

# L'emploi des épidermes végétaux dans la détermination du régime alimentaire de l'Isard dans les Pyrénées occidentales

par

**Ricardo GARCIA-GONZALEZ \***

*Colloque International  
« Ecologie et Biogéographie  
des Milieux Montagnards  
et de Haute Altitude »  
Gabas, 10-12 septembre 1982*

**Résumé :** Dans le but d'étudier le régime alimentaire de l'Isard et d'autres herbivores qui exploitent les pâturages supraforestiers dans les Pyrénées Occidentales, on a développé la technique micrographique pour l'analyse des fèces. Pour ceci, on a sélectionné, d'abord, 100 espèces végétales abondantes dans la zone d'étude (Pics d'Aspe, massif de Bernera, Bisaurin). On a préparé leurs épidermes, on a étudié leurs caractères microscopiques et la variabilité intraspécifique de ceux-ci ; on a confectionné des clés avec les caractères mentionnés et on a micro-photographié les épidermes. Ensuite, on a analysé une partie des fèces d'Isard récoltées vers la moitié du mois de juin sur la zone d'étude. Dans ce travail, on expose les caractères microscopiques qui permettent d'identifier les épidermes des Graminées et des Légumineuses sélectionnées. On expose aussi les résultats de l'analyse de fèces et finalement on discute l'intérêt et la viabilité de la technique dans des conditions de haute montagne.

*Use of plant epidermis for determination of alimentary regime of chamois in the western Pyrenees*

**Summary :** *A micrographic technique for faecal analysis has been developed in order to investigate the diet of chamois (*Rupicapra rupicapra*) and other large herbivores which graze on high altitude pastures in the western Pyrenees. A hundred of the most abundant or most eaten grass species in the study area (Aspes, Bernera, Bisaurin) were selected. Preparations of epidermis were made for each species and their microscopic characters were studied in order to detect intraspecific variation. A key was made up using these characters and microphotographs. The feces of ten chamois collected from the study area in June have been analysed. In the present paper a list of microscopic characters of selected Gramineae and Leguminosae, which allow their identification has been given. An appraisal of micrographic technique in view of faecal analysis is given.*

---

\* Instituto pirenaico de Ecología C.S.I.C. Apdo, 64, Jaca (Huesca) España

Dans cette étude, on présente les caractéristiques micro-anatomiques des épidermes d'un groupe d'espèces végétales considérées comme les plus représentatives, ou les plus importantes pour l'alimentation des herbivores, dans les pâturages supraforestiers (étage alpin et subalpin) des Pyrénées Occidentales. Au moyen de ces caractères, on essaie d'identifier une espèce à partir de petits fragments d'épiderme. De cette façon, on peut connaître la diète botanique des herbivores qui se nourrissent dans ces communautés végétales, à partir de l'identification spécifique des fragments végétaux (épidermes) qui se trouvent dans les fèces ou dans le contenu ruminal. Tel est le principe de la technique micrographique pour l'étude du régime alimentaire des herbivores.

En même temps, et comme exemple d'application, on présente les résultats de l'analyse des fèces d'un groupe d'isards récoltés pendant le mois de juin dans la zone d'étude. Ceci constitue les premiers résultats d'une étude plus vaste qui est en train de se réaliser, sur la comparaison des régimes alimentaires des isards et des moutons pendant toute la période estivale. De même on discutera les avantages et les inconvénients de la technique, l'intérêt et les possibilités de son application future dans des milieux de haute altitude.

## ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude comprend les massifs de Bisaurin, Bernera et pics d'Aspe, sur le versant Sud des Pyrénées Occidentales. Ces montagnes font partie de la chaîne des « Sierras Interiores » pyrénéennes, et c'est pourquoi le substrat est surtout calcaire avec alternance des grès du Campano-Maestrichtien. Elle est limitée au Nord par une large bande de terrain d'argiles rouges du Permotrias et au Sud par le Flysch (SOLER & PUIGDEFABREGAS, 1970). Les limites altitudinales varient entre 1600 m, ce qui constitue la limite supérieure de la forêt dans les zones plus affectées par la pâture de troupeaux et l'activité humaine, et 2600 m.

La végétation est formée par un complexe de communautés en mosaïques encore peu connues phytosociologiquement, sauf par les travaux de MONTSERRAT & VILLAR (1975) et NEGRE & al. (1975). De façon très simplifiée, on peut dire qu'une très bonne partie de la surface est occupée par un *Nardion* avec *Trifolium alpinum* dans les zones où l'influence atlantique est plus grande ; les fonds de vallées et les versants présentent une faible pente vers le Sud, sont couverts par des pâturages du type *Bromion* plus ou moins secs ; mais quand la pente est plus marquée, on trouve les communautés à *Festuca scoparia* (= *F. gautieri*) de MONTSERRAT & VILLAR (1975) ; tout ceci en alternance avec les communautés des zones humides, pierriers, éboulis, falaises, bergeries, ou les restes de forêt primitive avec *Juniperus communis* et *Brachypodium pinnatum*.

