

№ 910247 non matérialisée

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, Avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

9849

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

**BIBLIOTHÈQUE
IEMVT**
10 rue P. Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS



DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

**UTILISATION DE LA METHODE DES ALCANES
POUR ESTIMER LES QUANTITES INGEREES AU PATURAGE
PAR DES BREBIS A DIFFERENTS ETATS CORPORELS**

par

Abdelmalek KERKEB

année universitaire 1990 - 1991



Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, Avenue du Général-de-Gaule
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

**UTILISATION DE LA METHODE DES ALCANES
POUR ESTIMER LES QUANTITES INGEREES AU PATURAGE
PAR DES BREBIS A DIFFERENTS ETATS CORPORELS**

par

Abdelmalek KERKEB

année universitaire 1990 - 1991

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

**UTILISATION DE LA METHODE DES ALCANES
POUR ESTIMER LES QUANTITES INGEREES AU PATURAGE
PAR DES BREBIS A DIFFERENTS ETATS CORPORELS**

par

Abdelmalek KERKEB

Lieu du stage : *Clermont-Ferrand*

Organisme d'accueil : *I.N.R.A. de Theix*

Période du stage : *juin à octobre*

Rapport présenté oralement le : *7 novembre 1991*

Je dédie ce travail à mes parents,

mes frères et soeurs,

ma famille et à tous mes ami(e)s.

AVANT PROPOS

Je tiens à exprimer ma gratitude à tous ceux qui m'ont aidé à l'élaboration de ce modeste travail.

Je remercie Monsieur M. THERIEZ pour son accueil et ses précieux conseils.

Monsieur G. BECHET, pour son encadrement et son aide durant toute la période de stage.

Messieurs DACHEUX, CASSAGNES, TOURNADRE et tous les autres techniciens de la bergerie III, pour l'aide qu'il m'ont toujours accordé.

Monsieur P. LEBECQUE et Sophie PRACHE, pour leur indispensable concours.

Que Michèle PLANCHON, trouve ici toute ma reconnaissance pour avoir assuré la frappe de ce document.

S O M M A I R E

I	INTRODUCTION.....	1
	<i>Données bibliographiques</i>	
	CHAPITRE 1 : PRINCIPALES METHODES D'ESTIMATION DES QUANTITES INGEREES PAR LES BREBIS AU PATURAGE.....	2
	1.1.METHODES BASEES SUR L'HERBE (méthodes directes).....	2
	1.1.1.Estimation des quantités d'herbe	2
	1.1.2.Estimation de la pousse d'herbe	2
	1.2.METHODES BASEES SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES BREBIS.....	3
	1.3.METHODES BASEES SUR LES ANIMAUX (METHODES INDIRECTES)...	4
	1.3.1.Estimation des quantités de fèces excrétées	4
	1.3.1.1.Récolte totale des fèces	4
	1.3.1.2.Estimation indirecte des fèces émises	5
	1.3.2.Estimation de la digestibilité	6
	1.3.2.1.Procédés d'estimation <u>in vitro</u> de la digestibilité	6
	1.3.2.2.Index de digestibilité	7
	1.3.2.3.Méthodes des marqueurs internes	8
	1.4.METHODE DES ALCANES.....	9
	1.4.1.Présentation et avantages de la méthode	9
	1.4.2.Taux de récupération des alcanes dans les fèces	10
	1.4.3.Comportement des alcanes dans le tractus digestif ..	11
	CHAPITRE 2 : FACTEURS DE VARIATION DES QUANTITES INGEREES AU PATURAGE.....	12
	2.1.FACTEURS PROPRES A L'ANIMAL.....	12
	2.1.1.Etat physiologique et capacité d'ingestion	12
	2.1.2.Poids vif et état corporel	13
	2.1.3.Restriction alimentaire	13
	2.2.FACTEURS PROPRES AU VEGETAL.....	14
	2.2.1.Quantité d'herbe présente par unité de surface	14
	2.2.2.Quantité d'herbe offerte par brebis et par jour	14
	2.2.3.Hauteur d'herbe	15
	2.2.4.Digestibilité et nature de l'herbe disponible	15
	2.3.FACTEURS LIES AU MODE D'EXPLOITATION DU PATURAGE.....	16
	2.4.FACTEURS LIES A LA COMPLEMENTATION.....	17
II	<i>Etude expérimentale</i>	
	CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES.....	18
	3.1.STATION D'ETUDE.....	18
	3.2.DISPOSITIF EXPERIMENTAL.....	18
	3.2.1.Herbe exploitée	18
	3.2.2.Animaux	18

3.3.INTERVENTION SUR ANIMAUX.....	19
3.3.1.Estimation des quantités ingérées (méthode des alcanes)	19
3.3.1.1.Principe de la méthode	19
3.3.1.2.Drogage des animaux au C32	19
3.3.1.3.Récolte des fèces	20
3.3.1.4.Prélèvement d'herbe pour le dosage de C33	20
3.3.1.5.Analyses des échantillons	20
3.3.2.Pesées et appréciation de l'état corporel des brebis	21
3.4.INTERVENTIONS SUR L'HERBE.....	21
3.4.1.Mesure de la hauteur d'herbe à l'herbomètre (<u>stick</u>)	21
3.4.2.Mesure de la hauteur d'herbe à l'herbomètre à plateau	21
3.4.3.Méthode d'estimation de l'herbe disponible sur les parcelles pâturées	22

III **CHAPITRE 4 :RESULTATS ET DISCUSSION.....** **23**

4.1.ESTIMATION DES QUANTITES D'HERBE INGEREES	
par les brebis au pâturage avec la méthode des alcanes .	23
4.1.1.Quantité d'herbe ingérée par brebis et par lot	23
4.1.2.Variation des quantités ingérées par brebis et par jour	24
4.1.3.Variations des quantités ingérées par lot de brebis	24
4.1.4.Quantité de matière sèche ingérée par kg de poids vif	25
4.2.EVOLUTION DU POIDS VIF ET DE L'ETAT CORPOREL	
DES BREBIS AU PATURAGE.....	26
4.2.1.Poids vif	26
4.2.2.Etat corporel	26
4.2.3.Evolution du poids vif des brebis pendant la période d'estimation des quantités ingérées	26
4.3.HAUTEUR D'HERBE.....	27
4.4.QUANTITE D'HERBE DISPONIBLE ET COMPOSITION BOTANIQUE....	27
4.5.QUANTITE INGEREE EN UFL ET BESOINS DES ANIMAUX.....	27
4.6.VARIATION DU POIDS DES BREBIS EN FONCTION.....	
DE L'EXCEDENT D'ENERGIE INGEREE.....	28

IV **DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION.....** **29**

RESUME.....	31
--------------------	-----------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

INTRODUCTION

Les prairies et les pâturages permanents restent l'une des bases de l'alimentation des ruminants dans le monde et, en France, ils occupent une proportion importante de la S.A.U. : de l'ordre de 68 %.

En France, 18 % des brebis sont conduites en plein air intégral toute l'année et seulement 1 % en stabulation permanente. Les autres troupeaux pâturent pendant 6 à 8 mois de l'année, voire plus.

Le but recherché dans l'exploitation des prairies est d'optimiser la production en viandes et lait des animaux par unité de surface. Cependant, la quantité d'herbe réellement exploitée par les animaux au pâturage reste difficile à quantifier.

La connaissance des quantités d'herbe ingérées au pâturage est intéressante pour préciser la complémentation à apporter et pour mieux expliquer les performances des animaux. En plus, elle permet une utilisation rationnelle des pâturages par les animaux.

Cependant, le mécanisme d'ingestion de l'animal au pâturage est lié à un ensemble de facteurs (caractéristiques de l'herbe, état de l'animal, interaction herbe-animal, environnement, etc.) difficiles à maîtriser et dont-il faut tenir compte pour estimer les quantités ingérées.

Ainsi, plusieurs méthodes ont été proposées pour estimer la quantité d'herbe ingérée par les animaux au pâturage mais leur utilisation reste limitée à cause de la faible précision des résultats obtenus et des difficultés techniques de ces méthodes.

Parmi ces méthodes d'estimation des quantités ingérées au pâturage, il en existe une récente utilisant des alcanes et présentant un avantage majeur en estimant simultanément la digestibilité de l'herbe pâturée et les quantités de fèces émises.

Cette méthode des alcanes a fait l'objet de notre travail expérimental, pour essayer de quantifier l'herbe ingérée au pâturage par des brebis à différents états corporels.

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE 1

PRINCIPALES METHODES D'ESTIMATION DES QUANTITES

INGEREES PAR LES BREBIS AU PATURAGE

Les principales méthodes employées pour estimer l'ingestion d'un animal au pâturage peuvent être classées en trois groupes:

- les méthodes basées sur l'herbe,
- l'étude du comportement alimentaire,
- les méthodes basées sur les animaux.

