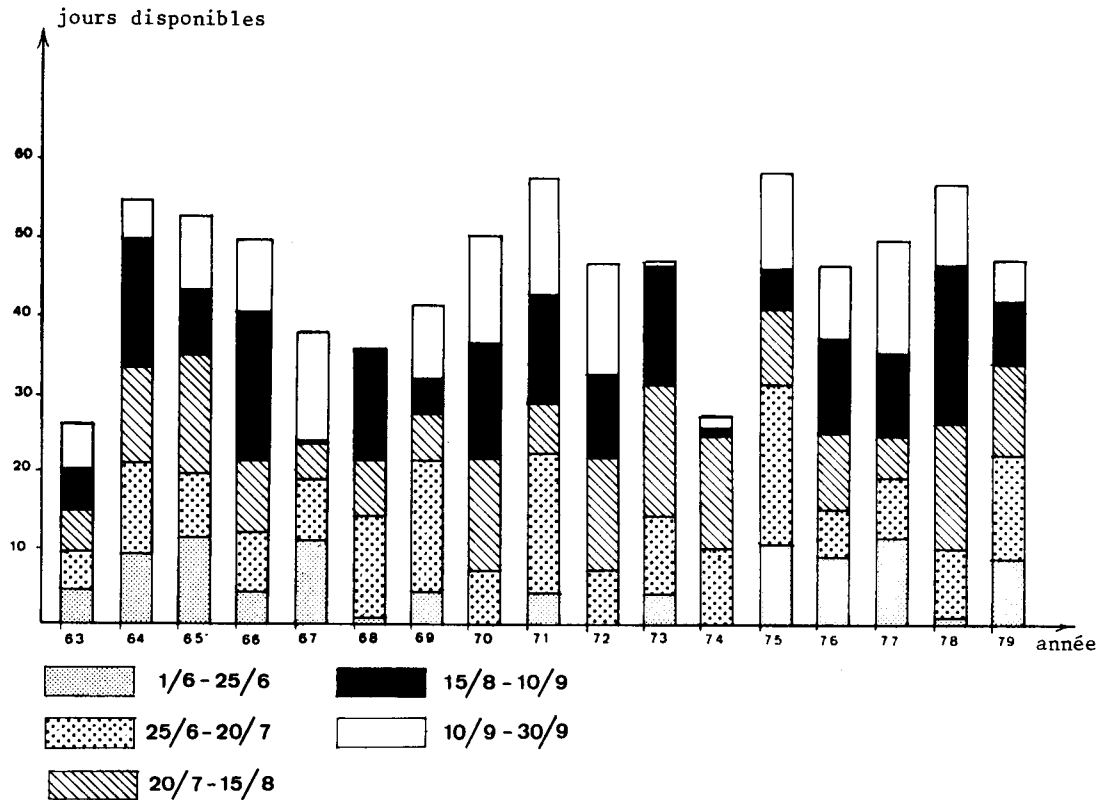
FIGURE 8
NOMBRE DE JOURS DE REPOUSSE MOYEN
SELON LES DURÉES DE FENAISON ET DE PÂTURAGE AU PRINTEMPS



2. Récolte des regains

D'une manière générale, un arbitrage est réalisé entre les regains stockés en grange et ceux consommés sur pied. Cette dernière stratégie est le fait des exploitations qui ont la maîtrise individuelle de leurs parcelles dans les Pyrénées (cas 1 à 5). Les autres exploitations sont situées dans des communes où est

FIGURE 9
VARIATIONS INTERANNUELLES DE LA PLUVIOMÉTRIE ESTIVALE
 (altitude 1 000 m) (somme des périodes de 3 jours consécutifs sans pluie)



pratiquée la vaine pâture à partir du début de l'automne et n'ont donc pas cette possibilité.

82 Le pourcentage de la surface fauchée en regain est dans la plupart des cas peu important, alors que cette ressource pourrait constituer un apport *Prés de fauche*

TABLEAU XV
ANALYSES DE QUELQUES FOINS ET REGAINS MOYENS

exploitation	foin		regain	
	% azote	% cellulose	% azote	% cellulose
1	1,20	36,5	2,4	27
2	1,35	32,8	2,1	28
3	1,40	36,0	2,3	26
4	1,40			
5	1,35	36,0		
6	1,40	1,5		
7	1,55	33,5	2,4	28
8	1,50	34,0	2,8	23
9	1,40	32,0	2,9	28
10	1,30	34,0	2,7	27

important pour les animaux en production, par la matière sèche et surtout par la valeur fourragère que représentent ces regains comparativement aux foins récoltés (tableau XV).