## MÉTHODOLOGIE

Le grand nombre d'espèces de ces communautés impose un choix parmi celles-ci pour l'étude de leurs épidermes. On a d'abord choisi les 100 espèces qui figurent sur les Tableaux I et II et dans l'annexe. Pour la nomenclature, on a suivi celle de *Flora Europaea*, sans mentionner les noms des auteurs. Pour le choix, on s'est fondé, dans quelques cas, sur l'abondance relative des espèces dans la zone d'étude, dans d'autres cas, sur la connaissance préalable de leur consommation par l'isard, établie par l'observation directe et les traces laissées sur la végétation. On a aussi considéré les critères d'abondance exposés par MONTSERRAT (1971) et VILLAR (1980), et plusieurs relevés floristiques réalisés dans la zone par les auteurs mentionnés. Comme on peut l'observer, les espèces de Graminées et de Légumineuses sont mieux représentées que le reste (Annexe), par rapport au nombre total d'espèces présentes dans la zone d'étude. Elles ont été aussi étudiées plus en détail pour deux raisons : d'abord, parce que le total des espèces qui appartiennent à ces deux familles-là constitue sans doute, la majorité de la phytomasse aérienne des pâturages de haute altitude, et ensuite, parce que qualitativement ces espèces sont les plus intéressantes dans le régime alimentaire des grands herbivores.

La méthode suivie pour l'obtention des épidermes est la plus simple et la plus répandue et a été exposée dans un travail précédent (GARCIA-GONZALEZ, 1982). Elle consiste essentiellement à racler le fragment végétal choisi jusqu'à laisser son épiderme transparent. Eclaircissage facultatif dans NaClO. Montage en glycérine 50 % et scellage avec du vernis à ongles. Après, on étudie les caractères micro-anatomiques de ces épidermes et on les microphotographie pour confectionner un atlas de référence. Dans cette analyse, on a considéré deux critères fondamentaux : d'un côté, chez les Graminées, on a préféré, pour définir l'espèce, les caractères observés sur les rejets et sur la partie apicale des feuilles, plus que sur les feuilles caulinaires, puisque les premières ont une probabilité plus grande d'être ingérées. En deuxième lieu, on a eu besoin d'avoir une idée de la variabilité des caractères épidermiques chez une même espèce, pour savoir dans quelle mesure ils peuvent nous servir à son identification. On a fait cela en analysant des échantillons de la même espèce dans des différentes localités, la plupart, hors de la zone d'étude. Chaque localité correspond en fait à une population distincte représentée à son tour par la préparation microscopique de 4 à 8 pieds floraux différents. L'étude de la variabilité a été réalisée avec plus d'intensité chez les Graminées. Le nombre de localités échantillonnées apparaît dans la colonne 1 sur les deux tableaux.

### FÈCES

En ce qui concerne les problèmes d'échantillonnage que posent leur récolte et leur analyse, on a considéré les critères exposés par CHAPUIS (1980). En ce qui concerne la technique de préparation, elle est semblable à celle de STEWART (1967) ou d'ANTHONY & SMITH (1974).

Les fèces analysées ont été récoltées à la Sierra de Bernera le 11 juin 1981. Elles correspondent à dix individus et on a la certitude de leur fraîcheur. Au laboratoire, on a pris deux crottes par individu que l'on a mélangées et triturées. Chaque sous-échantillon du mélange a été bouilli dans 4 ml de HNO<sub>3</sub> au bain-marie pendant 3 mn. Il a été versé dans 200 ml d'eau, et a été rebouilli pour éclaircir les épidermes. Le sous-échantillon a été passé à travers deux tamis de 1 et 0,2 mm et on a recueilli la fraction intermédiaire. Les épidermes ont été étendus sur plusieurs lames avec de la glycérine à 50 % et ont été couverts avec une lamelle de 36x22 mm. On a observé au microscope un total de 250 champs, déterminés tous les 2 mm sur l'axe horizontal et tous les 3 mm sur l'axe vertical. On a identifié une seule espèce par champ, la plus proche du centre. Quand sur le champ, un fragment non reconnaissable apparaissait, on a aussi noté sa présence parmi les Graminées ou les Dicotylédones, selon le cas. De cette façon, on a essayé de compenser, dans une certaine mesure, la sous-estimation des espèces les plus digestibles.

