

Diagnostic appliqué à la gestion des pâturages de montagne

P. Loiseau

Très tôt, les enquêtes sur les pâturages ont été orientées vers un diagnostic fondé sur la composition botanique. Depuis les travaux du C.E.P.E. en Margeride (DAGET et POISSONET, 1966), elles se sont étendues aux Monts-Dore (DE MONTARD et GACHON, 1978) et aux Alpes (DELPECH, 1976 ; I.N.E.R.M., 1976). L'interprétation écologique de la variabilité de la composition botanique, incluant à la fois les facteurs physiques du milieu sol-climat et les facteurs techniques comme la fumure et le mode d'exploitation, aboutit à la notion de série évolutive de la végétation (DORIOZ et PARTY, 1987). L'historique de l'exploitation permet de reconstruire la dynamique à long terme de la végétation (LOISEAU et LARRERE, 1980 ; BALENT, 1987). Parallèlement se développent les approches expérimentales par le suivi de l'évolution des peuplements soumis à des facteurs agronomiques contrôlés, d'abord en fauche (DELPECH, 1976), puis en conditions plus complexes de pâturage en placettes (DELPECH, 1984) et en vraie grandeur (JEANNIN et DE MONTARD, 1971 ; JEANNIN et al., 1979 ; I.N.R.A., 1979).

L'idée du diagnostic est présente au départ de ces travaux et toujours sous-jacente par la suite. Son application à la gestion instantanée d'un système de pâtu-

MOTS CLÉS

Chargement, diagnostic, gestion des prairies, montagne, pâturage de montagne, production végétale, valeur pastorale.

KEY-WORDS

Diagnosis, highland, highland grazing, pastoral value, pasture management, primary production, stocking rate.

AUTEUR

I.N.R.A., Station d'Agronomie de Clermont-Ferrand, 12, avenue du Brézet, F-63039 Clermont-Ferrand Cedex.

rage a été initiée par JEANNIN dans le cadre des expérimentations de pâturage tournant de Marcenat (Cantal). Les développements récents de ce type de diagnostic fournissent une aide immédiate à la décision à partir des états de l'herbe au long de la saison de pâturage (DURU et al., 1989 ; FIORELLI et al., 1989). L'expérience acquise en pâturage d'altitude sur une gamme très large de conditions d'exploitation permet de fonder un jugement plus général sur la valeur et la tendance évolutive des pâturages en relation avec leur gestion. Le diagnostic proposé ici n'a pas pour objectif d'aider la décision au jour le jour, mais de raisonner plus globalement la conduite annuelle du pâturage, voire la stratégie d'aménagement sur plusieurs années.

Conditions du diagnostic

1. Cadre d'application : station, parcelle, système de pâturage, région

L'unité d'espace sur laquelle on effectue sur le terrain l'enregistrement des éléments du diagnostic est la station. Un diagnostic parcellaire exige d'enregistrer les données sur un ensemble de stations convenablement réparties dans la parcelle. Les hétérogénéités internes font éventuellement partie des éléments du diagnostic, mais ne seront qu'évoquées ici.

L'échelle d'espace à laquelle s'applique le diagnostic est celle de l'unité minimum de gestion. Dans la majorité des cas, cette surface constitue une parcelle délimitée par une clôture. On pourrait étendre cette notion à celle de "quartier" dans les alpages non cloisonnés.

Dans la plupart des cas, le diagnostic implique que l'on souhaite améliorer la gestion de la parcelle. C'est sans doute parce que la fonction attribuée à la parcelle dans le système de pâturage n'est pas assurée correctement. La formulation du problème n'est pas toujours claire. On pourra toujours se fixer un objectif en tenant compte du contexte général des systèmes extensifs : exigences réduites en qualité alimentaire, niveau de performances animales toléré inférieur au maximum potentiel, faible sensibilité du système d'élevage aux aléas alimentaires, espace non limitant, réduction du travail et des intrants. Dans ces conditions, le cheptel est, consciemment ou pas, le premier et quelquefois le seul outil d'intervention agronomique mis en œuvre pour agir sur la végétation. Un objectif agronomique à moyen terme est de maximiser la valeur d'usage de la parcelle en précisant les conditions optimales de mise en œuvre du troupeau.

Un arbitrage reste en tous cas nécessaire a posteriori : les recommandations pour une parcelle vont interférer sur l'attribution des facteurs de production (tra-

vail, cheptel, fumures) aux autres parcelles à l'intérieur du même système de pâturage. Le diagnostic parcellaire ne suffit donc pas lorsque l'on s'intéresse à la gestion de l'unité d'estive entière. Les systèmes de pâturage sont en effet le plus souvent composés d'unités spatiales contrastées sur le plan de l'état et de la gestion. C'est au point que, dans une unité pastorale, la diversification des surfaces peut s'instaurer par la gestion à partir d'un état primitif homogène (IGNACE, 1982 ; L'HOMME et COUHERT, 1986). Pour un diagnostic sur le système de pâturage, il faudra donc non seulement réaliser plusieurs diagnostics parcellaires, mais aussi un diagnostic sur la gestion du système de pâturage, associé à une étude de sa fonction dans le système fourrager.

Au niveau régional, l'objectif de maximisation de la valeur d'usage des pâturages pourrait être celui d'un aménageur. Les lois d'action de l'animal sur l'herbe peuvent en effet contribuer à orienter une politique de gestion du territoire dans une optique de préservation des ressources. Cette politique agirait à la fois sur la quantité et la qualité du cheptel disponible par l'orientation des systèmes de production et sur sa répartition sur le territoire par le choix des systèmes de pâturage et des niveaux moyens de chargement.

2. Eléments rassemblés en vue du diagnostic

Les méthodes mises en œuvre pour saisir les indicateurs d'état et d'évolution des pâturages font appel à des notions simples. Mais les indicateurs sont relativement lourds à acquérir pour un emploi courant. Aussi, leur emploi pourrait être limité dans chaque région à une phase d'étalonnage qui permettrait une simplification de leur saisie avec le minimum de perte d'information. Nous présentons plutôt ici les principes d'un raisonnement du diagnostic pastoral, en prenant comme descripteurs quelques critères d'évaluation qui ont été utilisés dans les actions de recherche ou de recherche-développement. Une fois posée la problématique (c'est-à-dire les objectifs fixés à la parcelle dans le système de pâturage), deux sortes d'éléments sont collectées en vue du diagnostic :

— ceux qui concernent l'état actuel du terrain : le diagnostic repose essentiellement sur le peuplement (calcul de l'indice de valeur pastorale d'après la composition botanique, mesure de la production totale de matière sèche -MS- selon une méthode standard). A partir de ces éléments privilégiés, les hypothèses sur les facteurs actifs orientent la poursuite du diagnostic vers d'autres éléments, pour le confirmer par l'établissement d'un syndrome (GRAS et al., 1989) ;

— ceux qui concernent la gestion actuelle du pâturage. S'agissant d'un diagnostic parcellaire, il faut rassembler par enquête les éléments de l'itinéraire technique de gestion de la parcelle. On notera les éléments relatifs au terrain (surface...),

au troupeau (nature, effectifs...), à la conduite du pâturage (chargement et sa répartition dans l'année), aux autres interventions (fertilisation, fauche de refus...).

