

Les végétations et les ressources fourragères dans les systèmes pastoraux

Pierre Hiernaux

Ecologiste, zones arides (Afrique de l'Ouest), CIPEA, Mali

Le but des études menées sur la végétation et les ressources fourragères dans les systèmes pastoraux est de détecter et d'analyser les contraintes nutritionnelles pour l'élevage qui sont liées à une insuffisance de ces ressources, et de proposer des solutions pour y remédier.

Comme pour d'autres aspects du système, l'étude est structurée en phases descriptives et de diagnostic, éventuellement suivies de tests au niveau expérimental puis progressivement mis en place dans les systèmes.

Une particularité des études sur la végétation tient à ce que celle-ci est à la fois une des ressources alimentaires principales de l'élevage qu'il faut quantifier et dont il faut analyser les processus de production et de reproduction, mais c'est aussi un paramètre majeur de l'environnement, et qui reflète, par sa structure et son fonctionnement, les autres composantes de l'environnement. A travers sa structure physique, floristique, ses variations saisonnières ou interannuelles, la végétation est un indicateur synthétique des conditions de milieu qui peut être utilisé pour identifier et caractériser l'environnement.

M. Bille traitant des méthodes utilisées pour l'étude de la dynamique de la végétation, ma présentation se limite aux méthodes d'inventaire et d'analyse des processus de production végétale en les illustrant par des exemples extraits des travaux du CIPEA au Mali.

La phase descriptive

Buts: - Stratifier l'environnement dans lequel évoluent le ou les systèmes pastoraux étudiés.

- Caractériser la production fourragère de chaque strate et les variables écologiques qui la conditionnent.

Méthodes: Les relevés et les cartes phyto-écologiques

Les relevés

Un inventaire des ressources fourragères est réalisé sur le terrain par relevés méthodologiques de la végétation et du milieu. Un relevé consiste à noter systématiquement pour un site-échantillon les valeurs prises par une série de paramètres de la structure de la végétation et de l'environnement. Pour la végétation, ce sont des paramètres de la structure des peuplements herbacés et ligneux (recouvrement, densité, stratification...), la composition floristique, la biomasse aérienne, etc.. Pour l'environnement ce sont les caractéristiques climatiques et édaphiques du site: nature de la roche-mère, unité géo-morphologique, descripteurs du profil de sol... mais aussi les indications sur l'occupation du sol - statut agricole et pastoral.

Pour faciliter les comparaisons et autoriser les manipulations statistiques, la superficie des sites-échantillons est fixe et l'emplacement est matériellement délimité sur le terrain. Dans les études faites au Mali, la superficie des relevés est fixée à 100 m^2 (carré de 10 m de côté) pour le tapis herbacé et 2,56 ha (carré de 160 m de côté) pour le peuplement ligneux. Dans les deux cas, l'étude des distributions aire-espèce a guidé le choix de la superficie qui est proche de l'aire optimale phytosociologique.

La durée d'un relevé est comprise entre 2 et 6 heures pour un relevé du peuplement ligneux et 1/2 à 1 heure pour un relevé phyto-écologique (1 observateur).

L'échantillonnage des relevés

De l'emplacement et du nombre de stations écologiques choisies dépendront la précision des résultats et leur représentativité. Un plan d'échantillonnage fixe la liste des situations à observer et le nombre des répétitions à effectuer dans chacune d'elles. Le nombre des situations est déduit d'une stratification hiérarchisée de l'espace

régional étudié en régions, secteurs, séries ou séquences et enfin en stations écologiques. Il est égal au produit du nombre des stations par celui des séries multiplié par le nombre de secteurs de chaque région. Le nombre des répétitions est généralement compris entre 3 et 10. Le tableau 1 présente les paramètres de l'échantillonnage réalisé au Mali. Au total, cinq cent relevés de reconnaissance (et 100 relevés ligneux) ont été effectués sur une superficie de 71 000 km², soit en moyenne 1 relevé pour 142 km² (un carré de 12 km de côté) et une moyenne de 3 répétitions par groupement végétal.

Tableau 1. Paramètres de l'échantillonnage stratifié des relevés phyto-écologiques au Mali

Niveaux de perception	Régions Ecologiques	Glacis continental	Delta "mort"	Delta "vif"	Total zone d'étude
secteurs		4 (climat)	3 (climat)	9 (inondation)	16
séries (moyenne/secteur)		8,5 (sol)	8 (sol)	6 (sol)	7,7
stations (moyenne/série)		1,78 (artif.)	2,25 (Artif.)	1 (Artif.)	1,7
Nombre de strates	60		54	54	172
Nombre de répétitions	x 3		x 3	x 3	
Nombre de relevés	180		162	162	504
Nombre de relevés effectivement réalisés	167		164	169	500
Taux d'échantillonnage superficie km ² /relevé	168		155	103	142