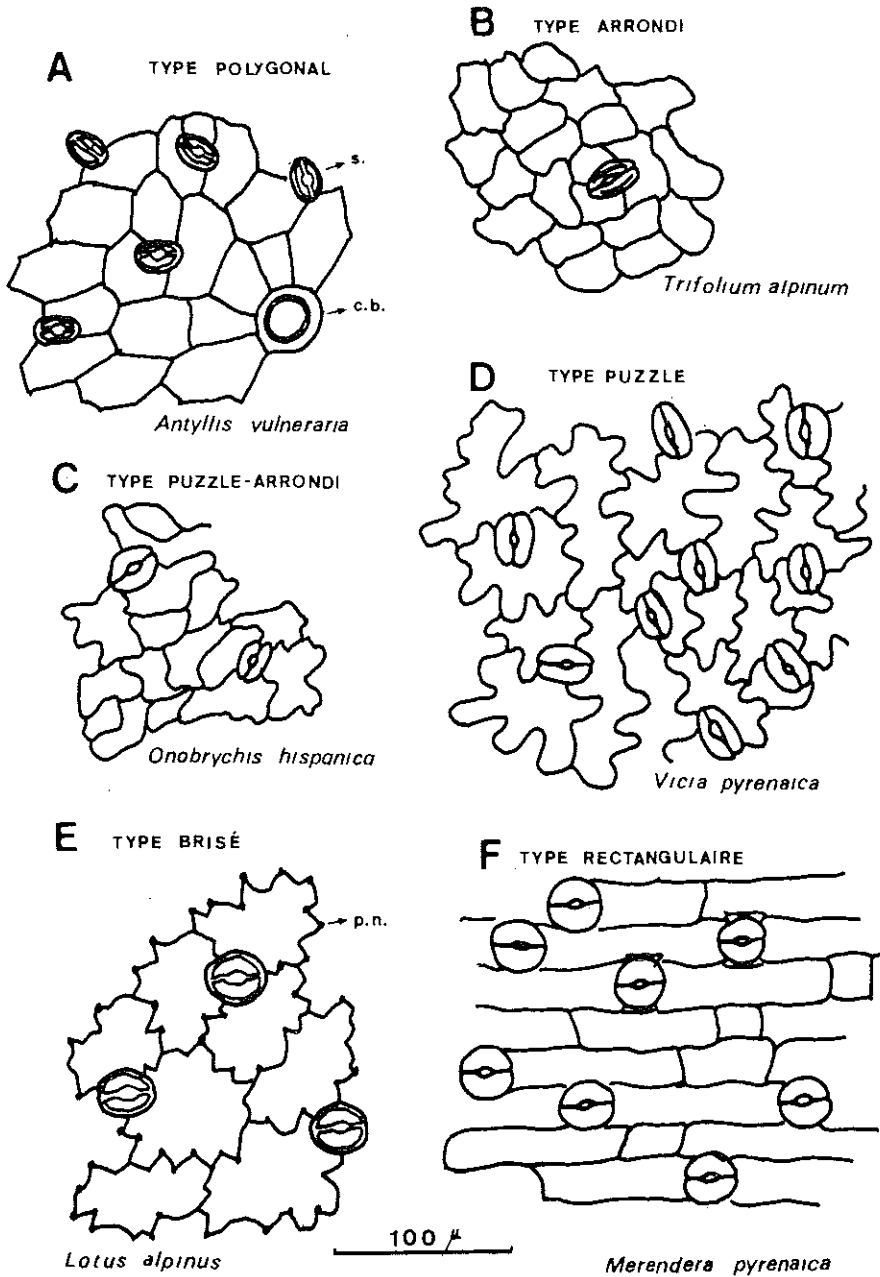


Fig. 1 : Classification des cellules épidermiques des espèces non Graminoïdes par leur forme. s., stomate ; c.b., corps basal d'un poil ; p.n. paroi nodulaire.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Sur les tableaux I et II est exposé un résumé de l'étude micro-anatomique des espèces de Graminées et de Légumineuses. A partir de celles-ci et de certaines particularités de quelques catégories (par ex. les poils), on peut confectionner des clés qui permettent l'identification de l'espèce par son épiderme. Pour la nomenclature des caractères microscopiques on a surtout suivi l'œuvre de METCALFE (1960), METCALFE & CHALK (1965) et à un degré moindre celle de PRAT (1932). Parfois, il a fallu décrire une nouvelle terminologie pour certains caractères (par ex. fig. 1).