1.1. METHODES BASEES SUR L'HERBE (METHODES DIRECTES)

Ce sont des méthodes simples d'utilisation et qui consistent à estimer les quantités ingérées par différences entre les quantités d'herbe disponibles sur la parcelle à l'entrée et à la sortie des animaux, corrigées de la pousse de l'herbe durant le temps de séjour des animaux sur la parcelle (MEIJS et al., 1982). Ces méthodes sont encore utilisées car elles nécessitent peu de matériel et donnent des résultats satisfaisants, lorsque la prairie est homogène. Cependant, elles ne permettent pas d'obtenir des résultats individuels, et l'erreur peut être importante dans le cas de pâturages en rotation.

1.1.1. Estimation des quantités d'herbe

Les techniques les plus connues sont les méthodes de coupe, dites destructives, où l'herbe est fauchée avec des machines (tondeuses ou cisailles à gazon). La hauteur de coupe doit être identique entre l'offert (à l'entrée) et le refus (à la sortie), mais elle peut varier de 0 à 2 cm selon les conditions de prélèvement et l'expérimentateur (MEIJS, 1981). Ces prélèvements ainsi effectués sur des surfaces connues, sont extrapolés à l'ensemble de la parcelle.

1.1.2. Estimation de la pousse d'herbe

Dans le cas du pâturage rationné, où le chargement instantané est très élevé et la durée de séjour des animaux sur une parcelle est très courte, la croissance de l'herbe est négligeable devant les quantités ingérés.

Pour des durées de séjour plus longues, supérieures à un jour selon MEIJS et al. (1982), une correction est nécessaire pour tenir compte de la croissance de l'herbe, à l'aide de cages qui protègent une surface délimitée de la consommation par les animaux.

Cependant, l'utilisation de ces cages introduit un biais dû au microclimat créé par la cage et à l'absence de piétinements, de déjections et de défoliations liés à la présence des animaux (MEIJS, 1981).

L'utilisation de surfaces clôturées a l'avantage de limiter l'influence du microclimat et de permettre des prélèvements importants.

1.2. METHODES BASEES SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES BREBIS

L'ingestion journalière d'herbe est estimée par le produit de trois variables : temps de pâturage (T.P), fréquence des bouchées (F.B), quantité ingérée par bouchée ou taille des bouchées (T.B).

$$I = TB \times FB \times TP$$

Le temps de pâturage et la fréquence des bouchées sont estimés soit par observation visuelle de l'animal, soit par des appareils d'enregistrement placés sur le dos de l'animal. Ces appareils sont couplés avec des contacteurs (capteurs) posés en région sous-mandibulaire pour enregistrer les mouvements de la mâchoire inférieure (BECHET, 1978 ; BECHET et al., 1989) et sur le cou pour suivre les mouvements de la tête (ALLDEN, 1962).

Le poids par bouchée est estimé soit, par pesée de bols alimentaires prélevés au niveau des fistules oesophagiennes (LE DU et PENNING, 1979), soit par prélèvements manuels (pincées) de quantités d'herbe représentatives d'une bouchée de l'animal (MEURET et al., 1985).

Cependant, la mesure de chacune de ces variables est source d'erreurs importantes surtout la fréquence et la taille des bouchées qui varient selon l'état de rassasiement de l'animal au cours de la journée et doivent donc être mesurés à plusieurs reprises.

1.3. METHODES BASEES SUR LES ANIMAUX (METHODES INDIRECTES)

Elles consistent à estimer la digestibilité de l'herbe pâturée et la quantité de fèces excrétées par les brebis.

Le principe de ces méthodes dérive de l'expression de la digestibilité :

$$d = \frac{QI - QF}{QI}$$

d : C.U.D. de la matière sèche,
 QI : quantité de matière sèche ingérée,
 QF : quantité de matière sèche excrétée.

d'où :

$$QI = \frac{QF}{1 - d}$$

Il est donc possible de calculer les quantités ingérées si l'on connaît la digestibilité de la matière sèche ingérée et la quantité de matière sèche excrétée. L'estimation de ces deux paramètres reste toutefois délicate.

1.3.1. Estimation des quantités de fèces excrétées

La quantité de fèces émises peut être mesurée soit directement (collecte totale) en équipant les brebis de sacs à fèces (TISSIER et al, 1975), soit indirectement par l'administration de marqueurs indigestibles.

1.3.1.1. Récolte totale des fèces

Cette technique de mesure donne des résultats rapides et permet d'estimer la production de fèces sur une courte période (BARTIAUX-THILL, 1985). Mais elle présente de nombreux inconvénients : la récolte séparée de l'urine et des fèces est difficile à réaliser chez les femelles, et dans le cas des animaux consommant des quantités importantes de matières sèches (femelles en lactation, pâturage abondant) si le sac n'est pas vidé 2 à 3 fois par jour, il provoque par son poids une réduction des déplacements de l'animal qui se traduit par une diminution des quantités ingérées et des performances (MILNE, 1974 ; MEIJS, 1981).

1.3.1.2. Estimation indirecte des fèces émises

De nombreux chercheurs ont essayé d'estimer les quantités de fèces émises en utilisant un marqueur interne que l'on administre quotidiennement et en quantité connue à l'animal. Le marqueur est ensuite dosé dans un échantillon de fèces. Ainsi la quantité de fèces excrétée est calculée par la méthode suivante :

$$QF = \frac{QM}{CF}$$

QM : quantité de marqueur ingérée,
 CF : concentration moyenne du marqueur dans les fèces,
 QF : quantité de fèces excrétée.

Cette méthode suppose une récupération complète du marqueur et une estimation précise de sa concentration moyenne dans les fèces au cours du nyctémère.

Le marqueur le plus utilisé dans les études au pâturage est l'oxyde de chrome (Cr_2O_3). Cependant, les résultats obtenus avec ce marqueur ne sont pas toujours satisfaisants, notamment en raison des fluctuations de la concentration moyenne de l'oxyde de chrome dans les fèces au cours de la journée.

1.3.1.2.1. Taux de récupération de l'oxyde de chrome

L'oxyde de chrome a parfois été récupéré de façon incomplète dans les fèces sur des animaux en stalle (87 %, WILKINSON et al., 1970 *in* MELIX, 1986), ou au pâturage (81 %, KIESLING et al., 1968). UTLEY et al. (1970) ont montré que le chrome marqué n'était pas absorbé dans le tube digestif et que les résultats très variables obtenus quant à la récupération du chrome sont probablement dus à des artefacts liés à la mesure expérimentale du taux de récupération et à la maîtrise insuffisante des quantités de chrome ingérées (pertes au moment de l'ingestion, régurgitation de la capsule).

Les études récentes confirment le caractère indigestible du chrome (THILL et al., 1978 ; CHAMBERLAIN et THOMAS, 1983). Cependant, la variabilité du taux de récupération (6,9 % environ), calculée par LE DU et PENNING (1982), va entraîner une variabilité d'estimation des quantités de fèces émises.

1.3.1.2.2. Variation de la teneur en oxyde de chrome des fèces

Ces variations s'expliquent par la densité élevée du marqueur (5,2 contre 1,3 pour le contenu du rumen) qui peut être piégé dans le rumen et en ressort de manière aléatoire (TISSERAND et al., 1962). La fixation du chrome sur un support cellulosique a permis de réduire sa densité (CORBETT et al., 1960 *in* MELIX, 1986).

Dans les études au pâturage avec des bovins les fèces sont prélevées le plus souvent par voie rectale. Cependant les variations de concentrations en chrome rendent délicate l'obtention d'un échantillon représentatif de la moyenne du nycthémère même avec un choix judicieux des heures de prélèvement (figure 1). De plus, la variabilité de la teneur en chrome des fèces pour une heure de prélèvement donnée conduit à une erreur d'estimation des quantités de fèces émises pouvant atteindre 15 % (MELIX, 1986). Le prélèvement des fèces de bovins au sol permet de réduire la variabilité de l'estimation, mais cette technique est lourde à réaliser. Si l'on souhaite des résultats individuels, on fait ingérer aux animaux des particules de plastique coloré qui se retrouvent dans les bouses.

1.3.2. Estimation de la digestibilité

La digestibilité ne peut être estimée par la méthode *in vivo* directement sur animal au pâturage. De plus, les essais de digestibilité en stalle, à partir d'herbe fraîchement coupée et préalablement homogénéisée pour les besoins de l'échantillonnage, supprime le tri de l'animal au pâturage.

Dès lors, plusieurs méthodes indirectes ont été proposées. Parmi les plus utilisées, citons les procédés *in vitro*, les index alimentaires, les index fécaux et la technique des marqueurs.

