

Composition chimique des plantes ingérées et régime saisonnier de caprins sur un parcours aride

D. Genin

La plupart des nombreux travaux traitant de la composition chimique des fourrages consommés par les ruminants ont essentiellement porté sur les relations de cette composition chimique avec la dégradation des aliments dans les voies digestives. Ainsi, des liens ont pu être établis entre les spectres chimiques des fourrages classiques et les mesures de leur digestibilité (JARRIGE, 1980). Ce type d'approche a des implications importantes en zootechnie car il permet, à partir d'analyses simples, de corriger d'éventuels déséquilibres nutritionnels des rations des animaux. Dans le cas de fourrages provenant d'espèces herbacées, il a été possible de relier de manière satisfaisante leur composition chimique avec leur valeur nutritive (INRA, 1981).

En ce qui concerne les fourrages ligneux, ces relations ont été beaucoup moins étudiées et s'avèrent plus complexes (LACHAUX et al., 1987 ; KONE, 1987). En effet, les espèces ligneuses ont des teneurs élevées en lignine, non ou peu digestible, qui

MOTS CLÉS

Espèce ligneuse, caprins, climat méditerranéen, comportement alimentaire, composition chimique, Mexique, parcours, valeur nutritive, variations saisonnières.

KEY-WORDS

Chemical constitution, feeding behaviour, goats, Mediterranean climate, Mexico, nutritive value, rangelands, seasonal variations, woody species.

AUTEUR

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Apdo postal 2732, Ensenada, Baja California, Mexico.

CORRESPONDANCE

C.N.R.S.-C.E.P.E., B.P. 5051, F-34033 Montpellier Cedex

incruste la cellulose et une petite fraction de la matière azotée, réduisant ainsi leur possibilité d'utilisation métabolique par les animaux (VAN SOEST, 1967). De plus, il est fréquent de rencontrer chez les espèces ligneuses des constituants chimiques complexants comme des polyphénols ou des huiles essentielles (NASTIS et MALECHEK, 1981). Ces constituants, et en particulier les tannins condensés qui sont considérés comme les principaux composés répulsifs des ruminants (COOPER et OWEN-SMITH, 1985), ont des propriétés organoleptiques et des impacts physiologiques défavorables pour leur consommation et leur utilisation alimentaire (MC LEOD, 1974). Ils provoquent une inhibition des systèmes enzymatiques et microbiens (LOHAN et al., 1981), des réductions de la perméabilité de la paroi intestinale et une toxicité au niveau rénal (GLICK et JOSLYN, 1970).

Un autre problème se pose, en amont des processus digestifs, celui d'éventuelles relations entre la composition chimique des plantes et les choix alimentaires des animaux. Quelques trop rares travaux ont montré que certains composés chimiques spécifiques peuvent influencer fortement sur les sensations gustatives des ruminants (ARNOLD et HILL, 1972 ; CHURCH, 1979) ; citons certains polyphénols, des alcaloïdes, des acides, la coumarine, etc. En ce qui concerne les constituants chimiques plus classiques (matières azotées, fibres, minéraux), les caractérisations d'éventuelles relations restent ambiguës et encore peu explorées (VANGILDER et al., 1982 ; ARNOLD, 1985).

Dans l'exposé qui suit sont examinées les variations saisonnières des principaux constituants chimiques des espèces pastorales du matorral côtier de Basse Californie, en relation avec celles de leurs contributions au régime alimentaire de caprins. Le but est double : il s'agit premièrement de présenter des données inédites sur les valeurs bromatologiques et les potentialités fourragères des plantes pastorales du matorral côtier et, deuxièmement, d'apporter des informations sur l'influence de cette valeur bromatologique sur les interactions ruminants-végétation.

Matériel et méthodes

L'étude s'est déroulée à Mesa-La-Mision (32°N, 116°W), située au Nord-Ouest de la péninsule de Basse Californie mexicaine, à proximité de la côte de l'océan Pacifique (figure 1). Le climat est de type méditerranéen semi-aride, à hiver doux. Les précipitations annuelles moyennes sont de l'ordre de 280 mm. La végétation est constituée par un matorral côtier qui correspond à des formations arbustives basses et claires présentant des types biologiques divers, à savoir des arbustes à feuilles caduques en période sèche, des arbustes sempervirents, des succulentes et des espèces herbacées annuelles (MOONEY et HARRISON, 1972). On observe une grande variation dans l'aspect de la végétation suivant la saison, avec une croissance végétale annuelle réduite à quatre mois environ (décembre-mars).

