

Régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens.

III. Caractères épidermiques des principales espèces végétales consommées au pâturage : constitution d'un atlas de référence en vue de l'étude du régime alimentaire

G. Mandret ¹

MANDRET (G.). Régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) exploitant des parcours naturels sahéliens et soudano-sahéliens. III. Caractères épidermiques des principales espèces végétales consommées au pâturage : constitution d'un atlas de référence en vue de l'étude du régime alimentaire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (2) : 237-243.

L'analyse microscopique des débris végétaux contenus dans les fèces ou les bols oesophagiens est une méthode d'étude du régime alimentaire des animaux au pâturage. Ce travail est mené dans le cadre d'une étude du système d'alimentation des ruminants sur parcours sahéliens et soudano-sahéliens au Sénégal. L'auteur décrit les caractères épidermiques des principales plantes (28 espèces) consommées au pâturage en vue de la constitution d'un atlas de référence. Il montre un exemple de clé d'identification de 19 dicotylédones à partir de leurs caractères épidermiques. Cette clé devra être complétée et pourra servir à la reconnaissance des débris végétaux contenus dans les fèces ou les bols oesophagiens. *Mots clés* : Ruminant - Régime alimentaire - Dicotylédone - Plante fourragère - Épiderme - Identification - Microscopie - Sénégal.

INTRODUCTION

L'étude du régime alimentaire des animaux peut être abordée par plusieurs méthodes. Les plus fréquentes sont l'observation directe sur le terrain des animaux et l'analyse microscopique des débris végétaux recueillis à différents niveaux du tube digestif.

L'analyse microscopique des débris végétaux est basée sur l'observation des caractéristiques anatomiques de leurs cellules épidermiques. La constitution d'un atlas de référence décrivant les caractères épidermiques des principales espèces fourragères présentes est indispensable pour cette analyse.

Pour réaliser un atlas, il est nécessaire d'étudier des fragments d'épidermes provenant de différentes parties de la plante (feuilles, tige...) car les caractéristiques de l'épiderme varient entre les organes. Des clés d'identification de certaines espèces ont été établies en tenant compte de ces différences (6, 9, 10).

1. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 10 rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Adresse actuelle : LNERV, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

Reçu le 07.03.88, accepté le 25.03.88.

Un catalogue photographique de référence sur les caractères épidermiques de 28 espèces fourragères a été constitué. Ce travail entre dans le cadre d'un programme d'études sur l'alimentation des ruminants des régions sahélienne et soudano-sahélienne du Sénégal (programme conjoint franco-sénégalais : IEMVT-CIRAD, LNERV-ISRA*).

Des échantillons de plantes fournis par le service d'agropastoralisme et d'alimentation du LNERV de Dakar et le service de botanique de l'IEMVT ont permis de constituer cet atlas.

Le principe, la méthode et les limites de ce travail sont exposés ici.

PRINCIPE

L'étude des épidermes repose sur :