1.3.2.1. Procédés d'estimation *in vitro* de la digestibilité

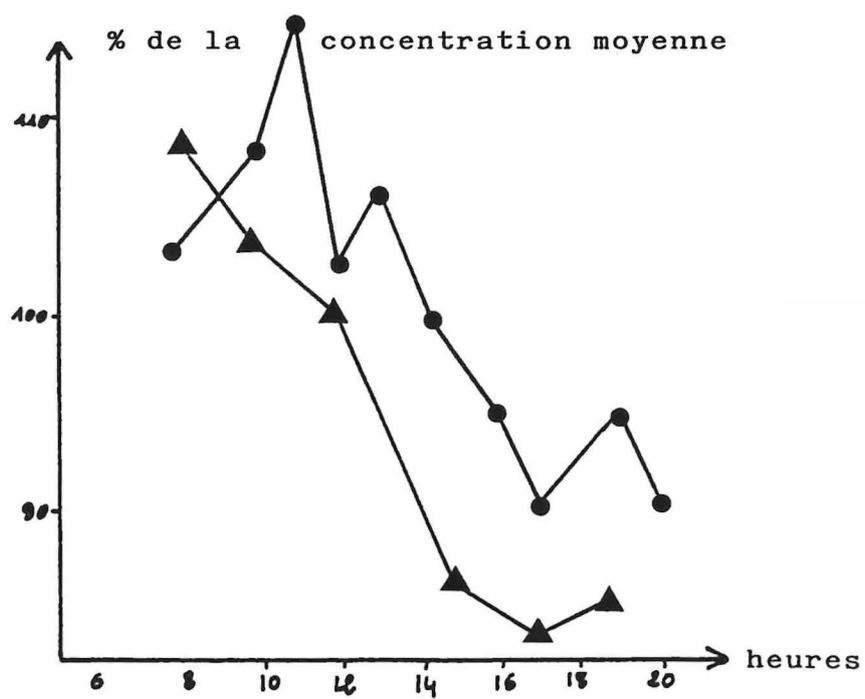
La digestibilité *in vitro* est le plus souvent déterminée par la méthode de TILLEY et TERRY (1963) ; elle se déroule en deux étapes simulant le processus de la digestion des ruminants. Dans un premier temps l'échantillon d'herbe subit une attaque par les microorganismes du rumen, puis il subit l'action d'une solution acide de pepsine. Toutefois cette méthode reste lourde car, elle nécessite l'entretien d'animaux fistulés.

En ce qui concerne les méthodes utilisant la cellulase, les résultats obtenus sont variables en fonction du mode opératoire (avec ou sans pré-traitement à la pepsine), de l'origine de la cellulase et du matériel analysé (graminées ou légumineuses, cycle de végétation) (AUFRERE, 1982 ; BARTIAUX-THILL et al., 1980 ; LE DU et PENNING, 1982).

Appliqués à l'évaluation de la consommation d'herbe au pâturage, le principal inconvénient de ces procédés réside dans l'échantillonnage correct de l'herbe. Ainsi, même pour les animaux porteurs de fistule de l'oesophage on retrouve le problème du comportement de tri de l'animal qui évolue avec son état de rassasiement. En outre, l'échantillon d'herbe est contaminé par la salive et sa digestibilité est surestimée de 0,01 à 0,02 point (LANGLANDS, 1966 in COMERON, 1991).

Dans le cas d'un prélèvement à la main en essayant d'imiter au mieux le broutage de l'animal, les résultats sont variables même s'ils semblent parfois satisfaisants (GIBB et TREACHER, 1976).

Figure 1 : EVOLUTION DE LA TENEUR EN CHROME DES FECES
AU COURS DE LA JOURNEE (MELIX, 1986)



●● THILL et FRANCOIS, 1980
▲ WANYOIKE et HOLMES, 1981

Donc, c'est bien souvent la qualité de cet échantillonnage qui limite le plus la précision de l'estimation de la digestibilité.

1.3.2.2. Index de digestibilité

Ces méthodes consistent à établir, à partir de bilans réalisés sur des animaux en stalle à digestibilité, une relation entre la composition de l'herbe ou des fèces en certains principes appelés index (azote, cellulose, lignine, chromogènes, etc.) et la digestibilité de la matière sèche (KOTB et LUCKEY, 1972 ; CHENOST, 1985 et 1986 ; BARTIAUX-THILL, 1985). Cette liaison est ensuite appliquée à des animaux au pâturage.

1.3.2.2.1. Index alimentaires

Plusieurs auteurs ont essayé de mettre au point des équations reliant la digestibilité de l'herbe à sa composition chimique (JARRIGE, 1980 ; THEWIS et al., 1986).

Les constituants chimiques les plus utilisés sont les parois non digestibles (cellulose indigestible, hémicellulose indigestible, lignine) dont la teneur détermine celle de la matière organique non digestible de l'herbe. La lignine constitue le facteur fondamental d'indigestibilité des parois mais, c'est un constituant long et coûteux à analyser.

Les relations établies sont peu étroites et peu précises (THILL, 1978), ce qui limite leur intérêt pour le calcul des quantités ingérées au pâturage.

1.3.2.2.2. Index fécaux

Parmi les index fécaux, l'azote fécal a été le plus utilisé dans les études au pâturage et sa précision est généralement élevée (KOTB et LUCKEY, 1972 ; THILL, 1978 ; CHENOST, 1985 et 1986).

L'application de cet index, dans les conditions du pâturage se limite à l'analyse de l'azote dans un échantillon de fèces pris à n'importe quel moment de la journée. En effet, BARTIAUX-THILL (1980) montre, à partir d'essais effectués sur bovins au pâturage, que la concentration en azote, au cours de la journée, fluctue peu (cv = 2,42 %). CHENOST (1985) a obtenu sur des moutons en cages à bilan une précision de la prévision de digestibilité de 2,2 à 2,5 points en moyenne.

Selon GREENHALGH et al. (1960) et LANGLANDS (1975) cités par MELIX (1986), l'estimation la plus précise de la digestibilité est obtenue en établissant une équation par espèce végétale, par cycle et par lieu géographique ce qui limite l'utilisation de cette méthode.

D'une manière générale, à teneur donnée en matières azotées fécales, la digestibilité diminue quand le numéro du cycle augmente ou, inversement, à digestibilité donnée, la teneur en matières azotées fécales augmente en même temps que le numéro du cycle (CHENOST, 1985).

1.3.2.3. Méthodes des marqueurs internes

La digestibilité (d) peut être estimée à partir de la teneur en constituants indigestibles (appelés marqueurs internes) présents dans l'herbe (Ch) et dans les fèces (Cf), d'où la formule :

$$QI \times Ch = QF \times Cf$$

et
$$QF = (1 - d) \times QI$$

soit
$$d = 1 - \frac{Ch}{Cf} \quad (\text{KOTB et LUCKEY, 1972})$$

avec :

Ch : concentration du marqueur dans l'herbe,

Cf : concentration du marqueur dans les fèces.

Cette méthode suppose une récupération complète du marqueur interne dans les fèces et un échantillon représentatif de l'herbe consommée. De plus, la teneur en substances indigestibles de l'herbe étant faible, les erreurs d'analyse peuvent être importantes. Le marqueur le plus utilisé est la lignine (LE DU et PENNING, 1982).

1.3.2.3.1. Lignine

La lignine est un produit complexe et son dosage par les différentes méthodes ne permet pas d'obtenir une fraction chimiquement pure (GIGER, 1985 *in* MELIX, 1986). Les fractions isolées contiennent toujours des minéraux et des matières azotées protégés par la lignine en quantité variable selon la méthode d'analyse utilisée (JOURNET et JARRIGE, 1962).

Ainsi, les mesures du taux de récupération de la lignine ont donné des résultats différents selon les auteurs et l'écart type résiduel de l'estimation reste important et nettement supérieur à celui d'une estimation par une méthode de digestibilité *in vitro* (MELIX, 1986).

Récemment, THEWIS et al. (1986) ont cependant obtenu des taux de récupération fécale de la lignine élevés et un écart-type résiduel de l'estimation de la digestibilité faible (1, 8) en utilisant la méthode rapide de CHRISTIAN.

1.3.2.3.2. Autres marqueurs

La silice a été utilisée comme marqueur interne et a donné des résultats très variables. Cet élément serait partiellement absorbé ou s'accumulerait temporairement dans le tractus digestif (VAN DYNE et al., 1964 *in* BARTIAUX-THILL, 1985). De plus, la contamination par la terre serait toujours possible. En utilisant une méthode colorimétrique, JONES et al. (1965) cités par BARTIAUX-THILL (1985), signalent des récupérations de 100 % ; par contre Mc MANUS et al. (1967) cités par le même auteur, obtiennent des récupérations variables. L'importance de la variabilité de l'estimation des taux de récupération a limité l'utilisation de ce marqueur au pâturage.