3. Diagnostic de la fenaison

Les éléments présentés ci-dessus font apparaître des exploitations ayant des contraintes d'intensités différentes :

— les unes peuvent facilement augmenter la quantité et la qualité des stocks fourragers ;

— chez les autres, cette modification implique des changements de fertilisation et/ou de chaîne de récolte.

TABLEAU XVI
INFLUENCE DE LA DURÉE DE LA FENAIISON
SUR LA FAUCHE DES REGAINS
DANS DEUX DES EXPLOITATIONS SUIVIES

exploitation	fin des foins	% surface fauchée en regain
8	1978 : mi - août	100
	1979 : début septembre	55
	1980 : fin août	80
10	1978 : mi - septembre	16
	1979 : mi - octobre	3
	1980 : fin août	50

Dans le premier cas, nous avons :

— les exploitations qui pratiquent peu le pâturage au printemps (cas 1 et surtout 2),

— les exploitations chez lesquelles la durée de fenaison du premier cycle est brève, ce qui laisse la possibilité d'augmenter la surface fauchée en regain (cas 1, 2, 3, 4, 6). Lorsqu'une année donnée les rendements en foin sont faibles, ces exploitations ont la possibilité d'augmenter la surface en regain pour compenser la faiblesse des stocks, car les ressources à pâturer ne sont pas limitantes : estives et zones intermédiaires.

Dans le cas contraire, la fin des foins étant tardive, les possibilités de récolte des regains sont limitées et dépendent alors de la pluviométrie estivale. Les données du tableau XVI montrent bien cette dépendance.

B) Place du pâturage

84 Cette étude ne peut se dissocier de celle de l'utilisation de l'ensemble des surfaces fourragères dans la mesure où le pâturage des prés de fauche

Prés de fauche

assure le plus souvent une transition entre l'affouragement hivernal et l'utilisation des zones intermédiaires au printemps et vice versa à l'automne.

1. Pâturage de printemps

Selon les années et l'altitude, les troupeaux ne peuvent prélever la totalité de leur ration sur les zones intermédiaires qu'à partir de début avril ou début mai. Sur les prés de fauche, des stocks plus importants sont disponibles plus tôt car leur niveau de fertilité est supérieur.

Retarder le pâturage de printemps au-delà de ces dates n'est donc pas souhaitable car on diminue la récolte potentielle de foin, alors qu'on a intérêt à utiliser au maximum les zones intermédiaires dans le cas de surfaces fauchables limitées.

Limiter le pâturage de printemps conduit inversement à disposer de stocks en grange plus importants mais la production globale, pâturage + stocks, est alors plus faible. L'arbitrage entre le prolongement et l'arrêt du pâturage au printemps correspond donc à une décision importante dont les déterminants sont en outre changeants selon les données climatiques.

2. Pâturage d'automne

Pour les exploitations où il n'y a pas de vaine pâture, le début du pâturage d'automne est subordonné à la descente des troupeaux des zones intermédiaires (cas 1, 2 et 4). Prolonger le pâturage sur ces surfaces permet de les utiliser au mieux mais conduit à retarder jusqu'en novembre ou décembre l'utilisation des regains sur pied. Il peut y avoir alors comme nous l'avons signalé des pertes importantes tant en matière sèche qu'en valeur fourragère. Cependant, ces réserves sur pied permettent de limiter les rations distribuées à l'étable en automne et au début de l'hiver. Les charges de travail liées à l'affouragement et à la manutention du fumier sont diminuées.

Pour les exploitations où il y a vaine pâture (cas 5 à 10), les troupeaux descendent généralement fin octobre - début novembre des zones intermédiaires. Les prés de fauche sont alors utilisés collectivement. Les quantités

TABLEAU XVII
 DURÉE D'UTILISATION DES ZONES INTERMÉDIAIRES
 A L'AUTOMNE
 DANS DEUX DES EXPLOITATIONS SUIVIES
 (en jours)

exploitation	1978	1979	1980
1	51	64	60
4	43	46	34

de regain sur pied dépendent des dates de fin de fenaison. Pour les parcelles où le regain a été engrangé, il n'y a pratiquement pas de repousse ; pour les autres, cette repousse correspond à des durées de 30 à 60 jours.

3. Diagnostic du pâturage

Pour les exploitants qui pratiquent peu le pâturage au printemps (cas 1 et surtout 2), les résultats présentés dans la première partie montrent qu'un prolongement du pâturage diminuerait les besoins en stock de l'hiver n sans amputer la valeur fourragère des réserves pour l'hiver $n + 1$.