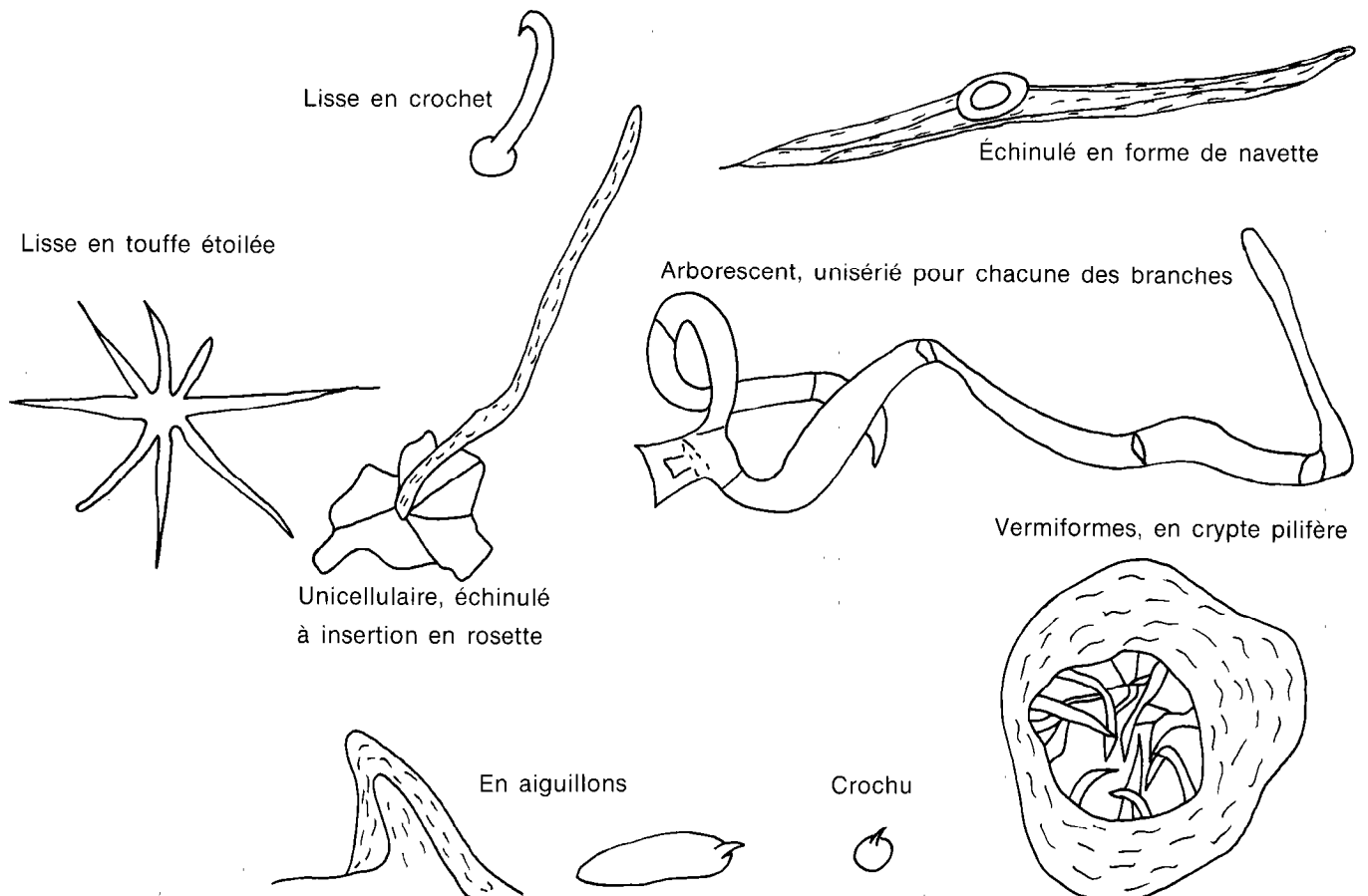
- la spécificité des caractères épidermiques pour constituer un catalogue de référence des espèces présentes sur les sites,
- la résistance de ces épidermes au transit digestif pour déterminer la composition botanique des échantillons de bols oesophagiens ou de fèces.

Les caractères les plus variables indiquent plutôt les voies évolutives de la famille végétale à laquelle appartiennent les espèces étudiées, ou la réponse à des conditions écologiques particulières.