La cellulose potentielle indigestible et l'ADF indigestible ont aussi été utilisées comme marqueurs pour prédire la digestibilité. Ces méthodes ont donné des résultats identiques à ceux obtenus par la méthode de digestibilité *in vitro* (PENNING et al., 1983 *in* COMERON 1991).

1.4. METHODE DES ALCANES

1.4.1. Présentation et avantages de la méthode

Les alcanes ont récemment été proposés comme marqueurs pour estimer la quantité d'herbe ingérée (MAYES et al., 1986a ; DOVE et MAYES, 1991).

Les alcanes sont des hydrocarbures aliphatiques représentés par la formule générale $C_n H_{2n + 2}$. On trouve dans les cires des cuticules des plantes des alcanes à longue chaîne et à nombre impair de carbones compris entre C25 et C35 appelés aussi paraffines, alors que ceux qui ont un nombre pair d'atomes de carbone sont très peu abondants dans l'herbe (MAYES et al., 1986a).

La teneur en alcanes de l'herbe n'est pas affectée par l'effet du cycle végétatif, mais des différences significatives sont trouvées pour certains alcanes entre différentes espèces (tableau 1).

Ces alcanes sont pratiquement inertes dans le tube digestif et leur mesure est relativement facile et précise. De plus, ils sont intimement associés aux particules de la matière alimentaire et facilement mesurables comme entités chimiques pures (OHAJURURA, 1990).

L'un de ceux présents dans la plante peut être utilisé comme marqueur interne pour estimer la digestibilité du régime, tandis qu'un alcane synthétique à nombre pair de carbone sera distribué en quantité connue à l'animal et servira de marqueur externe pour estimer les quantités de fèces émises. L'ensemble des deux résultats étant nécessaire à l'estimation finale des quantités ingérées.

Tableau 1 : Concentrations des alcanes dans les fourrages (en mg/kg MS) et pourcentage des alcanes à chaîne paire (en % du total des alcanes mesurés)

(MALOSSINI et al., 1990)

Alcane *	GRAMINÉES				LÉGUMINEUSES			
	D glomerata	L multiflorum	L perenne	Moyenne	M sativa	T repens	T pratense	Moyenne
C27	20 ^b	105 ^a	36 ^b	53	36	38	30	35
C28	2 ^b	8 ^a	6 ^a	5	9 ^b	7 ^b	11 ^a	9
C29	38 ^c	260 ^a	142 ^b	147	202 ^b	109 ^c	408 ^a	240
C30	2 ^b	11 ^a	12 ^a	8	12 ^a	5 ^b	5 ^b	8
C31	58 ^c	250 ^a	220 ^b	176	324 ^a	67 ^b	57 ^b	149
C32	2 ^c	4 ^b	7 ^a	4	7 ^a	1 ^b	1 ^b	3
C33	21 ^c	43 ^b	99 ^a	54	21 ^a	7 ^b	11 ^b	13
C35	0 ^b	0 ^b	9 ^a	3	0	0	0	0
Total	143 ^c	681 ^a	531 ^b	452	611 ^a	234 ^c	523 ^b	456
% d'alcanes à chaîne paire :	4.2	3.4	4.7	4.1	4.6	5.6	3.2	4.4

Sur la même ligne, à l'intérieur d'une même famille et entre familles, a, b, c : $P \leq 0,05$.

* C34 n'est pas reporté ici car il est utilisé comme standard interne pour l'analyse.

Les alcanes contenus dans l'herbe et les fèces sont extraits et mesurés par chromatographie en phase gazeuse selon la méthode de MAYES et al. (1986a).

De plus, cette méthode reflète la digestibilité individuelle des animaux ; elle est ainsi bien adaptée aux situations de pâturage où les niveaux de quantités ingérées peuvent varier d'un animal à l'autre (DOVE et al., 1989).

Les auteurs ont montré que du fait d'une légère digestibilité des alcanes, il est préférable d'utiliser comme marqueurs internes et externes deux alcanes à longueur de chaîne adjacente et la plus longue possible comme le C33 et le C32 (MAYES et al., 1986a ; MAYES et al., 1986b ; DILLON et STAKELUM, 1988 ; DOVE et MAYES, 1991).

La nécessité de connaître la teneur en alcane C33 de l'herbe pour le calcul des quantités ingérées pose cependant le problème d'échantillonnage de cette herbe. Cet échantillonnage se fait le plus souvent par prélèvement d'herbe à la main à différents endroits de la parcelle exploitée par les animaux. Cependant, certains auteurs utilisent des animaux porteurs de fistules à l'oesophage dans le but d'obtenir un échantillon d'herbe mieux représentatif (DOVE et al., 1989 ; DOVE et MAYES 1991).

1.4.2. Taux de récupération des alcanes dans les fèces

Comme dit précédemment, les alcanes ne sont pas totalement indigestibles et leur taux de récupération augmente avec l'accroissement de la longueur de la chaîne. DILLON et STAKELUM (1988) ont obtenu des taux de récupération moyens semblables (en %) pour le C32 et C33 chez des vaches laitières (86, 47 et 85, 35 respectivement), et en comparaison avec la méthode de l'oxyde de chrome, ils ont obtenu un coefficient de variation entre animaux deux fois plus élevé en utilisant le Cr_2O_3 comme marqueur (tableau 2). Ces résultats confirment ceux obtenus par MAYES et al. (1986b), soit des taux moyens de 81, 7 pour le C32 et 81, 6 pour le C33 chez des agneaux en allaitement.

Récemment, MAYES et al. (1988) ont trouvé des résultats identiques chez des moutons en stalle où les taux de récupération moyens de C32 et C33 dans les fèces étaient de 85, 9 et 83, 9 respectivement (tableau 3).

De son côté, BECHET (1990) obtient 83, 4 pour le C32 et 77, 5 pour le C33 chez des agneaux au pâturage, entraînant une sous estimation des quantités ingérées de 5 % environ.

DILLON et STAKELUM (1988) estime, qu'en utilisant la paire d'alcanes (C31 : C32) on diminue la précision de la mesure des quantités ingérées de 0, 35 Kg chez la vache laitière.

Tableau 2 : Proportion de l'alcane naturel ou synthétique et de l'oxyde de chrome, récupérés dans les fèces.

D'après DILLON et STAKELUM (1988).

Vache	Traitement	C31	C32	C33	C35	C36	Cr2O3
1	A	78.20	83.28	81.48	85.55	91.47	88.80
2	A	79.80	81.52	81.96	85.54	86.90	88.20
3	A	85.27	86.22	86.54	88.22	88.04	94.80
4	A	82.05	84.71	83.79	86.09	87.65	104.80
5	A	90.62	89.50	92.35	96.56	93.76	105.60
6	B	87.25	89.61	88.88	91.97	93.61	95.40
7	B	83.19	85.91	85.31	88.29	89.70	89.80
8	B	83.18	89.18	86.09	89.89	94.78	92.30
9	B	77.15	85.64	79.99	82.99	91.38	95.70
10	B	86.51	89.18	87.20	88.98	88.25	82.60
Moyenne...		83.32	86.47	85.35	88.41	90.55	93.8
e.t.		4.23	2.84	3.72	3.84	2.85	7.21

A : 5g d'alcane (C32/C36) et d'oxyde de chrome administrés aux vaches deux fois par jour à 9H et 16H30.

B : 2 fois 5g d'alcane (C32/C36) une fois par jour à 9H et 10g d'oxyde chrome deux fois par jour à 9h et 16H30.

Tableau 3 : Les alcanes récupérés dans le duodénum, l'iléon, et les fèces de moutons (en % de l'ingéré; n=8) d'après MAYES et al.(1988)

Alcanes	Taux de récupération (%)					
	Duodenum :		Iléon :		Fèces :	
	Moyenne	e.t	Moyenne	e.t.	Moyenne	e.t.
C25	112.8	4.09	51.9	2.71	48.6	2.02
C27	103.7	3.87	62.6	2.50	59.4	1.71
C28	87.7	4.24	75.9	4.46	78.6	2.12
C29	99.7	3.54	74.5	2.24	69.7	1.41
C31	96.5	3.40	81.5	2.14	77.9	0.90
C32	82.1	4.33	81.9	3.29	85.9	1.01
C33	98.8	3.48	87.5	2.09	83.9	1.21
C35	101.3	3.52	97.7	2.19	95.3	0.90
C36	84.1	4.15	87.6	3.73	92.2	1.11

1.4.3. Comportement des alcanes dans le tractus digestif

Les pertes de doses d'alcanes ont lieu le long du tube digestif et paraissent être dépendantes de la longueur de la chaîne de carbone ; ces pertes vont en général de 50% pour le C25 à environ 5% pour le C35 (tableau 3). Les valeurs de telles pertes semblent être les mêmes pour le C33 de l'herbe et le C32 dosé chez des moutons (MAYES et al., 1986a), chez des agneaux allaités (MAYES et al., 1986b) et chez des bovins (MAYES et al., 1986).