En cas d'aléa climatique, tel un printemps tardif qui allonge la durée de l'hiver, les exploitations qui ont les stocks par tête ou les reports les plus importants seront peu sensibles. Pour les autres, des ajustements doivent être mis en œuvre. Ce peut être l'achat de foin ou de paille, le pâturage de parcelles non utilisées habituellement au printemps (10% de la surface fauchée pour le cas 2 en 1979) ou le prolongement du pâturage (pour les cas 8 et 10, le pâturage a été prolongé de 15 jours sur toute la surface en 1979). Dans cette dernière situation, la résolution de la contrainte de printemps se répercutera sur les stocks de l'année suivante.

A l'automne, pour les exploitations où il n'y a pas de vaine pâture, les zones intermédiaires jouent, en fait, un rôle tampon : si les réserves de regain sur pied sont importantes, les troupeaux seront descendus plus tôt et

bénéficieront de ressources de meilleure valeur fourragère. Par contre, dans le cas contraire, le prolongement du pâturage sur ces zones intermédiaires permettra de préserver les regains, sauf si les premières neiges contraignent les troupeaux à descendre plus tôt. L'observation des calendriers fourragers des exploitations montre bien ce rôle des zones intermédiaires (tableau XVII).

Si la pratique des regains sur pied simplifie le travail dans l'exploitation, elle correspond à une sous-utilisation des surfaces de fauche puisque la durée de repousse est longue et que la consommation se fait alors qu'il y a eu perte de matière sèche et de valeur fourragère. Cette pratique est donc cohérente dans l'exploitation mais sa généralisation conduit à disposer de surfaces fauchées importantes, relativement au cheptel.

CONCLUSION

Point de vue agricole

Nous avons montré que le potentiel fourrager était sous-exploité compte tenu des rythmes d'exploitation couramment pratiqués. Au niveau de la parcelle, la meilleure utilisation des prairies de fauche correspond à un pâturage suivi d'une coupe de foin précoce ou d'un ensilage et d'un ou deux regains. Pour une autre gestion des surfaces fourragères, nous avons mis en évidence dans les exploitations des contraintes liées à la chaîne de récolte, à la gestion du pâturage et à la place des prés de fauche dans le calendrier fourrager.

La chaîne de récolte comme principal facteur limitant conduit à des foins de qualité médiocre et à une faible proportion de regain fauché. Actuellement, les situations les plus favorables correspondent aux exploitations qui sont les mieux équipées et qui disposent de la main d'œuvre la plus importante, relativement à la surface à faucher. Comme il est difficile d'envisager une augmentation de la force de travail pendant l'été, c'est sur l'équipement qu'il est possible d'intervenir. Notons que l'ensilage conduit à des difficultés d'accès au silo en cas d'hiver fortement enneigé (hiver 77-78, 80-81 pour les altitudes les plus élevées) ou de manutention importante si les bâtiments sont mal équipés. Le séchage en grange constitue une voie à

prospector si les bâtiments de stockage anciens peuvent être facilement aménagés. Les divers équipements seront d'autant plus facilement amortis que la surface fauchée en regain sera plus importante. Il importe donc de ne pas négliger pour autant les autres voies possibles : la gestion du pâturage de printemps (durée, arrêt échelonné par quartier) dans la mesure où les jours disponibles pour la fenaison sont faibles en juin. De même tous les aspects de gestion doivent être interprétés compte tenu de la fertilité et de la fertilisation des parcelles. Une gestion conduisant à une plus forte productivité exigera une fertilisation plus intensive à terme.

Un deuxième aspect important du mode d'exploitation des prairies concerne leur sensibilité aux aléas du climat. En effet, pour s'en affranchir, deux possibilités s'offrent à l'agriculteur : ou bien disposer de capacités importantes (équipement, surfaces, stock par U.G.B. élevé relativement aux besoins moyens...) ou bien disposer de capacités plus faibles et s'affranchir des contraintes climatiques a posteriori, au coup par coup (DURU, CHARPENTEAU, 1981). Ainsi, le handicap à la fenaison d'un pâturage prolongé au printemps du fait d'un hiver long peut très bien être levé par un supplément d'azote (FRAME, 1970). De la même manière, l'agriculteur est amené à choisir entre disposer d'une quantité de foin importante pour surmonter les variations d'enneigement et de longueur de l'hiver, ou en acheter. La résolution de ces questions demande une bonne connaissance des différentes phases de l'élaboration d'une production. La caractérisation de l'état de la végétation, la connaissance des interventions possibles à mettre en œuvre pour parvenir à l'objectif souhaité malgré les diverses perturbations introduites sont un préalable pour assurer un pilotage satisfaisant des productions.