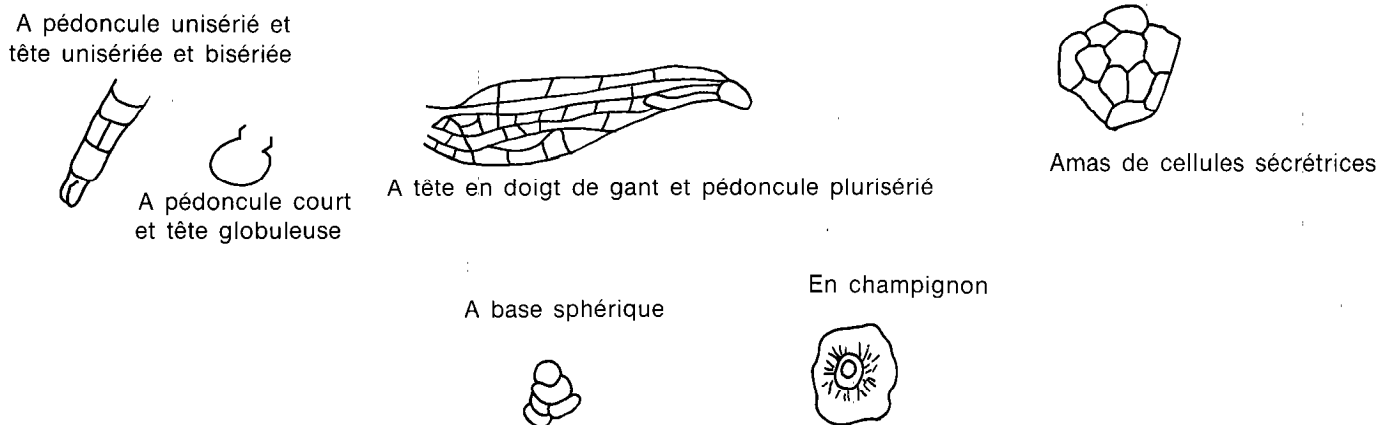
On tient compte par ailleurs des variations intra-individuelles dues à la manifestation du développement hétéroblastique des taxons : de la germination à la floraison, les espèces hétéroblastiques produisent des feuilles juvéniles puis des feuilles adultes accompagnées de modifications morphologiques plus ou moins brusques qui rendent quelquefois l'individu méconnaissable (4).

(*) Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

Principaux types de poils tecteurs observés



Principaux types de poils sécréteurs observés



L'idéal serait de prélever les échantillons de plantes de référence destinés à l'atlas à tous les stades du développement des espèces. Ce travail étant très lourd, on s'attachera au moins aux stades présumés de forte consommation par les animaux.

Les caractères épidermiques n'ayant pas tous la même importance, l'étude a porté plus particulièrement sur la forme et la position des trichomes (poils) (Planche 1), des stomates (Planche 2) et des cristaux (Planche 3). La forme des cellules épidermiques, des nervures et l'aspect du bord du limbe sont des caractères secondaires qui peuvent éventuellement permettre de différencier deux espèces entre elles.

MÉTHODE

Les techniques d'obtention des épidermes sont nombreuses (3). La méthode utilisée dérive de celles-ci :

Lorsque la plante est fraîchement récoltée, le prélèvement des épidermes peut être aisé. Ce n'est pas le cas pour les échantillons secs qui doivent d'abord être ramollis. Pour cela, ils sont portés à ébullition dans l'eau pendant 5 mn puis laissés durant 48 h dans une solution « alcool à 90° et eau » (à parties égales) et enfin portés à nouveau à ébullition pendant 15 mn.

L'organe étant maintenu entre le pouce et l'index, on prélève l'épiderme en l'entamant légèrement à l'aide d'une lame de rasoir, de bistouri ou de scalpel, puis en le décollant avec des brucelles. Lorsque cette opération s'avère trop difficile, on peut gratter délicatement l'épiderme de la face opposée à celle que l'on veut observer jusqu'à l'obtention de l'épiderme désiré.

Le contenu cellulaire est ensuite détruit (à l'exception des phytolithes et cristaux) en plongeant l'épiderme décollé dans un verre de montre contenant de l'eau de Javel additionnée de 3 gouttes d'alcool à 90°. L'alcool, utilisé en faible quantité, ne fait pas précipiter l'eau de Javel et permet une meilleure destruction du contenu cellulaire.

Devenu transparent, l'épiderme est rincé dans de l'eau additionnée de saponine ou de teepol.

Le montage de la préparation s'effectue entre lame et lamelle, dans une goutte d'eau glycinée (50-50). On évitera la glycérine pure qui favorise la formation de bulles sous la lamelle.

Les préparations sont alors observées au microscope photonique à faible grossissement ($\times 64$), en lumière directe ou en contraste de phase si l'épiderme est très clair. Les phytolithes (corps siliceux) et les cristaux s'observent de la même façon mais la lumière polari-

sée permet, en cas de doute, de les repérer facilement puisqu'ils sont réfringents.

Cette méthode est simple et ne fait appel à aucune coloration.

