

# Modélisation de la production fourragère dans une vallée des Préalpes : application à la mise à l'herbe en exploitation

B. Coppel, M. Etienne

**L'**organisation de l'utilisation des ressources fourragères sur un territoire donné est un facteur déterminant du bon fonctionnement des exploitations d'élevage. Bien que débouchant sur le même type de produit (agneau dit de Sisteron), basé sur la mise en œuvre de systèmes d'élevage relativement peu diversifiés (MSIKA et HUBERT, 1989), chaque éleveur des Préalpes est confronté à des conditions écologiques très contrastées et doit mobiliser un ensemble de faciès végétaux dont la productivité, la dynamique, la saisonnalité, la structure et la composition sont extrêmement variables.

Afin de faciliter ces prises de décision, la modélisation de la production fourragère dans les Préalpes a été abordée dans le cadre d'un bassin-versant situé dans l'étage bioclimatique méditerranéen humide à variante froide (la vallée des Duyes), sur trois exploitations d'élevage affectant la majeure partie de leur SAU (Surface Agricole Utile) à la production fourragère. Il s'agit d'élaborer des modèles de

---

## **MOTS CLÉS**

Evapotranspiration réelle, exploitation agricole, mise à l'herbe, modélisation, pâturage, prairie de montagne, production fourragère, somme de températures.

## **KEY-WORDS**

Actual evapotranspiration, cumulated temperatures, farm, forage production, grazing, modeling, mountain pasture, turnout.

## **AUTEURS**

Unité d'Ecodéveloppement, I.N.R.A., BP 91, F-84143 Monfavet cedex.

production pour les principaux types de ressources fourragères et de tester leur application à l'échelle du territoire d'exploitations agricoles. Dans ce but, les principaux types de prairies permanentes et temporaires ont été étudiés pendant deux années, pour un même type de sol (argile issue de poudingue), le long d'un gradient altitudinal sur lequel des données de précipitations et de température étaient disponibles à intervalle échelonné (3 stations météorologiques pour un dénivelé de 700 m). Les modalités de croissance de la prairie permanente ayant été présentées par ailleurs à partir de la pelouse à brome érigé (COPPEL et ETIENNE, 1992), nous développerons ici les résultats obtenus sur les prairies temporaires et l'application d'un modèle global au problème de la mise à l'herbe à l'échelle d'une exploitation.

## Matériel et méthodes

Comme référence, nous avons choisi une prairie très productive implantée au printemps 1986 sur sol bien drainé mais issu de poudingues, fertilisée à 130 kg N/ha/an et utilisée en déprimage, fauche et pâture des regains. Les espèces dominantes sont le ray-grass d'Italie *Lolium italicum*, le sainfoin *Onobrychis sativa* cv. Fakir et la fétuque élevée *Festuca arundinacea* cv. Clarine. Cette prairie (notée RGI) a été comparée à 8 prairies mixtes faiblement fertilisées, à base de mélanges de fétuque élevée, dactyle, sainfoin ou luzerne (tableau 1). Chaque type de prairie a été caractérisé par des critères agroclimatiques évaluant la productivité fourragère (phytomasse, composition botanique) et selon différentes modalités d'utilisation (déprimage, pâturage tardif de printemps, pâturage de regain après fauche). Un essai de fertilisation a été appliqué à l'ensemble du dispositif en effectuant, sur des microparcels, un apport complémentaire de 60 kg d'azote en début de printemps.

Prairies	Code	Graminée semée	Légumineuse semée	Autres graminées	Autres légumineuses	Autres
Ray-grass - sainfoin	RGI	60	25	5	6	4
Fétuque Clarine - trèfle	Cl	52	34	0	9	5
Fétuque Jebel - sainfoin	Je	51	19	21	0	9
Fétuque Manade 1	Ma1	90	0	0	0	10
Fétuque Manade 2 fertilisée	Ma2	83	0	5	0	12
Luzerne Magali - dactyle Cambria	MgCa	30	65	0	0	5
Sainfoin Fakir - dactyle Cambria	FaCa	10	38	5	31	16
Dactyle Cambria - sainfoin Fakir	CaFa	64	27	7	0	2
Sainfoin Fakir	Fa	0	92	5	0	3

TABLEAU 1 : Composition botanique des prairies temporaires étudiées (% de la phytomasse).

TABLE 1 : Botanical composition of the studied leys (% of phytomass).

— Phytomasse : Le suivi de la phytomasse a été effectué pendant deux ans sur des micro-parcelles mises en défens sur des secteurs où la prairie était bien installée. Dans chaque enclos de 3 m sur 5 m, des coupes ont été réalisées régulièrement sur des bandes contiguës de 20 cm sur 5 m afin de tamponner l'effet de la

micro-hétérogénéité de la parcelle (ETIENNE, 1984 ; MEIJS et al., 1984). Les prélèvements ont été effectués au printemps tous les 10-15 jours, la dernière coupe étant synchrone avec la fauche de la parcelle. A l'automne, les regains ont été mesurés sur les bandes récoltées au moment de la fauche.

— **Composition botanique** : L'essentiel de la phytomasse étant constitué par les espèces semées plus une ou deux adventices, la contribution des espèces a été déterminée par séparation manuelle au moment de la coupe et pesée séparée après passage à l'étuve.

