

149)
CIRAD-EMVT
Campus de Baillarguet
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cedex 1

AG 178530
BA TH 299
Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général de Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

27 MAI 1999

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

**LA VALEUR PASTORALE : SON UTILISATION
DANS L'ETUDE ET LA GESTION DES PATURAGES**

par

Stéphane CHALAYE

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

année universitaire 1997-1998



* TH02855 *

RESUME

Tous les pâturages n'ont pas la même valeur. Un paramètre synthétique permet de caractériser la valeur de ceux-ci : la valeur pastorale.

A partir de relevés et d'une analyse phytosociologique de la végétation, les contributions spécifiques des espèces des pâturages peuvent être déterminées. Un indice spécifique peut être donné à chacune des espèces pour caractériser sa valeur. Ces deux paramètres permettent de calculer la valeur pastorale. Celle-ci peut aussi être représentée graphiquement et être modélisée.

L'utilisation de cette méthode a d'abord servi à estimer la valeur des pâturages dans les régions tempérées. Elle est appliquée maintenant à d'autres milieux, comme les pays tropicaux, et intervient de plus en plus dans le cadre de la gestion des pâturages étudiés. Cette gestion prend la forme d'interventions agronomiques, de détermination de la capacité de charge et de bilans pastoraux.

Cependant son utilisation est limitée encore par deux éléments importants. La méthode ne s'applique qu'à la strate herbacée et ne tient pas compte des ligneux. De plus, elle ne prend pas en compte le comportement des animaux au pâturage.

Mots-clés : valeur pastorale, pâturages, gestion pastorale, capacité de charge, phytosociologie, indice spécifique

SOMMAIRE

Résumé	1
Sommaire	2
	CIRAD-Dist UNITÉ BIBLIOTHÈQUE Baillarguet
Introduction	4
1- Etude de la végétation	5
1.1- Méthodes d'étude de la végétation	5
1.1.1- Généralités	5
1.1.2- Approche phytosociologique	5
1.1.2.1- Echantillonnage	5
1.1.1.2- Fréquences et contributions spécifiques	6
1.1.2.3- Espèces productrices, productives et potentielles	6
1.2- Caractérisation des espèces des pâturages	7
1.2.1- Indices spécifiques	7
1.2.2- Etablissement des indices spécifiques	7
1.2.3- Exemples d'indices spécifiques	7
2- Méthodes d'étude de la valeur pastorale	9
2.1- Calcul de la valeur pastorale	9
2.2- Représentation graphique de la valeur pastorale	11
2.2.1- Diagramme de constitution pastorale	12
2.2.2- Diagramme de composition pastorale élémentaire	13
2.2.3- Spectre fourrager optimal	13
2.3- Modélisation	14
2.3.1- Modélisation de la valeur pastorale d'un pâturage	14
2.3.2- Modélisation du spectre fourrager optimal	15
3- Utilisation de la valeur pastorale	18
3.1- Utilisation dans l'étude des pâturages	18

3.1.1- Suivi de la valeur des parcours	19
3.1.2- Outils informatiques	19
3.2- Utilisation dans la gestion pastorale	19
3.2.1- Interventions agronomiques	19
3.2.1.1- Surpâturage	19
3.2.1.2- Mise en défens	20
3.2.1.3- Feux de savane	20
3.2.1.4- Fertilisation	20
3.2.1.5- Sursemis	20
3.2.2- Valeur pastorale et capacité de charge	21
3.2.2.1- Définitions	21
3.2.2.2- Relations	22
3.2.2.3- Exemples d'utilisation	23
3.2.3- Bilan pastoral	24
3.2.4- Mesure de l'intensité d'exploitation pastorale	24
4- Limites et critiques	26
4.1-Sur le calcul de la valeur pastorale	26
4.1.1- Sur la formule elle-même	26
4.1.2- Sur la composante Indice spécifique	27
4.1.3- Sur la composante Contribution spécifique	27
4.2- Sur l'utilisation de la méthode	28
Conclusion	29
Annexes	30
Bibliographie	33

CIRAD-Dist
 UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
 Baillarguet

INTRODUCTION

Pouvoir apprécier la valeur des pâturages est important pour les personnes vivant directement ou indirectement de cette ressource. Par exemple, la productivité des animaux au pâturage est dépendante de la productivité végétale et donc de la qualité de ces pâturages (Hedin et Duval, 1967). Il apparaît alors important de connaître leur valeur et de pouvoir l'estimer. De plus de nombreuses études agronomiques se ramènent au problème du classement de valeur des peuplements prairiaux (Delpech, 1960).

Boitel affirmait en 1886 que toutes les plantes n'avaient pas la même valeur nutritive, ainsi les prairies et pâturages n'ont pas non plus la même valeur pour les animaux qui s'y nourrissent. Des pastoralistes ont ainsi cherché à apprécier la valeur des pâturages par l'intermédiaire d'un paramètre synthétique : la valeur pastorale.

Après des rappels sur les méthodes employées pour l'étude de la végétation dans le cadre de ce sujet, nous verrons comment est estimée la valeur pastorale et de quelle façon elle peut être représentée. Nous aborderons ensuite l'utilisation qui est faite de ce paramètre dans l'étude des pâturages et leur gestion. Enfin les limites et critiques que peuvent présenter cette notion sont traitées dans une quatrième partie.

1. ETUDE DE LA VEGETATION

1.1. Méthodes d'étude de la végétation

1.1.1. Généralités

Il existe plusieurs méthodes de jugement de la valeur agronomique des prairies, et celles-ci peuvent être classées en deux catégories (Delpech, 1960) : méthodes zootechniques et méthodes phytosociologiques. Il est ainsi fait la différence entre des méthodes appréciant la valeur actuelle d'une prairie et celles qui estiment sa valeur potentielle ; ces deux types de méthodes pouvant être complémentaires. Nous nous intéresserons ici aux méthodes phytosociologiques.

L'école montpelliéraine de Emberger *et al.* (1968), inspirée des travaux de Braun-Blanquet (1951), a étudié la relation entre la structure de la végétation et sa qualité, et la productivité des pâturages, et posé les bases de la phytoécologie.

1.1.2. Approche phytosociologique

1.1.2.1. Echantillonnage

On procède à un échantillonnage stratifié afin de déterminer des transects dans les parcelles étudiées (Gounot, 1969). Un minimum de 100 relevés sont effectués par transect. Les relevés de végétation peuvent se faire par points quadrats (Boudet *et al.*, 1989 ; Daget et Poissonet, 1971b, 1991a).

1.1.2.2. *Fréquences et contributions spécifiques*

L'analyse des relevés d'une parcelle permet de déterminer plusieurs paramètres dont les fréquences et contributions spécifiques de chaque espèce végétale (Daget et Poissonet, 1971b).

On appelle fréquence spécifique d'une espèce, FS, le nombre de points (dans le relevé de la végétation) où cette espèce a été rencontrée.

La contribution spécifique, CS, est définie comme le rapport de la fréquence spécifique d'une espèce, FS, à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces i recensées sur 100 points échantillonnés, telle que :

$$CS_i = \frac{FS_i}{\sum_{i=1}^n FS_i} \times 100$$

Elle s'exprime en pourcentage.

La contribution spécifique traduit la participation de l'espèce à la couverture totale du sol. Elle est encore appelée contribution spécifique présence, CS_p , pour la différencier de la contribution spécifique contact, CS_c . Cette dernière exprime la participation des espèces au biovolume végétal aérien. C'est cependant la CS_p qui sera utilisée par la suite.

1.1.2.3. *Espèces productrices, productives et potentielles*

On dit d'une espèce qu'elle est productrice quand sa contribution spécifique est supérieure à 1 %. Une espèce est dite très productrice quand sa contribution spécifique dépasse 5 %.