On notera que chez la plupart des dicotylédones, le maximum d'informations est obtenu à partir de l'épiderme inférieur de la feuille (sans pour autant négliger l'observation des autres organes). Pour les graminées, il est nécessaire de prélever les épidermes inférieur et supérieur du limbe, de la gaine, de la hampe florale, de l'épillet...

Bien que STACE (10) pense que l'épiderme situé sur la partie médiane du limbe offre le maximum de renseignements, il est préférable d'observer le bord du limbe également.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le mode de description des monocotylédones, et plus particulièrement des graminées, diffère de celui des dicotylédones. La distinction entre ces deux groupes s'effectue selon plusieurs types de critères que l'on peut hiérarchiser de la manière suivante :

- l'organisation des cellules épidermiques
- l'orientation des nervures
- les types de stomates et de trichomes.

En suivant cette hiérarchie, on s'aperçoit que chez les monocotylédones(*), il est nécessaire, pour le premier point, d'associer aux critères de différenciation des critères d'organisation des cellules épidermiques :

- en « files » (succession linéaire de cellules) homogènes (cellules identiques entre elles) ou mixtes (éléments de catégories différentes : stomates, poil) ;
- en « colonnes » (files mixtes ou homogènes conti- guës et présentant une certaine répétition).

Les cellules épidermiques des graminées sont généralement allongées et disposées en files parallèles aux nervures (parallèles entre elles) comme en témoigne la planche 4.

Les cellules épidermiques des dicotylédones ont des contours irréguliers et sont, dans la majorité des cas, disposées en puzzle (Planche 5).

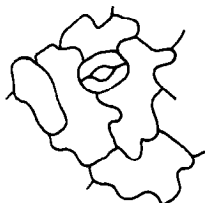
En ce qui concerne l'orientation des nervures des monocotylédones, on constate que, contrairement aux dicotylédones, elles sont généralement parallèles.

(*) Graminées dans le cas de cette étude.

Type aniscyotique



Type anomocytique



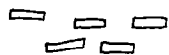
Type diacytique



Type paracytique



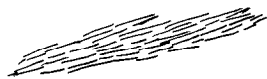
Planche 2 : Principaux types de stomates observés. Type aniscyotique : trois cellules compagnes dont une plus petite que les autres. Type anomocytique : les cellules voisines des stomates ne se distinguent pas des cellules épidermiques. Type diacytique : les deux cellules compagnes qui entourent le stomate ont leur paroi commune perpendiculaire à l'ostiole. Une cellule compagne est plus petite et « incluse » dans une cellule épidermique. Type paracytique : le stomate est entouré de deux cellules compagnes disposées parallèlement à l'ostiole.



En bâtonnets



En petits prismes



En plaque de raphides



En gros prismes



En gros mâcles



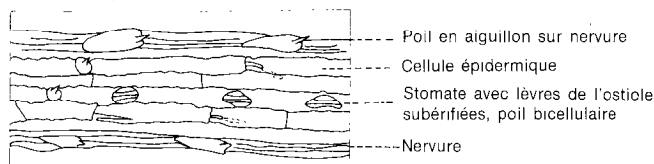
Couple silico-subéreux

Planche 3 : Principaux types de cristaux observés.

La distinction entre les stomates des deux groupes est aisée :

— les stomates de dicotylédones sont de 4 types principaux (Planche 2), alors que chez les monocotylédones on distingue un type unique aux lèvres de l'ostiole subérifiées (Planche 4).

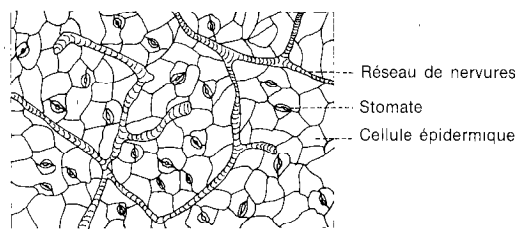
Graminée (cellules épidermiques allongées parallèles aux nervures)



Cenchrus piriuri (Kunth) Maire

Planche 4 : Organisation des cellules épidermiques d'une graminée : cellules épidermiques allongées en files parallèles aux nervures.