— **Somme de températures** : La somme des températures est généralement le paramètre climatique sur lequel les auteurs s'appuient pour exprimer la pousse de printemps. Le degré de rigueur du climat, affectant plus ou moins l'état de la prairie au cours de l'hiver, la période pendant laquelle les plantes constituent leurs réserves varient, ce qui modifie la date à laquelle il faut débiter le cumul. L'initialisation est automnale en Midi-Pyrénées (DURU et LANGLET, 1986), Poitou-Charentes (LEMAIRE et SALETTE, 1982) ou en Bretagne-Normandie (PAYEN et al., 1982) à cause des hivers doux. En revanche elle débute plus tard lorsque l'hiver est plus rigoureux : au 1<sup>er</sup> janvier en Auvergne (NIQUEUX et ARNAUD, 1985) ou sur le plateau lorrain (GAILLARD et LE BRIS, 1988), voire au 1<sup>er</sup> février en Champagne (RAPHAËL et LE BRIS, 1985). Enfin, en zone préalpine, COPPEL (1991) montre que la combinaison de l'influence montagnarde (températures froides) avec l'influence méditerranéenne (hiver sec) rend négligeable l'influence des décades hivernales sur la courbe de croissance printanière et obtient les meilleures corrélations en cumulant les températures à partir du 1<sup>er</sup> mars. Nous avons donc retenu ce seuil, le point d'interception avec l'axe des abscisses indiquant le nombre de degré-jours efficaces à attribuer à l'hiver.

— **Somme des ETR** (évapotranspirations réelles) : Les ETR ont été calculés à partir d'un bilan hydrique simplifié décadaire basé sur une RU (réserve utile) de 50 mm et pour des ETP (évapotranspirations potentielles) calculées selon la formule de Penmann. Quand la réserve est pleine,  $ETR = ETP$ , sinon  $ETR = \text{précipitations de la décade} + \text{état de la réserve}$ .

— **Territoire des exploitations** : Les limites du territoire utilisé par les exploitants étudiés ont été définies après une série d'enquêtes croisées (LOISON, 1985), complétées par l'observation des pratiques de pâturage. Cet espace a été cartographié au 1/17 500<sup>e</sup> selon un réseau en mailles de 5 mm de côté. A chaque carré est associé son type d'utilisation du sol en 1987 et un indice de contrainte basé sur 4 facteurs (le substrat, la pente, la distance à la bergerie, le statut foncier) dont les états sont notés de 0 à 3, du moins favorable au plus favorable. Ainsi, un espace sans contraintes aura un indice supérieur à 9 et correspondra à des parcelles se prêtant au labour, proches du centre de l'exploitation, faciles d'accès et dont l'usage n'est pas remis en question d'une année sur l'autre.

## Modalités de croissance des prairies temporaires

### 1. La prairie de référence

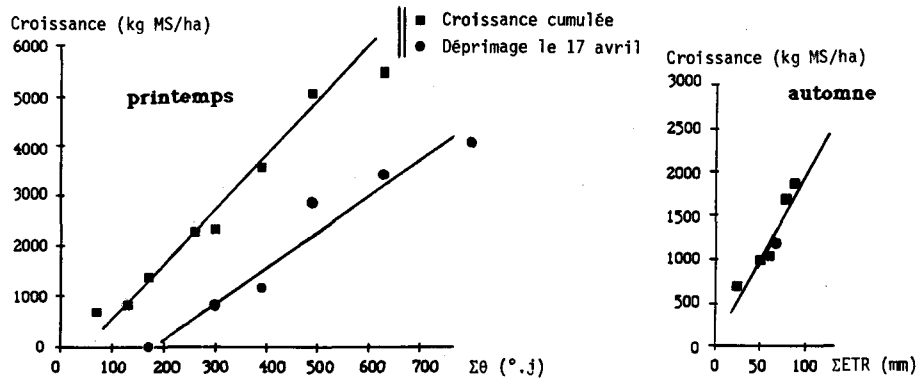


FIGURE 1 : Modèles de croissance des prairies temporaires préalpines en fonction des sommes de températures et d'ETR.

FIGURE 1 : Growth models for leys in the Préalpes, according to cumulated temperatures and actual evapotranspiration.

La figure 1 illustre les trois modalités de croissance enregistrées sur le ray-grass d'Italie-sainfoin (RGI) : pousse de printemps cumulée, repousse après déprimage, regain d'automne après fauche.

— Croissance printanière cumulée : La phytomasse produite au cours du printemps jusqu'à l'optimum de végétation (2 juin) est très bien corrélée avec la somme de températures ( $\Sigma\theta$ ) calculée à partir du 1<sup>er</sup> mars. Pm étant la phytomasse en kg MS/ha, la droite de régression a pour équation :

$$Pm = 10,23 (\Sigma\theta - 49) \quad (r = 0,97 ; n = 8),$$

ou, avec un complément de fertilisation azotée en début de printemps (Pf en kg MS/ha) :

$$Pf = 11,18 (\Sigma\theta - 52) \quad (r = 0,99 ; n = 8).$$

Avec une vitesse de croissance comprise entre 10 et 11 kg MS/°.j et un démarrage apparent de la pousse dès 50 °.j, la prairie de référence se situe à un niveau très élevé, son potentiel de croissance printanière étant 5 fois supérieur à celui de la pelouse à brome (COPPEL et ETIENNE, 1992), et comparable à ceux obtenus avec des prairies fertilisées de fétuque ou de dactyle de l'Ouest de la France (LEMAIRE et SALETTE, 1982 ; PAYEN et al., 1982 ; RAPHAËLEN et LE BRIS, 1985) ou de Champagne

(RAPHALEN et LE BRIS, 1985). La parcelle ayant reçu un complément de fertilisation azotée présente même une efficacité légèrement supérieure à un ray-grass d'Italie implanté en Normandie, en conditions de fertilité non limitante (RAPHALEN, 1981).