Cette disparition des alcanes dans le tube digestif est apparemment due à une absorption au niveau de l'intestin grêle, où une partie de ces alcanes est oxydée et absorbée sur place. La microflore du rumen semble être incapable de synthétiser des alcanes à chaîne longue (MAYES et al., 1988).

Cependant, cette disparition des alcanes dans l'intestin n'affecte pas les résultats de l'estimation des quantités ingérées si elle est similaire pour les deux alcanes utilisés comme marqueurs externe et interne, ce qui nécessite qu'ils aient une longueur de chaîne adjacente. C'est pour cela que les auteurs s'accordent pour utiliser le C32 et le C33 qui donnent les meilleurs taux de récupération permettant une meilleure estimation des quantités ingérées.

CHAPITRE 2

FACTEURS DE VARIATION DES QUANTITES INGEREES

AU PATURAGE

Si les facteurs qui affectent le comportement et le niveau d'ingestion des brebis alimentées à l'auge ont fait l'objet de nombreux travaux (JOURNET et REMOND, 1976 ; TISSIER et THERIEZ, 1978 ; JARRIGE, 1986), la situation au pâturage reste moins bien connue, en raison de la difficulté de l'étude. En effet, les brebis au pâturage constituent un ensemble complexe dans lequel les interactions herbe-animal sont très fortes, sans compter l'influence de l'environnement et de l'homme.

Dans ce chapitre, nous allons décrire les principaux facteurs qui modifient le niveau d'ingestion des brebis au pâturage (facteurs liés à l'herbe et ceux liés à l'animal) et en précisant aussi l'effet du mode d'exploitation du pâturage et de la complémentation sur les quantités ingérées.

2.1. FACTEURS PROPRES A L'ANIMAL

Le pâturage entraîne des dépenses d'entretien supplémentaires d'environ 20% sur bonnes prairies et 50% sur parcours (VERMOREL, 1988). En effet, le pâturage accroît les dépenses d'entretien en raison du coût supplémentaire du broutage de l'herbe, de l'augmentation du temps d'ingestion et des déplacements.

La consommation d'herbe par la brebis au pâturage dépend de sa capacité d'ingestion, qui varie, comme en bergerie, avec son poids, son stade physiologique, son niveau de production, son âge, etc. (BOCQUIER et al., 1988).

2.1.1. Etat physiologique et capacité d'ingestion

La capacité d'ingestion d'une brebis augmente en moyenne avec ses dépenses énergétiques. La consommation augmente donc avec le poids de la brebis et son niveau de production. Elle augmente moins vite que le poids au cours de la phase d'engraissement.

Elle est plus élevée chez les animaux qui viennent de subir une période d'amaigrissement ; cela explique en partie la croissance supplémentaire, dite compensatrice, qu'ils peuvent alors réaliser (JARRIGE, 1988).

Au cours d'un cycle de production (gestation, lactation et repos), les besoins alimentaires de la brebis varient dans un rapport de 1 à 3 pour l'énergie et de 1 à 4 pour l'azote alors que la capacité d'ingestion varie seulement de 1 à 2, 3. Il en résulte une succession de phases d'excédents ou de déficits alimentaires par rapport aux besoins. Aux cours des premières la brebis constitue (ou reconstitue) les réserves corporelles qu'elle

utilisera ultérieurement lorsqu'elle ne pourra pas ingérer suffisamment d'aliments pour assurer sa production (BOCQUIER et al., 1988).

L'ingestion de matière sèche au pâturage, par des brebis en fin de gestation et des brebis vides semble être la même, alors que pour les brebis allaitantes, elle est supérieure avec un écart qui varie de 50 à près de 100 % (THERIEZ, 1983).

D'une manière générale l'évolution de l'ingestion des brebis au pâturage selon leur état physiologique suit les mêmes lois qu'en bergerie (THERIEZ, 1983).

2.1.2. Poids vif et état corporel

Au cours d'un cycle de reproduction, des modifications du comportement et du niveau d'ingestion de la brebis, peuvent entraîner des variations de poids vif. Ce dernier constitue un indicateur limité de l'état nutritionnel de la brebis en raison des variations du contenu digestif et de celles de la composition des pertes de masses corporelles ; c'est pourquoi il est recommandé d'utiliser la méthode de la notation subjective de l'état corporel (annexe 1) qui offre un indicateur fiable, et facile à mettre en oeuvre, du niveau des réserves corporelles (GIBON et al., 1985).

A même poids vif, les brebis maigres (note 2 à 2, 5) consomment 20% de plus que les grasses (note 3, 5 à 4, 5) (BOCQUIER et al., 1988).

2.1.3. Restriction alimentaire

La conduite des animaux la plus économique repose sur une bonne gestion des réserves corporelles. C'est ainsi que les brebis sont le plus souvent sous alimentées en bergerie au cours de la période hivernale, si bien qu'elles doivent reconstituer leurs réserves corporelles au pâturage.

Une restriction des apports alimentaires de la brebis en début de lactation (ration riche en fourrages grossiers et pauvre en énergie et en fourrages verts) provoque une perte de poids de l'animal, qui est un signe de mobilisation des réserves lipidiques corporelles (GIBB et TREACHER, 1980).

Certaines données montrent que les brebis maigres ingèrent plus que des brebis qui n'ont pas allaité, mais les effets de l'état d'engraissement semblent plus réduits lorsque les brebis sont en lactation (THERIEZ, 1983). C'est ainsi, que GIBB et TREACHER (1982) qui ont modulé l'état d'engraissement en fin de gestation de manière à disposer de brebis pesant de 68 à 83 Kg quatre jours après la mise bas, n'ont observé aucune différence significative de consommation lorsque ces animaux, qui allaitaient 2 agneaux, ont pâture en commun une prairie de ray grass. Ce résultat est en accord avec ceux qu'ils avaient obtenus précédemment (1980) : 1, 85 ou 1, 89 Kg de M.S /brebis/jour pour les brebis maigres (86, 7 Kg à la mise bas) ou grasses (93, 0 Kg) respectivement.

2.2. FACTEURS PROPRES AU VEGETAL

L'ingestibilité au pâturage est influencée par un grand nombre de critères compte tenu de la complexité que représente la masse d'herbe sur pied (composition floristique, proportion de feuilles, tiges pour une espèce donnée, proportion de parties vertes ou mortes, etc.). Cependant, les critères fondamentaux qui peuvent modifier l'ingestion au pâturage (THERIEZ, 1983) sont :

- la quantité d'herbe présente par unité de surface,
- la quantité d'herbe offerte par brebis et par jour,
- la hauteur de l'herbe,
- la digestibilité et la nature de l'herbe disponible.

2.2.1. Quantité d'herbe présente par unité de surface

Lorsque la quantité d'herbe disponible diminue, la brebis modifie son comportement alimentaire en allongeant sa durée d'ingestion (T : min/jour) pour compenser la diminution de sa vitesse d'ingestion (V : g M.S/min) de manière à maintenir constant le niveau d'ingestion (I : g/jour). Celui-ci est exprimé par la relation :

$$I \text{ g/j} = V \text{ g/min} \times T \text{ min/j}$$

La vitesse d'ingestion (V) est elle même le produit de la quantité ingérée dans un bol alimentaire (Q) par le rythme d'ingestion (R = nombre de bols par minute). Mais cette régulation n'est pas indéfinie et à partir d'un certain seuil de disponibilité la quantité ingérée diminue.

2.2.2. Quantité d'herbe offerte par brebis et par jour

Cette notion est plus précise que la précédente car elle inclut la quantité d'herbe produite par la prairie (THERIEZ, 1983). En effet, lorsque RATTRAY et JAGUSH (1978) ont augmenté la quantité d'herbe disponible en réduisant le chargement, ils ont observé une augmentation des quantités ingérées, une amélioration des performances (poids à la naissance ou croissance quotidienne des agneaux) et une réduction des pertes de poids des mères (tableau 4).

Un résultat analogue a été obtenu par GIBB et TREACHER (1978) cités par THERIEZ (1983) qui, faisant varier de 2 à 9 Kg la quantité de matière organique disponible par brebis sur des prairies de ray grass, ont doublé la quantité moyenne de matière organique ingérée (de 1,5 à 3 Kg en moyenne au cours des 12 premières semaines de lactation), par des brebis Scottish Halfbred pesant 80 Kg en moyenne et allaitant 2 agneaux. GIBB et TREACHER (1981) ont confirmé ce résultat sur des prairies de même type et avec des brebis de même race en leur offrant 2, 5 ou 5 Kg de matière organique par jour: au cours des 14 semaines de lactation ces animaux ont ingéré respectivement 1, 7 et 2, 6 Kg de matière organique par jour.