Dans les Graminées les éléments les plus intéressants pour la détermination spécifique sont, les cellules longues, les cellules courtes (siliceuses et subéreuses), les poils et les stomates. On peut

Tableau I : Caractères épidermiques des Graminées les plus abondantes dans la zone d'étude (feuille, face abaxiale)

|   |   |   | Cel. longues        |       | poils          | Cel. courtes       | stom.              |
|---|---|---|---------------------|-------|----------------|--------------------|--------------------|
|   | 1 | 2 | forme               | paroi |                |                    |                    |
| <i>Agrostis alpina</i>                    | 1 | = | Rb, Rc <sup>d</sup> | L     | P              | -(C), F            | Rc                 |
| <i>A. capillaris</i> (f. caul.)           | 3 | ≠ | Rc                  | R     | P              | CS, F              | O                  |
| <i>A. capillaris</i> (rejet)              |   |   | Rb <sup>d</sup>     | N, L  | P              | C, S, F            | Rc                 |
| <i>Alopecurus gerardii</i>                | 1 | = | Rc                  | R     | -(N)           | -, F               | Rc                 |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>              | 2 | = | Rc (Rb)             | N     | N              | -(F)               | Rc                 |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> <sup>c</sup> | 2 |   | Rc                  | L     | P              | -                  | Rc <sup>i</sup>    |
| <i>Avenula sulcata</i> <sup>a</sup>       | 1 | = | Rc                  | N     | -              | -, F               | Rc <sup>i</sup>    |
| <i>Bellardiochloa violacea</i>            | 2 | = | Rc <sup>d</sup>     | R     | P              | S(CS)              | -(O)               |
| <i>Brachypodium pinnatum</i>              | 2 | = | Rc                  | N     | N(P)           | C(S)               | -(O)               |
| <i>Briza media</i>                        | 2 | = | Rc, Rb              | L     | N              | -, F               | Rc                 |
| <i>Bromus erectus</i>                     | 3 | ≠ | Rc(Rb)              | L, R  | P, N           | C, -(F)            | Rc(G) <sup>i</sup> |
| <i>B. mollis</i> <sup>b,c</sup>           | 2 |   | Rc                  | L     | P              | -                  | Rc                 |
| <i>Cynosurus cristatus</i>                | 2 | ≠ | Rb <sup>e</sup>     | L     | -              | -(F)               | -, Rc              |
| <i>Dactylis glomerata</i>                 | 2 | = | Rb                  | L     | N              | -(F)               | Rc, O              |
| <i>Danthonia decumbens</i>                | 1 | = | Rc                  | R     | P <sup>f</sup> | S, CS              | T                  |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>               | 1 | ≠ | Rc <sup>e</sup>     | N     | -, N           | -                  | -                  |
| <i>Festuca eskia</i>                      | 3 | = | Rc                  | R     | P              | C/S                | -                  |
| <i>F. gautieri</i>                        | 3 | = | Rb                  | N     | -              | CS                 | -                  |
| <i>F. glacialis</i>                       | 3 | = | Rc(Rb)              | N     | -              | CS, S              | -                  |
| <i>F. gr. ovina</i>                       | 4 | = | Rc                  | R     | -              | CS                 | -                  |
| <i>F. paniculata</i>                      | 5 | ≠ | Rc                  | N     | -              | -, CS <sup>h</sup> | -, Rc(T)           |
| <i>F. pyrenaica</i>                       | 3 | = | Rc                  | N     | N              | C/S                | -(O)               |
| <i>F. gr. rubra</i>                       | 7 | = | Rc                  | R     | -(N)           | C                  | -                  |
| <i>Helictotrichon sedenense</i>           | 2 | = | Rc                  | N, R  | -              | C <sup>g, h</sup>  | O, Rc              |
| <i>Koeleria macrantha</i>                 | 2 | = | Rb(Rc)              | L(N)  | P              | -(C), F            | Rc                 |
| <i>K. vallesiana</i>                      | 2 | = | Rc                  | N(R)  | -              | -                  | G <sup>i</sup>     |
| <i>Lolium perenne</i>                     | 3 | ≠ | Rc <sup>e</sup>     | L     | -              | -                  | -, Rc              |
| <i>Nardus stricta</i>                     | 2 | = | Rc                  | R     | P <sup>i</sup> | C/S                | T <sup>j</sup>     |
| <i>Phleum alpinum</i>                     | 2 | = | Rc, Rb              | R     | -, N           | -(F)               | O                  |
| <i>P. pratense</i>                        | 2 | = | Rb(Rc)              | L, N  | N              | -, F               | Rc                 |
| <i>Poa alpina</i>                         | 3 | = | Rc                  | R     | -              | -(C), F            | Rc(G)              |
| <i>P. minor</i>                           | 3 | = | Rc                  | L     | -              | -                  | G(O)               |
| <i>P. pratensis</i> (f. caul.)            | 2 | ≠ | Rc                  | R     | -(N)           | C                  | Rc                 |
| <i>P. pratensis</i> (rejet)               |   |   | Rc                  | N(R)  | -(N)           | CS                 | O                  |
| <i>P. supina</i>                          | 4 | = | Rc                  | L     | -              | -                  | O(G)               |
| <i>Sesleria albicans</i>                  | 1 | = | Rb, Rc              | N     | -              | C <sup>g</sup>     | -                  |
| <i>Trisetum flavescens</i>                | 1 | = | Rb <sup>d</sup>     | L     | P              | -                  | Rc <sup>i</sup>    |