Le tableau d'échantillonnage fixe l'effectif des observations et les localise grossièrement. Pour préciser leurs emplacements, les documents cartographiques et les photographies aériennes sont très utiles. Si l'échelle des photographies aériennes et leur actualité sont appropriées, cette localisation peut être directement utilisable sur le terrain au niveau duquel il ne restera plus qu'à vérifier la correspondance avec les critères d'échantillonnage retenus et, pour le détail de l'emplacement, à veiller à la représentativité de l'élément choisi vis-à-vis de l'ensemble de la station écologique. La photographie aérienne s'avère un instrument très précieux dans la phase technique de l'échantillonnage, tant pour le contrôle de la représentativité des sites que pour résoudre au mieux les problèmes d'accès. La durée d'une campagne de relevés telle que celle qui a été faite au Mali est de 22 jours de terrain pour 10.000 km² pour un observateur (en moyenne 4 relevés phyto-écologiques/jour et 1 relevé ligneux/jour). A condition toutefois de choisir une saison propice, surtout pour les herbacées (septembre à janvier au Sahel).

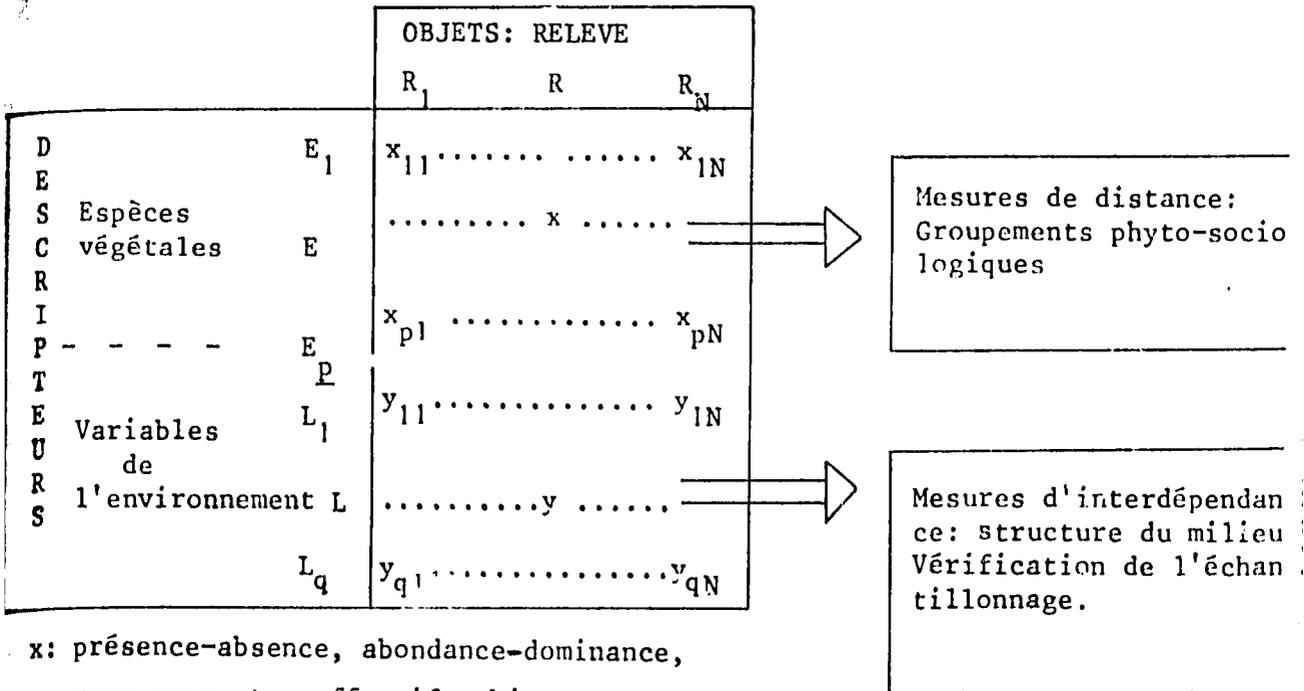
L'analyse des données des relevés phyto-écologiques

Les données recueillies dans les relevés peuvent être présentées sous la forme d'une matrice où les objets sont les relevés et les descripteurs à la fois les taxons (composition floristique qualitative ou quantitative) et les états des variables écologiques observées ou mesurées (Fig. 1). De cette matrice de base d'autres matrices sont dérivées dont les objectifs sont les états des variables du milieu et les descripteurs sont soit les espèces, soit les relevés groupés par formation végétale. Les dimensions très élevées de ces matrices rendent indispensable le recours à un ordinateur performant. Ce traitement mécanographique des données réclame un codage des données et leur transcription sur cartes perforées ou bandes magnétiques.

Après une série de tests pour contrôler l'échantillonnage (mesure de l'interdépendance des variables sur la base des calculs de probabilité, ou de l'information mutuelle sur les tables de contingence), les groupements végétaux sont définis par une comparaison des compositions floristiques des relevés. Ces groupements sont alors caractérisés par les espèces et les états des variables écologiques auxquels ils sont significativement liés.