On différencie les espèces productrices des espèces productives. Une espèce peut être productrice sans pour autant être productive ; en effet, elle peut contribuer à la couverture du pâturage sans lui donner de la « valeur ». A l'inverse, une espèce qui serait productive pour un pâturage donné n'est pas forcément productrice. On caractérise alors cette espèce de potentielle.

1.2. Caractérisation des espèces des pâturages

1.2.1. Indices spécifiques

En 1960, Delpech a parlé de coefficients de valeur affectés à chaque espèce. Il reprenait la classification élaborée par De Vries (1950) dans des pâturages néerlandais. Celui-ci avait classé les espèces sur une échelle de 1 à 10. Delpech a lui utilisé 6 classes et noté les espèces de 0 à 5

Ce coefficient de valeur, maintenant appelé indice spécifique, I_s , est une indice de qualité relative qui caractérise l'intérêt zootechnique des espèces des pâturages. Cet indice peut être noté selon plusieurs échelles suivant les auteurs.

1.2.2. Etablissement des indices spécifiques

Cet indice I_s a été déterminé pour un certain nombre d'espèces, grâce à l'interprétation de nombreuses données : vitesse de croissance, valeur nutritive, appétibilité, saveur, assimilabilité, digestibilité, etc.

Rippstein (1985, 1989) a proposé une méthode pour calculer l'indice spécifique des espèces végétales. Cette méthode prend en compte trois facteurs : l'appétibilité (ou appétence) liée à la plante, la production et la valeur nutritive (*cf.* Annexe 1).

1.2.3. Exemples d'indices spécifiques

De nombreux auteurs ont proposé des valeurs d'indices spécifiques pour les espèces de pâturage de différents milieux :

- T'Hart et De Vries, 1950 : herbages des Pays-Bas,
- Delpech, 1960 : prairies françaises,
- Ellenberg 1963 : Allemagne et Europe Centrale,
- Daget et Poissonet, 1971b : prairies du Massif Central
- Daget et Poissonet, 1991a (d'après plusieurs auteurs) : flore des pâturages de la zone méditerranéenne sèche, des régions européennes au nord de la

Méditerranée, des régions subhumides méditerranéennes du Chili, de l'île de Pâques, des régions tropicales africaines, des régions tropicales sèches de Mauritanie et du Sénégal et des hauts plateaux de Mongolie.

Il existe ainsi de plus en plus de données disponibles sur les indices spécifiques d'espèces de diverses régions du monde.

2. METHODES D'ETUDE DE LA VALEUR PASTORALE

Les travaux de nombreux pastoralistes ont abouti à la notion de valeur pastorale comme paramètre synthétique de caractérisation de la végétation d'une prairie ou d'un ensemble de prairies (De Vries *et al.*, 1942 ; Klapp, 1965).

L'étude de la valeur pastorale de la végétation des prairies et pâturages peut être abordée de deux façons différentes mais complémentaires (toutes deux basées sur la connaissance des contributions spécifiques). Elle peut se faire par le calcul de la valeur pastorale ou/et par l'analyse du spectre de constitution floristique.

2.1. Calcul de la valeur pastorale

En 1949, De Vries a créé un *bromatological index* qu'il appelle *grade of quality*. Cet index permet de hiérarchiser les pâturages en fonction de leur qualité. La détermination de cette valeur dépend de la composition floristique et de la structure du pâturage, et des valeurs des espèces elles-mêmes (Daget et Poissonet, 1971a).

Composition et structure du pâturage sont données par les contributions spécifiques de chaque espèce. La valeur des espèces est définie par l'indice spécifique Is .

Ce *grade of quality* correspond à la valeur pastorale, VP, et est calculé de la façon suivante (Daget et Poissonet, 1971a) :

$$VP = k \sum_{i=1}^n CS_i \times Is_i \quad \text{où} \quad k = \frac{1}{N}$$

N est l'indice maximal de l'échelle des indices spécifiques ; et on obtient une valeur variant de 0 à 100.

La valeur pastorale se mesure à l'optimum de végétation (Daget et Poissonet, 1991a).

Le tableau 1 donne le détail d'un exemple de calcul de la valeur pastorale.

Tableau 1 : Exemple de calcul de la valeur pastorale d'une prairie (Margeride, Cantal)
d'après Daget et Poissonet (1991a)

	Is	FS	CS	Is x CS
Graminées				
<i>Agrostis vulgaris</i>	3	44	10,9	32,8
<i>Festuca rubra</i>	2	37	9,2	18,4
<i>Nardus stricta</i>	0	30	7,5	0
<i>Danthonia decumbens</i>	1	25	6,2	6,2
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1	21	5,2	5,2
<i>Anthoxantum odoratum</i>	1	16	4	4
<i>Briza media</i>	1	11	2,7	2,7
<i>Avena pubescens</i>	3	7	1,7	5,2
<i>Agrostis alba</i>	3	3	0,7	2,2
<i>Poa pratensis</i>	4	1	0,2	1
Légumineuses				
<i>Trifolium repens</i>	4	9	2,2	1
<i>Trifolium pratense</i>	4	4	1	4
<i>Lotus corniculatus</i>	3	3	0,7	2,2
Diverses fourragères				
<i>Plantago lanceolata</i>	2	1	0,2	0,5
<i>Achillea millefolium</i>	2	4	1	2
Diverses non fourragères				
	0	186	46,3	0
TOTAUX		402	100	95,5

et $VP = 0,2 \times 95,5 = 19,1$

Il faut noter que suivant l'utilisation de tel ou tel système de référence d'indices spécifiques, on peut obtenir des résultats légèrement différents. Ainsi dans l'exemple d'une prairie du Massif Central, Daget et Poissonet (1971b) ont obtenu une valeur pastorale de 19,4 avec leurs indices et de 22 avec les indices utilisés par De Vries (1950). Cette différence est, selon les

auteurs, imputable à la proportion de plantes diverses non fourragères auxquelles le système de De Vries accorde une certaine valeur.

Quand l'indice spécifique des espèces n'est pas connu, la valeur pastorale peut être estimée, d'une part par un calcul approché (utilisation de coefficients de remplacement), et d'autre part, par la confrontation de données zootechniques basées sur l'évaluation du besoin des animaux et des UF prélevés en fonction de la charge et de la période d'utilisation (Arnaud et Thavaud, 1991).

2.2. Représentation graphique de la valeur pastorale

Les espèces composant la prairie ou le pâturage étudié ont été regroupées dans différentes catégories par De Vries (Daget et Poissonet, 1971b) :

- G₅ : très bonnes Graminées
- G₄ : bonnes Graminées
- G₃ : assez bonnes Graminées
- G₂ : Graminées moyennes
- G₁ : Graminées médiocres
- G₀ : Graminées sans valeur
- L₄ : bonnes et très bonnes Légumineuses
- L₃ : assez bonnes Légumineuses
- L₂ : Légumineuses moyennes
- L₁ : Légumineuses médiocres
- L₀ : Légumineuses sans valeur
- D_f : diverses fourragères
- D_n : diverses non fourragères
- R : refus

En se basant une notation de 0 à 5, le chiffre qui suit les lettres G et L est l'indice spécifique Is. Les D_f peuvent prendre la valeur 1 ou 2. Les D_n et les refus ont la valeur 0 (Daget et Poissonet, 1991a).

Deux diagrammes peuvent être tirés de ce classement : un diagramme dit de constitution pastorale et un diagramme dit de composition pastorale élémentaire.