Dicotylédone (cellules épidermiques aux contours irréguliers, nervures non parallèles)



Cassia obtusifolia L.

Planche 5 : Organisation des cellules épidermiques d'une dicotylédone : cellules épidermiques aux contours irréguliers, nervures non parallèles.

Il est difficile de différencier les espèces ou même les genres de graminées en fonction de leurs trichomes. Cette difficulté se rencontre également chez les dicotylédones. Certains types de poils peuvent cependant caractériser un genre comme le montre la clé de détermination au tableau I.

Chez les graminées, l'observation des phytolithes est très utile. Très fréquemment une cellule subéreuse, se distinguant par l'absence de prolongement saillant et par des contours légèrement parallélépipédiques, est associée à une cellule siliceuse ou à des poils tecteurs dans un épiderme de graminée (7). Elle est située du côté basal de l'organe et s'étend davantage par rapport à la cellule siliceuse.

Cette association cellule subéreuse-cellule siliceuse ne se rencontre pas sur les dicotylédones observées. Les principaux types de cristaux reconnus sur ces dernières sont sous forme de bâtonnets, de prismes, de mâcles ou de raphides (Planche 3).

TABLEAU I Clé d'identification de quelques espèces végétales appréciées (dicotylédones) à partir de caractéristiques épidermiques.

Type des stomates	Famille	Caractères des cristaux	Description des poils	Espèces correspondantes	
Anisocytique	Fabaceae	Cristaux en grains de sable + gros prismes isolés	Poils sécréteurs à pédoncule très développé et plurisériel, tête sécrétrice en doigt de gant	<i>Zornia glochidiata</i>	
			Poils tecteurs unicellulaires échinulés sur le limbe avec insertion en rosette		
		Cristaux en bâtonnets alignés le long de la nervure principale	Poils tecteurs échinulés en forme de navette	Navettes branches inégales et souvent à plat	<i>Indigofera aspera</i>
				Navettes branches égales et souvent repliées en U	<i>Indigofera diphylla</i>
Anomocytique	Capparaceae Caryophyllaceae Combretaceae Tiliaceae	Cristaux rhomboïdes octaédriques ou ronds dans les nervures	Poils tecteurs vermiformes échinulés à tête en forme d'ancre à 3 branches	<i>Boscia senegalensis</i>	
			Cristaux nombreux en forme de gros mâcles sur le limbe	Poils tecteurs arborescents rares, unisériés pour chacune des branches	<i>Polycarpaea linearifolia</i>
		Cristaux peu nombreux	En mâcles groupés ou isolés	Poils sécréteurs en champignons	<i>Combretum micranthum</i> <i>Combretum nigricans</i>
		Absence de cristaux	Poils tecteurs vermiformes lisses avec cryptes pilifères aux contours réguliers	<i>Combretum glutinosum</i> <i>Guiera senegalensis</i>	
		Nombreux cristaux en prismes dans les nervures			
		Cristaux en grains de sable et gros mâcles sur le limbe, en prismes et mâcles alignés dans les nervures	Poils sécréteurs à pédoncule unicellulaire et allongé avec tête globuleuse pluricellulaire et cellule apicale cloisonnée longitudinalement	Poils tecteurs rares en aiguillons lisses sur la nervure principale	<i>Corchorus tridens</i>
				Poils tecteurs lisses en touffes étoilées sur le limbe	<i>Grewia bicolor</i>
Diacytique	Acanthaceae	Absence de cristaux	Poils tecteurs unicellulaires échinulés très courts à très longs avec insertion directe sur le limbe	<i>Blepharis linariifolia</i>	
			Poils sécréteurs à pédoncule très court et tête globuleuse		
Paracytique	Asclepiadaceae Celastraceae Fabaceae Rubiaceae	Absence de cristaux	Poils tecteurs unicellulaires ou unisériés, échinulés avec insertion en rosette sur le limbe	<i>Leptadenia hastata</i>	
			Poils sécréteurs à base sphérique et plurisériés, tête globuleuse		
		Cristaux en grains de sable dans le limbe et en prismes alignés dans les nervures	Poils tecteurs unicellulaires échinulés	De longueurs différentes et à base élargie	<i>Cassia mimosoides</i>
				De mêmes longueurs et à base non élargie	<i>Cassia obtusifolia</i>
		Nombreux cristaux en petits prismes dans le limbe et en prismes alignés dans les nervures	Poils tecteurs unicellulaires lisses en crochets sur le limbe et longs échinulés sur les nervures	Poils sécréteurs unisériés à tête pluricellulaire unisériée et bisériée	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>
		Cristaux sous forme de raphides en plaques	Avec des mâcles	Poils tecteurs et aiguillons séparés par des micro-aiguillons sur le bord du limbe	<i>Spermacoce radiata</i>
			Avec des prismes	Poils tecteurs unicellulaires échinulés contenant des cristaux	<i>Spermacoce stachydea</i>
Cristaux en grains de sable dans le limbe	Poils tecteurs unicellulaires échinulés, uniquement sur les nervures	<i>Feretia apodanthera</i>			