Tableau 4 : Effet de la quantité d'herbe offerte
sur les performances des brebis

(RATTRAY et al., 1978)

Stade physiologique	Gestation (1)						Lactation (2)					
	1			2			1			2		
Nombre d'agneaux												
Herbe disponible (kg MS/brebis/jour)	2,1	3,7	5,5	2,0	3,3	6,0	2,0	4,4	7,4	2,1	5,0	6,5
Matière sèche ingérée (kg/brebis/jour)	1,5	2,1	2,2	1,5	2,2	2,5	1,6	2,2	3,7	1,7	2,5	3,2
Variation de poids des brebis (kg en 6 semaines)	+7,1	+13,6	+15,4	+6,6	+16,0	+16,6	-0,7	+5,0	+7,5	-5,4	+2,8	+2,4
Poids à la naissance des agneaux (kg)	5,1	5,5	5,1	4,3	4,4	4,9	-	-	-	-	-	-
Gain de poids des agneaux en 6 semaines (kg)	-	-	-	-	-	-	10,0	11,8	12,4	7,6	10,2	11,2

(1) Quantité d'herbe disponible : 2 à 3 tonnes de MS par hectare

(2) " " " : 3 à 4 " " "

2.2.3. Hauteur d'herbe

La hauteur d'herbe est considérée comme un facteur déterminant des variations de quantités ingérées par la brebis au pâturage. Elle joue un rôle propre sur le comportement d'ingestion de l'animal.

La figure 2 montre que lorsque la hauteur de l'herbe diminue, les brebis ingèrent moins d'herbe par bouchée (a). On constate alors une augmentation du nombre de bouchées par unité de temps (b), ainsi que du temps de pâturage (c), qui passe de 9 heures par jour lorsque la hauteur de l'herbe pâturée est de 9 cm à 13 heures par jour pour 3 cm. Cependant, pour des hauteurs d'herbe trop faibles, cette régulation comportementale devient insuffisante pour maintenir le niveau d'ingestion (d).

La hauteur de l'herbe en pâturage continu, ou à la sortie de parcelle en pâturage tournant, est donc un critère utile pour ajuster les quantités à offrir aux animaux. Les valeurs conseillées sont un peu plus élevées en pâturage tournant qu'en pâturage continu à cause des différences de densité de tallage induites par ces 2 modes de conduite (BOCQUIER et al., 1988).

Récemment, WADE (1991) a montré que le fait de considérer la disponibilité de l'herbe et sa consommation comme une simple fonction de la hauteur du couvert végétal ne permettrait pas de rendre compte du processus de pâturage. Ainsi, il signale qu'en plus de la hauteur de l'herbe, il y a des indications montrant que l'herbe devient de moins en moins préhensile au cours d'un pâturage, au fur et à mesure que les horizons pâturés contiennent une proportion plus importante de gaines par rapport aux feuilles.

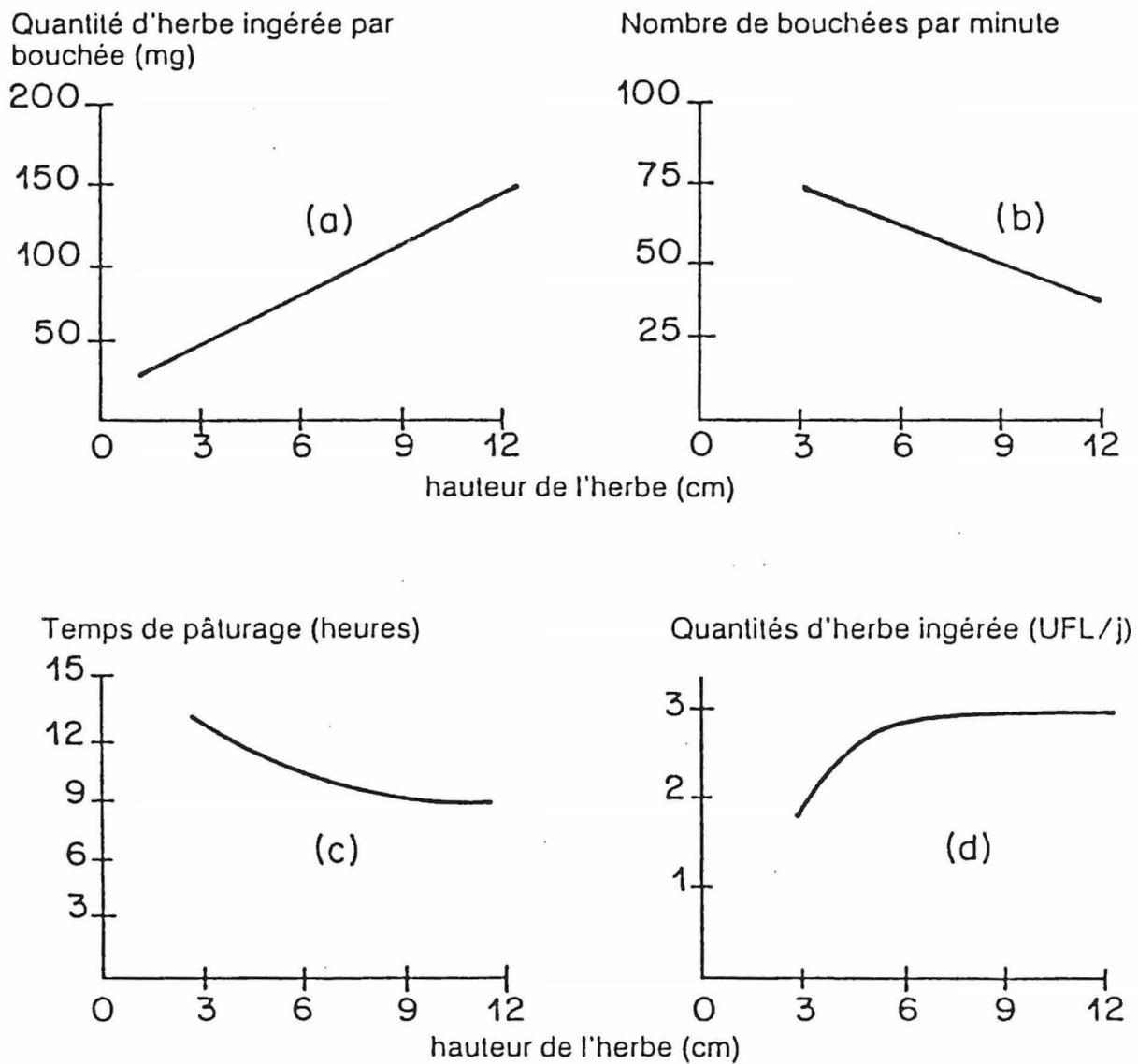
2.2.4. Digestibilité et nature de l'herbe disponible

Si la digestibilité est l'un des principaux facteurs qui conditionne le niveau d'ingestion des fourrages conservés (TISSIER et THERIEZ, 1978), cet effet est beaucoup moins marqué au pâturage. Ceci pour plusieurs raisons liées au mode de conduite et au comportement de la brebis. Une prairie conduite au pâturage est exploitée à un stade précoce ; la digestibilité de l'herbe ingérée est toujours élevée (supérieure à 70 %) et limite donc peu l'ingestion. Par ailleurs, surtout si la quantité d'herbe mise à la disposition des animaux demeure élevée, ceux-ci vont pâturer de manière très sélective, recherchant les feuilles en priorité et évitant les tiges, ce qui leur permet d'ingérer un régime plus digestible que l'ensemble de la masse de fourrage offert.

De la même manière que pour la digestibilité, la nature du fourrage offert a un effet très important sur le niveau d'ingestion lorsque celui-ci est offert au même stade de développement à l'auge.

Dans le cas du pâturage, les différences entre espèces ne sont pas aussi claires, tout au moins lorsque l'on compare des plantes d'une même famille : légumineuses ou graminées.

Figure 2 : INFLUENCE DE LA HAUTEUR DE L'HERBE DISPONIBLE SUR LES COMPOSANTES DU COMPORTEMENT ET DU NIVEAU D'INGESTION CHEZ LE MOUTON



Les premières sont ingérées en quantités plus importantes que les secondes, qu'elles soient offertes seules (prairies monospécifiques) ou en mélange.