— **Repousses après déprimage** : Les repousses de printemps dépendent plus de l'eau que du bilan énergétique (LEMAIRE et SALETTE, 1981) mais, lorsque les pluies sont régulières en mai-juin (comme en 1987), il existe également une bonne corrélation avec la somme des températures. Les droites de régression correspondantes ont pour équation :

$$P_m = 34,09 (\Sigma ETR + 3) \quad (r = 0,96 ; n = 6),$$

et, avec un complément de fertilisation azotée après déprimage :

$$P_f = 37,6 (\Sigma ETR + 6) \quad (r = 0,96 ; n = 6),$$

ou bien :

$$P_m = 6,33 (\Sigma \theta + 36) \quad (r = 0,95 ; n = 6),$$

et  $P_f = 6,90 (\Sigma \theta + 56) \quad (r = 0,94 ; n = 6).$

Elles font apparaître une très forte efficacité de l'eau consommée avec 34 à 37 kg MS/mm d'ETR, ce qui situe la prairie de référence bien au-dessus d'un ray-grass d'Italie de Bretagne (RAPHALEN et LE BRIS, 1985).

— **Regains d'automne** : Le potentiel de repousse automnale est moindre qu'au printemps, avec une pente deux fois moins élevée pour la droite de régression :

$$P_m = 19,42 (\Sigma ETR + 5) \quad (r = 0,95 ; n = 5).$$

## 2. Les autres prairies temporaires

Prairies	a	b	r	n
RGI	10,2	49	0,97	8
CI	6,9	79	0,99	4
Je	8,4	118	0,99	4
Ma1	4,2	160	0,99	4
Ma2	5,7	160	0,99	4
MgCa	8,2	112	0,96	5
FaCa,CaFa,Fa	6,2	112	0,93	14

TABLEAU 2 : Coefficients de la régression  $MS = a(\Sigma\theta - b)$  entre la pousse printanière et la somme des températures pour quelques prairies temporaires des Préalpes (les codes des noms de prairies sont explicités tableau 1).

TABLE 2 : Regression  $MS = a(\Sigma\theta - b)$  co-efficients between Spring growth and cumulated temperatures for a number of leys in the Préalpes (codes given in table 1).

— **Croissance printanière cumulée** : Le tableau 2 synthétise les résultats des régressions entre la production printanière et les sommes de températures. Etant

donné que les stations concernées sont très proches sur le plan pédologique et que les indicateurs climatiques utilisés sont ceux de stations météorologiques très proches, il est possible de comparer ces résultats et de classer les prairies temporaires en trois groupes :

- les prairies exclusivement à base de graminées, caractérisées par un rendement faible (4,2 kg MS/° .j) et un départ apparent de la croissance tardif (160 ° .j) ;
- les prairies à base de mélange de graminées et de légumineuses, dominées par le sainfoin ou le trèfle, caractérisées par un rendement moyen (6,2 kg MS/° .j) mais présentant un départ apparent de croissance dès 110 ° .j ;
- les prairies de luzerne-dactyle ou de féтуque Jebel-sainfoin qui allient un bon rendement (8,2 kg MS/° .j) avec un démarrage de la pousse également à 110 ° .j.

On observe de fortes différences de précocité entre les cultivars de féтуque, Jebel présentant un retard de 40 ° .j sur Clarine, mais une avance de 40 ° .j sur Manade. La fertilisation azotée ne compense d'ailleurs pas ce dernier handicap, puisque l'apport de 60 kg d'azote supplémentaire sur l'une des parcelles de Manade a fourni un gain de 1,5 kg MS/° .j mais n'a pas modifié le seuil de départ apparent de la végétation.

On reste assez éloigné des résultats obtenus dans le reste de la France en conditions de nutrition azotée non limitante, avec des coefficients de 9,6 à 12 pour des prairies de féтуque élevée (LEMAIRE et SALETTE, 1981 ; PAYEN et al, 1982 ; NIQUEUX et ARNAUD, 1985 ; RAPHALEN et LE BRIS, 1985) et de 8,7 à 9,5 pour des prairies de dactyle (LEMAIRE et SALETTE, 1981 ; PAYEN et al, 1982 ; RAPHALEN et LE BRIS, 1985).

— **Repousses de printemps** : L'association féтуque-trèfle violet, installée sur les sols les plus humides, présente des potentialités proches de la prairie de référence. Les autres mélanges s'échelonnent entre 18 et 23 kg MS/mm d'ETR, soit 5 à 6 kg de moins que des repousses sur prairies temporaires en Bretagne ou en Champagne (RAPHALEN et LE BRIS, 1985). Ceci situe bien le poids de la contrainte hydrique qui est quasi permanente sur la production fourragère en région préalpine. Les féтуques Manade souffrent en plus d'une forte carence en nutrition azotée liée à l'absence de légumineuses dans le couvert, avec seulement 9 à 10 kg MS/mm d'ETR. On retrouve là les mêmes niveaux de repousse que NIQUEUX et ARNAUD (1985) en moyenne montagne humide sur le cultivar Clarine, ou que DURU et LANGLET (1986) dans le Lauragais sur le cultivar Manade.

Ceci confirme que cette phase de croissance dépend fortement de la nutrition azotée, l'efficacité de l'eau variant de 8 à 25 kg MS/mm d'ETR selon le niveau de fertilisation dans le cas de prairies de féтуque élevée ou de dactyle de l'Ouest atlantique (LEMAIRE et DENOIX, 1987). La valeur proche de 20, observée sur le ray-grass

d'Italie et sur une luzerne-dactyle, peut-être considérée comme un niveau élevé de repousses dans les Préalpes.

— Repousses d'automne : La luzerne-dactyle fournit des regains aussi productifs que la fétuque-trèfle violet avec 16 à 17 kg MS/mm d'ETR. Pour les autres prairies temporaires, l'efficacité des pluies se situe autour de 10 kg MS/mm d'ETR.