2.2.1. Diagramme de constitution pastorale

Il est encore appelé diagramme synthétique de De Vries (T'Hart et De Vries, 1950). Il comporte en abscisse, la moyenne des valeurs pastorales regroupées en classe de 10 et en ordonnée, la contribution moyenne cumulée des catégories d'espèces dans l'ordre suivant :

- plantes non fourragères (D_n, G_0, R)
- Graminées moyennes (G_1, G_2, G_3)
- bonnes et très bonnes Graminées (G_4, G_5)
- Légumineuses fourragères (L_1 à L_4)
- diverses fourragères (D_f)

Un exemple est donné en figure 1. commune de THORAS (Margeride de Haute-Loire)

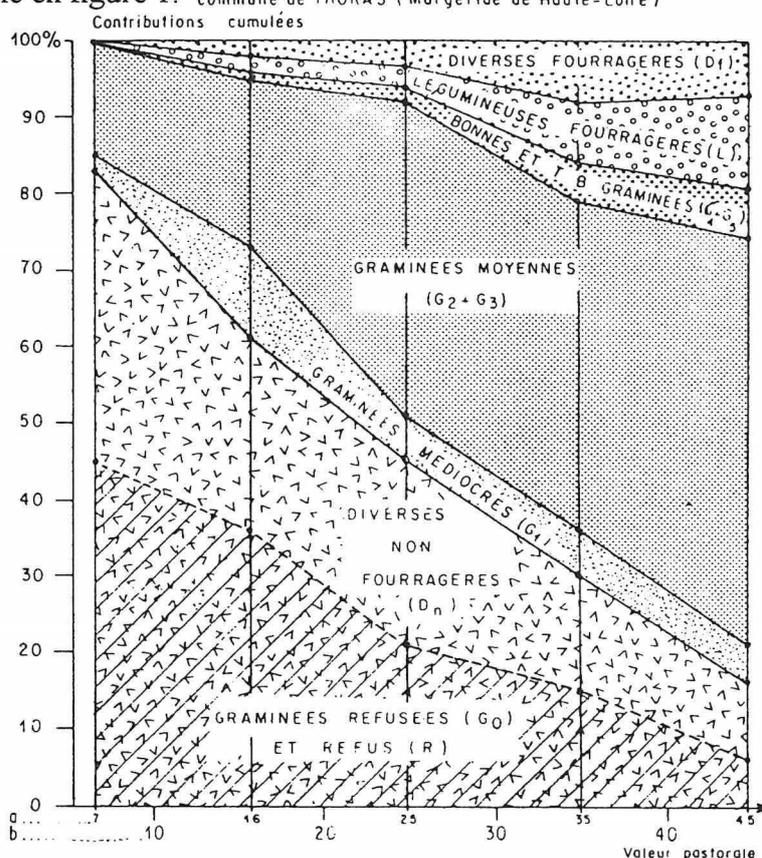


Figure 1 : Exemple de diagramme synthétique de De Vries représentatif des herbages échantillonnés dans la commune de Thoras, Massif Central (d'après Daget et Poissonet, 1971b)

2.2.2. Diagramme de composition pastorale élémentaire

La végétation est représentée dans un système de coordonnées triangulaires (Daget et Poissonet, 1971b) comprenant :

- Graminées fourragères (G_5 à G_1)
- Légumineuses et plantes fourragères diverses (L_4 à L_1 et D_f)
- plantes non fourragères (G_0 , L_0 , D_n , R)

2.2.3. Spectre fourrager optimal

En plus des deux diagrammes vus précédemment, on peut aussi élaborer un spectre fourrager optimal (Daget et Poissonet, 1971b). La contribution des diverses catégories d'espèces est représentée par une courbe dans le même plan que pour le diagramme de De Vries. Les courbes sont tracées en trait plein jusqu'à la valeur maximale observée puis extrapolées au-delà. Les points A, B et C sont les valeurs pastorales maximales correspondant respectivement à l'extrapolation des courbes des Légumineuses, des bonnes et très bonnes Graminées et des Graminées moyennes (*cf.* figure 2).

On trouve toujours des espèces non fourragères, même dans les meilleurs prairies permanentes ; ainsi la valeur pastorale pour laquelle la contribution de cette catégorie s'annule constitue un plafond et on parle alors de valeur pastorale optimale VPO. On peut alors en dégager un spectre fourrager optimal exprimant les contributions des diverses catégories pour lesquelles la valeur pastorale optimale est obtenue.

Ce spectre correspond au diagramme de De Vries où les variations sont non cumulées et lissées (Daget et Poissonet, 1991b).

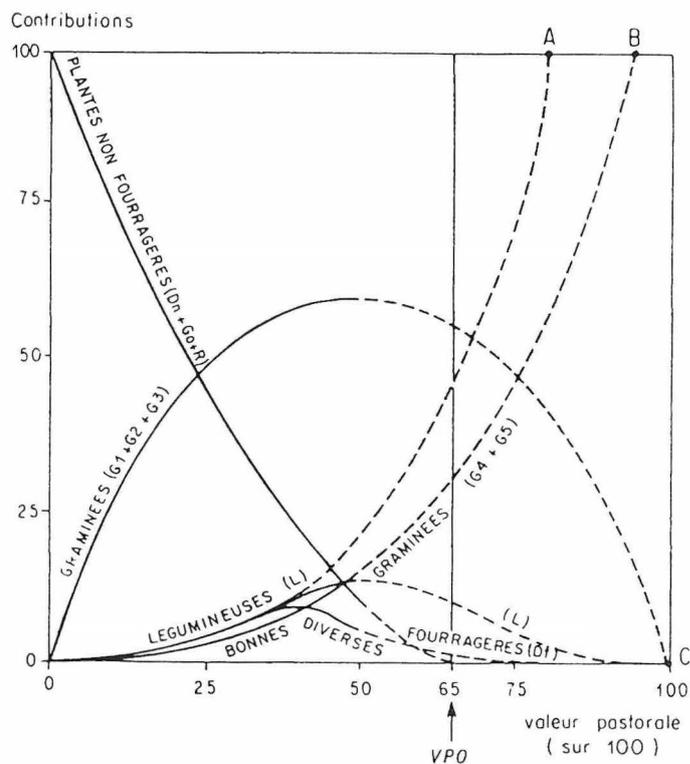


Figure 2 : Exemple de spectre fourrager optimal de prairies de la Margeride, Massif Central (d'après Daget et Poissonnet, 1971b).

2.3. Modélisation

2.3.1. Modélisation de la valeur pastorale d'un pâturage

Godron *et al.* (1989) en travaillant sur des pâturages de montagne (Mont Lozère, France) ont émis l'hypothèse que la valeur pastorale suivait une loi de croissance logistique de type :

$$\frac{dN}{dT} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

Et une des solutions de cette équation est :

$$N = \frac{K}{i + e^{a-rt}}$$

où N est la valeur pastorale obtenue par l'ensemble des espèces fourragères, k la valeur limite que peut atteindre N , r la pente de la droite à l'ordonnée à l'origine et t le temps en années.

Le résultat est en figure 3. Ce type de graphe est complété d'un tableau appelé tenseur de potentialités regroupant différents paramètres : de végétation, agronomiques, de production (cf. Annexe 2) permettant d'envisager plusieurs scénarios d'évolution des prairies.