Point de vue méthodologique

La prise en compte simultanée des facteurs climatiques sous forme d'un indice et de la dynamique de la courbe de croissance d'un cycle donné nous a permis de relier une production fourragère au climat suivant la séquence de coupe pratiquée. Ces relations sont intéressantes, non pas pour choisir le rythme le plus performant, mais pour évaluer les conséquences d'un choix donné et connaître les possibilités de rattrapage liées à un aléa climatique.

Les données collectées en exploitation ne sont pas, dans le cas présent, suffisantes pour évaluer a posteriori la gamme des situations plante-milieu-technique rencontrées ou possibles. C'est pourquoi les références obtenues sur placettes constituent une phase importante du travail. Elles ne sont néanmoins pas suffisantes car les blocages liés aux possibilités de modification de rythmes ne sont analysables qu'au niveau des exploitations. La démarche adoptée qui combine d'une part des enquêtes de situation et des suivis techniques et d'autre part, des dispositifs de mesure de l'effet d'une gamme d'interventions (Groupe de Recherche non sectorielle, 1981), permet de situer les contraintes et de proposer des moyens pour les lever. Dans le cadre des exploitations agricoles, pour juger de l'impact sur la production fourragère d'une modification du mode d'exploitation des prés de fauche, nous n'en sommes restés qu'à des appréciations qualitatives qu'il conviendrait de chiffrer pour chaque cas.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un contrat D.G.R.S.T. (gestion des ressources naturelles renouvelables) concernant l'étude des « possibilités et conditions du maintien ou du développement de l'élevage dans les Pyrénées Centrales ». Il s'inscrit dans la démarche d'ensemble de l'équipe pluridisciplinaire travaillant sur ce programme.

M. DURU

*Station d'Agronomie
Unité de recherche sur les systèmes
agraires et le Développement
I.N.R.A. Toulouse*

*avec la participation technique de
R. VIARD
et L. SOS*

*Station d'Agronomie
I.N.R.A. Toulouse*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARNAUD R., DE MONTARD X., NIQUEUX M. (1978): « Influence du mode d'exploitation sur la production d'une prairie permanente en altitude », *Fourrages* n° 75.
- BROUGHAM R.W. (1959): « The effects of season and weather on the growth rate of a ryegrass and clover pasture », *N. Z. J. agric. Res.* 2, 283-296.
- COLLINS P., Mc CARRICK R.B. (1969): « Effect of time and frequency of cutting on total and seasonal production of herbage », *Ir. J. agric. Res.* 8, 29-40.
- DURU M., GIBON A., LANGLET A., FLAMANT J.C. (1979): « Recherche sur les problèmes pastoraux pyrénéens » in « Pâturage d'altitude et parcours méditerranéens », *X^e Journée du Grenier de Theix*, 231-256.
- DURU M., CHARPENTEAU J.L. (1981): « Working of the farming system in the Pyrénées. Elaboration of a model of constitution and utilisation of hay stocks », à paraître in *Agricultural System*.
- DURU M., GIBON A. (1981): « Disponibilités hivernales pour le pâturage dans les Pyrénées Centrales. Premières observations sur les prés de fauche », *C.R. Acad. Agr. Fr.*, t 67, n° 2.
- EDELSTEN P.R., CORRAL A.J. (1979): « Regression models to predict herbage production and digestibility in a non regular sequence of cuts », *J. - agri. Sci. Camb.*, 575-585.
- FRAME J. (1970): « The effect of winter grazing by sheep on spring and early summer pasture production », *J. of British Grassland Soc.*, n° 25, 2.
- GILLET M. (1980): *Les graminées fourragères - Description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe*. Collection « Nature et Agriculture » Gauthier - Villars.
- GROUPE DE RECHERCHES NON SECTORIELLES (1981): « Aperçu méthodologique sur l'étude in situ des relations plante-milieu-technique », Rapporteur R. GRAS - à paraître.
- I.N.R.A. (1978): *Alimentation des ruminants*, Ed. I.N.R.A. - Publications, 78000 Versailles.
- OSTY P.L., BONNEMAIRE J., DEFFONTAINES J.-P. (1980): « Observations sur l'agriculture en zones défavorisées à partir de recherches sur le fonctionnement des exploitations agricoles », *C.R. Acad. Fr.*, 66 (4), 361-375.
- PLANCQUAERT P. (1980): « Méthodes d'élaboration et d'amélioration des systèmes », *Perspectives agricoles, Spécial Système fourrager*.
- 90 TURC L. (1972): « Indice climatique de potentialité agricole », *Sciences du Sol*, n° 2.