

Les principes de l'étude agronomique du "RANGE"

par

P. LAUMONT ET M. GUEIT

Directeur

Chef de Travaux

du Service de l'Expérimentation Agricole en Algérie

PLAN DU MEMOIRE

-- Introduction.

-- Généralités.

I. -- L'Analyse floristique.

A. -- Méthodes par estimation.

a) « Reconnaissance method ».

b) « Point observation plot method ».

B. -- Méthodes par mensuration.

a) « Line intersect method ».

b) « Three step method ».

II. -- La Détermination de l'état actuel :

a) Valeur relative.

b) Conception statique.

c) Conception dynamique.

III. -- L'évaluation de la production :

a) Unité de mesure de la production.

b) « Proper Use Factor ».

c) Détermination de la production :

1°) « Reconnaissance method ».

2°) Les autres méthodes.

3°) Cas de l'interprétation dynamique.

IV. -- Contrôle de l'utilisation effective de la production :

a) « Height-Weight percentage utilization method ».

b) « Percentage ungrazed plants method ».

Conclusion : Possibilités d'adaptation aux parcours steppiques Algériens :

a) La notion de productivité.

b) La notion d'état.

INTRODUCTION

Parmi les diverses ressources fourragères sur lesquelles s'appuie la production ovine algérienne, les « parcours » occupent le premier rang, non seulement par la superficie qu'ils couvrent, mais aussi par les conséquences économiques et sociales de leur concentration dans une région où les conditions écologiques interdisent toute autre possibilité de valorisation de la présence humaine si ce n'est par la pratique de l'élevage extensif du mouton basé sur l'utilisation « in situ » de leur flore (1).

Leur productivité, intrinséquement dérisoire par suite des facteurs climatiques qui règlent leur évolution annuelle, nourrit un effectif qui a au moins triplé au cours des cents dernières années et qu'il est toujours désirable d'accroître progressivement (2).

Cette augmentation récente et souhaitée du cheptel confère à l'étude et à l'amélioration de la végétation pâturée du « Pays du mouton » un double caractère d'actualité et d'urgence (2).

Avant d'entreprendre des essais expérimentaux, il convenait de préciser au préalable une méthodologie susceptible d'être utilisée dans la résolution des problèmes posés et en particulier pour suivre l'évolution de leur flore utile (3).

Il nous a semblé opportun d'étudier les méthodes employées par les pastoralistes américains dans leurs travaux sur le « Range » en zone semi-aride dont la personnalité, bien que très différente de celle des « parcours » algériens, possède néanmoins quelques caractères semblables dûs à des conditions écologiques sinon identiques dans leurs manifestations et leurs effets, tout au moins biologiquement et physiologiquement comparables (a).

(a) Une mission effectuée par l'un d'entre nous dans le Sud-Ouest des U.S.A. (4), lui a permis de bénéficier sur place des connaissances de nombreux spécialistes du « Range ». Nous tenons à leur renouveler nos remerciements, ainsi qu'à l'O.E.C.E., organisatrice de la mission.

Nous remercions également M. le Professeur O.S. Aamodt de la Station Fédérale de Beltsville et M. W. R. Chapline, Chef de la Division des Recherches sur le « Range » qui nous ont très aimablement procuré de nombreux documents relatifs à l'amélioration du « Range ».

GENERALITES

Au point de vue agronomique, le « Range » (b), quelles que soient sa localisation géographique et sa structure botanique, est une végétation spontanée exploitée par pâturage direct et extensif sur laquelle, à de rares exceptions près, l'homme n'agit que par l'intermédiaire de ses troupeaux.

Comme tel, son exploitation rationnelle doit être basée sur la production annuelle de la végétation ou, mieux encore, sur la fraction de la pousse annuelle que l'animal peut ou doit consommer sans risque d'évolution régressive de la flore.

Les méthodes mises au point et utilisées par les spécialistes du « Range » ont, en fait, pour objet final, la détermination de ces deux éléments qui, une fois connus, permettent aisément, presque automatiquement, à l'exploitant, de réaliser sur son entreprise l'équilibre « Bétail-Végétation » et « d'élever un troupeau sans épuiser l'herbe nourricière » (5).

La production utilisable d'une ressource fourragère naturelle, indépendamment de la superficie qu'elle occupe, est fonction de deux facteurs : l'importance relative des différentes espèces fourragères, l'importance de la croissance annuelle de chaque espèce pâturée.

La méthodologie américaine se conforme à ce schéma et procède successivement à la détermination de la première caractéristique par l'application de techniques d'analyse botanique et de la deuxième par l'étude biologique de chaque espèce fourragère dans son milieu d'utilisation.

(b) Nous n'avons pas cru devoir éviter l'emploi des termes techniques américains dont l'adoption permet de ne pas surcharger le texte ; leur sens est généralement très explicite ou ressort du contexte.

I. — L'ANALYSE FLORISTIQUE DU « RANGE ».

Toutes les méthodes d'analyse de la flore du « Range » aboutissent à l'appréciation ou à la détermination des surfaces occupées par les diverses espèces ou groupes d'espèces. Leurs résultats sont exprimés numériquement en recouvrement relatif (Density).

Elles diffèrent entre elles par les façons dont les recouvrements sont obtenus et par les parties de la végétation auxquelles se rapportent ces recouvrements.

A. — *Méthodes par estimation*

Parmi ce groupe, deux techniques ont été et sont encore très utilisées : la « Reconnaissance method » (6-7-8) dûe à J. T. JARDINE (1907), et la « Point observation plot method » (9), dûe à G. STEWARD et S. S. HUTCHINGS (1932).

a) La « Reconnaissance Method » :

La végétation d'une parcelle préalablement reconnue apparemment homogène est caractérisée par :

- le recouvrement de l'ensemble de toutes les espèces (« Total density »),

la participation dans cet ensemble des espèces consommées par le bétail (« Forage Density ») exprimée en % par rapport à l'ensemble.

la participation exprimée en % de la précédente de chacune des plus abondantes espèces consommées par les animaux (« Principal Forage species Density » ou « percentage composition »).

La détermination de chacun de ces divers recouvrements s'obtient par estimation sur un seul échantillon jugé représentatif de l'ensemble de la parcelle quelle que soit la superficie de celle-ci.

L'application sur le terrain de cette méthode est concrétisée par l'enregistrement-type des observations donné ci-dessous (Tableau 1).

b) La « Point Observation Plot Method » :

Les résultats numériques obtenus par la « Reconnaissance Method » sont doublement soumis aux défauts de la subjectivité d'une

TABLEAU 1.