MATRICE DE BASE

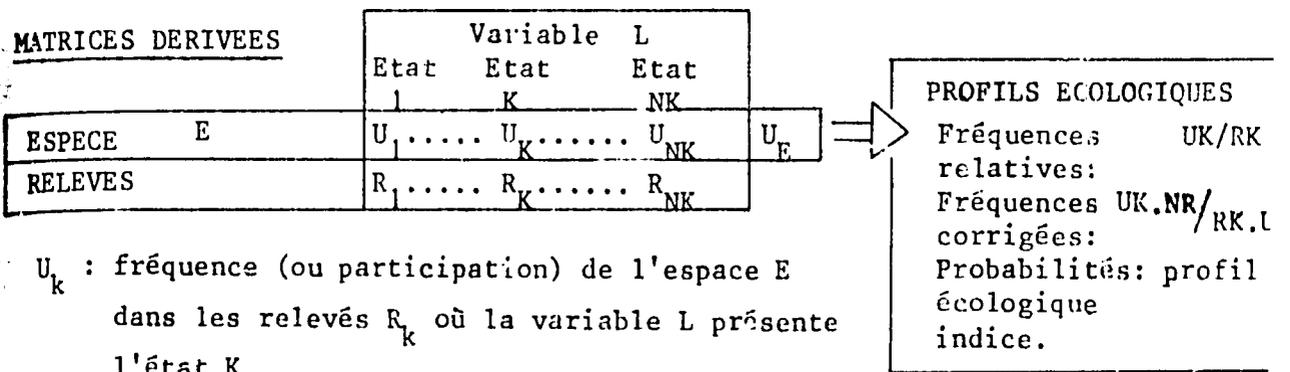
DES DONNEES PHYTO-ECOLOGIQUES



x: présence-absence, abondance-dominance, recouvrements, effectifs, biomasse.... de l'espèce E dans le relevé R.

y: état de la variable L dans le relevé R.

MATRICES DERIVEES



U_k : fréquence (ou participation) de l'espace E dans les relevés R_k où la variable L présente l'état K.

Fig. 1. Organigramme de l'analyse des données phyto-écologiques.

Les calculs sont souvent complétés par une ordination en espace réduit qui permet d'ordonner réciproquement entre eux groupements végétaux, espèces végétales et variables écologiques. La projection des groupements végétaux et états des variables de l'inondation sur le plan des axes factoriels 1 et 2 dans une analyse factorielle des correspondances faites sur les relevés phyto-écologiques du Delta est un exemple des ordinations obtenues (Fig. 2).

Il faut compter un jour de travail pour coder et inscrire les données de 10 relevés phyto-écologiques (1 jour pour 5 relevés ligneux) soit environ 10 jours pour 10.000 km² échantillonnés comme précédemment pour un observateur. Il faut ajouter à cela la durée des calculs et de l'interprétation qui n'est pas proportionnelle au nombre des relevés.

La carte

La caractérisation des groupements végétaux est complétée par une carte dont le thème principal, synthétique corrélatif est celui des unités phyto-écologiques.

La clef de cartographie est directement établie à partir des résultats de l'analyse des données de relevés qui fournit en outre une liste d'indicateurs. Pour lever la carte, on a recours à la télédétection par photo-interprétation des photographies aériennes (panchromatiques, et infrarouge au 1/50 000ème pour le Mali). Elle est d'autant plus aisée que les photos ont servi à l'échantillonnage et aux prospections de terrain. Dans l'approche empirique utilisée, la clef de photo-interprétation est forgée progressivement au cours des rapprochements répétés entre l'image et la vérité de terrain. La télédétection peut procéder d'une démarche plus systématique; il suffit d'adjoindre aux descripteurs de terrain ceux qui caractérisent l'emplacement observé sur le document de télédétection: relief, structure, texture et ton des images photographiques, signatures spectrales sur les fiches de relevé. Des calculs identiques aux précédents établissent la valeur indicatrice de ces paramètres ou de leur combinaison, ce qui, dans le cadre de données géographiquement cotées, permettrait une cartographie automatique. Il est cependant douteux que les indicateurs multispectraux puissent répondre aux caractérisations complexes et hétérogènes qui participent à la définition des groupements végétaux.