3. Etapes du diagnostic

Les étapes sont les suivantes :

— replacer la situation observée dans un référentiel, pour déceler un ensemble de symptômes : c'est le *diagnostic* au sens strict ;

— porter un jugement sur l'état évolutif du peuplement et le confirmer par d'autres symptômes : est-il "en équilibre" ou en évolution, et dans quel sens ? C'est le *pronostic* ;

— porter un jugement sur les techniques de gestion par rapport à l'objectif exprimé ou par rapport à l'optimisation agronomique de la mise en œuvre du troupeau : recommander des combinaisons techniques plus aptes à réaliser l'objectif. C'est la préparation du *plan d'action*, c'est-à-dire l'élaboration du cadre général dans lequel seront prises les décisions circonstanciées au jour le jour pendant la campagne ;

— mettre en œuvre une gestion améliorée et suivre des résultats : cette étape peut être considérée comme partie intégrante ou comme conséquence du diagnostic pour l'action. C'est le *pilotage*, procédure empirique (hypothético-déductive, GRAS et al., 1989) qui consiste à adapter annuellement le plan d'action, après avoir affiné le diagnostic, et éventuellement révisé le pronostic ou même les objectifs en fonction des premières réponses.

Le diagnostic selon le chargement et la valeur pastorale

La première partie du diagnostic a pour but l'adaptation du chargement (Ch) à la ressource appréciée à travers la valeur pastorale (VP).

1. Définition des éléments du diagnostic

Par le critère de *chargement*, on cherche à exprimer l'impact du troupeau sur le couvert végétal. La conversion en poids vif est un bon moyen de cumuler l'effet de plusieurs types de bétail. La conversion en unités fourragères (UF) consommées est aléatoire en conditions de pâturage, a fortiori quand il est d'altitude, et la précision apportée par le poids métabolique illusoire à ce niveau d'investigation. La correspondance entre poids vif et ingestion est supposée sensiblement identique pour les ruminants en croissance ou à l'entretien. Cette unité ne prête donc pas à de grosses erreurs dans des pâturages extensifs dont les vaches laitières en production sont exclues. Un inconvénient est soulevé en montagne par l'effet de l'altitude : deux pâturages de valeurs et de niveaux d'exploitation identiques ont des chargements

annuels égaux s'ils sont à la même altitude, mais différents dans le cas contraire. Pour maintenir l'égalité, il suffit d'exprimer le chargement en kg de poids vif (kg PV) par hectare pendant la saison de pâturage (A2RT, 1987d). Par saison de pâturage, on n'entend pas la durée réelle de l'estive dans le cas particulier observé mais la durée moyenne de la saison d'herbe à l'altitude considérée et dans la région. Le chargement s'exprimera donc par la formule :

$Ch = \sum_{ij} Jij \times Nij \times PAij / S \times D$, avec :

Ch : chargement (kg PV/ha/saison),
Jij : nombre de jours de pâturage (jours),
Nij : nombre d'animaux,
PAij : poids d'un animal (kg),
S : surface (ha),
D : durée standard de la saison d'herbe (jours),
i : indice de la période de pâturage,
j : indice du type d'animal.

La *valeur pastorale* (VP) est calculée à partir de la composition botanique, c'est-à-dire de l'estimation de la proportion en poids des différentes espèces végétales dans le peuplement. On applique à chaque espèce un indice spécifique qui caractérise sa valeur (DAGET et POISSONET, 1972, 1975). Cette mesure est pratiquée couramment dans les recherches sur les pâturages de montagne (I.N.E.R.M., 1976), et quelquefois dans les applications. Les méthodes sont plus ou moins sophistiquées (C.E.P.E., 1971), mais simplifiables en gardant une précision suffisante (A2RT, 1987c), automatisables (BOUTOT et BALENT, 1989). La VP varie en théorie de 0 à 100 et en pratique de 0 à 50 dans les pâturages étudiés. Au delà de la valeur 50, le diagnostic par la VP perd la plus grande part de son efficacité pour le problème posé et doit s'effacer devant d'autres critères. L'attribution des indices spécifiques a une valeur générale mais exige souvent une mise à jour dans chaque région. Elle peut soulever des discussions sur la nature des critères pris en compte. De peur de leur stérilité, nous nous contenterons de savoir que ces barèmes synthétisent une longue expérience d'experts (KLAPP, 1971) et permettent un diagnostic.

2. Diagnostic selon la relation de DAGET-POISSONET

Dans un premier temps, on peut utiliser la relation statistique de DAGET et POISSONET (1975) entre chargement et VP :

$Ch = 0,02 VP$, avec Ch en UGB/ha/an.

En tenant compte de la durée moyenne de la saison de pâturage à l'altitude moyenne des estives étudiées par les auteurs (120 j), la conversion d'unités donne la formule :

$Ch = 36,5 VP$, avec Ch en $kg PV/ha/an/saison$.

La relation situe la parcelle étudiée dans le référentiel de DAGET et POISSONET. On estimera ainsi la valeur du pâturage et on critiquera son niveau de chargement par rapport à la moyenne des pâturages de même VP ou de même chargement : on pourra prononcer un diagnostic sur l'adéquation du niveau de chargement actuel. Par exemple, dans la figure 1, la parcelle caractérisée par le point A est sous-chargée par rapport au référentiel : on doit se demander si le chargement ne doit pas être augmenté de Ch_A à Ch_{A1} .

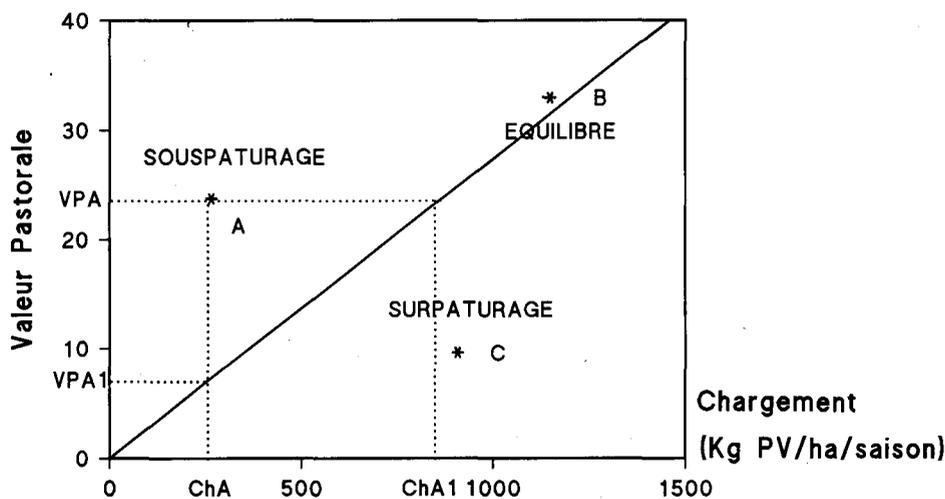


FIGURE 1 : Diagnostic sur l'adéquation du chargement à la valeur pastorale d'après la relation statistique de DAGET et POISSONET (1975)