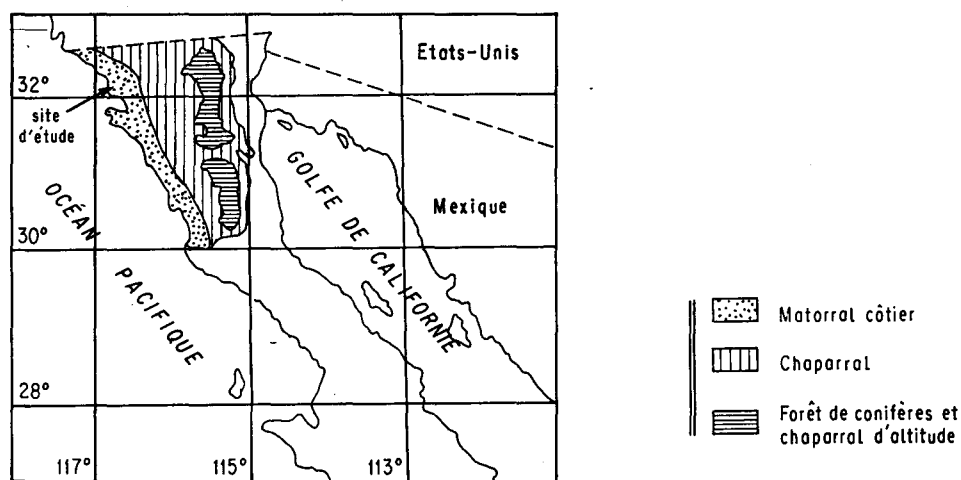


FIGURE 1 : Localisation du matorral côtier de Basse Californie (Mexique) et du site d'étude.

FIGURE 1 : Location of the coastal "matorral" in Lower California (Mexico) and of study site

Le suivi du régime alimentaire d'un troupeau de 70 chèvres non complémen-tées, pâturant en semi-liberté, a été réalisé mensuellement durant deux années, à l'aide de la méthode des coups de dents (REPERT, 1960 ; BOURBOUZE, 1980). Un comptage de coups de dents, effectué pendant 10 minutes toutes les 30 minutes durant la totalité de la journée de pâturage sur des animaux choisis au hasard (MEURET et al., 1985), a permis d'évaluer les contributions des espèces au régime (SCD). L'évo-lution mensuelle de la composition botanique du régime a été détaillée par GENIN et BADAN (1990).

Soixante-dix-sept échantillons représentatifs des coups de dents portés par les caprins sur 8 espèces arbustives (tableau 1) et sur un groupe représentant un mélange d'espèces herbacées annuelles ont été récoltés tous les deux ou trois mois durant deux années, entre juillet 1987 et septembre 1989. Ils ont été séchés à 55°C pen-dant 48 h, moulus et analysés selon les normes de l'A.O.A.C. (1975), pour leurs teneurs en :

- matières minérales totales (MM), par combustion à 550°C pendant 24 h ;
- matières azotées totales (MAT), par la méthode de microkjeldhal ;
- constituants pariétaux, par la méthode séquentielle des détergents de GOE-RING et VAN SOEST (1970), qui a conduit à la détermination de la concentration des parois cellulaires totales (NDF), de la lignocellulose (ADF) et de la lignine (ADL) ;

— tannins condensés (proanthocyanidines), par la méthode du butanol-HCl (BATE-SMITH, 1977), modifiée par MARTIN et MARTIN (1982), en utilisant du méthanol comme solvant ; le produit commercial tannin "Quebracho" a été employé comme standard ; les résultats, devant en toute rigueur être exprimés en équivalent tannins Quebracho (QTE), seront assimilés à des mg de tannins condensés par g de MS.

Les résultats sont présentés sur la base des trois périodes alimentaires identifiées durant le cycle annuel dans cet environnement : période humide, période de transition et période sèche (GENIN, 1990).

Les valeurs des concentrations des différents constituants chimiques ont été comparées, par période alimentaire et par espèce, grâce au test de rangs multiples de DUNCAN. Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur la matrice de corrélation des six variables chimiques mesurées et des contributions au régime des principales espèces pastorales d'une part, et des 77 échantillons récoltés, d'autre part. Afin de simplifier la présentation de la répartition des échantillons sur les axes de l'ACP, les nuages de points ont été regroupés, par espèce, suivant leurs ellipses de variance (OVALLE, 1986). Des mesures de corrélations entre les contributions des espèces au régime et les variables chimiques, prises une à une, ont de même été effectuées. Le traitement des données a été mis en œuvre à l'aide du logiciel Biomeco, conçu par le département de biométrie du CEPE-CNRS de Montpellier.