Recouvrement de toute la végétation	X %
(100 - X = % de sol nu)	
Recouvrement de l'ensemble des espèces fourragères ..	Y %
(100 - Y = recouvrement des espèces non consommées par le bétail).	
Recouvrement de chaque espèce fourragère importante.	
Espèce A	R _A %
Espèce B	R _B %
Espèce C	R _C %
.	.
.	.
.	.
.	.
.	.
(R _A + R _B + R _C = 100)	

part parce qu'il s'agit d'estimations, d'autre part parce que ces appréciations portent sur un échantillon de la végétation choisi par l'observateur.

La « Point observation plot method » s'en distingue essentiellement par les modalités retenues pour éliminer la deuxième manifestation de la subjectivité et atténuer la première. D'autre part, tous les recouvrements sont exprimés en % par rapport à la superficie de l'échantillon observé.

Pour une même parcelle portant une végétation préalablement reconnue apparemment homogène, les estimations sont faites sur plusieurs échantillons répartis au hasard sur cette parcelle. Les recouvrements de chaque espèce ou groupe d'espèces sont les moyennes arithmétiques de la série des estimations qui s'y rapportent.

L'enregistrement des estimations successives et le calcul du recouvrement des principales espèces fourragères, par exemple, sont synthétisés dans le tableau suivant (Tableau 2) :

TABLEAU 2.

Espèces	Estimations du recouvrement sur chacun des échantillons successifs				Recouvrement (R)
	1	2	3	.....
A	r_{A1}	r_{A2}	r_{A3}	.....	\bar{r}_A
B	r_{B1}	r_{B2}	r_{B3}	.....	\bar{r}_B
C	r_{C1}	r_{C2}	r_{C3}	.....	\bar{r}_C
.
.
.
Recouvrement de l'ensemble des espèces fourragères					$\Sigma \bar{r}$

B. — Méthodes par mensuration

La détermination des recouvrements par estimation a l'énorme avantage de la rapidité, mais, même dans les formations très ouvertes, cette façon d'opérer n'est pas à l'abri des critiques habituelles qui lui sont adressées dans ses applications aux formations fermées (c).

Pour éviter ces critiques, les spécialistes du « Range » ont cherché des techniques rapides de mesure de la dominance. Parmi celles-ci, deux se sont révélées bien adaptées aux formations très ouvertes herbacées ou sous frutescentes : la « Line transect Method », dûe à R. H. CANFIELD (10), et la « Three step Method » (d), proposée par K. W. PARKER (11).

(c) Par opposition aux formations prairiales nord-européennes, les parcours steppiques algériens ont une végétation clairsemée et la proportion de sol nu non recouverte par les végétaux est très importante.

(d) Cette méthode d'étude du « Range » comprend trois étapes dont l'analyse floristique est l'une d'entre elles, d'où son appellation : « Three step Method ».

a) La « Line transect method » :

La « Line transect method » consiste à faire le relevé de la végétation qui se trouve sur une ligne droite de longueur déterminée retenue comme grandeur d'échantillonnage.

Ce relevé peut être aussi complet qu'on le désire ; il aboutit alors à une véritable cartographie linéaire de la végétation (position, taille des individus).

En vue de la seule détermination des recouvrements, il n'est noté qu'une seule mesure : la longueur sur la ligne échantillon de la projection horizontale de l'appareil aérien des individus successivement rencontrés.

Plusieurs relevés répartis au hasard sont exécutés pour chaque parcelle de végétation apparemment homogène.

Le rapport de la longueur occupée par les individus d'une même espèce à la longueur échantillonnée concrétise son recouvrement, car bien qu'il s'agisse de mesures de longueur et non de surface, le rapport a une signification de dominance (15).

Pratiquement, l'enregistrement des mesures relatives à un même relevé est conduit selon le schéma du tableau 3.

TABLEAU 3.

		Longueurs des individus				Totaux généraux	
		A	B	C	.....	
Espèces	Rang des individus						
	1°	l A 1	l B 1	l C 1			
	2°	l A 2	l B 2	l C 2			
	3°		l B 3	l C 3			
	4°		l B 4				
	5°		l B 5				
Totaux par espèce	Recouvrement	r A	r B	r C	.....	Σr	Recouvrement de toutes les espèces
	Nombre d'individus	n A	n B	n C	.....	Σn	Nombre d'individus

Remarques : Lorsque la longueur échantillon est de 10 m. et lorsque les longueurs des individus sont exprimés en dm., les totaux des colonnes donnent directement en % le recouvrement de chaque espèce pour le relevé correspondant ((c'est ce qui est appliqué au tableau 3).

La possibilité de totaliser les individus mesurés permet de connaître le nombre relatif d'individus d'une même espèce par rapport au nombre total d'individus (notion d'abondance).

b) La « *Three step Method* » :

La « *Three step method* » s'inspire directement de la « *Point quadrat Method* » de E. B. LEVY (16). Comme cette dernière, les recouvrements obtenus traduisent une fréquence (17, 18), rapport du total des présences constatées au nombre total des observations faites.

Un cordeau de 30 m. environ porte tous les 30 cm. environ des repères fixes (100 repères par cordeau). On note les espèces, ou le sol nu, qui se trouvent présents à l'aplomb des 100 points d'observation marqués sur le cordeau. Une tige mobile, disposée verticalement en chacun des repères, facilite les observations ; cette tige remplace les « *Points* » de l'appareil de E. B. LEVY.

L'emplacement du cordeau sur la végétation apparemment homogène à analyser est déterminé au hasard et l'on fait autant de relevés qu'il est nécessaire.

Sur le terrain, les observations sont enregistrées sur des fiches qui, schématiquement, sont conçues d'après le type suivant (Tableau 4) :

TABLEAU 4.

Rang de l'observation	1	2	3	4	5	.....	99	100
Espèce présente ou sol nu (S. N.)	A	B	A	C	S.N.	.....	S.N.	B

Totalisation des présences	
Espèce A	r A
» B	r B
» C	r C
.	.
.	.
.	.
Sol nu	r S.N.
Total	100

II. — LA DETERMINATION DE L'ETAT ACTUEL D'UN « RANGE ».

La destination des résultats de l'analyse floristique est la détermination de la production utilisable de la végétation analysée.