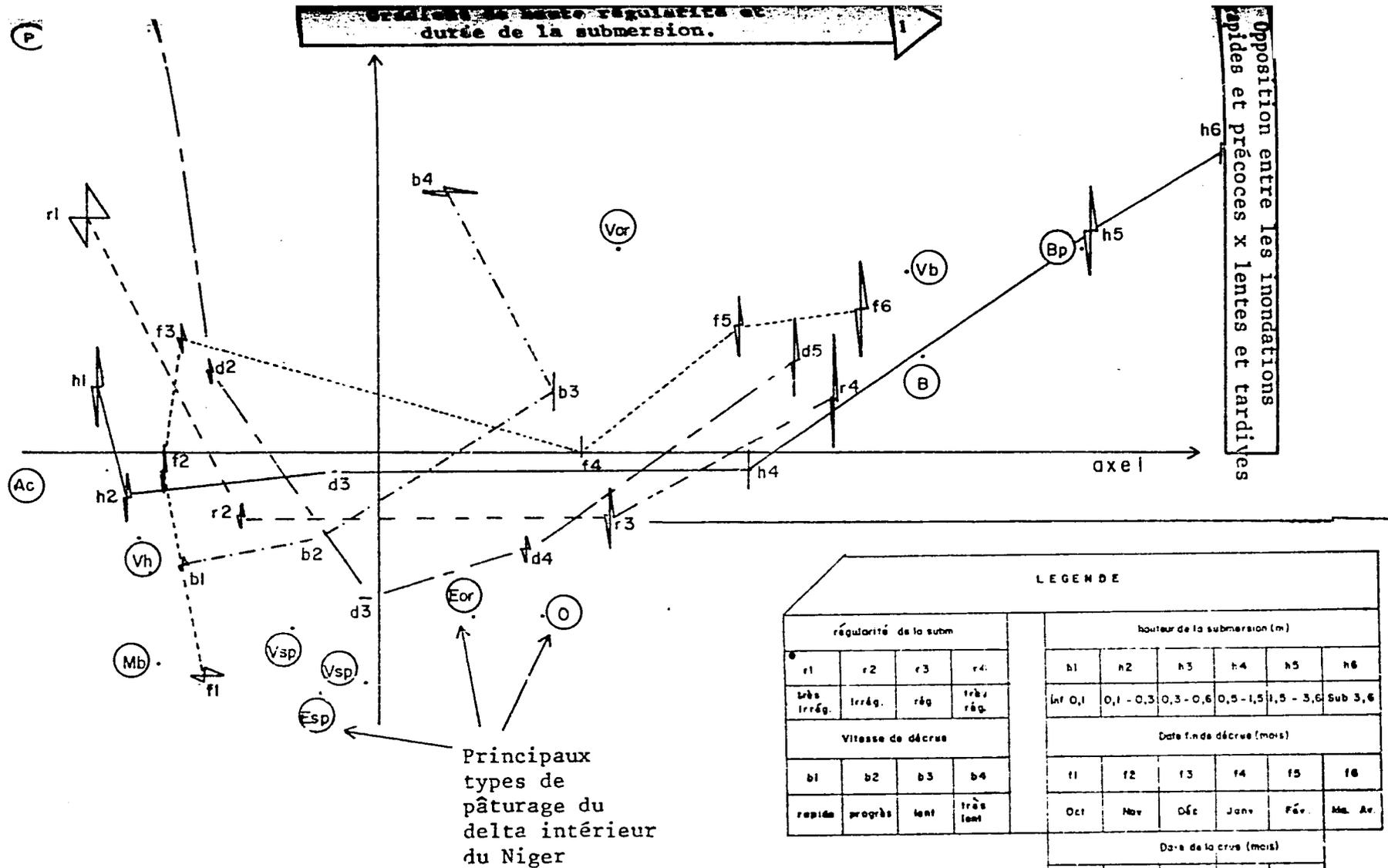


Fig. 2. Analyse factorielle de la matrice espèces x états de variable, 127 relevés des plaines d'inondation au delta intérieur au Niger - projection du "nuage matriciel" sur le plan des axes 1 et 2.

Une fois les clefs de cartographie et de photo-interprétation établies, le lever d'une carte par les méthodes indiquées et à l'échelle 1/50 000ème prend 60 jours/homme pour 10 000 km² (25 jours de pré-photo-interprétation: 6 photos par jour, 10 jours de vérification de terrain, 25 j. de corrections et de dessin).

La durée effective globale de la phase descriptive suivant les méthodes décrites ci-dessus se chiffre à 100 jours/homme pour 10.000 km² en comptant 10 j. forfaitaires pour l'établissement du tableau d'échantillonnage (étude bibliographique, première observation des documents photographiques) et 28 j. pour les calculs et l'interprétation des résultats.

La phase de diagnostic

- But: - Détecter les contraintes à la nutrition animale liées à une insuffisance quantitative ou qualitative des ressources fourragères.
- Proposer des solutions techniques ou des voies de recherche pour les résoudre.

Méthodes: Disponible fourrager, production, productivité et biomasse. Les contraintes nutritionnelles dépendent des disponibilités fourragères des principaux pâturages décrits en tenant compte de la fraction de ces disponibilités effectivement accessible au bétail (fraction qui dépend du parcours, de la nature du bétail et du mode de conduite de la pâture, cf. G. Boudet 1975, P. Hiernaux 1982, H. Breman 1982). Les disponibilités fourragères d'un parcours varient au cours du cycle annuel, d'une année à une autre, et en fonction du mode de gestion. En un lieu et instant donnés, elles résultent des phénomènes de production, de prédation et de dégradation qui se sont produits jusque-là. Aussi, les mesures de biomasse doivent avoir pour but l'analyse de ces trois phénomènes sous pâture et sous mise en défens.

Les techniques de mesure de biomasse

Les techniques utilisables sont très nombreuses et sont l'objet d'une documentation abondante. Nous nous limitons à indiquer quelques-unes des méthodes pratiquées dans le cadre du projet du CIPEA au Mali.