Résultats

• Analyses chimiques

Les concentrations saisonnières en constituants chimiques des principales espèces consommées du matorral côtier sont présentées dans le tableau 1. La teneur en MAT varie de manière importante entre les espèces et selon la période : de 6,5 à 15,8 % de la matière sèche (MS) en période humide, de 7,7 à 12,7 % MS en période de transition et de 4,4 à 7,8 % MS en période sèche. Les espèces sont toutes plus riches en MAT en période humide, mise à part *Rhus integrifolia*. Cette espèce présente en effet une croissance végétative retardée (mai-juin) par rapport aux précipitations.

Les teneurs en constituants pariétaux totaux (NDF) révèlent une différence importante entre le groupe des espèces herbacées (55 à 75 % de la MS) et les espèces ligneuses (30 à 57 % de la MS). En revanche, la lignine peut représenter jusqu'à 20 % de la MS chez ces dernières (cas de *Lotus scoparius* en période sèche). Il est à noter que la concentration en lignine de la matière végétale prélevée par coup de dents sur les espèces ligneuses varie selon la morphologie de la plante. En effet, chez les espèces à "grandes" feuilles (*Malacothamnus fasciculatus*, *R. integrifolia* et *Viguiera*

Composition chimique et sélection alimentaire de caprins sur parcours

		MAT	NDF	ADF	ADL	TC	MM
Melastomum fasciculatus Mf (Malvaceae)	H	14,9(1,2) a	43,0(1,8) b	28,6(1,8) bc	4,2(0,7) d	0	9,4(0,4) a
	T	12,7(1,7) a	47,0(4,2) b	25,0(2,3) b	6,8(1,6) c	0	9,0(0,4) a
	S	6,3(0,1) b	49,6(3,6) c	28,5(1,1) c	7,9(0,4) c	0	8,8(0,1) a
Artemisia californica Ac (Asteraceae)	H	15,8(1,3) a	32,1(2,1) d	26,8(0,2) c	11,1(0,9) b	0	6,4(0,4) bc
	T	12,5(1,1) a	36,6(3,2) c	24,4(1,2) b	10,6(1,6) b	0	5,0(0,4) bc
	S	7,1(0,9) a	40,4(2,7) d	28,3(2,4) c	12,0(2,1) b	0	5,1(0,6) b
Rhus integrifolia Ri (Anacardiaceae)	H	6,5(0,7) d	39,3(1,6) c	32,7(1,6) b	7,5(4,7) cd	0,74(0,06) c	3,4(0,2) e
	T	9,2(1,3) b	30,9(3,3) d	18,3(3,1) c	5,9(0,6) c	0,22(0,09) c	3,0(0,1) d
	S	4,9(0,9) c	36,2(2,8) de	30,0(1,2) c	12,2(2,8) b	0,62(0,09) c	3,7(0,4) c
Cneoridium dumosum Cd (Rutaceae)	H	11,4(0,1) b	37,3(0,8) c	25,3(0,1) c	7,4(0,1) c	1,77(0,02) b	3,6(0,1) e
	T	7,7(1,1) bc	39,8(4,5) bc	24,7(0,9) b	11,7(1,3) b	1,59(0,2) b	3,8(0,1) cd
	S	6,7(0,2) b	43,8(5,0) c	32,6(2,4) c	11,5(1,5) b	1,83(0,2) b	3,4(0,2) c
Eriogonum fasciculatum Ef (Polygonaceae)	H	8,7(0,1) c	33,4(0,8) d	25,1(0,8) c	8,9(0,3) bc	2,06(0,1) a	4,1(0,3) e
	T	7,8(2,9) c	31,8(6,7) d	23,4(1,3) b	10,2(0,1) b	2,00(0,1) a	3,1(0,2) d
	S	4,4(1,2) c	30,2(4,9) e	25,9(2,8) c	10,4(1,1) b	2,14(0,5) b	3,4(0,4) c
Eriogonum wrightii Ew (Polygonaceae)	H	12,4(0,6) b	51,2(1,6) a	37,0(0,4) a	12,6(1,5) ab	2,32(0,2) a	5,85(0,2) c
	T	10,0(1,1) b	47,5(2,3) b	31,2(1,1) a	8,7(1,2) c	2,11(0,1) a	5,71(0,7) b
	S	7,8(0,3) a	50,3(2,0) c	41,5(3,7) b	16,0(2,8) ab	1,58(0,8) b	4,1(0,9) bc
Viguiera laciniata Vl (Asteraceae)	H	13,4(2,6) ab	35,7(0,9) d	29,7(2,2) b	5,8(1,6) c	0	8,0(0,6) ab
	T	8,5(0,1) c	35,5(2,1) cd	33,7(3,8) a	11,2(1,5) b	0	8,0(0,9) a
	S	5,4(1,1) bc	49,6(12,1) bcd	41,0(9,6) b	17,2(2,2) a	0	8,2(0,7) a
Lotus scoparius Ls (Fabaceae)	H	15,0(1,3) a	43,7(0,9) b	32,9(0,6) b	14,9(0,6) a	1,68(1) abc	4,8(0,3) d
	T	11,0(2,2) ab	44,6(3,5) b	34,6(2,6) a	14,7(0,5) a	2,15(0,03) a	4,2(0,3) c
	S	6,8(0,8) ab	57,3(4,0) b	44,8(7,9) ab	20,3(2,4) a	5,55(0,8) a	2,8(0,1) c
herbécées	H	12,5(1,7) ab	54,8(3,7) a	31,1(3,0) a	5,1(0,7) cd	0	9,1(1,1) a
	T	10,2(1,1) b	59,2(3,7) a	34,3(3,3) a	7,0(1,1) c	0	8,8(0,9) a
	S	4,7(0,6) c	74,5(1,7) a	54,6(1,7) a	13,0(1,2) b	0	7,9(1,0) a