Ces données numériques sont cependant suffisantes pour pouvoir juger la végétation inventoriée par rapport à une végétation de référence.

a) *Valeur relative.*

La valeur relative (Range condition) d'une végétation actuelle résulte de sa comparaison avec une végétation qui, située dans les mêmes conditions de milieu, représente la pratique d'une utilisation rationnelle des possibilités de ce milieu.

Dans cette intention, les recouvrements des différentes espèces ou groupes d'espèces de la végétation analysée sont comparés aux recouvrements correspondants de la végétation représentative d'une bonne exploitation dans le même milieu. L'identité du milieu que le spécialiste doit préalablement préciser pour justifier le bienfondé de sa comparaison — végétation actuelle, végétation possible — se fonde soit sur le facies d'association auquel appartient présentement la végétation analysée, soit sur le facies durable et optimum pour l'élevage qui viendrait à remplacer le facies actuel si l'exploitation était conduite rationnellement.

Dans le premier cas, la végétation de référence n'est pas située dans une série évolutive, elle l'est dans le deuxième cas. Ces deux conceptions ne modifient pas les méthodes d'analyse floristique ; par contre, les éléments de comparaison — milieux et recouvrements — sont de nature bien différentes.

b) *Conception statique.*

L'identification du milieu est dans la conception statique basée sur les caractères physionomiques et qualitatifs du groupement végétal « Type » ou « Subtype » (e) auquel appartient la flore actuelle.

Les comparaisons devant porter sur des recouvrements, chaque « type » et plus particulièrement chaque « subtype » sont quantitativement caractérisés par les recouvrements probables que devrait atteindre chaque espèce ou groupe d'espèces si le « type » ou le « sub-

(e) « Type » serait synonyme de formation et « sub-type » d'association ou de sous-association.

type » était correctement exploité. Ces recouvrements de référence sont obtenus par l'analyse floristique faite sur des parcelles sans aucun stigmate d'utilisation abusive — vigueur du peuplement et des individus bonne et régulière au cours de 10 années successives, multiplication des espèces normale, phénologie homogène.

Les espèces ou groupes d'espèces qui font l'objet de mesures de recouvrement sont celles qui ont un intérêt pratique pour l'exploitant à l'exclusion de toutes autres considérations.

Les critères utilitaires employés sont généralement :

-- l'abondance : les espèces très abondantes font chacune l'objet d'une détermination de leur recouvrement ;

-- la valeur d'utilisation par le bétail : on distingue les bonnes, les moyennes, les mauvaises espèces ou bien les espèces recherchées, acceptées ou dénigrées par les animaux ;

-- le port de l'espèce ou le type biologique des espèces : graminées, autres espèces herbacées, espèces buissonnantes, espèces à rosette.

Chaque groupe ou sous-groupe — par exemple : espèces buissonnantes refusées par le bétail — fait l'objet d'une mesure de recouvrement.

La valeur relative d'une parcelle se déduit du rapprochement de ses divers recouvrements à ceux correspondants du « Type » ou « Sub-type » bien exploité. L'état relatif de la végétation actuelle est catalogué, selon le cas, par la qualification d'excellent, bon, médiocre ou mauvais.

C. — Conception Dynamique

L'identification du milieu est, dans la conception dynamique (12), définie par des caractéristiques édapho-climatiques sans tenir compte de la flore présente.

Dans une région donnée, où le climat peut être considéré comme étant pratiquement uniforme, la détermination du milieu ou « Site » se limite à l'observation des seules propriétés du sol et parmi elles ne sont considérées que celles qui ont une incidence directe et primordiale sur la végétation et sa croissance. Pour des raisons pratiques, on ne retient que celles qui peuvent facilement être appréciées ou mesurées sur place : profondeur, perméabilité, pente...

La connaissance du « site » ainsi défini entraîne celle de la végétation spontanée qui s'établirait si l'intervention de l'homme dans l'exploitation de cette végétation par le bétail s'organisait pour l'obtention et la conservation de son stade le plus productif.

C'est ce stade « climax » ou « sub-climax » qui est retenu pour chaque « Site » comme base de référence en vue de la détermination de la valeur relative d'une parcelle qui s'y trouve située. Selon que la végétation actuelle appartient à un stade plus ou moins éloigné du stade optimum, elle est dite en excellent, bon, médiocre ou mauvais état...

Les espèces ou groupes d'espèces sur lesquelles portent les mesures de recouvrement doivent avoir non seulement un intérêt utilitaire, mais aussi et surtout une valeur indicatrice de la position ou de l'évolution de la végétation actuelle dans sa série.

Pour cette raison, les espèces sont rangées dans l'une des trois catégories suivantes (f) :

— « Decreasers » : Ce sont les espèces du stade optimum qui, sous l'action d'une mauvaise exploitation, diminuent d'importance. En conséquence, leur recouvrement sur une parcelle mal exploitée est inférieur à celui du stade de référence.

— « Increasers » : Ce sont les espèces du stade optimum qui deviennent de plus en plus abondantes lorsqu'il y a mauvaise utilisation de la végétation.

Leur recouvrement dans une parcelle plus ou moins dégradée est supérieur à celui de la végétation de référence.

— « Invaders » : Ce sont les espèces qui n'existent pas ou qui sont en proportions négligeables dans le stade optimum, mais qui envahissent progressivement la végétation au fur et à mesure de sa régression sous l'action de l'abus d'exploitation.

La valeur relative de la végétation actuelle sur une parcelle se déduit de la comparaison des recouvrements des « decreaseurs », des « increasers », des « invaders » à ceux relatifs à la végétation idéale. Ceux-ci sont indiqués pour chaque « site » dans des tableaux du type suivant (Tableau 5) :

TABLEAU 5.

Etats	Excellent	Bon	Médiocre	Mauvais
Decreasers ...	100 — 75	75 — 50	50 — 30	30 — 5
Increasers ...	0 — 25	0 — 50	0 — 70	0 — 95
Invaders	0 — 25	0 — 50	0 — 70	0 — 95

(f) « Decreasers » serait synonyme de caractéristiques différentielles progressives, « Increasers » de caractéristiques différentielles régressives, « Invaders » de compagnes.