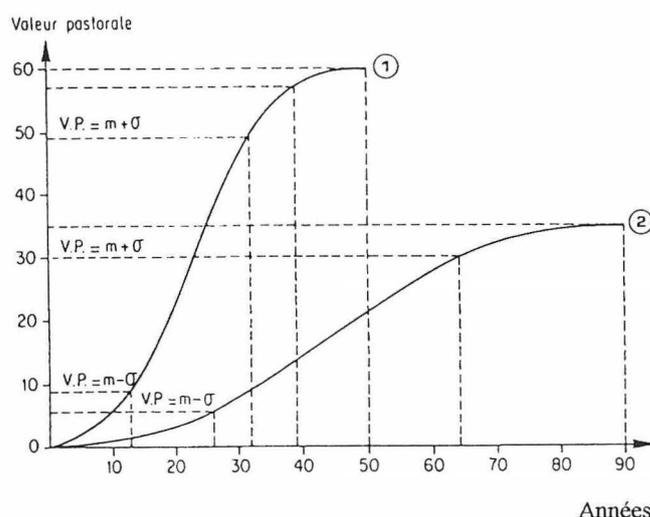


Figure 3 : Exemple de modélisation. Modèle d'accroissement de la valeur pastorale de moyenne et haute altitude du Mont Lozère (d'après Godron *et al.*, 1989).

- (1) Prairies de pâture et fauche de moyenne altitude (1 200 – 1 450 m), VPO = 57. Durée d'investissement, environ 19 ans.
- (2) Prairies de pâture de haute altitude (au dessus de 1 450 m), VPO = 35. Durée d'investissement, environ 38 ans.

2.3.2. Modélisation du spectre fourrager optimal

Un modèle de spectre fourrager optimal a été proposé par Daget et Poissonet (1991a, 1991b), basé sur le système d'équations suivantes :

Plantes non fourragères :

$$y_0 = (100 - x) - (0,6h + 0,4k)x(100 - x)/5000$$

Légumineuses :

$$y_1 = kx(100 - x)/2500$$

Graminées moyennes :

$$y_2 = hx(100 - x)/2500$$

Bonnes graminées :

$$y_3 = x - (0,4h + 0,6k)x(100 - x)/5000$$

où h représente le maximum de contribution par lequel passent les Graminées moyennes ; k représente le maximum de contribution par lequel passent les Légumineuses.

Et la VPO peut être calculée :

$$x_{opt} = 2500/(0,6h + 0,4k)$$

Plus h est grand, plus x_{opt} est petit

La figure 4 donne un exemple de modélisation.

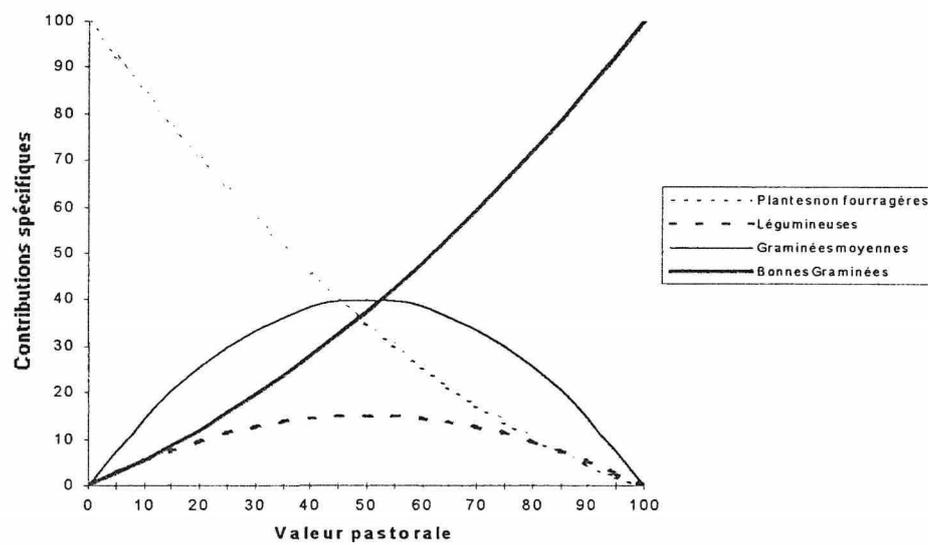


Figure 4 : Exemple de modélisation de spectre fourrager optimal avec $h = 40$ et $k = 15$ (d'après Daget et poissonet, 1991a, 1991b)

Cependant comme le constatent les auteurs, ce modèle ne comporte que 4 compartiments et demande à être approfondi.

3. UTILISATION DE LA VALEUR PASTORALE

3.1. Utilisation dans l'étude des pâturages

3.1.1. Suivi de la valeur des parcours

Vertes (1987, 1989) rappelle la nécessité d'une méthode de diagnostic pour une étude à finalité agronomique et l'utilité de la valeur pastorale dans ce type d'étude. Ainsi, le spectre fourrager optimal peut être utilisé par un herbager en tant qu'image de son pâturage, la valeur pastorale augmentant avec le taux de bonnes espèces (Daget et Poissonet, 1991b).

Certains auteurs ont utilisé la valeur pastorale comme une note qui permet de comparer les pelouses entre elles et de suivre leur évolution dans le temps, à condition cependant de se situer dans une même région écologique et dans des systèmes d'élevage comparables (Rippstein, 1985 ; Garde et Senn, 1991).

Ainsi, dans une étude faite en Crau, Hugues *et al.* (1952) ont montré une modification de la valeur pastorale au cours du temps. Sur un intervalle de 5 ans, la valeur pastorale passe de 70 en 1955 à 50 en 1960. Dans cet exemple, selon Delpech (1960), le nombre d'espèces présentes semble en relation avec la qualité agronomique du peuplement. En effet le nombre d'espèces végétales passe sur la même période de 20 à 38. Il ajoute que dès que l'on dépasse une trentaine d'espèces, la qualité de la prairie devient mauvaise tout en restreignant cette conclusion au cadre de l'étude, sans l'élargir au cas des prairies de montagne ou de région méditerranéenne.

Daget et Poissonet (1971a) se sont posé la question de savoir si la méthode de détermination de la valeur pastorale pouvait être élargie à des régions autres que tempérées, comme les savanes ; et cette méthode a depuis été largement utilisée par différents auteurs pour être appliquée en milieu tropical. Par exemple, au Sénégal, Boudet (1983) a calculé la production de biomasse utile ou appétée en saison des pluies en multipliant la productivité par la valeur pastorale.

3.1.2. Outils informatiques

Un logiciel informatique, FLORA-sys, permet maintenant de traiter les données recueillies sur le terrain et, à l'aide de sa base de données de plus 1 300 espèces européennes tempérées, de calculer ainsi directement la valeur pastorale et de sortir le diagramme fourrager (Plantureux, 1996).

Il est aussi possible de créer des cartes de valeur pastorales à l'aide de logiciels de cartographie.

3.2. Utilisation dans la gestion pastorale

L'évolution de la valeur pastorale dépend étroitement de la gestion pastorale (Arnaud et Thavaud, 1991). Cette notion de gestion pastorale recouvre aussi celle de gestion du bétail

3.2.1. Interventions agronomiques

Kreis *et al.* (1989) ont montré que, dans un cas concret qui est celui de la situation actuelle de l'élevage au Borgou (Bénin), la seule méthode directement applicable pour augmenter la productivité de l'élevage était une amélioration de la valeur pastorale des parcours.

L'amélioration de la valeur pastorale (en direction de la VPO) est obtenue par des interventions agronomiques (drainage, irrigation, amendement, fumure, fertilisation, charge animale, entretien ...); en sens inverse, la dégradation pastorale est une évolution « naturelle », qui résulte souvent d'une mauvaise gestion pastorale et d'une déprise pastorale (Godron *et al.*, 1989).

3.2.1.1. Surpâturage

Le surpâturage a une influence sur la valeur pastorale. Dans les savanes de l'Adamaoua (Cameroun), Rippstein (1985) a montré qu'elle diminue en haut de pente mais augmente en bas de pente malgré une dégradation de la productivité.

Les animaux ont une influence de par la surcharge. La valeur pastorale diminue de façon importante.