TABLEAU 1 : Composition chimique des principales espèces pastorales du matorral côtier selon les saisons (en % M.S.). MAT : matières azotées totales, NDF : constituants pariétaux, ADF : lignocellulose, ADL : lignine, TC : tannins condensés et MM : matières minérales. H : saison "humide", T : saison de "transition" et S : saison "sèche". Les chiffres entre parenthèses correspondent aux écarts types. Les valeurs associées à des lettres différentes sont, par saison, significativement différentes au seuil de 5%.

TABLE 1 : Chemical composition of the main pasture species of the coastal "matorral" in the various seasons (% DM). MAT : total protein, NDF : wall constituents, ADF : acid detergent fibre, ADL : lignin, TC : condensed tannins, MM : minerals. H : "wet" season, T : "transitional" season, S : dry season. Between brackets : standard deviations. Where values are followed by different letter, they are, for a given season, significantly different at the 5% level.

laciniata), le coup de dents est souvent constitué uniquement par des feuilles et la teneur moyenne en lignine en période humide, par exemple, est de 5,8% de la MS ; durant cette même période, elle est de 11% de la MS pour les prélèvements effectués sur les arbustes malacophylles à petites feuilles. Les teneurs en NDF et ADF, toutes espèces et saisons confondues, sont très bien corrélées ($r = 0,83$; $p < 0,0001$), mais les concentrations en lignine se relient moins bien avec celles en NDF ($r = 0,28$; $p < 0,05$) et en ADF ($r = 0,48$; $p < 0,01$).

Les tannins condensés (TC) sont absents chez les herbacées étudiées, de même que chez les arbustes de la famille des composées (*Artemisia californica* et *Viguiera laciniata*) et des malvacées (*Malacothamnus fasciculatus*). Chez les autres espèces arbustives, leurs teneurs varient relativement peu au cours des saisons, sauf dans le cas de *Lotus scoparius* chez qui ils atteignent plus de 5% de la MS en période sèche, pour seulement 1,7% en période humide.

Les matières minérales (MM) présentent également d'assez faibles variations saisonnières, mais les différences de teneurs entre espèces peuvent être importantes : de 3,5 à 9% de la MS.

• Choix alimentaires et composition chimique

Les résultats provenant de l'analyse en composantes principales (ACP) sont présentés dans les figures 2 et 3. Les deux premiers axes de l'ACP englobent à eux seuls 67% de la variance des nuages de points. Ces deux axes participent à l'information de manière sensiblement égale ($\lambda_1 = 2,37$; $\lambda_2 = 2,32$), ce qui souligne que les choix alimentaires des animaux ne sont pas sous la dépendance d'un seul facteur chimique.

L'axe 1 met en évidence le groupe des espèces herbacées, par opposition aux espèces ligneuses qui ont des valeurs relativement faibles sur cet axe (de $-1,68$ à $+0,66$; figure 3). Néanmoins, on observe une tendance à un gradient de répartition des espèces selon leur type biologique soit, de gauche à droite, les espèces ligneuses sempervirentes, les espèces ligneuses à feuilles caduques pendant la période sèche et les espèces herbacées. Les variables ayant une corrélation significativement positive vis-à-vis de cet axe correspondent aux caractéristiques chimiques des espèces préférées tout au long de l'année (les herbacées), à savoir de fortes concentrations en NDF, ADF et MM, mais des tissus peu lignifiés et sans tannins condensés. Les contributions spécifiques des espèces au régime (SCD) sont corrélées positivement avec cet axe ($r = 0,61$; $p < 0,001$; figure 2).

L'axe 2 marque l'opposition entre d'un côté les MAT et les MM et, de l'autre côté, la lignine et les tannins condensés (figure 2). Il sépare d'une part les herbacées et les ligneux de la famille des composées et des malvacées, exempts de tannins condensés, et d'autre part les autres ligneux (figure 3). *Lotus scoparius* présente une forte amplitude de valeurs sur cet axe, car cette espèce est à la fois très riche en MAT mais aussi en tannins condensés et en lignine. Les variations de ses constituants chimiques au cours de l'année sont également très importantes par rapport aux autres espèces. Les contributions spécifiques des espèces au régime sont également positivement corrélées ($p < 0,01$) avec cet axe.