Ainsi, ULYAT (1971) cité par THERIEZ (1983) a observé des niveaux d'ingestion de 981 g/jour de matière organique digestible avec des animaux de 1 an sur trèfle blanc contre 833 g/jour sur des prairies de ray grass pérenne et différents auteurs constatent que les ovins ingèrent un régime où la proportion de trèfle blanc est supérieure à celle de la pelouse sur laquelle ils pâturent. Cependant, il faut distinguer deux situations lorsque l'on veut caractériser l'appétibilité d'une espèce végétale : cette espèce est disponible dans une prairie mixte et l'animal peut choisir parmi les différentes plantes et consommer plus ou moins telle ou telle d'entre elles ou, au contraire, l'animal pâture une prairie monospécifique et c'est le niveau d'ingestion, en valeur globale, qui importe dans ce cas (THERIEZ, 1983).

Comme le montre le tableau 5, les réponses ne sont pas identiques selon les situations : les légumineuses sont recherchées dans une prairie mixte alors que c'est sur des prairies de ray grass pour que le niveau d'ingestion maximum est atteint.

L'origine de ces différences peut être recherchée dans le port des plantes : les plantes érigées comme le ray grass sont plus faciles à pâturer que les plantes rampantes ou couchées comme le trèfle souterrain (THERIEZ, 1983).

2.3. FACTEURS LIES AU MODE D'EXPLOITATION DU PATURAGE

En général, il faut faire pâturer en permanence un nombre optimum d'animaux à l'hectare, capables de consommer effectivement l'herbe produite. Ce chargement optimum dépend à la fois de la quantité d'herbe présente et de la quantité d'herbe que chaque animal peut volontairement consommer.

En pratique, deux méthodes d'exploitation du pâturage sont retenues, d'une part le pâturage continu où les animaux disposent d'une parcelle pendant toute la saison de pâturage et d'autre part, le pâturage en rotation où le nombre de parcelles est supérieur et le temps de séjour sur chacune est plus court.

YOUNG et NEWTON (1975) ont étudié les conséquences de ces 2 types d'utilisation du pâturage sur le niveau d'ingestion des brebis. Ils ont montré que les brebis exploitant le pâturage en continu ont ingéré plus, puis moins de matière sèche par rapport aux brebis sur pâturage en rotation (tableau 6).

L'avantage du système en rotation qui permet aux brebis d'ingérer plus de matière organique par unité de surface au cours d'une saison, peut provenir d'une part, d'une croissance plus importante de l'herbe et d'autre part, d'une meilleure utilisation de celle-ci (THERIEZ, 1983).

Tableau 5 : Consommation de matière sèche sur prairies
monospécifiques ou mixtes
(ARNOLD, 1964 in THERIEZ, 1983)

Type de prairie	monospécifique		mixte	
espèces végétales :	herbe disponible kg de vert/ha	ingestion (g MOD/j)	indice (1)	indice (1)
Lolium pérenne	1666	910	100	79
Dactylis glomerata	1469	810	90	89
Phalaris tuberosa	1875	720	79	79
Trifolium subterraneum	2978	550	60	100
Medicago sativa	2801	710	79	100

(1) la valeur 100 est attribuée au fourrage le mieux consommé

Tableau 6 : Effet du mode d'exploitation sur le niveau
d'ingestion des brebis et la croissance
de leurs agneaux
(YOUNG et al., 1979 in THERIEZ, 1983)

Mode d'exploitation	rotation				continu			
	20	17	14	moyenne	20	17	14	moyenne
Ingestion (g MOD/b/j)								
1 : début mai	1210	1330	1600	1380	1350	1600	1670	1550
2 : fin mai - début juin	1030	1210	1360	1200	760	940	1130	940
Croissance des agneaux (g/j)								
0 - 4 semaines	226	224	249	233	238	222	226	229
0 -12 semaines	205	218	247	223	206	209	234	216
0 -21 semaines	172	188	201	187	162	164	191	172

(g MOD/b/j) = gramme de matière organique digestible par brebis et par jour

2.4. FACTEURS LIÉS A LA COMPLÉMENTATION

Au pâturage, comme en bergerie, l'apport d'un aliment concentré réduit le niveau d'ingestion des ovins qui diminuent leur temps de pâturage.

Le coefficient de substitution varie selon l'état physiologique de l'animal et selon la qualité du fourrage disponible. Il est d'autant plus élevé que le fourrage est de meilleure qualité (tableau 7).

L'apport du complément qui permet d'accroître le niveau des apports énergétiques et azotés sur prairies de mauvaise qualité n'a qu'un effet limité sur prairie d'excellente qualité (THERIEZ, 1983). L'apport de 100 g de matière sèche de concentré, soit 0,1 UFL environ, s'est traduit dans l'essai de MILNE et al. (1981) par une réduction de 90 à 100 g de matière sèche de ray grass dont la valeur énergétique est de l'ordre de 0,1 UFL/Kg c'est-à-dire par un accroissement de 0,01 à 0,02 UFL au maximum du bilan énergétique des brebis.

En cas de déficit énergétique de la brebis au pâturage, la complémentation ne constitue donc pas une solution envisageable du point de vue strictement zootechnique et encore moins du point de vue économique. C'est dans la gestion du pâturage que se trouve la solution.

Tableau 7 : Effet d'un apport complémentaire sur l'ingestion d'herbe par les ovins au pâturage.

(THERIEZ, 1983)

Auteur	Animaux	Pâturage	Complément	Quantité ingérée (herbe)	Taux de substitution
MILNE et al 1981 (1)	Brebis allaitantes	Ray grass 500 Kg MO/ha	Concentré (g MO/b/j)		
			0	1 834	-
			480	1 500	0,92
		700 Kg MO/ha	960	1 338	0,80
			0	2 347	-
			480	1 903	1,01
		1 500 Kg MO/ha	960	1 582	1,01
			0	2 388	-
LANGLANDS 1969 (1)	Merinos castrés	Phalaris - Trèfle souterrain	Blé (g MS/j)		
			0	431	
			200	355	0,38
			400	226	0,51
ALLDEN - JENNINGS 1962	Merinos castrés	Phalaris stade avance de maturité	Pois (g MO/j)	valeur relative	
			0	100	
			200	84	0,65
			400	70	

(1) Quantités ingérées exprimées en grammes de Matière organique, animal/jour. = P.O.

ETUDE EXPERIMENTALE

ETUDE EXPERIMENTALE

Il s'agit dans cet essai d'estimer l'herbe ingérée au pâturage par des brebis en utilisant la méthode des alcanes proposée par MAYES et al. (1986a).

L'utilisation de brebis à différents états corporels a pour but d'étudier leur comportement alimentaire (niveau d'ingestion) en mettant éventuellement en évidence des différences de quantités d'herbe ingérées au pâturage par chaque type de brebis.

CHAPITRE 3

MATERIEL ET METHODES

3.1. STATION D'ETUDE

L'expérimentation est réalisée à l'I.N.R.A. de Theix, à la ferme expérimentale de Saint-Genès-Champanelle située à 15 Km au Sud-Ouest de Clermont-Ferrand. C'est une région d'altitude (871 m) où le climat est du type continental à influence montagnarde. L'hiver est long, traduisant une période inactive de végétation de 5 à 6 mois.

3.2. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

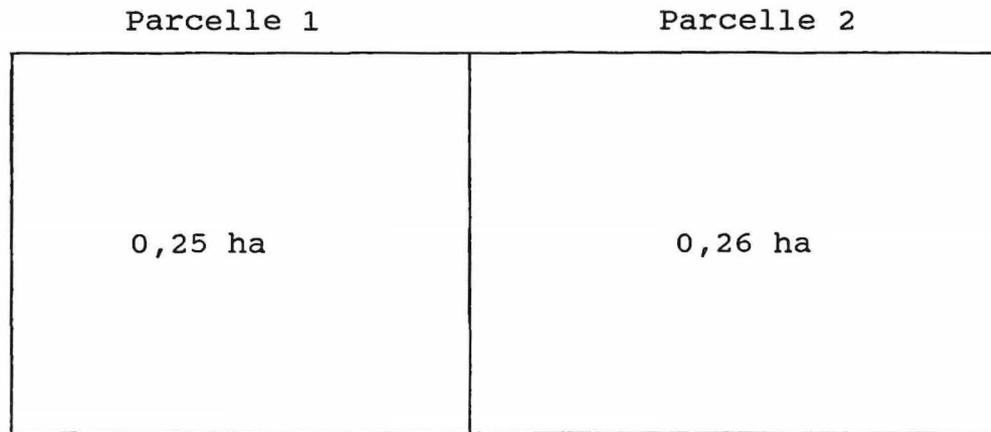
3.2.1. Herbe exploitée

La surface d'herbe mise à la disposition des animaux est divisée en 2 parcelles où les brebis séjournent dans chacune d'elle en fonction de la disponibilité de l'herbe. Ces deux parcelles sont composées principalement de dactyle (*Dactylis glomerata*) et leurs superficies sont de l'ordre de 0,25 et 0,26 ha (Figure 3). Les deux parcelles sont ensilées le 14 juin et fertilisées à raison de 60 unités d'azote par ha.