## Application au territoire des exploitations

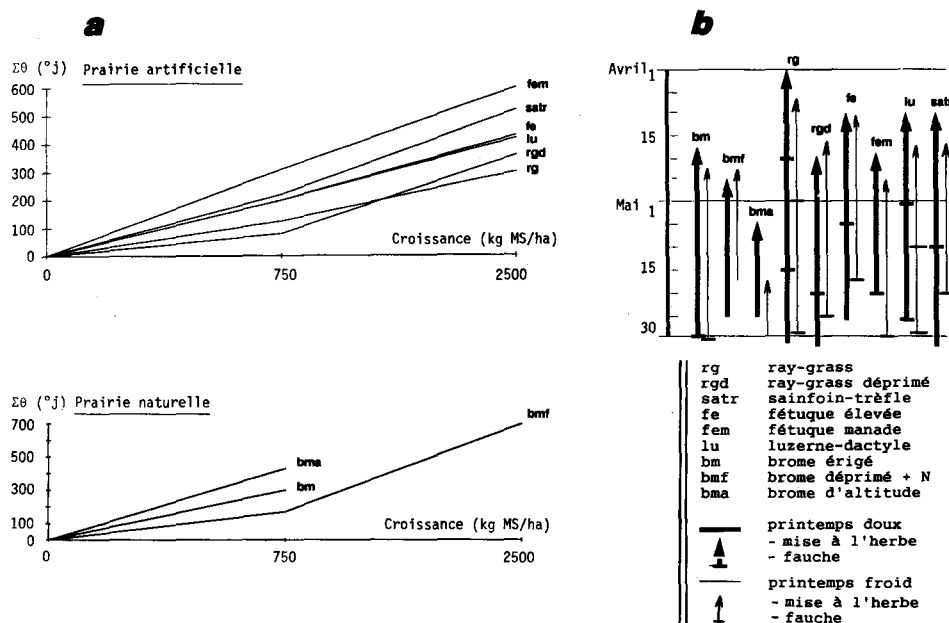


FIGURE 2 : Modèles de production fourragère au printemps dans la vallée des Duyes. a) courbes de production de divers types de prairies, b) dates de réalisation des stades de mise à l'herbe et de fauche lors de printemps doux ou froids

FIGURE 2 : Forage production models in Spring in the "Duyes" valley : a) growth curves of the various types of leys ; b) dates of turnout and of mowing under mild or cold Spring conditions.

L'ensemble des données disponibles sur les prairies préalpines a été regroupé sous la forme de modèles simplifiés décrivant les courbes de production fourragère et pastorale selon trois variables : les espèces et cultivars, l'altitude et le mode de gestion.

Ces modèles simplifiés ont été élaborés afin d'en faciliter l'utilisation pratique. Au printemps (figure 2), l'accumulation de phytomasse est exprimée en fonction

des sommes de températures ( $\Sigma\theta$ ) à partir du 1<sup>er</sup> mars. Lorsqu'il y a repousse après déprimage, les  $\Sigma\theta$  sont réinitialisées à la date du déprimage. A l'automne (figure 3), la croissance des repousses est exprimée en fonction des sommes d'ETR ( $\Sigma ETR$ ).

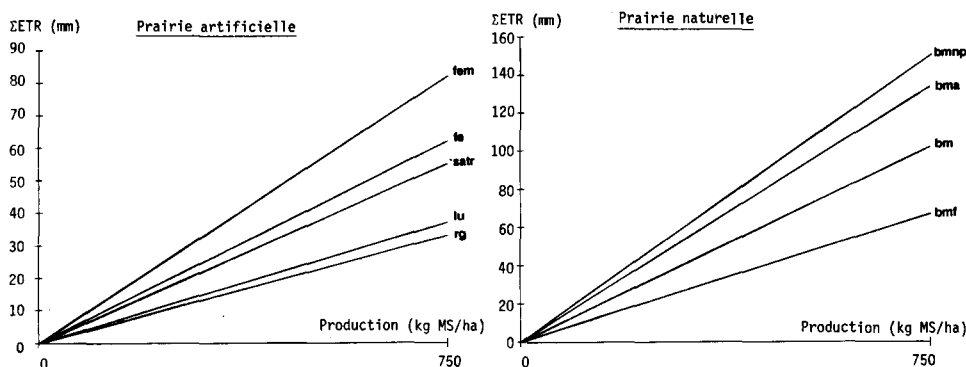


FIGURE 3 : Modèles de production fourragère en automne dans la vallée des Duyes (abréviations : cf. figure 2 ; bmnp : brome non pâturé).

FIGURE 3 : Forage production models in Autumn in the Duyes valley (abbreviations given in figure 2 ; bmnp : non grazed bromus).

Deux niveaux de phytomasse, 750 et 2 500 kg MS/ha, sont individualisés sur le graphique au printemps : le premier représente un seuil minimal pour le pâturage, tandis que le second correspond au seuil de fauche. La date à laquelle ces seuils sont atteints est précisée pour deux types d'année climatique : un printemps froid ou doux, un automne sec ou arrosé. Les  $\Sigma\theta$  et  $\Sigma ETR$  retenus correspondent aux valeurs atteintes les 6 années les plus froides ou les plus douces, sur la série de 32 années disponibles.

Nous avons ensuite appliqué ces modèles au territoire des exploitations. Les contraintes écologiques déterminent alors les seuils qui limitent ou facilitent l'utilisation de telle ou telle ressource pastorale ou fourragère. Les contraintes foncières ou d'éloignement resserrent la marge de liberté de l'exploitant qui doit organiser son territoire en fonction des besoins de ses animaux et de ses disponibilités en travail (ETIENNE et al., 1990).