3.2.1.2. Mise en défens

Zoumana *et al.* (1991) ont montré que la mise en défens de parcours de jachère dans le nord de la Côte d'Ivoire permettait d'améliorer la valeur pastorale. Cette observation a été reprise par César (1992).

3.2.1.3. Feux de savane

Dans les savanes de l'Adamoua, la valeur pastorale évolue différemment selon les types de feux. Sous feu précoce et feu tardif, l'évolution est favorable. L'amélioration est cependant plus importante sous feu précoce que sous feu tardif. Sous feu différé, la valeur pastorale est stable. Sans feu, il y a embroussaillage et progression importante de Graminées dites moyennes ; la valeur pastorale diminue (Rippstein, 1985).

3.2.1.4. Fertilisation

La valeur pastorale d'un pâturage peut être améliorée par fertilisation (Delpech, 1960 ; Garde et Senn, 1991).

3.2.1.5. Sursemis

César (1992) a observé que le sursemis (amélioration d'un pâturage en bon état par l'introduction d'une plante fourragère cultivée) avait permis d'augmenter la valeur pastorale dans des pâturages de Côte d'Ivoire.

3.2.2. Valeur pastorale et capacité de charge

Plusieurs écoles ont développé des méthodologies de mesure et ont proposé des indices de qualité pastorale permettant d'estimer la capacité de charge animale. On peut citer la méthode de condition de l'école américaine (Dyksterhuis, 1949 cité par Avendaño et Ovalle, 1991 ; Kie *et al.*, 1996) et la valeur pastorale de l'école française. C'est cette dernière dont nous traiterons ici.

3.2.2.1. Définitions

La capacité de charge d'un pâturage est la quantité de bétail (nombre de têtes, d'UGB (ou UBT) ou de kilogrammes de poids vif) que peut supporter le pâturage sans être détérioré ; le bétail devant rester en bon état d'entretien ou de production pendant son séjour sur le pâturage (Boudet, 1984). L'UGB désigne une unité gros bovin et l'UBT, une unité bovin tropical.

Selon Ibrahim (1975), cette définition correspond à celle de la *grazing capacity* qu'il différencie de la *carrying capacity*. Cette dernière est actuellement utilisée dans la gestion des parcours dans le cadre de l'étude de la faune sauvage (Kie *et al.*, 1996). Sa mesure n'est pas basée sur la mesure de la valeur pastorale. Elle peut se faire par l'analyse du régime alimentaire (Mentis et Duke, 1976 ; Hoebbs et Swift, 1985) ou encore par l'intermédiaire d'algorithmes (Fritz et Duncan, 1994).

3.2.2.2. Relations

Valeur pastorale / Charge moyenne annuelle

Il existe une corrélation entre la valeur pastorale et la charge moyenne annuelle des pâturages (Daget et Poissonet, 1971a, 1972 ; Daget, 1974) telle que :

$$UGB = 0,02 VP$$

Cette relation est exprimée sur la figure 5.

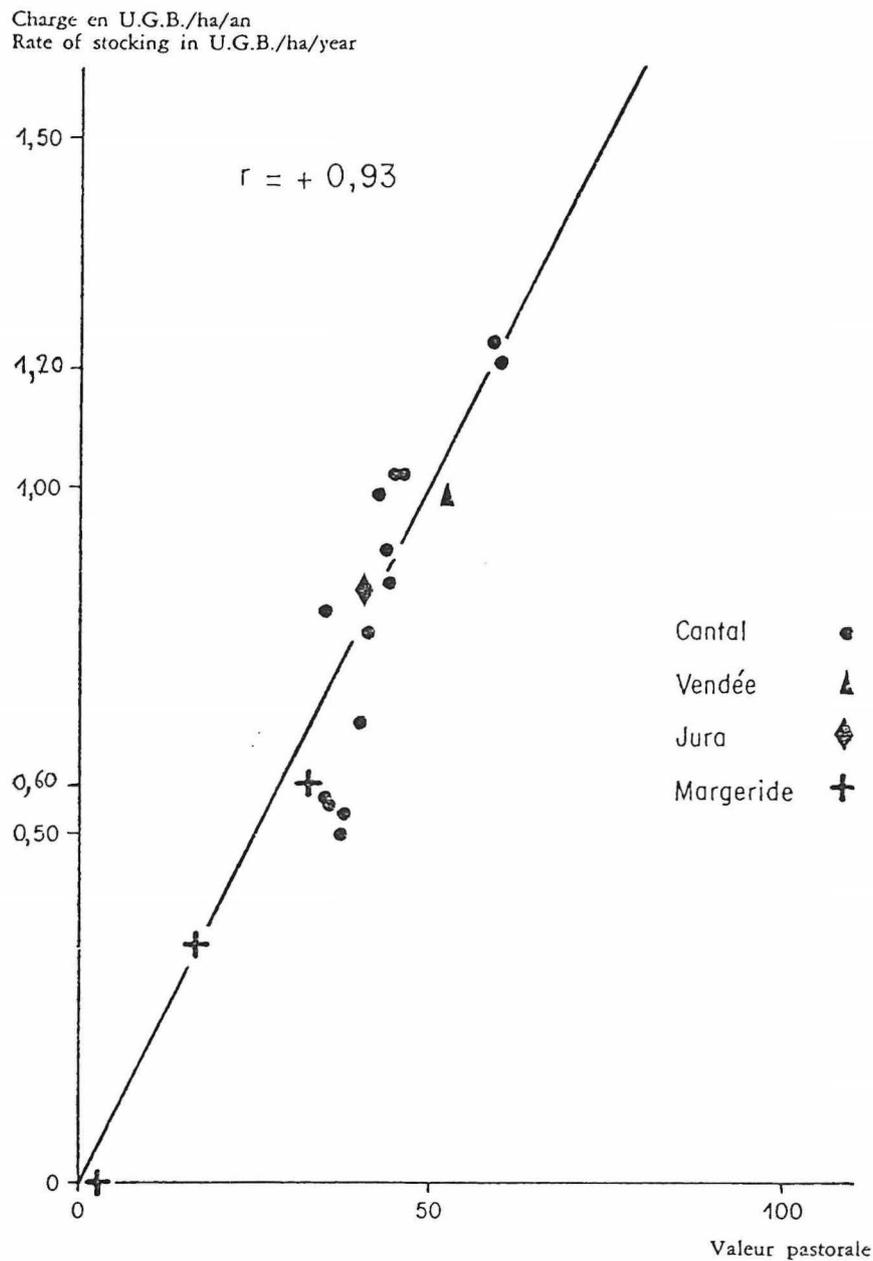


Figure 5 : Relation entre la productivité nette exprimée par la charge et la valeur pastorale dans quatre prairies françaises (d'après Daget et poissonet, 1973)

Valeur pastorale / Unités fourragères

Daget (1974) a établi la relation suivante : un point de valeur pastorale correspond à 60 UF. Garde et Senn (1991) ont de leur côté démontré qu'il existe une relation significative entre valeur pastorale moyenne et UFL prélevées par des brebis dans des parcours en Haute-

Provence. Cette relation dépend de la période de végétation utile, et des systèmes d'élevage et des modes de gestion pratiqués. Ces relations sont, suivant les saisons :

Printemps précoce	UFL = 51 VP
Printemps tardif	UFL = 46,1VP – 135
Eté	UFL = 33,4 VP – 33

3.2.2.3. Exemples d'utilisation

Selon Daget (1974), le lien entre valeur pastorale et charge moyenne annuelle permet d'apprécier la production annuelle d'une exploitation et de déterminer ainsi le nombre d'animaux que peut supporter le pâturage.

Et à partir du spectre fourrager optimal, on peut estimer la charge et la production potentielle de pâturages (cf. tableau 2).