Biomasse aérienne du tapis herbacé

Technique destructive - Quels que soient les organes et catégories considérés (matière verte, matière morte, graminées, légumineuses, taxon, strates physiologiques, stade phénologique...) la mesure est faite par prélèvement pratiqué par coupe sur les placettes délimitées. Le principal problème technique est celui de l'échantillonnage: il faut fixer les formes, la taille, le nombre et la disposition de ces placettes sur le terrain pour que les mesures soient représentatives de la station.

Pour la forme de la placette, on sait que la forme circulaire réduit au minimum les effets de bordure et que la forme rectangulaire minimise la variance associée à la micro-hétérogénéité mais augmente les effets de bordure. Finalement la forme carrée est retenue. Le nombre et la surface élémentaire des placettes déterminent la précision de la mesure mais aussi son coût. Si l'on tient compte du coût, la surface optimale se situe suivant les cas entre 1 et 4 m². Le nombre de placettes pour un seuil de précision requis est fonction de l'hétérogénéité du tapis herbacé mais aussi du plan d'échantillonnage. Avec une répartition aléatoire (ou systématique-aléatoire), une trentaine de répétitions suffisant à atteindre une précision satisfaisante, la précision sur la moyenne

$$p = \frac{s \cdot t}{x \cdot n}$$

s : écart-type

n : nombre de répétitions

x : moyenne

t : valeur du t de Student pour n-1

degrés de liberté au seuil de 0,05

se stabilise entre 5 et 25% selon l'hétérogénéité du parcours. La disposition aléatoire ou systématique des placettes sur l'unité étudiée n'est pas toujours aisée; elle est souvent remplacée par une distribution subjective stratifiée moins fiable mais plus efficace. Il faut compter une à deux heures par mesure de biomasse sur le terrain.

Technique non destructive - Les lectures des contacts sous un point ou des intersections sous segment qui sont préconisées par de nombreux auteurs sont des mesures indirectes: la biomasse est calculée

à partir de la densité de la végétation. Ces méthodes fournissent en plus des informations très détaillées sur la structure du tapis végétal. Mais elles exigent beaucoup de temps et seront réservées à des mesures fines de la dynamique du tapis végétal (cf. présentation de J.C. Bille).

De la biomasse à la production et aux disponibilités fourragères

Dans une première approche, les compensations entre production et dégradation sont négligées; on se contente de répéter les mesures de biomasse et les analyses bromatologiques par intervalles au cours du cycle annuel. Ces résultats permettent d'établir les premiers diagnostics.

La courbe de la biomasse et de la teneur en protéine d'un parcours sahélien à *Schoenefeldia gracilis* montre que même si le parcours est protégé jusque là, le taux de protéine est inférieur à 6% une grande partie de l'année durant laquelle la qualité moyenne du parcours est insuffisante (Fig. 3).

Dans une approche toujours globale, il est possible de comparer diverses situations liées à l'utilisation du parcours, la différence entre la parcelle pâturée et le témoin souvent appelée consommation apparente traduisant globalement le bilan de l'ingestion de la croissance modifiée et la dégradation sous pâture.

Cette approche peut être perfectionnée en faisant la part des divers phénomènes qui concourent au bilan "biomasse", en différenciant la production brute et la production nette dans un pâturage sahélien. Les résultats obtenus au Sahel sont d'ailleurs variables, disent les auteurs.

Sur un principe similaire, on mesure la production sous pâture par prélèvements couplés à l'intérieur de cages fourragères déplacées à intervalles rapprochés. Le tableau 2 donne un exemple où sont comparées les productions sous pâture et sous trois régimes de fauche d'un parcours à *Echinochloa stagnina*. La comparaison oriente les recherches vers l'expérimentation de modes de gestion optimisant la production par rotation des parcours.

Tableau 2. Production de repousses feuillées d'un parcours

Intervalle entre les fauches (semaines) ou pâture (p)	PRODUCTION DE REPOUSSES FEUILLEES (kg MS/ha) DU 28/12/80 AU 13/7/81					
	Prod. cumulée		Prod. par fauche		Prod. journalière	
	m	σ	m	σ	m	σ
1	4737	370	190	15	25,3	2
2	4807	311	400	26	26,7	1,7
4	4496	100	749	17	24,9	0,1
p	2346	2593	180	199	12	13,3