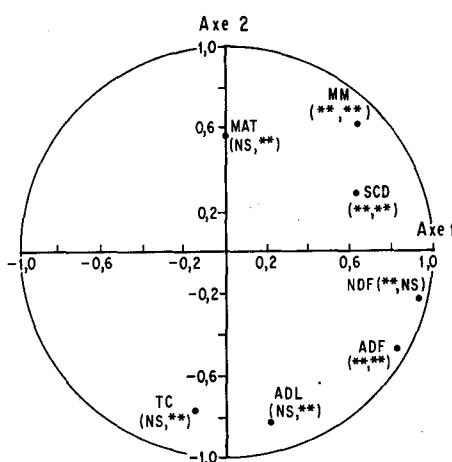


Figure 2

FIGURE 2 : Cercle des corrélations des variables chimiques et des contributions spécifiques au régime (SCD) dans le plan F1 x F2 de l'analyse en composantes principales (la signification des abréviations est précisée tableau 1 ; les signes entre parenthèses correspondent aux seuils de signification du coefficient de corrélation vis-à-vis des axes 1 et 2, respectivement ; NS : non significatif, ** : $p < 0,01$).

FIGURE 2 : Correlation circle of chemical variables and of specific diet shares (SCD) in the F1 x F2 plane of principal component analysis (for abbreviations, see table 1 ; between brackets : significance of correlation co-efficients with regard to axes 1 and 2 respectively ; NS : non significant, ** : $p < 0,01$)

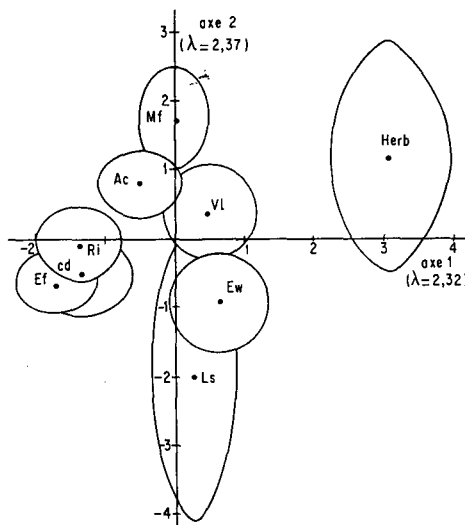


Figure 3

FIGURE 3 : Représentation des ellipses de variances des principales espèces pastorales du matorral côtier dans le plan F1 x F2 de l'analyse en composantes principales (les abréviations des espèces sont précisées tableau 1).

FIGURE 3 : Ellipses representing the variances of the main pasture species of the coastal "matorral" in the F1 x F2 plane of principal component analysis (for abbreviations, see table 1)

• Déterminants chimiques saisonniers des choix alimentaires

Etant donné les grandes variations des niveaux de concentration des constituants chimiques au cours du cycle annuel, l'analyse des relations entre le régime alimentaire des caprins et la composition chimique des plantes ingérées a été réalisée par période alimentaire. De même, la grande importance du groupe des herbacées dans le régime pouvant masquer des résultats intéressants concernant les espèces ligneuses, nous avons effectué une analyse supplémentaire en prenant en compte uniquement ces dernières.

Les corrélations, toutes espèces confondues, font apparaître l'influence positive des constituants pariétaux non lignifiés et des matières minérales sur les choix alimentaires des caprins et des corrélations toujours négatives avec la teneur en tannins condensés (tableau 2). La concentration en MAT se relie peu avec les contributions spécifiques des plantes au régime.

Saison Espèces	Humide		Transition		Sèche	
	L	L + H	L	L + H	L	L + H
MAT	0,29 (*)	0,14	0,23 (*)	- 0,08	0,52**	0,22 (*)
NDF	- 0,09	0,50**	0,11	0,52**	0,03	0,32 (*)
ADF	0,09	0,19	0,07	0,31 (*)	0,09	0,32 (*)
ADL	- 0,27 (*)	- 0,23 (*)	- 0,13	- 0,23 (*)	0,05	0,03
TC	- 0,22 (*)	- 0,37*	- 0,12	- 0,29 (*)	- 0,17	- 0,25 (*)
MM	0,02	0,59**	0,07	0,44**	- 0,04	0,17

seuils de signification du coefficient de corrélation :
 (*) : $p < 0,10$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$

TABLEAU 2 : Coefficients de corrélation entre les contributions saisonnières des espèces ligneuses (L) et herbacées (H) au régime de caprins et leur composition chimique (la signification des abréviations est précisée tableau 1).