Tableau 2 : Estimation de la charge potentielle et de la production potentielle de deux prairies à partir de la valeur pastorale optimale (d'après Daget et Poissonet, 1973)

Prairie	VPO	Charge potentielle UGB/ha/an ¹	Production potentielle UF/ha/an
Cantal	75	1,5	4 500
Pays-Bas	90	1,8	5 400

Il faut noter que ce qui est appelé ici production pastorale, et quantifié en UF/ha/an, a été désigné par certains auteurs comme étant la valeur pastorale de prairies ou ensembles de prairies (Aidoud et Aidoud-Lounis, 1991 ; Arnaud et Thavaud, 1991 ; Djebaili *et al.* 1989).

¹ L'UGB nutritionnelle correspond à 3 000 UF (unités fourragères) de besoin ou d'apport énergétique en sachant qu'une vache de 600 kg produisant 3 000 litres de lait à 4 % de matière grasse en 12 mois a un besoin énergétique de 1 UGB.

Avendanõ et Ovalle (1991) ont montré que la valeur pastorale, comme indice de qualité d'un pâturage qui permet d'estimer la capacité de chargement animal, s'est révélée être un outil valable pour les prairies dégradées par surpâturage, en région méditerranéenne subhumide du Chili.

La capacité de charge est une notion introduite pour évaluer un effectif sur une zone caractérisé par un disponible fourrager. Cependant Tezenas du Montcel (1991) a estimé que cette notion se heurtait dans la réalité à de nombreuses limites. Elle ne tient pas compte de l'importance alimentaire de la strate arborescente, des spécificités comportementales des différentes catégories d'espèces animales.

3.2.3. Bilan pastoral

Le bilan pastoral permet de caractériser le fonctionnement d'une exploitation (Daget et Poissonet, 1991a). Si cette exploitation comporte plusieurs parcelles différentes, il est possible d'obtenir une valeur pastorale effective de l'exploitation en calculant la moyenne pondérée par la surface des diverses valeurs dans ces parcelles (Daget, 1974).

La relation $VP = 60 UF$ vue précédemment permet de calculer l'apport en UF dont dispose le bétail pour couvrir ses besoins.

De plus, la valeur pastorale moyenne des formations végétales pondérées par leur surface peut être utilisée comme indicateur phytoécologique de l'étude régionale d'un réseau de fermes de références. Cela permet un diagnostic pastoral et l'élaboration d'un modèle de relation végétation/troupeau (Garde et Senn, 1991).

3.2.4. Mesure de l'intensité d'exploitation pastorale

L'état actuel d'un herbage est caractérisé par sa valeur pastorale ; l'état optimal des herbages d'une région l'est par sa valeur pastorale optimale (Daget et Poissonet, 1971b). On peut comparer les herbages d'une région en calculant le rapport I_e (indice d'intensité d'exploitation pastorale) tel que :

$$I_e = \frac{VP}{VPO}$$

On le compare ensuite à l'échelle suivante :

$I_e < 0,19$	herbages très extensifs
$0,20 < I_e < 0,39$	herbages extensifs
$0,40 < I_e < 0,59$	état moyen
$0,60 < I_e < 0,79$	herbages intensifs
$0,80 < I_e$	herbages très intensifs

Lejoly et Sinsin (1991) considèrent que les spectres fourragers et en particulier les indices traduisant les niveaux d'intensité de l'utilisation des pâturages (I_e), sont un outil d'appréciation facile d'emploi et de premier choix pour l'aménagement et l'évaluation des terres agro-pastorales en région soudanienne.

4. LIMITES ET CRITIQUES

4.1. Sur le calcul de la valeur pastorale

4.1.1. Sur la formule elle-même

Des auteurs ont considéré que le calcul classique de la valeur pastorale ne tenait pas compte du recouvrement des espèces. Pour y remédier, Loiseau et Sebillote (1972) ont proposé la formule suivante afin de tenir compte du recouvrement :

$$VP = \sum_{i=1}^n R_i \times Is_i$$

où R_i est le recouvrement de l'espèce i et Is_i est l'indice spécifique de l'espèce i , noté de 0 à 5.

D'autres auteurs ont proposé leur méthode de calcul. Ainsi, en 1982, Floret et Pontanier ont proposé la formule suivante :

$$VP = \sum_{i=1}^n B_i \times Is_i \times \%Cs_i$$

où B_i est la phytomasse des pérennes et $\%Cs_i$ la fraction consommable.

En 1983, Aidoud a proposé un indice de valeur pastorale tel que :

$$IVP = RGV \times VP$$

où RGV est le recouvrement global de la végétation.

Il faut noter que selon Hirche (1995), les indices de Loiseau-Sébillote et de Aidoud se ressemblent, mais le premier est plus adapté car il intègre « naturellement » le recouvrement des espèces.

Daget et Poissonet (1991a) sont allés dans ce sens. Le calcul de la valeur pastorale ne pose pas de problème lorsque la prairie analysée est homogène, mais un pâturage peut parfois être hétérogène. Il peut y avoir présence de rocher ou alors le degré de recouvrement de la végétation peut être différent. Il ont proposé alors de pondérer la valeur pastorale du pâturage par son recouvrement global RV tel que :

$$VP_s = VP \times RV$$

4.1.2. Sur la composante Indice spécifique

Les indices spécifiques ont un caractère subjectif et varient d'un auteur à un autre. Ces indices sont constants dans le temps et dans l'espace alors que les propriétés nutritives d'une espèce varient selon les saisons et les écotypes.

Loiseau (1988) note que I_s comporte deux composantes distinctes. L'une, qualitative (appétabilité, valeur fourragère), peut varier avec l'espèce animale au pâturage, et la seconde, quantitative (productivité), ne suffit pas à approcher la production de la parcelle.

4.1.3. Sur la composante Contribution spécifique

La contribution spécifique tient compte aussi bien des espèces fourragères que non fourragères. Ainsi, si on ajoute dans un herbage composé uniquement d'espèces fourragères des espèces non fourragères, la valeur pastorale baisse. Garde et Senn (1991) se demandent cependant si cette baisse est justifiée dans le cas où l'espèce non fourragère n'entrave pas la consommation des espèces fourragères.

4.2. Sur l'utilisation de la méthode

Comme le rappellent Daget et Poissonet (1991a), il faut conserver à l'esprit que la valeur pastorale est un indice synthétique auquel il ne saurait être question de donner une signification instantanée

Hormis les limites déjà entrevues : utilisation d'un système standardisé de référence d'indices spécifiques, homogénéité des parcelles rarement rencontrée ; on peut ajouter différents points.

La composante animale n'est pas prise en compte dans la mesure de la valeur pastorale. En effet, le type d'animaux et les modalités de pâturage ne sont pas pris en compte. De même que le comportement alimentaire ; les animaux choisissent ce qu'ils mangent et la végétation ingérée est différente de la végétation sur pied. Garde et Senn (1991) ont même constaté que les animaux mangeaient des plantes dont l'indice est nul, parfois même des plantes toxiques, et continuent à vivre.

A cet effet, Delpech (1962) a proposé de donner des indices différents à une espèce qui est consommée en plaine ou en montagne, en raison d'une digestibilité différente

De plus, cette méthode ne considère que le tapis herbacé et ne prend pas en compte les ligneux. En effet, la valeur pastorale est opérationnelle dans les cas où les pelouses et parcours ont l'essentiel de leur ressource sous forme herbacé. Dans les parcours où la strate arbustive occupe une part importante de la ressource, l'étude de la valeur pastorale ne suffit pas à connaître la ressource disponible (Garde et Senn, 1991).