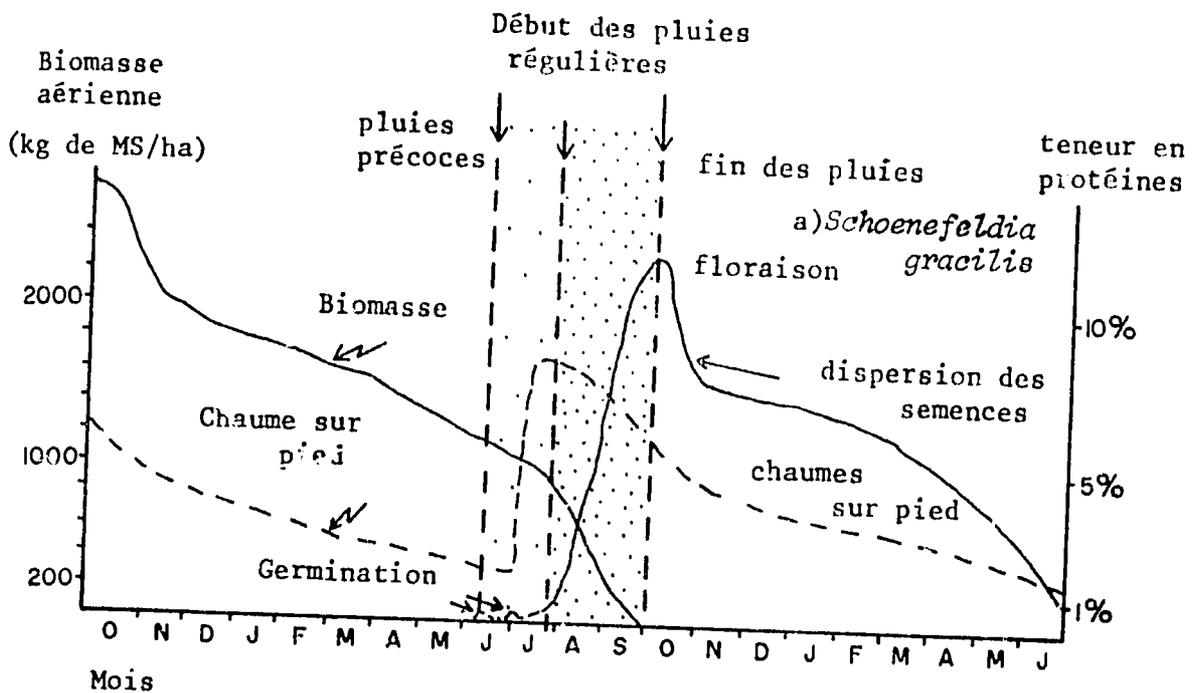


Fig. 3. Evolution mensuelle de la biomasse et de la teneur en protéine d'un pâturage herboux à *Schoenefeldia gracilis* mis en défens (ranch de Niono).

Il est très difficile de fixer des normes de temps pour ce type de recherches tant elles sont fonction de cas particuliers. Mais d'une façon générale, elles portent sur un cycle annuel complet, plusieurs cycles si les fluctuations interannuelles sont importantes. A titre d'exemple - Pour le delta, les études menées sur 10 parcours, 3 années durant, occupaient une équipe de 5 personnes, 2 semaines pour la mise en place puis une semaine par mois.

La phase d'expérimentation

But: Analyser l'impact d'une variable du système ou d'une innovation technique sur le fonctionnement du système.

Mettre au point une technologie adaptée pour promouvoir un aménagement préalablement testé localement.

Les expérimentations sectorielles

Elles sont menées sur quelques sites ou stations en conditions contrôlées souvent assez artificielles par rapport aux réalités du système de production.

Pour les pâturages, elles consistent principalement à analyser l'impact de pratiques pastorales vraies ou simulées sur la production et la dynamique d'un parcours. L'impact de la date d'entrée dans les parcours du delta (simulée par la fauche) sur leur production et effet de la précocité des incendies, illustrés par les essais menés sur un pâturage à *Andropogon gayanus* (Fig. 4), sont un exemple d'expérimentation sectorielle dont les résultats orientent les propositions d'aménagement du système de gestion.

Les résultats obtenus sur les divers parcours amènent à préconiser une première pâture ou un incendie les plus précoces possibles après la maturité des herbacées.

Par ailleurs, l'impact des régimes de fauches répétées à intervalles d'une, deux, quatre ou huit semaines sur la production de repousses, figure dans le tableau 3 pour quatre pâturages du delta. D'après les valeurs de production cumulées, il existe pour chaque parcours un rythme de fauche optimal (entre 1 et 2 semaines pour *Echinochloa* 2 et 4 semaines pour *Andropogon* ... etc).

Biomasse
(kg de MS/ha)