III. — L'ÉVALUATION DE LA PRODUCTION.

La valeur relative d'une végétation par rapport à l'optimum qui peut être atteint matérialise dans une certaine mesure le manque à gagner de l'exploitant ou, ce qui revient au même, indique l'importance de l'amélioration que l'éleveur pourrait réaliser s'il adoptait les normes d'une utilisation rationnelle. Cependant, la notion de recouvrement, la composition floristique de la végétation et ses modifications que l'exploitant peut constater et, à la rigueur, mesurer restent abstraites pour le praticien ; de plus, elles ne tiennent compte que d'un seul élément de la production : l'importance en surface des différentes espèces ou groupes d'espèces. Tous les autres facteurs et, en particulier, la croissance annuelle de chaque espèce dans son milieu, sont négligés.

Aussi, les résultats de l'analyse floristique doivent-ils être traduits ou interprétés en unités économiques de production.

a) *Unité de mesure de la production :*

Du choix de l'unité de mesure adoptée (13), dépend, pour une large part, le principe même de la méthode à employer pour cette transformation.

Dans le cas du « Range » où la spéculation zootechnique est l'obtention d'un poids vif d'animaux d'élevage destinés à la boucherie, on peut concevoir d'évaluer cette production directement en numéraire (le bénéfice), ou en kilogrammes de viande (poids vif entretepu ou mieux, croît annuel), ou bien encore en unités fourragères.

D'une façon générale, la production d'une parcelle est mesurée en unités de chargement et ceci pour deux raisons essentielles : la difficulté et l'incertitude des autres méthodes et surtout le caractère tangible, pratique et souple pour le praticien de la notion de chargement.

L'unité uniformément adoptée est le « Cow month » (g), c'est-à-dire la production qui, pâturée par un bovin adulte, assure l'entretien de l'animal pendant un mois.

La production d'une superficie pâturable est indiquée par le nombre total de « Cow month » que cette superficie peut offrir au cours de

(g) Quand il s'agit d'ovins ou de caprins, la conversion se fait à raison de 5 pour 1.

l'année entière. Pour tenir compte du saisonnement de la végétation, il est souvent précisé la période de l'année pendant laquelle cette production doit être consommée. Les productions évaluées se rapportent toujours à des conditions météorologiques annuelles moyennes pour le milieu considéré.

b) « *Proper use factor* » d'une espèce :

Le calcul de la production annuelle d'une végétation pâturée repose sur le principe biologique qu'une espèce, dans un milieu donné, ne peut conserver sa vigueur ou l'augmenter que si l'animal respecte une fraction déterminée de l'appareil aérien des individus de cette espèce. Cette fraction est variable selon l'état général de l'espèce et aussi selon l'époque pendant laquelle elle est livrée au bétail.

Cette fraction ou « *Proper use factor* », est déterminée par les Stations de Recherches des divers Etats pour chaque région écologique et pour chaque espèce importante en suivant l'influence de la fréquence, de l'intensité et de l'époque du broutage sur la croissance de l'espèce, sur sa multiplication (production de graines viables, multiplication végétative), sur son recouvrement dans le peuplement (expansion, consolidation...).

Les résultats de l'étude de chaque espèce sont exprimés en % du poids de la croissance annuelle. C'est ce pourcentage qui peut être prélevé par les animaux sans effets néfastes sur les plantes pendant la saison d'utilisation de la végétation dont fait partie l'espèce.

Par exemple, le facteur d'utilisation rationnelle d'une espèce A sur un « Range » en bon état et dans tel milieu sera :

- 60 % du poids de sa pousse annuelle quand le pâturage s'exerce du printemps à l'automne ;
- 70 % quand le pâturage se situe en été et automne ;
- 50 % seulement si le pâturage est concentré au printemps.

c) *Détermination de la production d'un « Range » :*

L'emploi des coefficients d'utilisation rationnelle des espèces pour aboutir à la détermination du chargement d'une végétation suit des modalités différentes selon la méthode d'analyse utilisée.

1°) *Cas de la « Reconnaissance Method »*

Soit C_A le coefficient d'une espèce fourragère A dont le recouvrement par rapport à la surface occupée par l'ensemble des espèces fourragères est R_A dans la parcelle analysée.

La sommation des produits tels que $C_A \times R_A$ donne, pour cette végétation, le coefficient K de correcte exploitation à appliquer à la partie fourragère de cette végétation.

$$K = \sum C \times R.$$

D'après l'analyse, l'ensemble des espèces fourragères occupe Y % de la végétation totale. Le coefficient à appliquer à la parcelle est donc :

$$q = K \times Y.$$

Ce coefficient q (« Forage Acre Factor » ou « Forage Factor »), exprime bien l'importance de la production annuelle qui peut être livrée au bétail sur le « Range » considéré en respectant les normes biologiques des espèces qui le constituent. En effet, il traduit la portion de la pousse annuelle à consommer d'une superficie égale à 1 dont la végétation serait constituée uniquement des mêmes espèces fourragères, dans les mêmes proportions que celles indiquées par l'analyse et dont le recouvrement d'ensemble serait de 100 % (pas de sol nu, pas d'autres espèces). La production d'une superficie S est évidemment $q \times S$.

Un calcul identique appliqué à la végétation de référence, celle qui, sous les mêmes conditions naturelles que le « Range » analysé concrétise une bonne conduite du chargement, fait connaître la superficie s qui permet de nourrir une tête de bétail pendant un mois (Forage Acre Requirement).

La capacité de chargement du « Range » analysé qui s'étend sur une superficie S est donc en « Cow month » :

$$q \times \frac{S}{s}$$

Avec les symboles utilisés, s étant fourni par les Stations de Recherches, la progression des calculs peut se schématiser comme suit (Tableau 6).

TABLEAU 6.

Espèces	Recouvrements (R)	Coefficients (C)	Produits (C × R)
A	R A	C A	R × C A A
B	R B	C B	R × C B B
C	R C	C C	R × C C C
·	·	·	·
·	·	·	·
·	·	·	·
		Total	K

Nombre de « Cow Month » de pâturage : $K \times Y \times \frac{S}{s}$

2°) Cas des autres méthodes d'analyse

Dans les autres méthodes d'analyse, les recouvrements des espèces fourragères sont exprimés en % par rapport à la superficie du sol et non pas, comme dans la méthode précédente, par rapport à la superficie que leur ensemble occupe sur le sol.

La méthode d'emploi du « Proper Use Factor » s'applique intégralement avec seulement quelques modifications dans les calculs que le tableau 7 met en évidence.

TABLEAU 7.