FIGURE 1 : *Diagnosis on the adequation of the stocking rate to the pasture value according to DAGET and POISSONET's statistical relationship (1975)*

3. Vérification expérimentale de la relation de DAGET-POISSONET

Si l'on regarde maintenant la relation de DAGET et POISSONET comme causale et pas seulement statistique, la droite de régression entre VP et chargement s'interprète comme une *relation d'équilibre entre l'herbe et l'animal* : la supposition que les parcelles ayant servi à établir la relation étaient en équilibre est vérifiée au moins statistiquement si l'on considère que la variabilité autour de l'état d'équilibre est aléatoire dans l'échantillon. Les influences possibles de l'année ont été prises en compte par les auteurs dans leur précaution de calculer la charge moyenne sur les années antérieures à la mesure de VP. Dans l'interprétation de l'équilibre, on admet que la valeur pastorale s'adapte à terme proportionnellement au niveau de chargement.

Par exemple, dans la figure 1, la parcelle A est en déséquilibre. On peut soit maintenir la VP actuelle en augmentant le chargement à la valeur Ch_{A1} , soit maintenir le chargement actuel, auquel cas la VP se dégradera jusqu'à une valeur VP_{A1} .

Cette interprétation constitue l'hypothèse initiale de plusieurs expérimentations pluri-annuelles (I.N.R.A., 1979 ; LOISEAU et DE MONTARD, 1986 ; LOISEAU et al., 1988 ; LOISEAU et MERLE, 1988). La plupart de ces expérimentations ont consisté à suivre pendant plusieurs années le comportement de pâturages soumis à des chargements variables, différents de la charge d'équilibre selon DAGET et POISSONET, les autres éléments de la conduite du pâturage étant maintenus constants par ailleurs. Ces travaux très lourds n'ont abordé que quelques situations types, toutes en conditions d'augmentation du chargement. Ils ont montré, dans une certaine gamme, son effet améliorant. Un cheptel donné représente un facteur d'action dont on peut chiffrer la disponibilité par le poids vif total, et l'efficacité agronomique par l'amélioration de VP obtenue pour une augmentation donnée du chargement. Ce ratio sera appelé par la suite *pouvoir améliorant* du troupeau au chargement considéré.

4. Ebauche d'une théorie de la réponse de la valeur pastorale au chargement

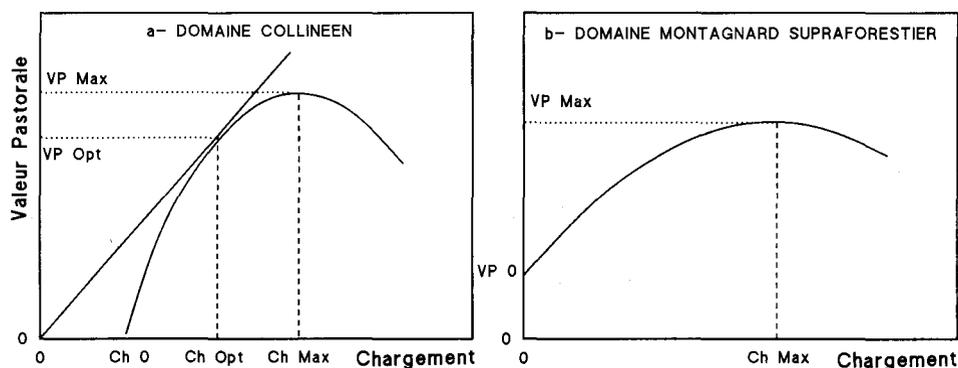


FIGURE 2 : Forme théorique des courbes de réponse de la valeur pastorale au chargement selon le domaine bioclimatique

FIGURE 2 : Theoretical response curves of pasture value to stocking rate according to the bioclimate

Selon les résultats obtenus, les courbes de réponse de la VP au chargement ne sont pas linéaires comme dans la formule de DAGET et POISSONET, mais paraboliques. Une telle forme ($VP = -a/2.Ch^2 + b.Ch$) a été justifiée par ailleurs par des

considérations sur le fonctionnement du système pâturé faisant intervenir les liaisons entre la VP, la production, le taux de consommation et le chargement (LOISEAU, 1988). La vérification expérimentale est difficile : un seul point sur la courbe demande la mobilisation de plusieurs hectares, d'une troupe d'animaux assez nombreuse pour mériter le nom de troupeau, et le maintien d'un protocole de pâturage pendant plusieurs années (6 à 12 ans ici). La forme des courbes a donc été vérifiée avec un faible nombre de points. Il en résulte plusieurs valeurs remarquables, soit dans le cas général (figure 2a) :

- une charge minimale (Ch_0) pour laquelle la VP s'annule,
- une charge maximale (Ch_{max}) qui donne la VP maximale (VP_{max}) et à partir de laquelle se déclenche le surpâturage, défini par l'action négative d'un supplément de chargement sur la VP,
- une charge optimum (Ch_{opt}) qui maximise le pouvoir améliorant du troupeau.

Les courbes donnent l'évolution à terme de la VP ou sa tendance évolutive en fonction de l'état initial et du chargement d'intervention. En outre, on a pu repérer les principaux paramètres du milieu ou de la gestion qui modifient la forme des courbes de réponse. Les paramètres les plus pertinents sont : l'étage bioclimatique, la fertilité chimique initiale du sol et les autres éléments (que le chargement) de la gestion pastorale.

L'étage bioclimatique modifie certainement la forme des courbes de relation charge-VP. En premier lieu, il faut distinguer les domaines phytogéographiques selon le caractère forestier ou non du "climax", qui conditionne la pérennité à long terme du pâturage à la charge 0.

En domaine de climax forestier, par exemple à l'étage collinéen à 900 m d'altitude, il existe une charge seuil (Ch_0 dans la figure 2a) en dessous de laquelle l'herbe fait place à la frutiscée et à la forêt. La valeur du seuil de chargement dépend d'un rapport de force entre la croissance de végétation qui provoque l'accumulation de biomasse et l'impact du troupeau qui l'élimine par la consommation et le piétinement. Un indicateur du rapport de force est donné par le taux de consommation, défini comme le rapport de l'ingéré à la production. D'après une étude sur lande pâturée par des ovins (LOISEAU, 1983b), le taux de consommation seuil est d'environ 25%.