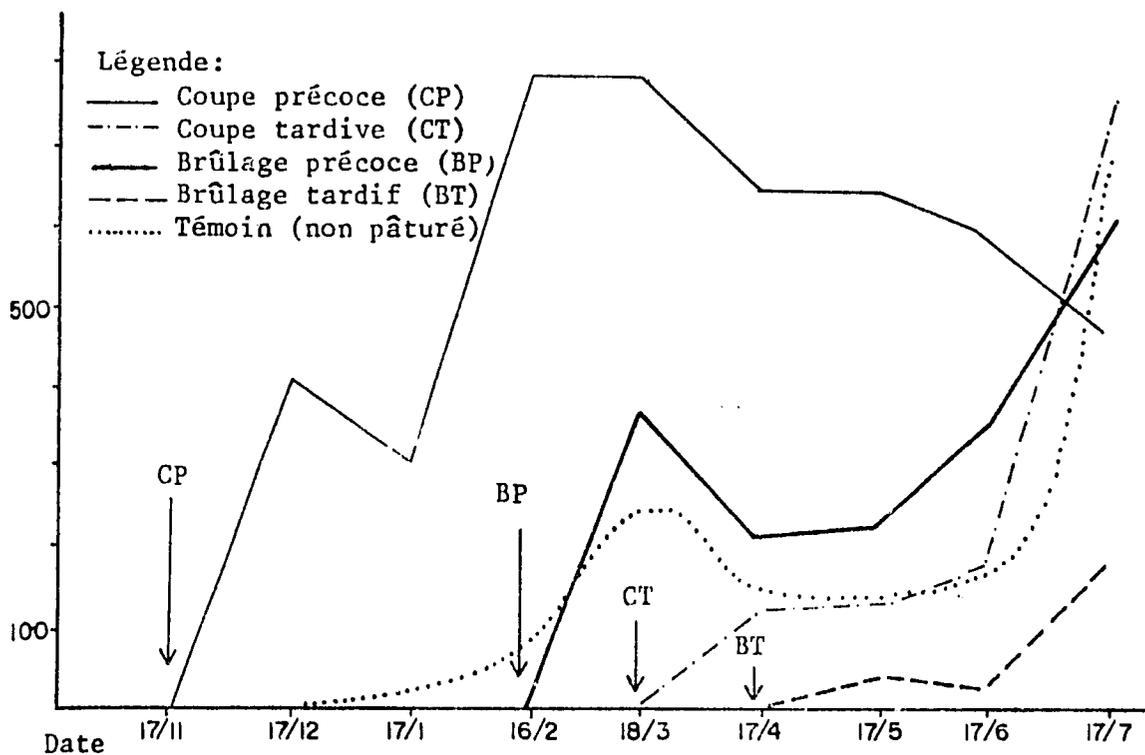


Fig. 4. Effet de la date de fauche ou d'incendie sur la repousse d'un parcours à *Andropogon gayanus*.

Tableau 3. Repousses feuillées de quatre graminées des plaines d'inondation du Niger soumises à divers rythmes de fauche. Productions journalières en kg MS/ha.

Intervalle entre deux fauches (semaines)	Repousses <i>Stagnina</i> 80		Feuillées (déc. à juillet) 81		d' <i>Echinochloa</i> kg MS/ha/j 82	
	m	σ	m	σ	m	σ
	1	-	-	25,3	2	28
2	<u>31,8</u>	1,6	<u>26,7</u>	1,7	<u>37,2</u>	4,4
4	23,3	0,8	24,9	0,1	-	-
8	26,6	0,3	-	-	-	-

Intervalle entre deux fauches (semaines)	Repousses <i>Andropogon</i> <i>gayanus</i> 1980		Feuillées <i>Panicum</i> <i>anabaptistum</i> 1982		kg MS/ha/j <i>Vetiveria</i> <i>nigritiana</i> 1982	
	m	σ	m	σ	m	σ
	1	-	-	-	-	6,2
2	5,1	0,4	6,9	1,7	8,7	0,7
4	<u>6,4</u>	0,6	<u>7,7</u>	1,4	11,4	0,8
8	4,3	0,5	6,2	1	(15,1)	(3)

Les expériences sectorielles peuvent aussi comporter des essais de pâture dont les effets seront analysés à court et long termes. C'est le cas des expérimentations menées sur le ranch de Niono pour quantifier l'impact de la pâture saisonnière des parcours sahéliens.

Le test des innovations

Les innovations suggérées par les résultats de ces essais doivent être testées sur quelques unités de production afin de vérifier quels en sont les impacts sur le système et de mettre au point les technologies appropriées.

Un test de la rotation des parcours de saison sèche est en cours à Diafarabé. Les éleveurs de la Coopérative de Diafarabé ont bien voulu se prêter à une expérimentation de rotation hebdomadaire sur trois boles pour une partie de leurs troupeaux laitiers villageois. Le protocole a été élaboré au cours d'une série de réunions où nous nous sommes efforcés d'expliquer les buts techniques de l'essai aux éleveurs. Les éleveurs assurent le gardiennage et la gestion de leurs troupeaux; nous nous contentons de mesurer les effets sur la végétation et le poids des animaux.

Nous n'avons pas vraiment franchi l'étape suivante dans le projet Mali. Cependant un certain nombre de travaux réalisés dans le cadre du contrat passé entre le CIPEA et l'Opération de développement de l'élevage dans la région de Mopti s'intègrent à la phase de promotion des innovations au niveau de l'ensemble d'un système de production. C'est en particulier le cas des cartes des parcours, des capacités de charge potentielle, et de la structure foncière des systèmes pastoraux du delta intérieur du Niger et de ses marges sahéliennes ainsi que tout le travail concernant la mise en place des unités pastorales pilotes, autant de documents qui doivent servir à la réforme structurelle et foncière indispensable à la promotion des innovations technologiques proposées, en particulier toutes celles qui sont relatives à la gestion des parcours.