- = absence du caractère ; ( ) = caractère moins ou peu fréquent ; 1 : localités prospectées ; 2 : épiderme feuille caulinaire semblable (=) ou différent (≠) à celui du rejet ; *cel. longues, forme* : Rc = rectangulaire, Rb = rhomboïdale ou fusiforme ; *paroi* : L = lisse, N = nodulaire, R = rugueuse ; *poils* : P = dans les inter nervures, N = seulement les nervures ; *cel. courtes* : C = subéreuses (souvent carrées), S = siliceuses (souvent étroites), CS = couple silico-subéreuse C/S = subéreuses ou siliceuses (isolées), F = phytolithes siliceux polilobulés dans les nervures ; *stomates* : Rc = rectangulaire, O = ovale-arrondi, G = gonflé, T = triangulaire.

a, *Avenula marginata* ssp. *sulcata* (d'après *Flora Europaea*) ; b, *Bromus hordeaceus* ssp. *hordeaceus* (d'après F.E.) ; c, seules feuilles caulinaires ; d, cel. longues très étroites ; e, coins arrondis ; f, avec poils bicellulaires ; g, cel. subéreuses biconcaves ; h, en groupes de deux ou plus ; i, très abondants ; j, peu nombreux.

trouver une description plus vaste de ces caractères effectuée par GARCIA-GONZALEZ (1982). Les espèces présentant une plus grande variabilité des caractères micro-anatomiques sont : *Agrostis capillaris*, *Bromus erectus*, *Festuca paniculata* et *Poa pratensis*. Cependant, on peut dire qu'en général, on a trouvé une uniformité suffisante pour permettre la reconnaissance des espèces.

Chez les Légumineuses, il faut faire attention principalement à la forme des cellules et aux différents types de poils. Dans ce sens, le nombre de « bons » caractères est moins important que chez les Graminées et pour cela on a fait appel à la quantification de certains éléments : abondance et longueur des poils et des stomates (Tableau II). Cependant ces renseignements ont seulement une valeur indicative, puisqu'ils peuvent varier selon la localité. En fait, quand on compare statistiquement les moyennes de chaque espèce selon la localité, elles sont significativement différentes dans presque la moitié des cas. De toute façon, ces renseignements quantitatifs sont utiles quand ils sont exprimés avec de larges limites, comme sur le Tableau II.

Dans les autres espèces de Dicotylédones (annexe), il y a de meilleurs caractères pour l'identification de l'espèce, puisque le type de poils est très varié et il existe, en plus, souvent différentes sortes d'inclusion, de glandes, de cristaux, etc ... De même, on a aussi détecté l'existence d'une remarquable variabilité spécifique chez certaines espèces. C'est pour cela qu'on suggère de développer par les études botaniques fondamentales, la connaissance de cette variabilité au niveau microscopique, afin d'améliorer la méthode micrographique. Ces études dépassent pour le moment les limites de ce travail.

En ce qui concerne l'analyse des fèces, les résultats (Tableau III) semblent indiquer :

— qu'environ les trois quarts du régime serait formé par des Graminoïdes, incluant les Graminées, Juncacées et Cypéracées. Le quart serait formé par des espèces Dicotylédones herbacées et Monocotylédones non Graminoïdes.

— que l'espèce la plus importante de la diète au mois de juin, selon les résultats, serait *Festuca rubra* qui représente le tiers des espèces. Le genre *Carex* est le suivant avec 15 %.

— qu'il convient de souligner aussi le grand pourcentage de *Merendera pyrenaica* (7 %), dont les feuilles sont trouvées très abondamment à cette époque et disparaissent un ou deux mois après, avant la floraison.

Tableau II - Caractères épidermiques des Légumineuses les plus abondantes dans la zone d'étude