Le seuil de chargement (Ch_0) qui fait balancer de l'herbe à la frutiscée dépend donc de la production primaire, commandée par la fertilité du milieu, c'est-à-dire essentiellement par la disponibilité en azote et en éléments minéraux. La valeur de Ch_0 sera donc plus élevée sur sol fertile (A2RT, 1987b). Le niveau de fertilité peut s'appréhender par la composition botanique (DE MONTARD et GACHON, 1978).

L'analyse de l'herbe, de préférence à l'analyse du sol (DE MONTARD, 1987) fournit aussi une appréciation de la fertilité du milieu à condition de pouvoir se référer à la matière sèche accumulée (SALETTE et LEMAIRE, 1981).

Sur le plan pratique, on n'a pas établi en domaine collinéen de courbe expérimentale de réponse de la VP au chargement. Tout au plus, pourrait-on cerner les valeurs de Ch_0 . Les valeurs les plus faibles sur sol épuisé se situent entre 100 et 200 kg PV/ha/saison. Sur sol riche, les références font cruellement défaut dans le contexte actuel d'extensification de la surface agricole utile. Le taux seuil de consommation de 25 % appliqué aux prairies les plus riches donne des valeurs de VP_0 élevées, situées au delà de 400 kg PV/ha/saison. Mais d'autres facteurs peuvent favoriser le basculement vers la frutifiée : le comportement animal, les hétérogénéités internes à la parcelle ou au peuplement, l'environnement végétal immédiat qui conditionne l'agressivité des espèces envahissantes.

En domaine non forestier, au contraire, par exemple à 1300 m d'altitude dans le Massif Central, la VP du pâturage se maintient très longtemps à une valeur non nulle en absence de bétail (figure 2b). Dans ce cas, on pourra définir une valeur minimum VP_0 de la VP à la charge nulle (I.N.E.R.M., 1983). Dans les massifs volcaniques de l'Auvergne, elle est située autour de 10. Une conséquence remarquable de la forme atténuée des courbes de réponse est que le pouvoir améliorant VP/Ch diminue quand la charge augmente : en cas d'aménagement d'un territoire supraforestier en voie d'extensification, la dilution du troupeau disponible sur l'espace à entretenir gère mieux les ressources totales que sa concentration sur quelques surfaces qui en seraient plus fortement améliorées.

Les "autres éléments de la gestion" sont le type d'animal, le mode de pâturage (libre, tournant), la fertilisation et le reste des techniques agronomiques. Ces éléments sont rarement indépendants mais plutôt assemblés selon une certaine cohérence. Ils caractérisent l'appartenance de la parcelle à un "système de pâturage". Pour simplifier, il suffit de considérer leur degré d'intensification, caractérisé en pâturage tournant par le nombre de parcelles du système (ou le rapport du chargement instantané au chargement moyen) et par le niveau de fertilisation azotée (A2RT, 1987e). Il n'y a donc pas une seule courbe de réponse de la VP au chargement mais une famille de courbes relatives à autant de systèmes de pâturage (figure 3). En particulier, le chargement et la VP à l'optimum augmentent en fonction de l'intensification. Par conséquent, un chargement trop élevé dans un système de pâturage donné pourra au contraire bien valoriser le pouvoir améliorant du cheptel à un niveau d'intensification supérieur du système.

5. Inertie et délais d'évolution

A moyen terme (5-10 ans), la VP ne réagit pas immédiatement à une variation du chargement et du système de pâturage en général. Ceci explique que l'on puisse

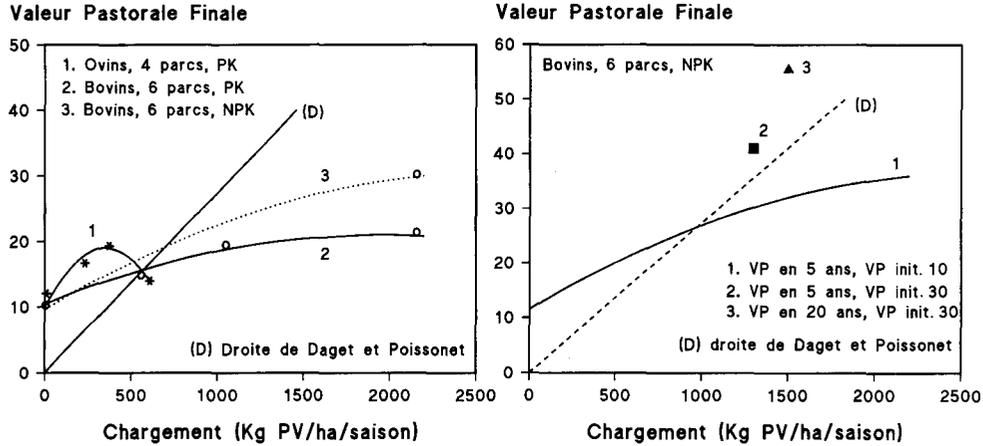


Figure 3

FIGURE 3 : Valeurs expérimentales de la valeur pastorale obtenue à moyen terme selon le chargement et la conduite du pâturage (estives des Monts d'Auvergne)

FIGURE 3 : Experimental values of the pasture value : mean-range term estimations based on stocking rate and grazing management (Auvergne Summer grazings)

Figure 4

FIGURE 4 : Influence de la valeur pastorale initiale et de la durée d'évolution : inertie à l'amélioration botanique dans les estives

FIGURE 4 : Influence of initial pasture value and of length of evolution : inertia of botanical improvement in Summer grazings

trouver des parcelles "en déséquilibre". Les délais d'évolution se manifestent aussi bien par le maintien de VP élevées après diminution du chargement que par le retard à l'amélioration en cas d'augmentation du chargement. L'avantage de délais importants est de pouvoir rattraper des situations défavorables avant qu'elles ne soient exprimées. L'inconvénient est dans le retard de la sanction qui fait réagir le plus souvent trop tard et qui double les délais de rattrapage. Ce phénomène conduit souvent au déchargement progressif jusqu'à l'abandon et souligne l'intérêt des diagnostics précoces.

Dans certains cas, l'amélioration obtenue à moyen terme reste inférieure à celle que l'on pourrait attendre du changement de système de pâturage. Dans la figure 4, le même système de pâturage (tournant sur 6 parcs, avec NPK et 1 400 à 1 600 kg/PV/ha/saison) donne à moyen terme une VP de 42 s'il est pratiqué à partir d'une VP initiale de 30, et de 30 s'il est pratiqué à partir d'une VP initiale de 12. En effet, les espèces qui devraient être favorisées par la conduite peuvent se développer ou non selon qu'elles sont présentes ou non à l'état latent, et selon leur

possibilité de propagation à partir de bordures ou de parcelles voisines. Dans ce domaine, la phytosociologie ou l'étude du stock grainier dans le sol pourraient sans doute apporter un élément de diagnostic sur la nature de la pression de semis et l'aptitude à l'amélioration. On constate en effet que l'inertie se manifeste particulièrement lors d'intensification de nardaies paraclimaciques ou de landes d'altitude (estive) ; elle est moins marquée pour des prairies montagnardes, des callunaies ou des nardaies anthropiques situées à l'étage collinéen (parcours). Dans les prairies montagnardes de Marcenat, le maintien à long terme de l'intensification (20 ans), donne des évolutions de VP plus conformes aux équilibres théoriques, soit une VP de 57 pour des pâturages tournants sur 6 parcelles sous un chargement de 1 600 kg PV/ha/an et avec des apports azoté de 80 kg N/ha/an (DE MONTARD, comm. pers.). Il n'y a pas eu d'expérimentation aussi longue sur pelouse ni sur lande.