Cet exemple illustre un aspect de la recherche sur les systèmes pastoraux. De même que lors de l'échantillonnage, il a fallu considérer une hiérarchie des niveaux d'organisation de la végétation et du milieu, de même les systèmes de production animale sont structurés en niveaux d'organisation avec à la base les unités de production, puis les communautés de base agrégées en groupes plus ou moins homogènes à leur tour intégrés dans des sociétés d'autant plus complexes qu'elles sont vastes. Dans l'aménagement d'un système, il faut veiller à ce que les proportions soient adaptées à chacun des niveaux d'organisation et coordonnées entre elles. Même si l'unité de production est le maillon fondamental du système et si la détermination individuelle des éleveurs ou propriétaires d'animaux est indispensable à tout aménagement, certaines décisions ne peuvent être prises qu'à un niveau d'organisation supérieur. L'organisation de rotations pastorales sur les terrains de parcours villageois nécessite une décision collective (cas de la coopérative des éleveurs à Diafarabé). La modification du calendrier qui fixe l'entrée des animaux dans les parcours du Delta doit être prise à un niveau encore supérieur puisqu'il concerne non seulement les éleveurs de la plaine et du Sahel environnant mais aussi les riziculteurs, les pêcheurs, et les services régionaux (vétérinaire, santé, enseignement).

Actuellement une décision est prise chaque année par une commission paritaire organisée par le Gouvernorat de la Région. Les documents cartographiques réalisés pour le contrat ODEM/CIPEA ne sont certes pas très utiles à l'éleveur qui a une connaissance empirique infiniment plus détaillée des parcours de son secteur, mais elles peuvent jouer un rôle important dans le dialogue entre les éleveurs et les cadres des organismes de développement pour le choix des aménagements.

Vegetation and feed resources in pastoral system

English Summary:

The aim of studies on vegetation and feed resources in pastoral systems is to detect and analyse the nutritional constraints to livestock production and to put forward solutions to relieve them. Vegetation is one of the main feed resources for animal production which has to be quantified and its production and reproduction processes need to be analysed. Vegetation is also a major environmental parameter which reflects the other components of the environment.

The aim of the descriptive phase of studies on vegetation and feed resources is to stratify the environment in which the pastoral system or systems under study evolve. Such studies also aim to characterise forage production within each strata and the ecological variables which condition it. An inventory of forage resources is carried out in the field using methodical surveys of the vegetation and the environment. A survey consists of systematically noting for a sample site the values recorded for a series of parameters covering the structure and the vegetation of the environment. For vegetation these parameters cover the structure of herbaceous and ligneous associations, the floristic composition, the above-ground biomass. For the environment the parameters are the climatic and edaphic characteristics of the site, the nature of the bedrock, geomorphology, topography, description of the soil profile and indications on land use, pastoral and agricultural status etc.

The accuracy of the results depends on the position and number of ecological stations selected. A sampling plan establishes the list of situations to be observed and the number of replicates of each. The number of situations is worked out from a graded stratification of the area under study into regions, sectors, series or sequences and finally into ecological stations. The sampling table establishes the number of observations and situates them in rough terms. To situate them accurately, maps and aerial photographs are very useful. Aerial photography is a very useful tool in the technical sampling phase, both for checking the representativeness of sites and for solving access problems.

Data collected in surveys can be presented in the form of matrices in which the objects are the surveys and the descriptors the taxons and the states of the ecological variables observed or measured. The large size of these matrices makes a computer essential. This kind of data processing requires the coding of data and their processing onto punched cards or magnetic tapes. The calculations are often completed by a factorial analysis which allows the reciprocal processing of plant groups, species and ecological variables.

The characterisation of plant groups is completed by a map whose main theme is phyto-ecological units. The key to the map is directly established from the results of the data analysis from the sample area which also provides a list of indicators. Remote sensing is used to make the map; photo-interpretation of aerial photographs is easier if the photographs have also been used for sampling and ground truthing.

The aim of the diagnostic phase is to identify the constraints to animal nutrition linked with inadequate quantity or quality of feed resources, and to propose technical solutions or lines of research. The techniques which can be used for measuring biomass are numerous. In destructive techniques measurements are made by cutting samples from the small sample areas delineated in the field. The shape, size, number and pattern of sample areas have to be predetermined in the field, so that measurements will be representative of the ecological station. One or two hours must be allowed for each measurement of biomass in the field. In non-destructive techniques readings are taken from contacts at a point or intersection at a segment. Biomass is calculated using vegetation density as the basis. These methods also provide very detailed information about the structure of the vegetation cover. However, they are time-consuming and should be reserved for measurements of the dynamics of the plant cover.

The aim of the experimentation phase is to analyse the impact of a variable within a system or a technical innovation on the functioning of that system, and to develop an adapted technology so as to promote locally tested management schemes. Sectorial experiments are carried out on several sites or stations under controlled conditions which are often rather artificial when compared to the realities of the

production system. For pasture they consist mainly of analysing the impact of pastoral practices, real or simulated, on the production or dynamics of a rangeland. Results obtained on different kinds of rangeland lead to a recommendation to start grazing or to burn off as early as possible after the grass has matured.

The innovations suggested by the results of these trials must be tested on several production units in order to verify their impact on the system and to develop an appropriate technology.