Espèces	Recouvrements (R)	Coefficients (C)	Produits (C × R)
A	R A	C A	R × C A A
B	R B	C B	R × C B B
C	R C	C C	R × C C C
·	·	·	·
·	·	·	·
		Total	q

Nombre de « Cow Month » de pâturage : $q \times \frac{S}{s}$

3°) *Cas de l'interprétation dynamique.*

Une des conséquences de la conception dynamique d'appréciation de la valeur relative d'une végétation est que la productivité utile est, elle aussi, en corrélation directe avec l'état actuel de la végétation. En effet, chaque stade d'évolution est une identité floristique qui, donc, a une production moyenne définie et une capacité de chargement déterminée. Cette capacité, fixée avec précision par les Stations de Recherches, en tenant compte de la nécessité de faire évoluer la végétation vers l'optimum, sert de coefficient de bonne utilisation pour la végétation analysée. La traduction des résultats descriptifs en unités de chargement devient d'une très grande simplicité. Cet avantage est la raison de la préférence présentement accordée à la méthode dynamique d'étude et de caractérisation du « Range ».

Les données numériques de référence à porter à la connaissance de ceux chargés d'interpréter les résultats d'une analyse floristique se résument en un petit tableau de correspondance du type suivant (Tableau 8) :

TABLEAU 8.

Etat actuel de la végétation	Milieux Edaphiques (« Site »)				Chargement rationnel en nombre d'hectares pour un bovin et par an.
	1	2	3	4	
Excellent	3-4	5-6	12-15	17-20	
Bon	5-6	6-8	16-20	18-25	
Médiocre	8-9	9-12	25-30	35-46	
Mauvais	12-15	20-25	50	70-80	

Le tableau ci-dessus distingue dans la zone climatique à laquelle il s'adresse quatre types (« Sites ») de conditions édaphiques numérotés de 1 à 4.

IV. — LE CONTROLE DE L'UTILISATION EFFECTIVE DE LA PRODUCTION.

La détermination de la production utilisable d'un « Range » précise le chargement qu'il peut supporter sans que la présence du bétail n'entraîne d'effets néfastes sur la végétation au cours des années successives. Ce chargement est une prévision de l'utilisation de la végétation par le troupeau faite en l'absence des animaux.

On peut supposer que le prélèvement réel par l'effectif théorique calculé soit différent de celui escompté et qu'il puisse provoquer une utilisation insuffisante ou une utilisation abusive de la superficie exploitée.

Il est donc utile de pouvoir connaître le degré d'utilisation effective de la pousse annuelle et de vérifier si l'intensité du prélèvement par les animaux est conforme à celle que peut admettre physiologiquement la végétation sur laquelle ils s'alimentent.

a) La « *Height-Weight percentage utilisation Method* » (14) :

Le degré d'utilisation effective d d'une plante est la valeur, exprimée en %, du rapport : poids de la partie de la plante consommée par l'animal au poids total de l'appareil aérien de cette plante. La détermination de d , d'un individu pâturé, consiste à évaluer le poids p de sa pousse annuelle totale et le poids p' laissé par l'animal.

$$d = \frac{p - p'}{p} \times 100 \%$$

La mesure de p et p' est pratiquement impossible sur le terrain. Mais pour une espèce donnée, il y a une fonction (F) spécifique entre $\frac{p - p'}{p}$ et $\frac{l - l'}{l}$, l étant la hauteur de la plante avant son pâturage et l' la hauteur de la plante après avoir été pâturée. Cette fonction exprime la répartition du poids de la végétation de l'espèce en fonction de la hauteur. Il est donc possible de déterminer d en mesurant l et l' et en connaissant la fonction (F).

La fonction (F) est déterminée expérimentalement pour chaque espèce et dans chaque milieu où croît cette espèce par les Stations de Recherches. Elle est traduite en tables ou en abaques qui donnent pour les valeurs de l et l' la valeur correspondante de $\frac{p - p'}{p}$ ou directement d .

Sur le « Range » dont on désire connaître le degré d'utilisation réelle de l'ensemble de la végétation, on mesure pour chacune des différentes espèces fourragères dont il est constitué :

— la hauteur moyenne des individus de l'espèce respectés par les animaux.

Cette donnée traduit les effets du milieu édaphique et des conditions météorologiques sur le développement de l'espèce.

— la hauteur d'un nombre suffisant d'individus pâturés de la même espèce.

Cette série de données constitue l'image du prélèvement opéré par les animaux sur l'espèce considérée.

Les plantes mesurées sont choisies au hasard au cours d'un cheminement systématique à travers la végétation. Quand les individus non touchés par la dent du bétail ne sont pas assez nombreux sur le cheminement, les mesures portent sur des individus hors du cheminement et même sur ceux d'une autre parcelle appartenant au même milieu.

Le degré d'utilisation d de chaque individu est déterminé au moyen de la table ou de l'abaque propre à l'espèce dans le milieu où l'on opère en prenant pour valeur de l , la hauteur moyenne des individus non pâturés.

Le degré d'utilisation d_A de l'espèce A est la moyenne des coefficients individuels d .

$$d_A = \frac{\sum d}{N}$$

N étant le nombre total d'individus mesurés, pâturés ou non, au cours du cheminement (d , pour un individu non pâturé est évidemment égal à 0).

Chaque espèce fourragère participant dans la végétation pâturée proportionnellement à son recouvrement R , le degré d'utilisation effective et réelle D de la parcelle étudié est :

$$D = \frac{\sum d \times R}{\sum R}$$

Selon que D est très voisin, supérieur ou inférieur au « proper use factor », on conclut à la correcte, l'excessive ou insuffisante utilisation de la végétation par les animaux.

L'application de la « Height Weight percentage utilisation method » s'adapte très bien à la technique d'analyse floristique « Line Transect Method ». Les mesures des hauteurs sont faites en même temps que les mesures horizontales nécessaires à la détermination des recouvrements.

b) La « Percentage ungrazed plants method ».

La nécessité de mesurer un grand nombre d'individus de chaque espèce pour obtenir des résultats significatifs et précis fait que la méthode précédente manque de rapidité.

La « Percentage ungrazed plants method » (19) ne fait intervenir que la numération des individus pâturés et non pâturés. Elle retient que le rapport du nombre des individus pâturés au nombre total d'individus pâturables est en corrélation avec l'intensité de l'utilisation de la végétation. Ce principe se fonde sur le fait d'observation que les bovins brouteraient une plante une seule fois puis passeraient à une autre plante ; ils ne reviendraient pas sur une touffe déjà pâturée tant que celle-ci n'a pas reconstitué son appareil aérien.