6. Indications pour l'action

Les courbes précédentes sont une représentation formelle des lois et paramètres de l'action de l'herbivore. En pratique, les valeurs remarquables Ch_0 , VP_0 et Ch_{opt} suffisent pour hiérarchiser les facteurs limitants de la gestion. Il faut d'abord connaître la courbe enveloppe des courbes de réponse. Pour le domaine montagnard, nous proposons une formule un peu différente de celle de DAGET et POISSONNET :

$VP = VP_0 + 0,029 Ch$, avec VP, la VP à moyen terme, $VP_0 = 10$, et Ch, le chargement d'intervention.

La VP obtenue réellement à moyen terme est obtenue en multipliant cette valeur calculée par un coefficient compris entre 0 et 1, tenant compte de l'inertie du peuplement. Ce coefficient est difficile à chiffrer puisqu'il dépend à la fois du milieu initial de la parcelle, du différentiel d'intensification imposé et de l'environnement végétal (modifiable par le sursemis) : par exemple 0,8 pour une simple intensification du pâturage tournant sur prairie située dans la partie riche d'une estive, et 0,4 pour une très forte intensification sans sursemis sur pelouse montagnarde isolée des bonnes prairies susceptibles de fournir des graines.

Dans les conditions des pâturages étudiés, le surpâturage au sens défini précédemment (chute de la VP) est rare. Il existe cependant avec les ovins sous la forme du surpâturage sélectif. L'amélioration de la gestion consiste à se rapprocher de l'état d'équilibre en jouant soit sur la charge, soit sur la conduite du pâturage.

Lorsque le point est sous la droite, la tendance évolutive est favorable à l'amélioration de la VP. Celle-ci peut se réaliser ou non à moyen ou à long terme selon l'inertie du peuplement. L'amélioration sera favorisée par une intensification du système de pâturage (augmentation de la fertilisation). Si l'amélioration n'est pas souhaitée, la VP sera maintenue en descendant le chargement, à système constant, jusqu'à la valeur donnée par la formule.

Si le point est au dessus de la droite, la tendance évolutive est à la dégradation de la VP. On peut prévoir la VP à l'équilibre par la formule. Si elle paraît suffisante, on pourra sans doute extensifier le système de pâturage en réduisant les frais de gestion (restructuration en parcelles plus grandes, diminution des apports fertilisants...). Si on souhaite au contraire maintenir la valeur de la VP au niveau actuel, on doit commencer par augmenter le chargement sans extensifier d'abord le système de pâturage.

Diagnostic faisant intervenir la production

1. Définition des éléments du diagnostic

Dans un deuxième temps, on pourra comparer les deux éléments : Valeur Pastorale et production annuelle (P) de matière sèche. La production végétale en condition de pâturage est par nature très difficile à mesurer. Dans les conditions extensives, les animaux ne prélèvent qu'une partie de la production annuelle : le prélèvement de l'herbe offerte ne renseigne que sur l'état de l'offre comme combinaison de croissances et de refus anciens et ne donne que des renseignements indirects sur la production réelle. Dans les conditions de consommation complète de la production, il devient nécessaire de mesurer la croissance au rythme de l'exploitation par le troupeau. Ceci entraîne un travail excessif, voire impossible en cas de pâturage continu. Une méthode de coupe standardisée permet de s'affranchir du rythme de pâture : la méthode des coupes sous cage de mise en défens. Les refus sont éliminés à l'installation de la cage et les repousse mesurées à un rythme de fauche. Le déplacement de la cage sur une placette différente de la même station après chaque coupe prend en compte les effets anciens et récents des animaux.

2. Diagnostic selon la relation entre la production et la valeur pastorale

Le principe du diagnostic est analogue à celui développé précédemment. On utilise pour cela une référence obtenue dans la même région sur la relation entre P et VP. Les référentiels établis jusqu'ici sont peu nombreux mais montrent l'existence d'une relation statistique linéaire entre les 2 termes (LOISEAU, 1979). Le point caractérisant le pâturage étudié est placé dans cette grille de lecture. Le diagnostic s'énonce en fonction de la position du point par rapport à la droite de régression (figure 5).

Lorsque le point est sur la droite, il y a équilibre entre P et VP. Le pâturage doit rester stable dans l'état actuel de la gestion. On peut juger de sa valeur selon sa position sur la droite. Si le point est éloigné de la droite, le déséquilibre entre les 2 critères signale une évolution en cours. Le facteur limitant décelé peut porter

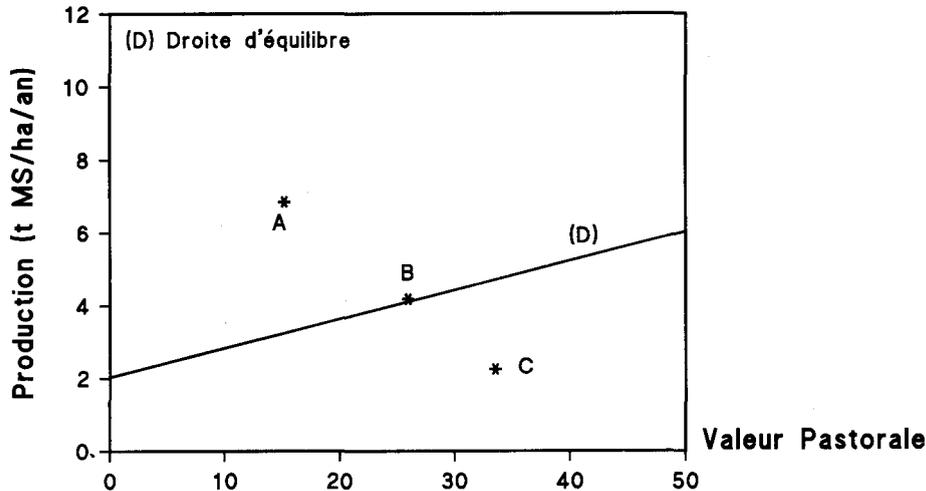


FIGURE 5 : Diagnostic selon la valeur pastorale (VP) et la production annuelle (P) de matière sèche (D : relation statistique entre P et VP dans les parcours de la région des Dômes ; interprétation pour les points éloignés de la droite dans le texte)

FIGURE 5 : *Diagnosis based on pasture value (VP) and yearly DM production (P ; D : statistical relationship between the two values in range lands of the Dômes region ; see text for explanation of points off the line)*

sur l'expression de la fertilité du sol soit en termes de production, soit en termes de compétition entre les espèces de différente qualité fourragère.