G. Mandret

Chaque partie de la plante possède une distribution épidermique qui lui est propre. Chez les graminées, l'épiderme foliaire est d'autant plus différencié que la feuille est située plus près de l'inflorescence (9).

L'utilisation des caractères épidermiques permet d'établir une clé d'identification. On a, à titre d'exemple, reproduit au tableau I une clé de détermination des dicotylédones étudiées.

LIMITES

Certaines particularités de l'épiderme peuvent être caractéristiques d'une famille, comme le type anomocytique des stomates de la famille des *Tiliaceae*, ou encore permettre de différencier le genre et l'espèce comme c'est le cas pour les cristaux dans la famille des *Rubiaceae* (8). Mais un caractère isolé ne peut suffire à déterminer un taxon, ce caractère pouvant être commun à plusieurs genres.

Il faut donc dégager des groupes de caractères.

Au niveau de la détermination des graminées, CHAPUIS (1) fait remarquer que certains épidermes ont des structures très proches, empêchant une identification sûre. Ceci montre les limites de l'étude microscopique des épidermes recueillis sur des fragments végétaux pendant ou après le transit digestif.

De plus, il est clair que les caractères épidermiques d'une espèce végétale peuvent varier avec sa descendance ; la variation pouvant être attribuée à des facteurs génétiques ou écologiques. Il est donc souhaitable, dans l'éventualité d'une utilisation prolongée de l'atlas, d'étudier l'effet de ces facteurs.

Pour l'étude des débris végétaux, il faut aussi être prudent dans l'identification, car des erreurs peuvent être induites par des variations de l'épiderme qui sont

dues aux maladies bactériennes. De plus, la qualité de l'information dépend de la taille du fragment observé.

CONCLUSION

L'analyse microscopique des caractères épidermiques permet dans la plupart des cas de différencier des espèces entre elles.

Lorsque l'étude porte sur une zone très étendue, un ou plusieurs pays par exemple, il faut tenir compte des variations possibles d'une même espèce. Les caractères épidermiques seront vérifiés sur l'aire de répartition de l'espèce étudiée.

D'après ces observations, on peut dire qu'aucun type d'épiderme n'est lié à un milieu déterminé.

Un sol très humide peut, par exemple, entraîner une modification du régime de l'élongation et de la maturation des épidermes, mais non le type de leur différenciation. Les variations dues au milieu portent surtout sur les caractères quantitatifs (exception faite des caractères quantitatifs dépendant de leur situation sur l'organe considéré).

Ce type d'analyse présente certains avantages, confirmés par CHAPUIS (1) à propos d'un autre herbivore, le lapin de garenne :

- l'animal n'est pas influencé dans son choix alimentaire par l'observateur ;
- la détermination des débris végétaux récoltés peut être assez précise car elle s'appuie sur plusieurs critères d'identification ;
- cette méthode permet d'étudier les variations du régime alimentaire des animaux dans le temps et dans l'espace.

Il est important que l'observateur soit toujours la même personne, car la reconnaissance des caractères épidermiques requiert une certaine habitude.