Deux exemples concernant le problème de la mise à l'herbe dans la vallée des Duyes illustrent l'application de ces modèles à un cas concret. La date de la mise à l'herbe est en effet une décision majeure sur l'exploitation. Elle est décidée en fonction de l'organisation du troupeau en lots et des priorités d'alimentation affectées à ces lots par l'éleveur. Elle est aussi liée aux possibilités d'affouragement en bergerie et aux disponibilités en ressources pâturables. La phytomasse sur pied



disponible au moment choisi doit être suffisante pour permettre le passage d'une parcelle à la suivante sans risque de rupture. Les surfaces allouées au troupeau doivent également se situer à proximité de la bergerie, de façon à économiser les déplacements du troupeau et faciliter la conduite des premières semaines.

## **1. Mise à l'herbe et organisation du territoire pâturé**

L'exploitation illustrée par la figure 4 couvre 330 ha et doit satisfaire les besoins d'un troupeau de mai à décembre. Les parcelles proches du siège d'exploitation sont toutes situées sur poudingue et les données météorologiques de la station de Melan sont directement applicables. A partir des modèles simplifiés, nous avons caractérisé la "précocité" de chaque parcelle, en calculant la date à laquelle le seuil de 750 kg MS est atteint. On s'est appuyé sur la structure existante du territoire cultivé, en ne retenant que les prairies et pelouses productives sur lesquelles s'opèrent la mise à l'herbe et le pâturage de début de printemps.

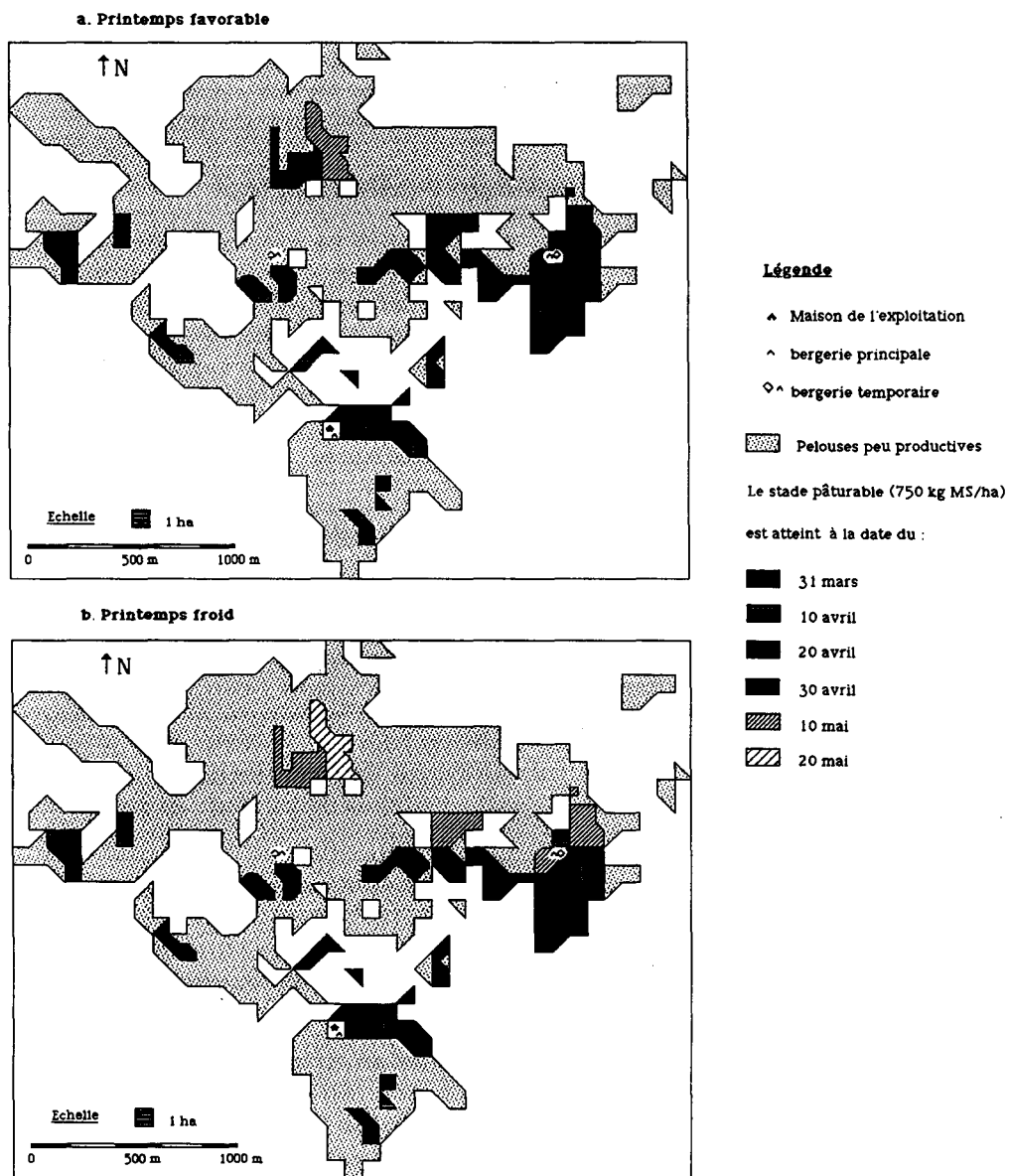
**Les printemps favorables** (figure 4a), l'ensemble des surfaces pâturables au 31 mars est constitué par les bonnes prairies temporaires. A partir du 10 avril, les pelouses à brome fertilisées ou situées à basse altitude, et deux parcelles de fétuque Manade bien exposées sont prêtes à être pâturées. Du 10 avril au 10 mai, le reste des pelouses peut entrer dans le circuit de pâturage en suivant le gradient altitudinal et d'exposition.