|  | CELL. EPIDERM.    |                   |       | POILS (Ab) |           |       | STOMATES |           |     | 1 |
|--|-------------------|-------------------|-------|------------|-----------|-------|----------|-----------|-----|---|
|  | forme             |                   | paroi | type       | abondance | long. | type     | abondance |     |   |
|  | Ab                | Ad                |       |            |           |       |          | Ab        | Ad  |   |
| <i>Anthyllis montana</i>                 | A                 | A                 | LN    | T          | ++++      | M     | I        | ++        | ++  | 1 |
| <i>A. vulneraria</i>                     | A                 | A                 | LN    | T          | +++       | M     | I(A)     | ++        | +++ | 2 |
| <i>Astragalus depressus</i>              | A, E <sup>b</sup> | A, E <sup>b</sup> | N     | T          | ++        | C, M  | I(A)     | ++        | +++ | 2 |
| <i>A. monspessulanus</i>                 | A                 | A                 | LN    | M          | +         | C     | A        | ++        | ++  | 1 |
| <i>A. sempervirens</i>                   | B                 | B                 | L     | T          | +++       | L     | I        | ++        | ++  | 1 |
| <i>Hippocrepis comosa</i>                | A(B)              | B                 | L, N  | -          | +         | C     | A        | ++        | +++ | 2 |
| <i>Lathyrus pratensis</i>                | D                 | D                 | L     | TG         | +++       | M     | P        | +         | +   | 2 |
| <i>Lotus alpinus</i>                     | E <sup>b</sup>    | E <sup>b</sup>    | N     | -          | +         | L     | I        | ++        | ++  | 1 |
| <i>L. corniculatus</i>                   | E                 | E                 | N     | -          | +         | L     | I        | ++        | ++  | 1 |
| <i>Medicago lupulina</i>                 | A, E              | A, E              | L     | TG         | ++++      | M     | I        | ++        | +++ | 2 |
| <i>M. sativa</i>                         | D                 | D                 | LN    | T          | +++       | M     | I(A)     | ++        | ++  | 2 |
| <i>M. suffruticosa</i>                   | E, C              | A                 | L     | TG         | ++        | M     | A        | ++        | +++ | 2 |
| <i>Onobrychis hispanica</i> <sup>a</sup> | C                 | B                 | L     | T          | +++       | M     | I        | ++        | +++ | 2 |
| <i>Oxytropis pyrenaica</i>               | D                 | C(E)              | L     | T          | +++       | L     | I(A)     | +         | +++ | 2 |
| <i>Trifolium alpinum</i>                 | B                 | B                 | L     | -          | -         | -     | I        | +         | +   | 2 |
| <i>T. montanum</i>                       | B, C              | B, C              | LN    | TG         | +++       | M     | I(A)     | ++        | c   | 1 |
| <i>T. ochroleucon</i>                    | E                 | E                 | LN    | -          | +         | M     | I(A)     | ++        | ++  | 1 |
| <i>T. pratense</i>                       | E <sup>b</sup>    | E <sup>b</sup>    | LN    | T          | ++        | M     | I        | +++       | ++  | 1 |
| <i>T. repens</i>                         | D, C              | A(B)              | LN    | G          | +         | M     | A(I)     | ++        | +++ | 3 |
| <i>T. thalii</i>                         | B(A)              | B(A)              | L     | G          | +         | M     | A        | ++        | c   | 3 |
| <i>Vicia pyrenaica</i>                   | D                 | D                 | L     | TG         | ++        | C     | A(I)     | ++        | c   | 2 |

Ab = f. abaxiale ; Ad = f. adaxiale ; ( ) = caractère moins fréquent ; CELL. EPIDERMiques, forme : selon fig. 1, paroi : L = Lisse, N = Nodulaire, LN = légèrement nodulaire ; POILS, type : - = sans poils ou très rares, T = forme typique (piquant, filiforme ou fusiforme), G = glandulaires ou pluricellulaires, TG = les deux formes en même temps, M = insertion point moyen ; abondance : + = moins de 2/mm<sup>2</sup>, ++ = 2-8/mm<sup>2</sup>, +++ = 8-24/mm<sup>2</sup>, ++++ = plus de 24/mm<sup>2</sup>, longueur : C = courtes (moins de 300 μm), M = moyens (300-800 μm), L = longues (plus de 800 μm) ; STOMATES, types : I = isocytique (anomocytique), A = anisocytique, P = paracytique, abondance : + = moins de 75/mm<sup>2</sup>, ++ = 75-200/mm<sup>2</sup>, +++ = plus de 200/mm<sup>2</sup>, 1 : localités échantillonnées.

a, *Onobrychis argentea* ssp *hispanica* (d'après *Fl. Europaea*) ; b, contour peu dentelé ; c, épiderme trop faible.

Le pourcentage le plus élevé de Dicotylédones est présenté par des espèces indéterminables (6 %), dont les épidermes sont très digérés. Parmi les espèces connues se fait remarquer le plantain (1 %). L'absence de *Trifolium alpinum*, à propos de laquelle on peut donner plusieurs explications, peut être étonnante : présence peu abondante dans la pâture les premiers jours de juin (il n'avait pas repoussé au-dessus de 2000 mètres), ou faible insuffisance de l'échantillon, ou bien parce qu'il est très digestible (ce dernier aspect est à vérifier).