— Point au-dessus de la droite

Lorsque la production est supérieure à ce qu'on attendrait de la VP, il peut s'agir d'une *dégradation botanique* en cours ou récente sans diminution de la production : le cas typique est celui d'un pâturage sélectif qui se répercute sur les compétitions entre espèces refusées et bonnes fourragères sans s'accompagner d'une diminution de la fertilité du sol. Le pronostic d'une poursuite de la dégradation botanique engage à modifier les conditions d'exploitation : emploi d'animaux moins sélectifs, fauche des refus, intensification du mode de pâturage (rotation). Il peut s'agir d'une *amélioration récente de la production* sans accroissement proportionnel de la valeur botanique (figures 6a et 6b). Le diagnostic d'une amélioration botanique insuffisante, compte tenu des fumures apportées, porte l'attention sur les limites à l'extension des espèces fourragères. Par exemple, les espèces fourragères ne sont pas prêtes à se développer faute d'une pression de semis suffisante. On se trouve dans les conditions idéales pour un sursemis. Autre exemple, figure 6d, le sursemis valorise un débroussaillage suivi de fertilisation. Dans les 2 cas, l'analyse nutritionnelle du peuplement doit révéler un niveau satisfaisant et reporter l'action vers d'autres critères que la fertilisation.

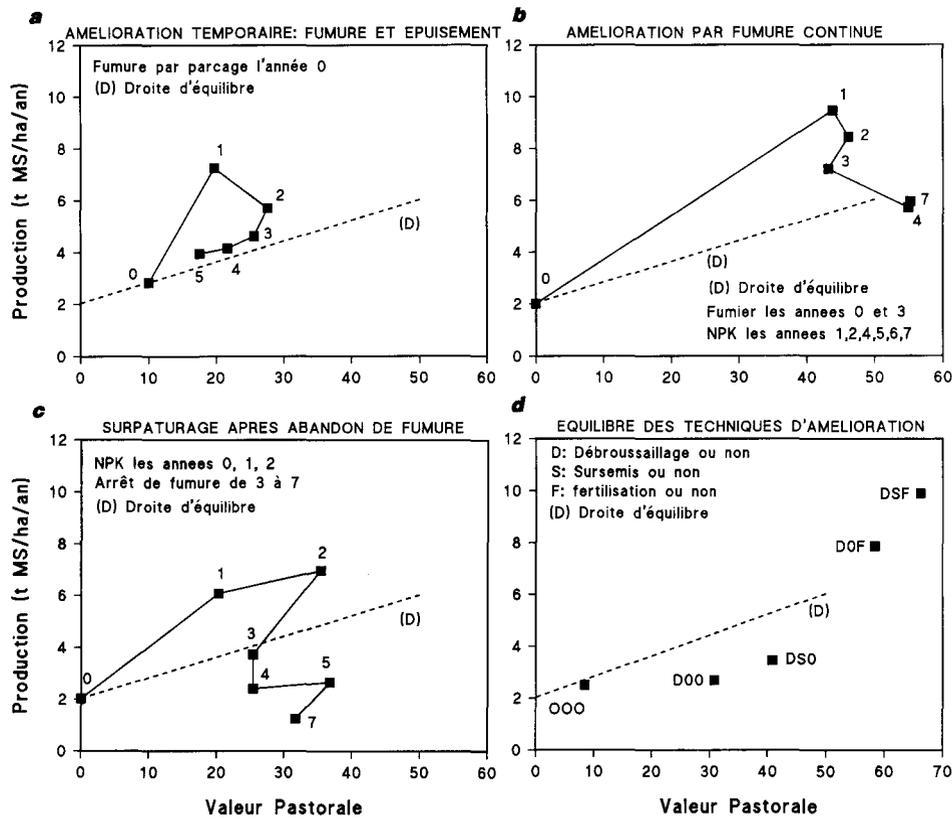


FIGURE 6 : Evolution simultanée de la valeur pastorale et de la production de matière sèche en fonction des techniques d'amélioration dans les landes et pelouses de la région des Dômes pâturées par les ovins. a) Retour à l'équilibre en cas de fumure non répétée, b) Stabilisation de la VP en régime de fertilisation minérale annuelle, c) Diminution de la production sans modification botanique par réduction de l'indice foliaire en pâturage libre, d) Effets de la combinaison des techniques d'amélioration après 2 ans (pâturage tournant).

FIGURE 6 : Simultaneous evolution of pasture value and DM production with improved management techniques in rangelands of the Dômes region grazed by sheep. a) Return to steady state when fertilization is not repeated, b) Stabilized pasture value when fertilizer dressings are repeated annually, c) Decreased production without floristic changes, when set stocking reduces leaf area index, d) Effects of combined improved management techniques after 2 years (paddock grazing)

— Point au-dessous de la droite

La production est inférieure à ce que l'on attend de la VP. Par exemple, la parcelle sort d'une amélioration botanique mal accompagnée par les techniques de fertilisation ou de pâturage. Ce peut être le cas après le débroussaillage d'une lande qui, faute d'un chargement suffisant, tend à revenir à son état botanique initial après

une colonisation temporaire par des graminées (figure 6d). *Un sursemis pratiqué sans fertilisation adéquate* peut aussi donner des VP élevées relativement à la production (figure 6d). Le pronostic d'une disparition des espèces semées placées en conditions nutritionnelles défavorables engage à renforcer la fertilisation. Une confirmation est possible par l'analyse minérale. Une troisième possibilité est que la parcelle soit en voie d'*épuisement chimique* : le mode d'exploitation est appauvrissant (exportation des déjections) ou bien on a cessé d'apporter des fumures, régulières auparavant (figure 6c). La fumure sera le moyen de remédier à la dégradation botanique prévisible. Une dernière possibilité est que *le mode d'exploitation limite la production par une action sur l'indice foliaire* indépendante de la fertilité du sol. Un chargement trop élevé est à confirmer par la première partie du diagnostic. La solution sera soit de réduire le chargement, soit d'améliorer le mode de pâturage en ménageant des durées de repousse plus longues.

3. Délais d'évolution

La réponse de la composition botanique est souvent retardée par rapport à l'évolution du potentiel de nutrition minérale. Sur une lande de l'étage collinéen, la fumure minérale ou organique demande des délais de 4 à 6 ans avant d'atteindre l'état d'équilibre. Pendant l'année qui suit une forte fertilisation, la production augmente plus vite que la VP. La composition botanique continue à s'améliorer pendant 2 ou 3 ans alors que la production décroît ; la végétation atteint un état d'équilibre seulement 4 ans après la fertilisation (figure 6a). Dans le cas d'une fertilisation répétée annuellement, l'état d'équilibre n'est atteint qu'au bout de 6 ans (figure 6b). La fertilisation étant supprimée, la production décroît rapidement pendant au moins les 4 années suivantes sans diminution de la VP (figure 6c). Des itinéraires techniques plus intensifs peuvent donner des états d'équilibre plus rapidement. Ainsi, la combinaison du débroussaillage et de la fertilisation donne un pâturage amélioré proche de l'équilibre dès la 2^e ou 3^e année (figure 6d). En revanche, les itinéraires techniques privés de fertilisation donnent dans les mêmes délais des végétations en déséquilibre susceptibles d'évoluer rapidement pendant les années suivantes.