**Les printemps froids** (figure 4b), au 31 mars, aucune parcelle n'a démarré, et aucune n'atteint le stade pâturable le 10 avril. La mise à l'herbe ne peut se faire que le 20 avril sur les prairies temporaires suivies, 10 jours plus tard, par les pelouses à brome de basse et moyenne altitude. Au-dessus de 1 200 m, en versant sud, le pâturage n'est possible qu'à partir du 10 mai.

L'observation des pratiques sur cette exploitation montre que la mise à l'herbe a toujours lieu fin avril. L'éleveur l'a donc calée sur les années froides. Force est de constater qu'il y a un potentiel réel pour réaliser une mise à l'herbe plus précoce, et que les modèles peuvent aider à en définir les conditions. Illustrons quelques itinéraires possibles.

**Fertilisation des pelouses** : une fertilisation azotée des pelouses à brome permet de hâter de 50 °.j le stade de 750 kg MS, et de gagner en moyenne 6 à 8 jours. Une année favorable, avec la fertilisation, les pelouses situées à moins de 1 100 m d'altitude auraient sensiblement le niveau de production des prairies. Dans la chaîne de pâturage, on pourrait alors substituer les pelouses aux prairies, ou les utiliser simultanément.

**Choix des espèces et cultivars** : le choix d'un cultivar approprié peut se révéler judicieux, en cas de printemps froid. De telles années, les 200 °.j qui sont néces-



**FIGURE 4 : Dates potentielles de mise à l'herbe sur le territoire d'une exploitation selon deux années climatiques.**

*FIGURE 4 : Potential turnout dates on the area of one farm, for two climatic years.*

saires à une fétuque élevée Clarine pour atteindre 750 kg, par exemple, sont obtenus le 10 avril à la limite sud de l'exploitation. En conséquence, il y a la possibilité de gagner 10 jours sur les deux petites parcelles (1,5 ha) au sud-est de la bergerie, qui sont actuellement cultivées en Manade ; à moins de choisir une espèce fourragère encore plus précoce (125 °.j pour le ray-grass d'Italie), qui risque d'être trop exigeante pour ce type de milieu. La première sortie, dans la partie basse du territoire, peut être envisagée les printemps froids entre le 10 et le 15 avril.

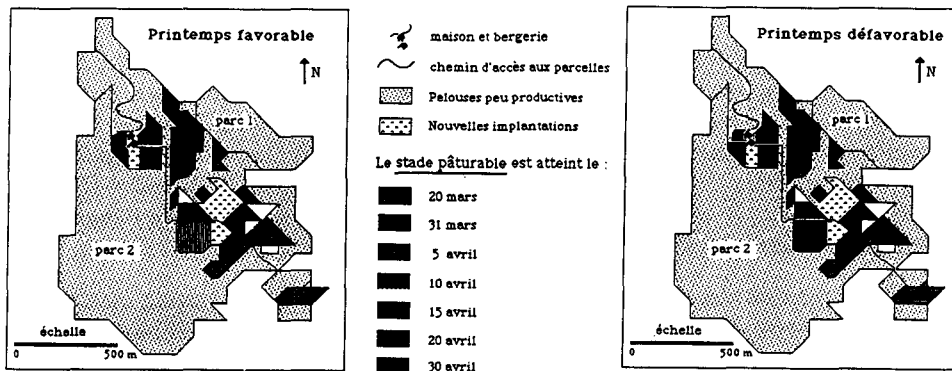
**Extension des cultures fourragères :** si l'éleveur choisissait de mettre en culture l'ensemble des terres cultivables, il pourrait compter sur 20 hectares supplémentaires. La simulation des potentialités mises à jour montre une dérive vers l'est du territoire pâturable en début de printemps, sur un secteur éloigné du siège d'exploitation et de la bergerie principale et où se posent des problèmes de foncier. De plus, le développement de ces parcelles, situées à moyenne altitude, compliquerait la gestion et l'exploitation du territoire pâturé sans gain réel de précocité. Le territoire en aval de la bergerie principale ne présente pas de bonnes terres, ni des conditions d'accessibilité satisfaisantes ; 1 ha seulement, pourrait être ajouté à ce qui existe.

## **2. Mise à l'herbe et risque climatique**

Dans l'exploitation illustrée par la figure 5, la ressource printanière provient essentiellement des prairies temporaires. L'éleveur doit raisonner l'intensification de ces prairies en fonction des besoins de son troupeau et prévoir l'évolution de la production en fonction des aléas climatiques. Nous avons donc testé la validité de la chaîne de pâturage mise en place sur cette exploitation, en s'efforçant de détecter les moments de risques de rupture et en proposant des options plus sécurisantes en cas de mauvaise année climatique.

Nous n'avons travaillé que sur le territoire utilisé au printemps en tenant compte des contraintes d'éloignement et d'accessibilité. Le stade pâturable (750 kg MS/ha) est représenté par la date à laquelle il est atteint sur chaque parcelle (figure 5). L'application du modèle s'est faite pour un troupeau de 250 brebis (dont 125 allaitantes) prélevant 250 à 300 kg MS/jour, selon le type de fourrage et l'état phénologique de l'herbe, la croissance étant simulée sous forme de pousse et de repousses. Les deux chaînes de pâturage sont construites en considérant que la mise à l'herbe doit avoir lieu au 1<sup>er</sup> avril pour des raisons d'épuisement du stock de foin.