TABLE 2 : Correlation co-efficients between seasonal shares of shrubs (L) and of herbaceous species (H) in the goats diets and their chemical constitutions (for abbreviations, see table 1)

Par contre, si seuls les ligneux sont pris en compte, les MAT sont toujours corrélées positivement aux SCD et une corrélation de 0,52 en période défavorable suggère la recherche par les caprins des arbustes les plus riches en azote (tableau 2). La lignine et les tannins condensés ont durant toutes les saisons une influence défavorable sur les choix alimentaires, bien que celle-ci s'atténue à mesure que l'offre alimentaire de qualité diminue. Les concentrations en matières minérales des espèces ligneuses ne sont pas corrélées avec les choix alimentaires des caprins.

Discussion et conclusion

• Composition chimique

Les compositions chimiques des plantes pastorales du matorral côtier se situent dans la gamme des valeurs présentées dans le cas des fourrages ligneux méditerranéens. LACHAUX et al. (1987), dans leur revue sur la composition chimique des végétaux ligneux pâturés en région méditerranéenne française, répertorient des teneurs en MAT allant de 12,9% (moyenne des valeurs maximales des espèces considérées)

à 7,2% (moyenne des minimas). SIDAHMED et al. (1981) ont mesuré des teneurs estivales moyennes en MAT de 6%, en MM de 3,6%, en ADF de 32,3% et en ADL de 16,1% chez trois espèces ligneuses dominantes du chaparral californien, formation végétale contiguë au matorral côtier en Basse Californie. Ces valeurs, relativement faibles, soulignent le caractère forcément extensif des élevages utilisateurs de ces milieux (COTECOCA, 1982).

• Choix alimentaires et composition chimique

Les résultats obtenus par l'ACP et les corrélations entre les contributions des espèces ligneuses au régime et leur composition chimique suggèrent des conclusions similaires à celles de COOPER et al. (1988), à savoir que les choix alimentaires ne sont pas contrôlés par un seul facteur chimique mais plutôt par des "compromis" entre des teneurs élevées en nutriments, comme les matières azotées, et des composés répulsifs, comme les tannins condensés et la lignine. Le cas de *L. scoparius* est à cet égard significatif. Cette légumineuse arbustive est très recherchée par les caprins en période humide ; elle contient, à cette époque de l'année, une concentration en MAT (15%) très favorable en comparaison de celles des autres espèces fourragères disponibles, malgré des fortes teneurs en lignine (14,9%) et en tannins condensés (1,7%). A mesure que ses concentrations chimiques évoluent défavorablement pour la nutrition des animaux, cette espèce est de plus en plus délaissée.

Les coefficients de corrélation obtenus au tableau 2 tendent à confirmer ce mécanisme pour l'ensemble des espèces ligneuses. Ils indiquent de même des variations dans la réaction des animaux vis-à-vis des composés chimiques mesurés, en fonction de l'évolution qualitative globale de l'offre pastorale au cours du cycle annuel.

Il est à noter que l'analyse multivariée réalisée par COOPER et al. (1988), dans le cas d'une antilope pâture dans des formations arbustives d'Afrique du Sud, a donné des résultats très proches de ceux de cette étude. En revanche, VANGILDER et al. (1982), dans le cas de daims pâture dans les ozarks du Missouri et en utilisant la même méthode d'analyse (ACP), n'ont pas décelé de modèle général de corrélations entre les choix alimentaires et la composition chimique des plantes, si ce n'est pour le calcium et les constituants cellulaires solubles.

D'autres facteurs chimiques seraient à prendre en compte pour, éventuellement, permettre une compréhension détaillée de l'influence de la composition chimique des plantes du matorral côtier sur l'évolution saisonnière des choix alimentaires des animaux. En particulier, le genre *Artemisia* est connu pour avoir de fortes concentrations en terpènes (NAGY et al., 1967 ; WELCH et al., 1981 ; Mc KELL, 1989), surtout dans les tissus jeunes, ce qui pourrait expliquer la faible consommation de *A. californica* en période humide, malgré sa richesse en MAT.