4. Diagnostic selon le chargement et la production

Dans la première partie, l'adaptation du chargement a été discutée à partir de sa relation avec la VP. La relation supplémentaire entre P et VP développée ci-dessus suppose une autre relation entre la production et le chargement. Cette nouvelle relation doit être croissante, amortie puis décroissante comme la première. L'augmentation de la production avec le chargement a été démontrée (I.N.R.A., 1979) et expliquée par les processus de recyclage (LOISEAU et al., 1984). Par ailleurs, nous avons rappelé la possibilité d'une diminution de la production à des charge-

ments élevés, par limitation de l'indice foliaire ou de la hauteur d'herbe. Tous ces résultats s'accordent avec l'hypothèse dite de l'"optimisation de pâturage" (McNAUGHTON, 1979 ; HILBERT et al., 1981 ; WILLIAMSON et al., 1989) selon laquelle il existe une charge en herbivores qui maximise la production. Les résultats acquis suggèrent que l'optimum de chargement pour la VP et pour le chargement sont les mêmes. On pourrait alors définir dans le cas des pâturages montagnards 3 domaines d'action du chargement sur la végétation :

— le sous-pâturage (charge de 0 à la charge optimum) : une augmentation de chargement améliore la VP et la production ;

— le pâturage "tendu" (de la charge optimum à la charge de maximisation de la VP) : une augmentation de chargement augmente encore la VP mais pas la production ;

— le surpâturage (au-delà de la charge de maximisation de la VP) : une augmentation du chargement diminue la production et dégrade la composition botanique.

Conclusion

Cette tentative de synthèse des travaux réalisés sur les pâturages d'Auvergne, orientée vers le diagnostic et le plan d'action, privilégie le critère de Valeur Pastorale. Cet indice est pratique car il exprime en un seul nombre l'état de la végétation ; il est efficace dans la gamme des pâturages hors S.A.U. (surface agricole utile) puisqu'il permet d'y étudier les relations de la végétation avec la gestion. Néanmoins, de l'information est perdue lors de son calcul à partir de la composition botanique. On pourrait sans doute bâtir régionalement un diagnostic plus précis sur l'abondance de certaines espèces ou groupes d'espèces (PLANTUREUX et al., 1987), parmi lesquelles le groupe des légumineuses doit être privilégié (DE MONTARD, comm. pers.). L'effort de théorisation sur deux critères chiffrables a peut être fait négliger certains aspects qualitatifs.

Ce travail ne prétend pas apporter des éléments sur la gestion à court terme. On a privilégié la gestion à moyen et long terme en s'intéressant à la pérennisation ou à l'amélioration de la ressource. Bien que certaines notions de caractère général aient été soulevées à ce propos (charge seuil d'envahissement, pouvoir d'amélioration) elles ne s'appliquent pas forcément telles quelles aux pâturages de la SAU qui sont plus à l'honneur actuellement.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
"La prairie permanente : typologie et diagnostic",
les 25-26 avril 1990

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A2RT (1987b, c, d, e) : b- "L'évolution de la végétation", c- "L'état de la végétation", d- "Le chargement en bétail", e- "La conduite du pâturage", *Mieux utiliser les estives*, A2RT, INRA-ENITA-Parc régional des volcans, ENITA Clermont-Fd Ed.
- BALENT G. (1987) : *Structure, fonctionnement et évolution d'un système pastoral. Le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées centrales*, thèse, Univ. Rennes, 146 p + ann.
- BOUTOT L., BALENT G. (1989) : "Flore, un logiciel de saisie de relevés de composition botanique pour micro-ordinateur portable", *Fourrages*, 117, 65-76.
- C.E.P.E. (1971) : *Méthodes d'inventaire phyto-écologique et agronomique des prairies permanentes*, DAGET Ed., C.E.P.E. doc. 56, séminaire de Montpellier mars 1969, 206 p.
- DAGET P., POISSONET J. (1966) : *Etude phyto-écologique de la commune de Thoras*, C.E.P.E., doc. 28, 4. Interprétation des données stationnelles, 238 p.
- DAGET P., POISSONET J. (1972) : "Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages", *Fourrages*, 49.
- DAGET P., POISSONET J. (1975) : *Diagnostic et aménagement du territoire*, vol. I, Masson Ed.
- DELPECH R. (1976) : "Recherches sur la végétation des alpages (Inventaire et typologie, utilisation, potentialités, valeur bio-indicative, dynamique et expérimentation)", *Trav. Scient. du Parc de la Vanoise*, VII, 69-90.
- DELPECH R. (1984) : "Etude expérimentale de la dynamique de phytocoenoses de pelouses subalpines soumises à l'action de facteurs anthropozoogènes", *Doc. d'Ecologie Pyrénéenne*, III-IV, 463-470.
- DORIOZ J.M., PARTY J.P. (1987) : "Dynamique écologique et typologie de territoires pastoraux des Alpes du Nord. I- Analyse de l'organisation agro-écologique d'un alpage de référence", *Acta Oecologica, Oecol. Applic.*, 8, 3, 257-280.
- DURU M., FIORELLI J.L., LARDON S., MOREAU J.C., OSTY P.L. (1989) : "Forage management, a diagnosis method", *Proc. XVIth Int. grassl. Cong.*, Nice, 1 355-1 356.
- FIORELLI J.L., HUSSON J., LAVALETTE B., VAUBERNIER E. (1989) : "Diagnostic des conduites de pâturage tournant et continu : chargement, hauteur d'herbe et jours d'avance", *Proc. XVIth Int. Cong.*, Nice, 1 333-1 334.
- GRAS R et al. (1989) : *Le fait technique en agronomie*, L'Harmattan, 183 p.
- HILBERT D.W., SWIFT D.M., DETLING J.K., DYER M.I. (1981) : "Relative growth rates and the grazing optimization hypothesis", *Oecol.*, 51, 14-18.
- IGNACE J.-C. (1982) : *Amélioration de la production fourragère des landes à callune des monts du Forez*, mémoire d'Ingénieur d'Agronomie, E.N.S.A.A. Dijon, S.I.C.A. d'estive de Garnier, 104 p.
- I.N.E.R.M. (1976) : *Recherches sur les écosystèmes montagnards. Méthode d'analyse globale et quantitative. Application: productivité des pâturages de haute altitude*, D.G.R.S.T., Etudes concertées Briançonnais, CEMAGREF Grenoble, 405 p.