**Un printemps favorable** se caractérise par un large éventail de parcelles pâturables au 1<sup>er</sup> avril, les fétuques élevées dépassant le niveau des 750 kg, et la prairie de ray-grass d'Italie atteignant 1 500 kg. Il est donc envisageable de sortir dès le 20 mars un lot de 100 à 150 brebis non suitées sur la parcelle de ray-grass d'Italie, ce qui a l'avantage de faciliter les déplacements et la surveillance des premiers jours. Ensuite, il est préférable de ne pas attendre pour pâturer les fétuques, mieux



**Utilisation**

**Printemps favorable**

Parcelle et type	surf.	ms 3	av 1	av 2	av 3	mai 1	mai 2	mai 3	jn 1
Fétuque < 700m	4								F
Pre r.g.a.	1								
Ray-grass d'Italie	2								F
Dactyle - légumin.	7			3 ha	2	2			+ parcours
Fétuque > 700m	3								F
Luzerne	11								F
Pré à brome	2								

**Printemps défavorable**

Parcelle et type	surf.	ms 3	av 1	av 2	av 3	mai 1	mai 2	mai 3	jn 1
Fétuque < 700m	4					1 ha			+ p.
Pre r.g.a.	1								
Ray-grass d'Italie	2								F ↔ F
Dactyle - légumin.	7								+ parcours
Fétuque > 700m	3								F ↔ F
Luzerne	11								F
Pré à brome	2								ou

fonction des disponibilités en eau : lorsque le bilan est trop défavorable, il y a recours à des surfaces extérieures (parcours loués).

FIGURE 5 : Saisonnalité de la production fourragère sur le territoire d'une exploitation selon deux années climatiques (date du stade pâturable et utilisation ; av 1 : 1<sup>re</sup> décade d'avril).

FIGURE 5 : Variation with the seasons of the forage production on the area of one farm, in two climatic years.

consommées à un stade jeune. Les parcelles de dactyle-légumineuse servent ensuite de relais, avec un premier passage du 10 avril au 10 mai, puis un second du 10 au 31 mai. L'hectare de fétuque proche de la bergerie et le petit pré de ray-grass

pérenne peuvent servir d'espace tampon entre ces deux rotations. Le stade fauche (2 500 kg) est atteint entre les 20 et 25 mai sur les prairies déprimées, les parcelles de luzerne pouvant être coupées dès fin avril.

Un printemps froid, l'organisation du pâturage devient plus stricte. La mise à l'herbe se fait, par sécurité, sur les fétuques, toutes proches de l'exploitation, bien que le stade 750 kg MS/ha soit en retard de 10 jours. Cela permet d'effectuer ensuite le déprimage sur la parcelle de ray-grass d'Italie sans mettre en danger sa repousse. Ensuite, deux options sont possibles : soit déprimer la prairie de fétuque située plus en altitude et donc plus tardive, soit pâturer les parcelles de dactyle-légumineuse qui ont atteint un niveau correct (850 kg au 20 avril). Les rotations sur les 7 hectares vont durer 20 jours, en offrant au troupeau des repousses d'herbe suffisantes jusqu'à mi-mai. A cette date, la fétuque et le pré de ray-grass peuvent constituer une zone tampon de 5 à 6 jours de pâturage avant de compter sur les premières repousses de dactyle-légumineuse. Mais la continuité de la chaîne de pâturage est alors liée aux disponibilités en eau. Les bonnes années, les repousses garantissent plus de 500 kg MS/ha/décade et permettent l'alimentation du troupeau ; les mauvaises années on obtient moins de 250 kg MS/ha/décade et la continuité n'est pas assurée.

Il se passe donc un mois complet, pendant lequel une rupture de la chaîne de pâturage est possible avec une probabilité de 30% sur chaque décade. La comparaison des simulations avec les pratiques pastorales de 1987 illustre cette rupture de façon patente. En effet, cette année là, les températures cumulées se placent parmi les 3 années les plus froides de la série 1956-1988 et les sommes d'ETR de la 3<sup>e</sup> décade d'avril (avril 3) et de la première de mai (mai 1) parmi les 3 les plus faibles (COPPEL, 1991). Dès le début mai, les prairies ne sont plus en mesure d'assurer la ration des animaux, et cette rupture s'est prolongée jusqu'au 20 juin, date de montée en estive, ce qui a obligé l'éleveur à placer une partie de son troupeau sur des parcours loués. Quelles alternatives peuvent alors être proposées ?

Une première solution consiste à **augmenter la sécurité en fin de printemps**, en améliorant et en aménageant des parcours où la pelouse à *Bromus erectus* est bien représentée. Le faciès est plus tardif que les prairies et la valeur énergétique de l'herbe se maintient plus longtemps, en particulier les années froides. De plus, le niveau de production printanier reste assez indépendant de la pluviosité de mai. Le potentiel oscille entre 1 500 et 2 500 kg MS/ha du 20 mai au 10 juin. Il faudrait donc, sur 20 jours, de 3 à 5 hectares de pelouse, selon les modalités de conduite. Cette extension est envisageable, en considérant l'étendue des pelouses abandonnées à la périphérie de l'exploitation.

Une deuxième solution porte sur le **choix de la date de mise à l'herbe**. En effet, c'est en pâturant tôt en avril (déprimage ou stade épis < 10 cm), que l'assurance d'une repousse, permettant une fauche ou une seconde pâture, est acquise.

Mais la mise à l'herbe précoce est une pratique nouvelle dans la zone évoquée et il est primordial de mettre l'accent sur ce qu'elle demande de maîtrise de la ressource artificielle, autant dans sa phase d'installation, que dans sa phase de mobilisation par le troupeau.

## Conclusion

Bien que basé sur un nombre réduit d'années et limité aux sols sur poudingue, l'emploi des modèles de croissance a permis d'aborder de manière très fragmentaire l'utilisation et la valorisation du territoire fourrager et pastoral d'exploitations d'élevage préalpines. A ce stade, il serait intéressant de tester les modèles d'ordonnement qui permettraient de combiner dans l'espace les potentialités et les contraintes en les faisant varier. Les limites écologiques à l'emploi de tel ou tel modèle apparaîtraient d'emblée sur une carte identique à celle proposée en illustration. Mais, pour rendre opérationnels de tels scénarios à l'échelle de l'exploitation, il serait nécessaire d'y inclure un certain nombre de données concernant le troupeau, le calendrier des travaux et les charges financières afférentes à telle ou telle option.