L'ACP a montré, s'il en était encore besoin, les natures différentes des fourrages herbacés et des fourrages ligneux, à la fois quant à leur composition chimique et en ce qui concerne leur patron de consommation par les animaux. Ceci rend plus délicates les interprétations des choix alimentaires des ruminants pâturant sur des parcours pluristratifiés et diversifiés à l'aide uniquement de la composition chimique des plantes ingérées. En effet, une des interprétations de l'analyse globale que nous avons effectuée pourrait être la suivante : les animaux recherchent les herbacées pour leurs concentrations en fibres facilement dégradables (fourniture d'énergie) et les ligneux pour leurs concentrations en MAT, lorsque celles-ci ne sont pas bloquées par des constituants complexants. Cependant, d'autres réponses sont possibles : par exemple, une préférence pour les herbacées, car elles sont plus accessibles, plus faciles à consommer et plus "simples" chimiquement (LEBRETON, 1982). ARNOLD (1985) met ainsi l'accent sur le fait qu'une corrélation simple entre les choix alimentaires et la concentration d'un composé chimique particulier ne prouve pas forcément l'importance de ce composé dans le déterminisme de la sélection alimentaire, étant donné la nature multidimensionnelle de ce processus.

Il apparaît ainsi au terme de cette étude que, si des grandes tendances concernant les relations entre les choix alimentaires des animaux et la composition chimique dans des formations arbustives semi-arides peuvent être dégagées, la recherche d'une meilleure compréhension des aspects fonctionnels des relations trophiques ruminants-végétation de parcours devra intégrer à la fois les caractéristiques physiques et chimiques de l'offre fourragère.

Accepté pour publication, le 15 novembre 1990

Remerciements

Cette étude a bénéficié d'une aide financière de la part du Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia mexicain.

L'auteur tient à remercier A. ARROYO et A. LEDESMA, du C.I.C.E.S.E., N. TORRENTERA, de l'Universidad Autonoma de Baja California et E. RODRIGUEZ et M. GRIZWOLD, de l'University of California d'Irvine, pour les facilités offertes pour la réalisation des analyses chimiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.O.A.C. (1975) : *Official method of analysis*, Ass. Off. Anal. Chem., Washington, D.C., 12th ed., 1 094 p.
- ARNOLD G.W. (1985) : "Ingestive behaviour", *Ethology of farm animals*, A.J. Fraser Ed., Elsevier, Amsterdam, 183-200.
- ARNOLD G.W., HILL J.L. (1972) : "Chemical factors affecting selection of food plants by ruminants", *Phytochemical ecology*, J.B. Harborne Ed., Academic Press, London, pp 71-101.
- BATE-SMITH E.C. (1977) : "Astringent tannins of Acer species", *Phytochem.*, 16, 1421-1426.
- BOURBOUZE A. (1980) : "Utilisation d'un parcours forestier pâturé par des caprins", *Fourrages*, 82, 121-144.
- CHURCH D.C. (1979) : "Taste, appetite and regulation of energy balance and control of food intake", *Digestive physiology and nutrition of ruminants*, Church Ed., vol. 2 (2nd Ed.), O / B Books, Corvallis, p 281-290.
- COTECOCA (1982) : *Determinacion de los coeficientes de agostadero del Estado de Baja California Norte*, COTECOCA-SARH, Ensenada, Baja California, 169 p + annexes.
- COOPER S.M., OWEN-SMITH N. (1985) : "Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in a South African savanna", *Oecologia* (Berlin), 67, 142-146.
- COOPER S.M., OWEN-SMITH N., BRYANT J.P. (1988) : "Foliage acceptability to browsing ruminant in relation to seasonal changes in the leaf chemistry of woody plants in a South African savanna", *Oecologia* (Berlin), 75, 336-342.
- GENIN D. (1990) : *Les choix alimentaires de la chèvre dans le matorral côtier de Basse Californie (Mexique): perspectives pour une approche prédictive de la sélection alimentaire des ruminants sur parcours*, thèse Doct., Univ. Sci. Techn. du Languedoc, Montpellier II, 124 pp.
- GENIN D., BADAN A. (1990) : "Goat herbivory and plant phenology in a mediterranean shrubland of Baja California, Mexico", *J. Arid Environments*, sous presse.
- GLICK Z., JOSLYN M.A. (1970) : "Effects of tannic acid and related compounds on the absorption and utilization of proteins in the rat", *J. Nutrition*, 100, 509-515.
- GOERING H.K., VAN SOEST P.J. (1970) : *Forage fiber analysis*, U.S. Dep. Agric., Agric. Res. Serv. Handb, 379, 20 p.
- I.N.R.A. (1981) : *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, I.N.R.A. Publ., Versailles.
- JARRIGE R. (1980) : *Alimentation des ruminants*, I.N.R.A. Publ., Versailles, 621 p.
- KONE A.R. (1987) : *Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahéliennes et soudanaises d'Afrique occidentale*, thèse Doc. 3^e cycle, Univ. Paris VI.
- LACHAUX M., MEURET M., DE SIMIANE M. (1987) : "Composition chimique des végétaux ligneux pâturés en région méditerranéenne française : problèmes posés par l'interprétation des analyses", *L'animal, les friches et la forêt. II- La forêt et l'élevage en région méditerranéenne française*, *Fourrages*, n° hors Série, 231-267.