- I.N.E.R.M. (1981) : *Recherches en Briançonnais. 4. L'écosystème pastoral de haute altitude, éléments d'analyse*, C.E.M.A.G.R.E.F., D.G.R.S.T., 104 p.
- I.N.E.R.M. (1983) : *Pastoralisme montagnard. Recherches en Briançonnais*, cité par LEBRAS (1984), *Applications pratiques de la notion de Valeur Pastorale*, E.N.I.T.A. Dijon, C.E.P.E. Montpellier, 46 p.
- I.N.R.A. (1979) : "Aspects biologiques et techniques de la remise en exploitation des hauts pâturages dégradés des Monts-Dore", *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et des parcours méditerranéens*, X^e journées de Theix, 57-131.
- JEANNIN B., DE MONTARD F. (1971) : "Fertilisation et pâturage tournant sur une estive des Monts d'Auvergne", *Fourrages*, 45, 49-69.
- JEANNIN B., GAREL J.P., LOUYOT J., DE MONTARD F., PETIT M. (1979) : "Production et utilisation rationnelle des pâturages d'altitude dans les montagnes du Massif Central", *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et des parcours méditerranéens*, X^e Journées du grenier de Theix, 137-155.
- KLAPP E. (1971) : *Wiesen und Weiden*, Parey Ed., Berlin, 620 p.
- L'HOMME G., COUHERT J.P. (1986) : "Mise en valeur pastorale à la SICA de Garnier. Estive et développement rural dans le Forez", *Fourrages n° hors série, L'animal au pâturage dans les friches et les landes*, 119-127.
- LOISEAU P., MERLE G. (1979) : "Influence du mode d'exploitation traditionnel sur l'état des parcours dans les Monts-Dômes", *Fourrages*, 79, 37-54.
- LOISEAU P., LARRERE G. (1980) : "Use of historical inquiry for studying the evolution of mountain pasture", *Proc. 8th EGF Meet.*, Zagreb, 1, 67-73.
- LOISEAU P. (1983a) : "Un puissant outil d'amélioration des parcours, le parcage nocturne", *Agronomie*, 3, 4, 375-385.
- LOISEAU P. (1983b) : "Histoire de la mise en valeur, écologie et perspectives d'utilisation pastorale des zones marginales", *Systèmes agraires et pratiques paysannes dans les Monts-Dômes*, INRA, 251-292.
- LOISEAU P., JAUNEAU A., RICOU G. (1984) : "Etudes sur le recyclage dans l'écosystème prairial, I. Influence de la conduite du pâturage sur l'activité biologique des pelouses montagnardes", *Acta Oecol., Oecol. Applic.*, 5, 1, 23-41.
- LOISEAU P., DE MONTARD F.X. (1986) : "Gestion pastorale et évolution des Landes dans le Massif Central Nord", *Fourrages n° hors série, L'animal au pâturage dans les friches et les landes*, 83-118.
- LOISEAU P. (1988) : *Signification et limite de l'indice de Valeur Pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturages en moyenne montagne humide*, comm. XVI^e réunion Amicale Phytosociologie, Paris, 17-19/2/88.
- LOISEAU P., MERLE G. (1988) : "Intérêt de très forts chargements en bovins pour l'amélioration de pâturages dégradés", *Fourrages*, 116, 395-408.
- LOISEAU P., MARTIN-ROSSET W., MERLE G. (1988) : "Evolution à long terme d'une lande de montagne pâturée par les bovins et les chevaux. I. Conditions expérimentales et évolution botanique", *Agronomie*, 8, 873-880.

- McNAUGHTON S.J. (1979) : "Grazing as an optimization process : grass-ungulate relationships in the Serengenti", *The Am. Natur.*, 115 (5), 691-703.
- DE MONTARD F.X., GACHON L. (1978) : "Contribution à l'étude de l'écologie et de la productivité des pâturages d'altitude des Monts Dore. I. Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'analyse de la végétation", *Ann. Agr.*, 29 (3), 277-310.
- DE MONTARD F.X. (1987) : "Raisonnement de la fertilisation des prairies et du plan de fumure dans les exploitations d'élevage", *Forum Fourrages Auvergne, 1986*, D. MICOL Ed., 85-116.
- PLANTUREUX S., BONISCHOT R., GUCKERT A. (1987) : "Effet des techniques d'intensification sur l'évolution de la végétation des prairies permanentes lorraines", *Acta Oecol., Oecol. Applic.*, 8, 3, 229-246.
- SALETTE J., LEMAIRE G. (1981) : "Sur la variation de la teneur en azote des graminées fourragères pendant leur croissance, formulation d'une loi de dilution", *C.R. Acad. Sci. Paris*, 292, III, 875-878.
- WILLIAMSON S.C., DETLING J.K., DODD J.L., DYER M.I. (1989) : "Experimental evaluation of the grazing optimization hypothesis", *J. Range Man.*, 42 (2), 149-152.

RÉSUMÉ

Le diagnostic proposé s'applique à la gestion à moyen terme des pâturages de montagne. A partir d'un jugement sur la valeur et la tendance évolutive de la végétation, il vise à établir un plan d'action en fonction d'objectifs de valeur d'usage du pâturage. Deux relations sont utilisées : celle entre la Valeur Pastorale (VP, calculée d'après la composition botanique) et le chargement (Ch) ; celle entre la VP et la production annuelle de matière sèche (P). L'étude expérimentale de la première relation aboutit à formuler les lois d'action de l'animal sur la VP : forme des courbes de réponse, valeurs remarquables de VP et Ch selon l'étage bioclimatique, rôle des autres éléments de la gestion, notions de pouvoir améliorant du cheptel et d'inertie de la VP. La deuxième relation entre P et VP indique les facteurs actifs (nutrition minérale, surpâturage, pression de semis) et fournit des éléments de confirmation du diagnostic (syndrome). L'ensemble aboutit au choix du chargement, du système de pâturage et des techniques agronomiques (fumure, sursemis).

SUMMARY

Diagnosis applied to the management of mountain pastures

A diagnosis is proposed for the mean-range term management of mountain pastures. Based on a judgment on the value and evolutionary tendency of the vegetation, its aim is to establish a programme for action, according to the utilization in view. Two relations are used : one between the pasture value (VP), calculated on the basis of the botanical composition and the stocking rate (Ch) ; one between VP and yearly dry matter production (P). The experimental study of the first relation leads to the formulation of the laws of animal action on the VP : form of the response curves, remarkable values of VP and Ch according to bioclimatic level, effects of the other constituents of the management, notion of improving power of livestock and VP inertia. The second relation between P and VP points on the active factors (mineral nutrition, overgrazing, sowing pressure) and supplies elements for confirmation of the diagnosis (syndrome). As a conclusion, this results in the choice of stocking rate, pasture management and agronomic techniques (fertilization, over-sowing).