Il reste encore à affiner les modèles de croissance sur une gamme plus étendue de conditions pédoclimatiques et sur des périodes plus longues afin d'apprécier si les prairies étudiées réagissent vraiment selon des lois simples aux différents aléas climatiques (stress hydrique, déficit thermique). Pour ces derniers, il semble également indispensable de préciser les indicateurs à retenir et les modalités de calcul les plus pertinentes, en particulier pour le bilan hydrique.

Accepté pour publication, le 10 janvier 1993

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COPPEL B. (1991) : *Modalités de la production pastorale et fourragère en montagne sèche méditerranéenne*, thèse Ecologie USTL Montpellier, 174 p.
- COPPEL B., ETIENNE M. (1992) : "Modalités de production prairiale dans les Préalpes : la pelouse à *Bromus erectus*", *Fourrages*, 131, 271-282.
- DURU M., LANGLET A. (1986) : "Climat, rythme de coupe et croissance d'une fétuque élevée. Cycle reproducteur et repousses végétatives", *Fourrages*, 107, 49-80.
- ETIENNE M. (1984) : *Protocole commun d'étude de la végétation*, doc. INRA Ecodéveloppement Avignon.
- ETIENNE M., HUBERT B., LACHAUX M. (1990) : "Territoire pastoral et espace forestier : essai d'analyse des pratiques de pâturage", *Modélisation systémique et système agraire*, INRA, Paris, 255-268.
- GAILLARD B., LE BRIS X. (1988) : "Relations entre la production des prairies pâturées et les paramètres climatiques", *Fourrages*, 116, 367-378.

- LEMAIRE G., DENOIX A. (1987) : "Croissance estivale en matière sèche de peuplements de fétuque élevée et de dactyle dans l'ouest de la France. II Interaction entre les niveaux d'alimentation hydrique et de nutrition azotée", *Agronomie*, 7(6), 381-389.
- LEMAIRE G., SALETTE J. (1981) : "Analyse de l'influence de la température sur la croissance de printemps de Graminées fourragères", *C. R. Acad. Sci. Paris*, 292, 843-846.
- LEMAIRE G., SALETTE J. (1982) : "The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the growth of two forage grasses in spring", *Grass Forage Sci.*, 37, 191-198.
- LOISON C. (1985) : *Cartes foncières et d'utilisation des terres dans la vallée des Duyes*, GDA Duyes et Bléone.
- MEIS J., WALTERS R., KEEN A. (1984) : "Sward methods", *Herbage intake handbook*, Br. Grassl. Soc., 11-36.
- MSIKA B., HUBERT B. (1989) : *Activités agricoles et système agraire dans la vallée des Duyes*, INRA-SAD, Avignon, 227 p.
- NIQUEUX M., ARNAUD R. (1985) : "Etude du rythme de végétation de graminées fourragères : cas de la moyenne montagne", *Fourrages*, 103, 31-53.
- PAYEN D., LEMAIRE G., SALETTE J. (1982) : "Variabilité du régime thermique en climat océanique et précocité de croissance de la prairie en fin d'hiver", *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 9, 689-701.
- RAPHALEN J.L. (1981) : "Production du ray-grass d'Italie semé en automne, au cours du premier cycle de printemps suivant : influence des conditions climatiques", *Fourrages*, 85, 53-58.
- RAPHALEN J.L., LE BRIS X. (1985) : "Production des prairies et climat", *Fourrages*, 102, 19-28.

### **RÉSUMÉ**

Les modalités de production des surfaces fourragères dans les Préalpes sont abordées en mettant les courbes de production des principaux types de prairies temporaires en relation avec des indicateurs thermiques et hydriques de la croissance. Les modèles obtenus pour la pousse printanière sont ensuite appliqués au territoire réel d'exploitations d'élevage des Préalpes.

Alors que la prairie de référence (un ray-grass d'Italie-sainfoin correctement fertilisé) présente un haut niveau de productivité avec 10 à 11 kg MS/°j, les autres prairies s'échelonnent entre 4, 6 et 8 kg MS/°j selon leur richesse en légumineuses. Les repousses printanières sont fortement liées au bilan hydrique avec 35 kg MS/mm d'ETR pour la prairie de référence contre 18 à 23 kg pour les autres prairies temporaires. Les regains d'automne plafonnent entre 16 et 19 kg MS/mm d'ETR.

L'application des modèles de croissance sur le territoire de deux exploitations démontre les possibilités d'une mise à l'herbe plus précoce et souligne l'intérêt des prairies naturelles pour pallier au risque de rupture de la chaîne de pâturage en fin de printemps.

### **SUMMARY**

#### *Modelling of forage production in a valley of the "Préalpes" (Alpine Foreland)*

The study of the possible productions of forage areas in the "Préalpes" was undertaken by correlating the growth curves of the main types of leys to temperature and moisture factors.

Whereas the reference pasture (an Italian rye-grass/sainfoin ley) had a high level of productivity (10-11 kg DM/°/day), the other leys were much less productive (between 4 and 8 kg DM/°/day, according to the legume contents of the swards). Growth rates after the first Spring cut were closely linked to the water balance, with 35 kg DM/mm of actual evapotranspiration, against 18 to 23 kg for the others leys. Autumn aftermaths reached at most 16-19 kg DM/mm of actual evapotranspiration.

The application of the models to two farms demonstrated the possibility of early turnouts and emphasized the role of native pastures for obviating the risk of a grazing gap at the end of Spring.