Enfin, selon Garde (1990), il n'est pas possible d'établir une corrélation entre production de phytomasse et valeur pastorale puisque la première est une valeur absolue tandis que la deuxième est une note plafonnée à 100.

CONCLUSION

Si la valeur pastorale est une notion apparue en Europe, son utilisation est maintenant largement répandue. Elle intervient, par exemple, dans le cadre d'études dans les pays tropicaux, permettant ainsi de donner une valeur instantanée de l'état des pâturages de ces régions.

Le concept de valeur pastorale a cependant dépassé le stade d'application à l'étude des pâturages, il permet aussi maintenant d'appréhender la notion de gestion pastorale par l'intermédiaire d'interventions agronomiques, ou encore de bilans pastoraux.

La valeur pastorale permet enfin de définir une capacité de charge animale, critère important pour les éleveurs dans le cadre de la gestion de leurs parcours et élevages.

Malgré les critiques émises à son encontre, cette valeur pastorale est un bon paramètre pour caractériser la valeur des pâturages.

Sa mesure, assez simple, lui permet de s'affranchir de certaines de ses limites et aussi d'évoluer au fil des études.

ANNEXES

Annexe 1 : Méthode pour établir les indices spécifiques (d'après Rippstein, 1985, 1989).

L'appétibilité (ou appétence) est déterminée par observations et en particulier par la mesure des refus au pâturage et en stabulation. Les appréciations suivantes sont données pour chaque espèce :

Très appétée	4
Appétée	3
Moyennement appétée	2
Peu appétée	1
Non appétée	0

La productivité (en kg MS/ha) est obtenue par des coupes périodiques. La production, biomasse ou productivité des espèces a été obtenue après tri des échantillons récoltés. Les espèces sont classées selon les critères suivants :

Classe 4 : espèce très productive

production annuelle exploitable > 4,5 t MS/ha

Classe 3 : espèce productive

production annuelle exploitable entre 3 et 4,5 t MS/ha

Classe 2 : espèce peu productive

production annuelle exploitable entre 2 et 3 t MS/ha

Classe 1 : espèce non productive

production annuelle exploitable entre 1 et 2 MS/ha

Classe 0 : espèce sans production

production annuelle exploitable < 1 t MS/ha

Enfin, sur la base d'analyses bromatologiques, l'auteur retient les classes suivantes de valeur alimentaire des espèces, sur la base de productions possibles :

Classe 4 : très bonne

assurant une production journalière de l'animal de 250 kg de poids vif de plus de 3 litres de lait ou plus de 300 g de gain de poids vif

Classe 3 : bonne

assurant une production journalière de l'animal de 250 kg de poids vif de 1 à 3 litres de lait ou 100 g à 300 g de gain de poids vif

Classe 2 : moyenne

assurant l'entretien ou une production journalière pouvant atteindre 1 litre de lait ou un gain de poids vif de 100 g.

Classe 1 : médiocre

n'assurant pas l'entretien ni une production

Classe 0 : nulle

sans valeur ou toxique

L'indice spécifique I_s de la valeur pastorale est obtenu en effectuant la moyenne arithmétique des trois critères retenus.

Si une des notes est égale à 0, alors I_s est obligatoirement égal à 0.

Annexe 2 : Tenseur des potentialités pour les prairies de fauche (d'après Godron *et al.*, 1989)

Lignes		6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
1	Années	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
2	HF	95	83.5	74	59.5	48	39	25	14	11	8.5	6	3
3	DF	0	0	6	8.5	12.5	19	15	10	9	8	7	6
4	L	0	0	0	0	0	5	7	9	10	11.5	13	14
5	G1	0	0	9	9.5	10	11	13	10	9	7.5	6	5
6	G2	3	3.5	4	6	9.5	15	19	23	22.5	22	21.5	21
7	G3	1	2.5	7	9	11.5	15	15	26	26.5	27	27.5	28
8	G4	1	0	0	0	0	2	4	7	9	11.5	14	16
9	G5	0	0	0	0	0	0	2	3	4	5	6	7
10	Valeur pastorale MS	2.5	4.5	8	12.5	18.5	25.5	33.5	41	46.5	51	54.5	57
11	Biomasse aérienne (t.ms)	3	3.2	3.5	3.6	3.7	3.8	4.5	6	6.5	7	7.5	8
12	U.F.	150	270	480	750	1110	1530	2010	2460	2790	3060	3270	3420
13	Charge animale (U.G.B.)	0.05	0.09	0.16	0.25	0.37	0.51	0.67	0.82	0.93	1	1.09	1.14
14	Intensité d'exploit.	0.04	0.08	0.14	0.22	0.32	0.45	0.58	0.72	0.82	0.89	0.95	1
15	Fumier produit (t)	0	0	0	3	4.4	6.1	8	9.8	11.2	12	13	13.7
16	N exporté (kg)	0	0	0	46.8	48.1	49.4	58.5	78	84.5	91	97.5	104
17	P205 exporté	0	0	0	21.6	22.2	22.8	27	36	39	42	45	48
18	K205 exporté	0	0	0	64.8	66.6	68.4	91	108	117	126	135	144
19	CaO exporté	0	0	0	43.2	44.4	45.6	54	72	78	84	90	96
20	Fumier épandu (t)	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40	30	30
21	P205 sc. Thomas (unités)	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60	0	0
22	Prix fumier (F/t)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
23	Prix P205 sc. Thomas (t)	532	532	532	532	532	532	532	532	532	532	532	532
24	Investissement (F)	0	0	0	5079	4991	4885	4776	4654	4566	4516	2938	2894
25	Prix viande (F/kg)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
26	Produit brut (F)	0	0	0	2250	3330	4590	6030	7380	8370	9000	9810	10260
27	Produit net (F)	0	0	0	2829	1601	295	1254	2726	3804	4484	6872	7366

BIBLIOGRAPHIE

1. AIDOUD A., 1983. **Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud Oranais. Phytomasse, productivité et applications pastorales.** Thèse d'université, USTHB, Alger, 254 p.
2. AIDOUD A., AIDOUD-LOUNIS F., 1991. **Evaluation et régression des ressources végétales steppiques des hautes plaines algériennes.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 307-309.
3. ARNAUD M.T., THAVAUD P., 1991. **Valeur et dynamique des milieux pastoraux des Maures.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 72-76.
4. AVENDAÑO J., OVALLE C., 1991. **Ajustement de la charge animale dans des terres à pâturages de la région méditerranéenne subhumide du Chili.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 605-607.
5. BOITEL A., 1886. **Herbages et prairies naturelles.** F. Didot, Paris, 786 p.
6. BOUDET G., 1983. **Système de production d'élevage au Sénégal : étude du couvert herbacé.** S.L., A.C.C.-G.R.I.Z.A. : 1-27.
7. BOUDET G., 1984. **Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères.** Manuels et précis d'élevage n°4, IEMVT/Min. Coop. Paris, 4^{ème} édition, 266 p.