Le fait que le nombre d'espèces Dicotylédones non Légumineuses sélectionné (annexe) ne soit pas assez grand par rapport au total d'espèces présentes dans la zone d'étude, ne semble pas avoir une importance excessive, étant donné le petit pourcentage (2 %) de Dicotylédones non identifiées (reconnaissables mais pas présentes dans le catalogue de référence). Ainsi donc, la plus grande attention faite aux Graminées et Légumineuses semble justifiée, comme indiqué au début, sans oublier la lente incorporation d'autres espèces à la collection de référence.

En ce qui concerne la valoration de la technique en elle-même, il y a une vaste bibliographie, dont c'est impossible de faire référence ici, dans laquelle sont exposés les avantages et les inconvénients par rapport à d'autres techniques. Voir comme exemple les révisions de BERDUCOU (1974) et de CHAPUIS & LEFEUVRE (1980). En général elle est considérée comme une des meilleures méthodes pour estimer le régime qualitatif des herbivores et les premiers résultats exposés dans ce travail permettent de compter sur son efficacité dans des conditions de haute montagne. De plus, c'est l'unique technique qui, à côté de l'analyse ruminale, offre certaines possibilités pour la quantification de la consommation de l'animal (SPARKS & MALECHEK, 1968 ; FREE & al. 1970) dans des conditions extensives. Dans ce sens, la principale objection de la technique, à côté de la lenteur de sa mise au point, c'est la tendance à sous-estimer les espèces les plus digestibles dans les résultats. En ce qui nous concerne, on attend de pouvoir vérifier prochainement l'importance de cet effet avec l'aide d'autres techniques : analyse ruminale et observation directes. Pour le moment, on peut supposer que les résultats exposés sur le Tableau III pourraient ne pas s'écarter trop de la consommation réelle que les isards ont pu avoir à cette époque-là. En effet, si on considère que la composition en poids de matière verte de ce type de pâturages (FILLAT, 1981, p. 411) est similaire, quant aux grandes catégories (Graminoïdes et Dicotylédones), aux proportions trouvées dans les fèces, l'analyse micrographique des fèces serait un bon reflet de la consommation, en supposant une ingestion non sélective. De toute façon, ces hypothèses ont besoin de vérifications postérieures qui nous indiqueront le degré de confiance de la technique dans ses aspects quantitatifs.

Tableau III - Fragments d'épidermes (en %) dénombrés dans l'analyse des fèces d'isard récoltées en juin dans le massif du Bernera, Pyrénées occidentales (n = 247)

| GRAMINÉES                       | %   | MONOCOT. NON GRAMINÉES           | %   |
|---------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| <i>Festuca rubra</i>            | 34  | <i>Carex caryophylla</i>         | 1   |
| <i>F. ovina</i>                 | 4   | <i>C. sempervirens</i>           | 2   |
| <i>F. eskia</i>                 | < 1 | <i>Carex</i> sp                  | 12  |
| <i>F. paniculata</i>            | < 1 | <i>Luzula</i> sp                 | < 1 |
| <i>F. pyrenaica</i>             | < 1 | <i>Merendera pyrenaica</i>       | 7   |
| <i>Festuca</i> sp.              | 4   | DICOTYLEDONES                    |     |
| <i>Poa alpina</i>               | 4   | pas identifié                    | 2   |
| <i>P. pratensis</i>             | 2   | pas reconnaissable               | 6   |
| <i>P. supina</i>                | < 1 | épidermes de nervure             | 1   |
| <i>Poa</i> sp.                  | 1   | <i>Calluna vulgaris</i>          | 2   |
| <i>Helictotrichon sedenense</i> | 4   | <i>Plantago lanceolata</i>       | < 1 |
| <i>Agrostis capillaris</i>      | < 1 | <i>Anthyllis vulneraria</i>      | < 1 |
| <i>Nardus stricta</i>           | < 1 | <i>Astragalus monspessulanus</i> | < 1 |
| <i>Bromus erectus</i>           | < 1 | <i>Hieracium lactucella</i>      | < 1 |
| face sup. de Graminée           | 3   | <i>Horminum pyrenaicum</i>       | < 1 |
| pas identifié                   | 2   | TOTAL : Graminoïdes : 78 %       |     |
| par reconnaissable              | 2   | Herbacées : 22 %                 |     |

Annexe : Espèces micro-analysées autres que Graminées et Légumineuses.

MONOCOTYLEDONES : *Asphodelus albus*, *Carex caryophylla*, *C. sempervirens*, *Crocus nudiflorus*, *Iris latifolia*, *Luzula nutans*, *Merendera pyrenaica*, *Narcissus pseudonarcissus*.