Des tables indiquent la correspondance entre le pourcentage des individus pâturés d'un « Range » et le degré d'utilisation de l'espèce.

Cette manière d'opérer est effectivement beaucoup plus rapide que la première.

CONCLUSION

POSSIBILITES D'ADAPTATION AUX PARCOURS STEPPIQUES ALGERIENS

Les méthodes utilisées aux U.S.A. dont nous n'avons voulu indiquer que les principes et modalités d'application à la végétation à laquelle elles se rapportent sont polarisées vers la détermination pratique de quatre caractères éminemment utilitaires :

- L'état de la végétation pâturée par rapport aux possibilités intrinsèques du milieu (« Range condition »).
- La tendance évolutive de la végétation sous l'action de l'exploitation qu'elle subit (« Range Trend »).
- La production utilisable de la végétation (Grazing capacity).
- L'intensité de l'exploitation de la végétation (« Range utilization »).

Dans leur essence, elles sont conformes au postulat fondamental (20) de l'amélioration durable de tous les pâturages naturels, amélioration entreprise sans le secours d'aucune dépense : l'équilibre entre le chargement et la production et son contrôle périodique.

Sont-elles pour cela universelles et en particulier sont-elles transposables au cas des parcours algériens ?

a) *La notion de productivité.*

La notion de production, servitude agronomique qui a orienté unanimement tous les spécialistes dans l'étude agronomique des ressources fourragères naturelles, est un premier élément difficilement transposable.

Indépendamment de sa structure et de sa biologie, la partie consommable de la végétation des parcours algériens est, par suite des conditions écologiques, non seulement faible ou très faible, mais surtout excessivement variable.

L'irrégularité seule de la pluviométrie, en quantité et en répartition, dans l'espace et dans le temps, provoque des fluctuations annuelles, saisonnières et locales si importantes et si générales aussi bien sur la production totale de la végétation que sur la participation des différentes espèces ou groupes d'espèces à cette production, que la connaissance de la productivité devient illusoire dans ses applications pratiques, aussi illusoire que la prévision des conditions climatiques. Par suite de cette fluctuation, l'intention de déterminer leur chargement dans le but de caractériser leur valeur d'emploi ou d'apprécier les dégâts provoqués par une utilisation abusive, perd toute signification utilitaire.

Sous les conditions naturelles des parcours steppiques algériens, il n'existe nulle part une végétation dont on puisse dire que tant d'hectares suffiront chaque année à l'alimentation d'une tête de bétail pendant tel ou tel mois de l'année.

La notion de chargement ne peut, à la rigueur, se concevoir qu'à l'échelle de grandes superficies, de l'ordre de celles des circonscriptions administratives ou tribales.

Toutes les techniques employées aux U.S.A. pour chiffrer un chargement deviennent donc ici sans fondement.

b) *La notion d'état :*

La notion de valeur relative de la végétation peut-elle se substituer utilement à la notion de production quantitative ?

Il est d'abord primordial que tout critère destiné à définir l'état d'un parcours se réfère à des caractéristiques intrinsèques de la végétation qui soient suffisamment indépendantes des conditions climatiques passagères et de leurs effets temporaires. En particulier, et à l'inverse de ce dont se soucie l'utilisateur algérien, il doit être fait abstraction des conséquences immédiates et fugaces d'événements météorologiques récents ou actuels qui, selon qu'ils sont favorables ou défavorables, modifient du tout au tout les disponibilités présentes.

Pour cette seule raison, le groupe des espèces annuelles, bien que jouant un rôle fondamental dans l'alimentation du cheptel — sa présence ou son absence provoque le déplacement des troupeaux, modifie profondément la quantité et la qualité des produits élevés et commercialisés — ne peut pas être retenu pour caractériser l'état d'un parcours. Son importance et ses variations sont sous la dépendance trop étroite (21) de la climatologie saisonnière et de chacun de ses accidents. Cette

corrélation peut servir à caractériser une bonne ou mauvaise saison en un lieu déterminé. Son instabilité s'oppose à la stabilité de l'état d'un parcours dont l'évolution ne peut être que très lente et ne peut résulter que d'une modification de la technique d'utilisation.

Le groupe des plantes vivaces, parce qu'il possède une plus grande stabilité végétative vis-à-vis de l'irrégularité des climats journaliers, est beaucoup mieux adapté pour concrétiser dans l'espace et dans le temps le degré de dégradation ou état d'un parcours.

On constate sur les différents éléments qui constituent la végétation pérenne des parcours — et ceci quelle que soit l'association-type considérée — que l'action du pâturage provoque, en Algérie, beaucoup plus une diminution de vigueur des espèces vivaces régulièrement consommées par le bétail que l'apparition d'un nouvel ensemble d'espèces dominantes. Les faciès distingués à l'intérieur d'une même association sont d'origine édaphoclimatique et non pas biotique.

En conséquence, une hiérarchie des états d'un parcours fondée sur une conception dynamique de l'évolution de la végétation ne rencontre pas en Algérie les conditions qui ont fait son succès aux U.S.A. Cette hiérarchie ne peut s'établir que sur des caractères en corrélation avec la vigueur des espèces broutées que celles-ci soient des caractéristiques ou non de l'association ou d'un faciès édaphique.

Le recouvrement est effectivement un de ces caractères. Les espèces régulièrement préférées par les animaux prennent quel que soit leur port, une extension en surface d'autant plus grande qu'elles sont moins abruties. Cette extension résulte d'un plus fort développement horizontal de chaque individu et de la présence d'un plus grand nombre d'individus.

Dans l'intention de mesurer ce recouvrement, l'emploi des méthodes d'analyse floristique américaines peut être envisagé en principe. Mais avant de les utiliser effectivement, il convient au préalable de certifier leur validité et leur précision et aussi de vérifier si les résultats numériques qu'elles permettraient d'obtenir suffiront pour traduire l'état du parcours analysé.

**ANNEXE I. — EXEMPLE NUMERIQUE D'APPLICATION
DE LA « RECONNAISSANCE METHOD »**

Localisation géographique... Superficie de la parcelle S = 100 Ha
Identité du milieu :

Formation (Type) :
Association (sub-type) :
Coefficient de bonne utilisation de la végétation de
référence (Forage Acre Requirement) : s = 0,5

Estimations sur la parcelle étudiée :

— Recouvrement de toute la végétation	X = 35 %
Sol nu	= 65 %
Total	100
— Recouvrement des espèces fourragères	Y = 30 %
» espèces non consommées	= 70 %
Total	100

— Recouvrement (R), coefficient de bonne utilisation (C) et calculs (C × R) des principales espèces fourragères.