- LEBRETON P. (1982) : "Tannins ou alcaloïdes : deux tactiques phytochimiques de dissuasion des herbivores", *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 36, 540-568.
- LOHAN O.P., LALL D., MAKKAR H.P., NEGI S.S. (1981) : "Inhibition of rumen by tannins in oak leaves", *Indian J. Anim. Sci.*, 51, 279-281.
- McKELL C.M. (1989) : "Shrub palatability", *The biology and utilization of shrubs*, McKell Ed., Academic Press, Cambridge. 267-282.
- McLEOD M.N. (1974) : "Plant tannins : their role in forage quality", *Nutr. Abstr. and Rev.*, 44, 803-815.
- MARTIN J.S., MARTIN M.M. (1982) : "Tannins essays in ecological studies. Lack of correlation between phenolics, proanthocyanidins and protein-precipitating constituents in mature foliage of six oak species", *Oecologia* (Berlin), 5, 205-211.
- MEURET M., BARTHIAUX-THILL N., BOURBOUZE A. (1985) : "Evaluation de la consommation d'un troupeau de chèvres laitières sur parcours forestier : Méthode d'observation directe des coups de dents. Méthode du marqueur oxyde de chrome", *Ann. Zootech.*, 34, 159-180.
- MOONEY H.A., HARRISON A.T. (1972) : "The vegetational gradient on the lower slope of the Sierra San Pedro Martir in northwest Baja California", *Madrono*, 21, 439-445.
- NAGY J.G., TENDERDY R.P. (1967) : "Antibacterial action of essential oils of *Artemisia Tridentata* (Big sagebrush) on bacteria from the rumen of the mule deer", *Appl. Microbiol.*, 16, 441-444.
- NASTIS A.S., MALECHEK J.C. (1981) : "Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats", *J. Anim. Sci.*, 53, 283-290.
- OVALLE C. (1986) : *Etude du système écologique sylvo-pastoral à Acacia caven*, thèse Doc., Univ. Sci. Tech du Languedoc, Montpellier, 224 p.
- REPPERT J.N. (1960) : "Forage preference and grazing habits of cattle at the Eastern Colorado Range Station", *J. Range Manage.*, 13, 58-62.
- SIDAHMED A.E., MORRIS J.G., KOONG L.J., RADOSEVITCH S.R. (1981) : "Contribution of three chaparral shrubs to the protein and energy requirements of spanish goats", *J. Anim. Sci.*, 53, 1391-1400.
- VAN SOEST P.J. (1967) : "Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages", *J. Anim. Sci.*, 26, 119-128.
- VANGILDER J.D., TORGERSON F., PORATH W.R. (1982) : "Factors influencing diet selection by white-tailed deer", *J. Wildl. Manage.*, 46(33), 711-718.
- WELCH B.L., McARTHUR E.D., DAVIS J.N. (1981) : "Differential preferences of wintering mule deer for accessions of big sagebrush and for black sagebrush", *J. Range Manage.*, 34, 409-411.

RÉSUMÉ

Les relations entre les choix alimentaires de caprins dans un parcours arbustif mexicain à climat méditerranéen et la composition chimique des plantes ingérées sont analysées dans le but de mieux caractériser les interactions trophiques ruminants-végétation de parcours.

Les résultats montrent que les choix alimentaires ne sont pas expliqués par un seul facteur chimique mais plutôt, en partie, par des "compromis" entre des teneurs élevées en nutriments, comme les matières azotées, et des composés répulsifs, comme les tannins condensés et la lignine. Ils soulignent de même la précaution qu'il y a lieu de prendre vis-à-vis d'une éventuelle liaison générale entre l'appétibilité d'une espèce et sa digestibilité.

Malgré les bonnes corrélations obtenues avec certains composés chimiques, il est à noter que les choix alimentaires font intervenir une grande quantité de facteurs, de natures différentes, ce qui rend incomplète une évaluation de l'utilisation fourragère des espèces de parcours simplement à partir d'analyses chimiques.

SUMMARY

Feeding behaviour of goats and chemical composition of consumed plants on rangeland

Relationships between the feeding behaviour of goats in a Mexican Mediterranean shrubland and the chemical composition of consumed plants are analyzed, in order to get a better characterization of the ruminant-rangeland interactions.

Results show that feed choices are not controlled by any single chemical component, but rather by compromises between high levels of nutrients, such as proteins, and the presence of repellent compounds, such as condensed tannins and lignin. They warn against a hypothetical general link between plant palatability and plant digestibility.

Even though good correlations have been found with some chemical components, it is concluded that feeding selection on rangelands depends upon so many factors of different nature that an assessment of rangeplant uses, based only on chemical analyses, would be of limited value.