DICOTYLEDONES : *Achillea millefolium*, *Alchemilla plicatula*, *Arabis alpina*, *Armeria maritima* ssp. *alpina*, *Bellis perennis*, *Brassica cheiranthos*, *Calluna vulgaris*, *Carduus carlinifolius*, *Cerastium arvense*, *Conopodium majus*, *Crepis pygmaea*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Erigeron uniflorus*, *Galium verum*, *Gypsophila repens*, *Hieracium lactucella*, *Horminum pyrenaicum*, *Juniperus communis*, *Leontodon hispidus*, *L. pyrenaicus*, *Plantago alpina*, *P. lanceolata*, *P. media*, *Polygala alpina*, *P. vulgaris*, *Ranunculus gouanii*, *R. parnassifolius*, *Rhinanthus mediterraneus*, *Rumex scutatus*, *R. acetosa*, *Salix pyrenaica*, *Sanguisorba minor*, *Silene vulgaris*, *Sisymbrium pyrenaicum*, *Taraxacum* gr. *officinale*, *Thymus* gr. *prae-cox*, *Vaccinium myrtillus*, *Valeriana montana*.

## CONCLUSIONS

— On a appliqué la technique micrographique dans l'analyse des fèces pour se renseigner sur la composition floristique du régime de l'Isard dans les pâturages de haute altitude. On a constaté son utilité et ses bonnes possibilités d'application dans ces conditions-là, malgré la complexité botanique de ces communautés.

— Bien que la variabilité intra-spécifique des caractères microscopiques ne pose pas de grand problème pour les espèces de Graminées, il serait souhaitable de réaliser des études botaniques fondamentales sur les autres espèces, en vue d'un perfectionnement de la technique micrographique.

— Des recherches sur le degré de digestibilité des différentes espèces végétales et sur la physiologie de la digestion chez les herbivores étudiés, permettront d'évaluer les possibilités de quantification offertes par la technique, quant aux proportions de la nourriture ingérée.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- ANTHONY, R.G. & SMITH, N.S. (1974) - Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *J. Wildl. Manage.*, 38 (3) : 535-540.
- BERDUCOU, C. (1974) - Contribution à l'étude d'un problème éco-physiologique pyrénéen : l'alimentation hivernale de l'Isard. Thèse Doct. Ing., E.N.S.A. de Toulouse, n° 428, 100 p.
- CHAPUIS, J.L. (1980) - Méthodes d'étude du régime alimentaire de Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus* (L.) par l'analyse micrographique des fèces. *Rev. Ecol. (La Terre et La Vie)*, 34 : 159-198.
- CHAPUIS, J.L. & LEFEUVRE, J.C. (1980) - Evolution saisonnière de régime alimentaire du Lapin *Oryctolagus cuniculus* (L.) en lande : résultats de deux ans d'analyses. *Bull. Ecol.*, 11 (3) : 587-597.
- FILLAT, F. (1981) - De la trashumancia a las nuevas formas de ganadería extensiva. Estudio de los valles de Ansó Hecho y Benasque. Tesis doctoral, E.T.S.I.A.-Madrid y C.P.B.E.-Jaca, 572 p.
- FREE, J.C. ; HANSEN, R.M. & SIMS, P.L. (1970) - Estimating dryweights of foodplants in feces of herbivores. *J. Range Manage.*, 23 : 300-302.
- GARCIA-GONZALES, R. (1982) - Epidermis foliaires de algunas especies de *Festuca*, *Poa* y *Bellardiochloa* en el Pirineo Occidental. *Anales Jard. Bot. Madrid*, 39 : 389-404.
- METCALFE, C.R. (1960) - *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae*. Clarendon Press, Oxford, 731 p.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L. (1965) - *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford, 2 tomes.
- MONTSERRAT, P. (1971) - *La Jacetania y su vida vegetal*. Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja. 109 p. + mapa de veget. 1 : 200.000.
- MONTSERRAT, P. & VILLAR, L. (1975) - Les communautés à *Festuca scoparia* dans la moitié occidentale des Pyrénées. (Notes préliminaires). *Documents phytosociologiques*, 9-14 : 207-222.
- NEGRE, R. ; DENDALETCHÉ, C. & VILLAR, L. (1975) - Les groupements à *Festuca paniculata* en Pyrénées Centrales et Occidentales. *Boletim de la Sociedad Broteriana*, 49 : 59-88.
- PRAT, H. (1932) - L'épiderme des Graminées. Etude anatomique et systématique. *Ann. Sci. nat. Bot., Sér. 10*, 14 : 117-324.
- SOLER, M. & PUIGDEFABREGAS, C. (1970) - Líneas generales de la geología del Alto Aragón Occidental. *Pirineos*, 96 : 5-20.
- SPARKS, D.-R. & MALECHEK, J.-C. (1968) - Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J. Range Manage.*, 21 : 264-265.
- STEWART, D.R.M. (1967) - Analysis of plant epidermis in faeces : a technique of studying the food preferences of grazing herbivores. *J. appl. Ecol.*, 4 : 83-111.
- VILLAR, L. (1980) - Catálogo florístico del Pirineo Occidental español. *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 11 : 7-422.