Espèces très recherchées			
Nomenclature	R %	C	C × R
Graminées A	30	0,2	6
B	10	0,5	5
Esp. herbacées G	15	0,4	6
H	5	0,2	1
Esp. buissonnante			
Totaux ..	60		18
Espèces régulièrement consommées			
Graminées C	10	0,6	6
D	1	0,7	0,7
Esp. herbacées I	10	0,4	4
J	5	0,2	1
Esp. buissonnante L	3	0,1	0,3
Totaux ..	29		12
Espèces faiblement consommées			
Graminées E	1	0,7	0,7
F	3	0,7	2,1
Esp. herbacées K	2	0,2	0,4
Esp. buissonnante M	5	0	0
Totaux ..	11		3,2

$$\sum R = 60 + 29 + 11 = 100$$

$$\text{Coefficient K} = \sum (C \times R) = 18 + 12 + 3,2 = 33,2 \%$$

$$q = K \times Y = \frac{33,2}{100} \times \frac{30}{100} = 0,0996.$$

$$\text{Capacité de chargement : } q \times \frac{S}{s} = 0,0996 \times \frac{100}{0,5} = 20 \text{ mois. Tête de pâturage environ.}$$

ANNEXE II. — EXEMPLE NUMERIQUE D'APPLICATION
DE LA « POINT OBSERVATION PLOT METHOD »

Localisation géographique

Superficie de la parcelle S = 100 Ha.

Identité du milieu :

Formation (Type) :

Association (Sub-Type) :

Coefficient de bonne utilisation de la végétation de
référence (Forage Acre Requirement) : s = 0,5

Estimations sur la parcelle étudiée :

— Recouvrement (r) sur chacun des échantillons observés et calculs du recouvrement moyen (\bar{r}) ; coefficient de bonne utilisation (c) et calculs du produit ($c \times \bar{r}$).

Espèces	Rang des Echantillons observés										TOTAL	\bar{r}	C	$c \times \bar{r}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Graminées														
A	15	—	10	15	10						50	10	0,2	0,0200
B	5	1	10	2	2						20	4	0,5	0,0200
C	—	15	3	—	—						18	3,6	0,6	0,0216
D	—	—	—	—	2						2	0,4	0,7	0,0028
E	1	—	—	1	—						2	0,4	0,7	0,0028
F	—	3	1	—	1						5	1	0,7	0,0070
Esp. herbacées														
G	7	10	3	5	1						26	5,2	0,4	0,0208
H	—	—	—	—	10						10	2	0,2	0,0040
I	—	10	5	—	—						15	3	0,4	0,0120
J	1	5	3	—	3						12	2,4	0,2	0,0048
K	2	—	—	7	1						10	2	0	0,0000
Esp. buissonnant.														
L	3	—	—	—	2						5	1	0,1	0,0010
M	—	—	1	2	—						3	0,6	0,2	0,0012
Totaux	34	44	36	32	32						178	35,6		0,1180

Recouvrement des espèces fourragères $\sum \bar{r} = 35,6 \%$.

Coefficient q = $\sum C \times \bar{r} = 0,1180$.

Capacité de chargement : $q \times \frac{S}{s} = 0,1180 \times \frac{100}{0,5} = 24$ mois. Tête de pâturage environ.

ANNEXE III. — EXEMPLE NUMERIQUE D'APPLICATION
DE LA « THREE STEP METHOD »

I. — Relevé N° 1

a) Enregistrement sur le terrain

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—	—	C	—	—	C	A	B	C	—	J	—	A	—	F	E	A	F	F	E
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
—	G	—	—	A	A	—	H	—	—	D	A	G	F	F	I	—	—	A	I
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
G	A	E	B	F	—	—	—	B	A	E	A	B	F	—	A	—	—	—	—
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
A	B	B	G	F	—	F	B	A	B	A	A	—	F	A	—	G	F	—	B
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
—	G	G	—	F	—	B	G	F	G	G	J	F	—	—	—	G	—	—	E

b) Résultats du relevé

Recouvrements :

Sol nu :	35
Végétation :	65
Total	<u>100</u>

des Espèces

A	16	} Espèces fourragères : 49.
B	10	
C	3	
D	1	
E	5	
F	14	
G	11	} Espèces non fourragères : 26.
H	1	
I	2	
J	2	
Total . . . =	<u>65</u>	

II. — Résultats de 10 relevés et calculs

Espèces	Recouvrements des espèces dans les 10 relevés successifs										TOTALS	r	C	r × C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	16	20	13	19	15	12	17	14	16	21	163	16,3	0,2	0,0326
B	10	9	7	6	12	11	13	12	8	9	97	9,7	0,5	0,0485
C	3	0	4	1	3	5	0	2	3	1	22	2,2	0,6	0,0132
D	1	0	2	3	0	0	1	3	0	1	11	1,1	0,7	0,0077
E	5	7	0	8	2	0	7	1	3	0	33	3,3	0,7	0,0231
F	14	18	11	17	13	10	15	11	10	13	132	13,2	0,7	0,0024
G	11	8	8	5	8	2	7	9	10	7	75	7,5		
H	1	0	2	4	3	1	0	2	0	1	14	1,4		
I	2	2	1	0	0	2	0	1	2	0	10	1,0		
J	2	0	1	2	0	2	0	2	1	3	13	1,3		
Recouvrement de la végétation ...	65	64	49	65	56	45	60	57	53	56	570	57,0		
Sol nu	35	36	51	35	44	55	40	43	47	44	430	43		
Totaux	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				0,1275

III. — Résultats définitifs

Sol nu : 43
 Recouvrement de la végétation 57

Recouvrement de chaque espèce :

A 16,3
 B 9,7
 C 2,2
 D 1,1
 E 3,3
 F 13,2
 G 7,5
 H 1,4
 I 1,0
 J 1,3

Espèces fourragères : 45,8

Espèces non fourragères : 11,2

Total = 57

Coefficient $q = \sum r \times c = 0,1275$.

Superficie de la parcelle $S = 100$ ha.

Coefficient de bonne utilisation de la végétation de référence $s = 0,5$.