MANDRET (G.). The dietary preferences of domestic ruminants (cattle, sheep and goats) on Sahelian and Sudano-Sahelian ranges. III. Epidermic characteristics of main plant species grazed on pastures : constitution of a reference atlas to study the dietary preferences. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (2) : 237-243.

Microscope analysis of vegetal fragments debris contained in the faeces and in the alimentary bolus is a method for studying the animals' diet on pastures. This work is conducted within the scope of a ruminant

MANDRET (G.). Régimen alimenticio de los rumiantes domésticos (bovinos, ovinos, caprinos) pastoreando pastos naturales sahelianos y sudano-sahelianos. III. Caracteres epidérmicos de las principales especies vegetales pastoreadas : constitución de un atlas de referencia para el estudio del régimen alimenticio. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, 42 (2) : 237-243.

El analisis microscópico de los residuos vegetales contenidos en las heces o los bolos esofágicos es un método de estudio del régimen

diet enquiry over Sahelian and Sudano-Sahelian pastures in Senegal. The author describes the epidermic characters of the main grazed plants (28 species) so as to constitute a reference atlas. An example of the identification key is exposed for 19 dicotyledones from their epidermic characters. This key will have to be completed and will help to recognize the plant debris contained in the faeces and in the alimentary bolus. *Key words*: Ruminant - Diet - Dicotyledon - Fodder plant - Epidermis - Microscopy - Senegal.

alimenticio de los animales al pasto. Se realiza este trabajo en el ámbito de una encuesta sobre el sistema de alimentación de los rumiantes sobre pastos sahelianos y sudano-sahelianos en Senegal. El autor describe los caracteres epidérmicos de las principales plantas (28 especies) pastoreadas para constituir un atlas de referencia. Da un ejemplo de clave de identificación de 19 dicotiledones a partir de sus caracteres epidérmicos. Se necesitará completar esta clave que podrá utilizarse para reconocer los residuos vegetales contenidos en las heces o los bolos esofágicos. *Palabras claves*: Rumiante - Régimen alimenticio - Dicotiledon - Planta forrajera - Epidermis - Identificación - Microscopia - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. CHAPUIS (J. L.). Le régime alimentaire du lapin de garenne, *Oryctolagus cuniculus* (L.) 1758 dans deux habitats contrastés : une lande bretonne et un domaine de l'Île-de-France. Thèse 3ème cycle, Univ. Rennes, 1979. 210 p.
2. DILCHER (D. L.). Approaches to the identification of angiosperme leaf remains. *Bot. Rev.*, 1974, **40** (1) : 1-145.
3. FAGGION (M. H.). Comparaison des techniques utilisées pour l'identification des débris végétaux contenus dans les fèces des herbivores sauvages. D.E.A. Physiologie végétale, 1974. Pp. 1-47.
4. GORENFLOT (R.). Niveaux et diversité des variations intra-individuelles. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1985, **132** (2) : 7-17. (Actual bot).
5. GUERIN (H.), RICHARD (D.), FRIOT (D.), MBAYE (H.). Les choix alimentaires des bovins et ovins sur pâturages sahéliens. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1986, **26** (1B) : 269-270.
6. LIVERSIDGE (R.). Identification of grazed grasses using epidermal characters. *Proc. Grassld Soc. SH Afr.*, 1970. (Vol. 5). Pp. 153-165.
7. MANDRET (G.). Bovins, ovins, étude de la valeur alimentaire des parcours naturels au Sénégal. Utilisation des caractères épidermiques des contenus digestifs. Atlas épidermique. D.E.A. Systématique des Phanérogames, Univ. Paris XI, 1985. 127 p.
8. METCALFE (C. R.), CHALK (L.). *Anatomy of the Dicotyledone*. Oxford, Oxford University Press, 1950.
9. PRAT (H.). L'épiderme des graminées, étude anatomique et systématique. *Annls Sci. nat., Sér. A Bot.*, 1932, **10** : 118-326.
10. SOUEGES (R.), BONARD (E.). *Tableaux élémentaires d'analyse micrographique*. Paris, Librairie Médicale et Scientifique, 1913.
11. STACE (C. A.). *Cuticular studies as an aid to plant taxonomy*. 1965, **4** : 21-23.