8. BOUDET G., GASTON A., MERIGOUT P., ROY F., 1989. **Les relevés par points quadrats alignés et l'analyse multivariante pour le suivi de la valeur pastorale des parcours sahéliens.** *In* : Actes du XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, France 4-11 octobre 1989. AFPF, Versailles, p. 1 431-1 432.
9. BRAUN-BLANQUET J., 1951. **Pflanzensoziologie.** Springer, Berlin, 631 p.
10. CESAR J., 1992. **La production biologique des savanes de Côte d'Ivoire et son utilisation par l'homme : biomasse, valeur pastorale et production fourragère.** Maisons-Alfort, IEMVT, 671 p.
11. DAGET P., 1974. **Les prairies du Cantal.** Revue de la Haute-Auvergne, Aurillac, 35 p.
12. DAGET P., POISSONET J., 1971a. **From the structure of the vegetation to its quality and productivity.** *In* : Proc. 4th Gen. Meet. Europ. Grassl. Fed., Lausanne, p. 156-162.
13. DAGET P., POISSONET J., 1971b. **Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application.** Annales Agronomiques, 22 (1) : 5-41.
14. DAGET P., POISSONET J., 1973. **Mode d'évaluation pratique du potentiel pastoral à partir de l'inventaire écologique régional.** Bratislava : 142-148.
15. DAGET P., POISSONET J., 1991a. **Prairies permanentes et pâturages : méthodes d'étude.** Montpellier, France, Institut de Botanique, 354 p.
16. DAGET P., POISSONET J., 1991b. **Sur l'évolution de la contribution floristique et la valeur du gazon des pâturages lors d'aménagement ou de déprises.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 101-103.
17. DELPECH R., 1960. **Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies.** Fourrages, 4 : 83-98.

18. DELPECH R., 1962. **Comment améliorer les prairies permanentes.** Bull. C.E.T.A., Etude n°726, 8 p.
19. DE VRIES D.M., 1950. **Grassland typen en hun oecologie.** Neth. Kruidk. Arch., 57, 28-31.
20. DE VRIES D.M., DE BOER T., DRIVEN J., 1949. **Evaluation of grasslands by botanical research in the Netherlands.** Nations Unies, E/CONF. 7/SEC/W. 159, 8p.
21. DE VRIES D.M., T'HART M.L., KRUIJNE A., 1942. **Een waardering van grasland of grond van de plantkindige samenstelling.** Landbouwk. Tijdschr. Wageningen, 54 : 245-256.
22. DJEBAILI S., DJELLOULI Y., DAGET P., 1989. **Les steppes pâturées des hauts Plateaux Algériens.** Fourrages, 120 : 393-400.
23. DYKSTERHUIS E.J., 1949. **Condition and management of rangeland based on quantitative ecology.** Journal of Range Management, 2 : 104-115.
24. ELLENBERG H., 1963. **Vegetation mitteleuropas mit den Alpen.** Ulmer, Stuttgart, 943 p.
25. EMBERGER L., GODRON M., DAGET P., LONG G., SAUVAGE C., LE FLOC'H E., POISSONET J., WACQUANT J.P., 1968. **Code pour le relevé méthodologique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées.** Paris, CNRS, 292 p.
26. FLORET C., PONTANIER R., 1982. **L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement.** Thèse USTL, Montpellier, 580 p.
27. FRITZ H., DUNCAN P., 1994. **On the carrying capacity for large ungulates of African savanna ecosystems.** Proc. R. Soc. Lond. B, 256 : 77-82.
28. GARDE L., 1990. **Ressources pastorales en Haute-Provence et modélisation de la relation végétation/troupeau.** Thèse d'université, Marseille, 172 p.

29. GARDE L., SENN O., 1991. **Valeur pastorale et parcours méditerranéens.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 458-461.
30. GODRON M., LI T.X., POISSONET J., SOSA R., 1989. **Phytoécologie et potentialités pastorales. Un exemple concret de moyenne montagne des régions tempérées : le Mont Lozère, France.** *In* : Actes du XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, France 4-11 octobre 1989. AFPP, Versailles, p. 1419-1420.
31. GOUNOT M., 1969. **Méthodes d'étude quantitative de la végétation.** Ed. Masson, Paris, 314 p.
32. T'HART M., DE VRIES D.M., 1950. **La prairie et l'exploitation de la prairie aux Pays-Bas.** B.T.I., 52, 547-551.
33. HEDIN L., DUVAL E., 1967. **Intérêt de l'étude de la production primaire en écologie prairiale.** Problèmes de productivité biologique, Masson, Paris, 93 : 112.
34. HIRCHE A., 1995. **Sur la notion de valeur pastorale.** *In* : Séminaire International réseau Parcours, Tabarka, Tunisie, 13-15 octobre 1994. Parcours demain, Montpellier, numéro spécial juin 1995, p. 85-86.
35. HOEBS N.T., SWIFT D.M., 1984. **Estimates of habitat carrying capacity incorporating explicit nutritional constants.** Journal Wildlife Management, 49(3) : 814-822.
36. HUGUES P., DENOY I., FERRET M., 1952. **Etude d'une prairie de fauche irriguée en Crau.** Ann. INRA, série B, n^o4, p. 359.
37. IBRAHIM K., 1975. **Glossary of terms used on pastures and range survey, research, ecology, management.** FAO, Rome, 153 p.

38. KIE J.G., BLERH V.C., MEDINA A.L., YOAKUM J.D., THORN J.W., 1996. **Managing rangelands for wildlife.** *In* : Research and management techniques for wildlife and habitats. Ed Theodore A. Bookhout, 5th Edition, p. 663-688.
39. KLAPP E., 1965. **Weisen und weiden.** Paul Pathy, Berlin, 519 p.
40. KREIS M., LEJOLY J., SINSIN B., 1989. **Etude agrostologique des parcours naturels du Sud-Borgou (Rép. Pop. Bénin).** *In* : Actes du XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, France 4-11 octobre 1989. AFPF, Versailles, p. 1409-1410.
41. LEJOLY J., SINSIN B., 1991. **Structure et valeur pastorale des pâturages soudaniens de bas-fonds dans le nord du Bénin (périmètre Nikki-Kalalé).** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 554-557.
42. LOISEAU P., 1988. **Signification et limites de l'indice de valeur pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturages en moyenne montagne humide.** *In* : 16^{ème} Colloque international de l'Amicale de phytosociologie sur la phytosociologie et le pastoralisme, Paris, 17-19 février 1988, p. 411-428.
43. LOISEAU P., SEBILLOTE M., 1972. **Etude et cartographie des pâturages au Maroc oriental.** Notice de la carte pastorale au 1/100 000. 3 vol. ronéo. MARA/ERES/SCET/Coopération Paris.
44. MENTIS M.T., DUKE R.R., 1976. **Carrying capacity of natural veld in Natal for large herbivores.** S. Africa J. Wildlife Res., 6 : 65-74.
45. PLANTUREUX S., 1996. **FLORA-sys : système informatique de gestion et d'aide à l'interprétation des relevés floristiques.** Acta bot. Gallica., 1996, 143 (4/5), 403-410.
46. RIPPSTEIN G., 1985. **Etude sur la végétation de l'Adamoua.** Etudes et synthèses de l'IEMVT, n°14, 367 p.

47. RIPPSTEIN G., 1989. **Une méthode d'étude et de classification des pâturages de savane.** *In* : Actes du XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, France 4-11 octobre 1989. AFPF, Versailles, p. 1 435-1 436.
48. TEZENAS DU MONTCEL L., 1991. **Capacité de charge en saison sèche d'un parcours en zone nord soudanienne : cas d'une utilisation par des petits ruminants.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 663-667.
49. VERTES F., 1987. **Rôle diagnostique de la phytosociologie pour une évaluation scientifique de la valeur pastorale d'un territoire.** *In* : Colloque phytosociologique XV, Strasbourg, 1987, p. 667-674.
50. VERTES F., 1989. **Phytosociologie et estimation des ressources fourragères d'un territoire.** *In* : Actes du XVI^e Congrès International des Herbages, Nice, France 4-11 octobre 1989. AFPF, Versailles, p. 1441-1442.
51. ZOUMANA C., TOURE M., CESAR J., 1991. **La restauration des parcours de jachère dans le nord de la Côte d'Ivoire.** *In* : Actes du IV^e Congrès International des Terres de Parcours, Montpellier, France, 22-26 avril 1991. AFP, p. 505-507.