Capacité de chargement = $q \times \frac{S}{s} = 0,1275 \times \frac{100}{0,5} = 26$ mois-tête de pâturage environ

ANNEXE IV. — EXEMPLE NUMERIQUE D'APPLICATION DE LA
« HEIGHT-WEIGHT PERCENTAGE UTILISATION METHOD »

1-) *Calculs de l'utilisation effective de chaque espèce*

Espèces	Individus non pâturés Hauteur en cm.			Individus pâturés. (1) : Hauteur en cm. (2) : 0/0 d'utilisation de chaque individus d'après les tables					
	A	B	C	A		B		C	
				(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Rang des individus									
1	22	18	12	2	92	3	54	1	90
2	18	16	16	3	84	1	86	2	79
3	16	20	18	4	75	1	86	2	79
4	24	14	21	5	68	2	74	1	90
5	20	18	19	3	84	2	74	2	79
6	26	19	17	2	92	3	54	2	79
7	18	15	22	2	92	2	74	1	90
8	24	18	16	4	75	4	38	3	65
9	16	16	14	5	68	5	33	6	46
10	21	14	24	7	53	2	74	8	35
11	18	18	21	2	92	1	86	4	57
12	19	20	20	4	75	1	86	3	65
13	22	18	19	4	75	3	54	3	65
14	18	16	16	5	68	4	38	6	46
15		18	19	2	92	4	38	2	79
16		16	21	5	68	5	33	2	79
17			14	3	84	2	74	2	79
18			20	7	53	3	54	4	57
19			13	3	84	4	38	4	57
20			17	14	21	3	54	2	79
21			16			2	74	3	65
22			19					3	65
23			22					4	57
24								2	79
25								1	90
26								3	65
27								4	57
28								1	90
29								2	79
30									
Totaux	282	274	416		1495		1276		2042
Nbre d'individus mesurés	14	16	23	20		21		29	
Hauteur moyenne des individus	20	17	18						
				2042		1276		14495	
Utilisation des espèces (d) :				-----	= 39 %	-----	= 35 %	-----	= 41 %
				23 + 29		16 + 21		14 + 20	

2°) *Calcul de l'utilisation effective de la végétation et comparaison à son utilisation rationnelle*

Espèces	Recouvrements (R)	Utilisation effective		Utilisation rationnelle	
		Espèces : (d)	Produits : (R × d)	Espèces : (c)	Produits : (R × c)
A	20	44	880	35	700
B	10	35	350	30	300
C	15	39	585	30	450
Totaux ..	45		1815		1450

$$\text{Utilisation effective de la végétation : } \frac{1815}{45} = 40 \text{ \%}$$

$$\text{Utilisation qui serait rationnelle : } \frac{1450}{45} = 32 \text{ \%}$$

Comparaison : sur pâturage 8 %.

Si la parcelle étudiée a une superficie $S = 100$ ha dont le coefficient de bonne utilisation de la végétation est $s = 0,5$, la surcharge correspondant à ce degré de surpâturage est :

$$45 \text{ \%} \times 8 \text{ \%} \times \frac{100}{0,5} = 9 \text{ tête/mois.}$$

BIBLIOGRAPHIE

1. — SAGNE (J.). — L'Algérie pastorale. — Alger, 1950.
2. — BARBUT (M.). — L'évolution de l'Agriculture et de l'Élevage traditionnels en Afrique du Nord. — Alger, 1951.
3. — LAUMONT (P.). — Instructions et programme de recherches et d'expérimentation (non publié).
4. — GUEIT (M.). — Le Range : son exploitation, son amélioration dans le S.O. des U.S.A. — Compte-rendu de mission. — Janvier, 1952.
5. — KUHNHOLTZ-LORDAT (G.). — La terre incendiée. — Nîmes, 1938.
6. — PICKFORD (G.D.). — Range Survey methods in Western United. — States. — Herb. rev., vol. n° 1. — 1940.
7. — RENNER (F.G.). — Standart procedures for range Survey. — S.C.S. Washington. — Mai, 1946.
8. — REID (H.) et PICKFORD (G.D.). — An apraisal of range Survey Methods from the Standarppoint of effective range management. — U.S.D.A. — Washington. — Juin, 1942.
9. — STEWARD (G.) et HUTCHINGS (S.S.). — The point observation plot (Square food density) method. — Journ. Amer. Soc. Agron. Vol. 28. — 1936.
10. — CANFIELD (R.H.). — Application of the line intersection method in sampling range végétation. — Journ. of Foresty. — Vol. 39, n° 4, 1941.
11. — PARKER (K.W.). — A method for mesuring trend in range condition on national forest Range. — U.S.D.A. — Washington, 1951.
12. — HUMPHREY (R.R.). — Fields connects on the range condition me plod of range survey. — Journ. of. range management. Vol. 2, n° 1. — 1949.
13. — AHLGREEN (H.L.). — A comparaisn of methods used in evaluating the results of pasture research. — Journ. Americ. Soc. Agron. — Vol. 39, n° 3. — 1947.
14. — LOMMASSON (T.) et CHANDLER JENSEN. — Methods of determining utilisation of range forage. — Journ. Range management. — Vol. 2, 1949. — Determining the utilisation of range grasses from the height-weight table. — U.S. Forest service. — Février, 1952.

15. --- PARKER (K.W.) et SAVAGE (D.A.). -- Reliability of the line interception method in measuring vegetation on the southern Great Plains. -- Jour. Americ. Soc. Agron. -- Vol. 36, n° 2. -- 1944.
16. --- LEVY (E.B.). -- The Grassland of New Zealand. -- N. 2. Journ. Agricult. Vol. 34, 1927.
17. --- DAVIES (W.). -- Methods of pasture analysis and fodder Sampling Rep. n° 1. -- Univ. college of Wales-Aberystwith. -- 1945.
18. --- HEDIN (L.) et LEFEBVRE (J.M.). -- Les méthodes d'analyse botanique dans l'étude agronomique des prairies. -- Ann. de l'IN.R.A., N° 3. -- 1951.
19. --- ROACH (M.E.). -- Estimating perennial grass utilisation on semi-desert cattle Ranges by percentage of ungrazed Plants. -- Journ. Range manag. Vol. 3. -- N° 3. -- Juillet 1950.
20. --- HAUSSMANN (G.). -- L'utilizzazione razionale dei pascoli. -- Boll. dell' Agric. Milano. -- 1952.
21. --- KILLIAN (Ch.). -- Observations sur la biologie des végétaux des pâturages mis en défense en Algérie. -- Ann. Inst. Agric. Algérie. -- Tome IV, fasc. 9. -- Alger, 1949.