3.2.2. Animaux

L'expérimentation a été réalisée sur neuf brebis de race L.R. (Limousin x Romanov) âgées de 2 à 6 ans sont utilisées pour cet essai. Elles forment 3 lots distincts par l'état corporel des animaux. Ainsi, on a trois brebis fortement sous-alimentées au cours des 3 mois précédant l'expérimentation (moins 30 % de leur poids initial), trois brebis maigres et trois brebis en bon état appelées "grasses" (tableau 8). Les deux derniers lots de brebis de note d'état moyenne et bonne issus d'un troupeau allaitant, sont mis à l'herbe le 15 juin

Figure 3 : Schéma des parcelles utilisées et périodes d'exploitation par les brebis



cycle de végétation du dactyle :

n°3

n°3

période d'exploitation par les brebis :

du 2 au 11 juillet

du 12 au 22 juillet

TABLEAU 8 :

Poids vifs et notes d'état corporel des brebis pris le 12 juin 1991

Type et numéro des brebis	Poids vif (kg)	Note d'état
Sous-alimentées		
2	41,0	1,25
4	37,4	1,25
5	39,8	1,25
Maigres:		
8	58,0	1,75
10	49,0	1,75
12	47,5	1,75
Grasses :		
13	67,0	3,0
17	75,5	3,0
18	51,0	2,5

après le sevrage. Les trois autres brebis amaigries en case de digestibilité sortiront progressivement à l'herbe à partir du 28 juin. Le 2 juillet l'ensemble des animaux (3 lots) est mis sur la parcelle d'essai numéro 1.

3.3. INTERVENTION SUR ANIMAUX

3.3.1. Estimation des quantités ingérées (méthode des alcanes)

3.3.1.1. Principe de la méthode

Le principe de la méthode des alcanes consiste à utiliser le n-tritriacontane (l'alcane $C_{33} H_{68}$) contenu dans l'herbe, comme marqueur interne et le n-dotriacontane (l'alcane $C_{32} H_{66}$) synthétique (n'existant pratiquement pas dans l'herbe) comme marqueur externe. On estime la digestibilité de l'herbe par la différence de concentration en C_{33} entre l'herbe et les fèces. Le C_{32} administré oralement à des brebis et dosé dans les fèces permet d'estimer les quantités de fèces émises.

En 1986, MAYES et al. ont montré que l'utilisation de la paire d'alcanes ($C_{32} H_{66}$: $C_{33} H_{68}$) comme marqueurs (externe et interne respectivement), est la plus précise pour l'estimation des quantités d'herbe ingérées quotidiennement en utilisant la formule :

$$IH = \frac{D_{32} \times \frac{F_{33}}{F_{32}}}{H_{33} - \frac{F_{33}}{F_{32}} \times H_{32}}$$

où :

- IH : matière sèche ingérée d'herbe (Kg / jour),
- D_{32} : dose d'alcane artificiel distribuée à l'animal (mg / jour),
- F_{32} : teneur des fèces en alcane C_{32} (mg / Kg M.S),
- F_{33} : teneur des fèces en alcane C_{33} (mg / Kg M.S),
- H_{33} : teneur de l'herbe en alcane C_{33} (mg / Kg M.S),
- H_{32} : teneur de l'herbe en alcane C_{32} (mg / Kg M.S).

3.3.1.2 Drogage des animaux au C_{32}

Au laboratoire des gélules de gélatine sont remplies de 0,3 g de cellulose en poudre et 225 mg de $C_{32} H_{66}$ dilués à chaud dans de l'heptane ($C_7 H_{16}$). Le passage des gélules à l'étuve à 103 °C pendant trois heures permet l'évaporation de l'heptane et de l'humidité résiduelle de la cellulose.

La cellulose joue le rôle de support de l'alcane et permet surtout une bonne répartition de ce dernier dans le tube digestif des animaux.

Ces gélules ainsi préparées seront administrées oralement aux brebis tous les matins à 9 heures du 4 au 17 juillet. Il est en effet nécessaire de prévoir un drogage de 4 jours avant le premier prélèvement de fèces, afin d'obtenir une bonne répartition du C32 dans le tube digestif. Un soin particulier doit être accordé à cette opération afin d'éviter la régurgitation de la gélule par l'animal, et pour cela on peut stimuler la déglutition en présentant à l'animal un peu d'herbe fraîchement coupée.

3.3.1.3 Récolte des fèces

A partir du 5^{ème} jour d'administration des gélules (8 juillet), on récoltera tous les matins les fèces de chaque brebis par fouille rectale avant la distribution des gélules, sur une période de 11 jours.

3.3.1.4 Prélèvement d'herbe pour le dosage de C33

Du 7 au 17 juillet des échantillons d'herbe seront prélevés au hasard à différents endroits de la parcelle pâturée en essayant d'imiter à la main le broutage des animaux. Il est nécessaire de commencer les prélèvements d'échantillons d'herbe 24 heures avant ceux des fèces, afin que les quantités ingérées estimées à partir des fèces correspondent à l'herbe offerte la veille.

Le planning de ces trois opérations (drogage, récolte des échantillons de fèces et d'herbe) effectuées sur le terrain est reporté sur la figure 4.

3.3.1.5 Analyses des échantillons

Les échantillons d'herbe prélevés et de fèces récoltés sont lyophilisés pendant 48 heures et broyés à la grille de 1mm. Ensuite, ils sont analysés suivant la méthode de MAYES et al., (1986a). L'appareil utilisé pour l'extraction des matières grasses est un Soxtec system 1040 (Tecator), et celui utilisé pour la chromatographie en phase gazeuse est un chromatographe (delsi instruments - série 30).

En outre, on effectuera sur chaque échantillon lyophilisé et broyé une matière sèche à l'étuve à 103 degrés Celsius pendant 48 heures.

3.3.2. Pesées et appréciation de l'état corporel des brebis

Les brebis sont pesées avant la mise à l'herbe et plusieurs fois durant leur séjour sur les parcelles d'essai. L'évolution du poids des brebis est également suivie après la période d'estimation des quantités ingérées.

La notation de l'état d'engraissement des brebis est définie sur la base de repères anatomiques précis et de caractéristiques bien identifiables par maniement de la région lombaire de l'animal (annexe 2). Cette appréciation de l'état corporel est réalisée au début du mois de juillet et d'août.

3.4. INTERVENTIONS SUR L'HERBE

La disponibilité de l'herbe représente un paramètre fondamental du bon déroulement de l'expérimentation. Les brebis doivent disposer d'une quantité d'herbe suffisante pendant leur séjour sur les parcelles afin d'éviter toute limitation de quantités ingérées pouvant introduire un biais dans les résultats de l'estimation des quantités ingérées. Pour cela, on a effectué des contrôles réguliers de la hauteur de l'herbe et des mesures d'estimation de la quantité disponible par fauche à différentes dates.

3.4.1. Mesure de la hauteur d'herbe à l'herbomètre (stick)

Des mesures de hauteur d'herbe sont effectuées au hasard à l'aide d'un herbomètre appelé *stick* (annexe 3) à raison de 80 mesures par parcelle. Elles sont effectuées le 8 juillet sur la parcelle 1 et le 13 et 21 du même mois sur la parcelle 2. Le *stick* est composé d'une règle métallique graduée sur laquelle coulisse une lucarne de 2 cm². Il est maintenu verticalement, puis on descend la lucarne jusqu'à ce qu'elle touche une partie de l'herbe, et on note alors la hauteur correspondante.

3.4.2. Mesure de la hauteur d'herbe à l'herbomètre à plateau

Le même nombre de mesures (n = 80) est effectué à l'aide d'un herbomètre à plateau, le 4 et 8 juillet sur la parcelle 1 et le 13 et 21 du même mois sur la parcelle 2.

L'herbomètre à plateau est un outil très simple (annexe 3) qui mesure la hauteur au dessus du sol d'une plaque posée délicatement sur le couvert végétal. Cette méthode a l'avantage de tenir compte en plus de la hauteur, de la densité de l'herbe et de sa compressibilité (BRANSBY et al., 1977 in MATHIEU et al., 1985).

3.4.3. : Méthode d'estimation de l'herbe disponible sur les parcelles pâturées

Des coupes d'herbe à 1,5 cm du sol et de 0,1 m² de surface sont effectuées au hasard à différents endroits de chaque parcelle à raison de 10 mesures par parcelle. Ces coupes d'herbe sont effectuées à l'aide d'une minitondeuse le 6 et 8 juillet sur la parcelle 1 et le 13 et 21 du même mois sur la parcelle 2.

Les échantillons d'herbe récoltés sont triés par famille d'espèces (graminées-légumineuses) pour déterminer la composition botanique des 2 parcelles, puis séchés à l'étuve pendant 24 h à 103° Celsius afin de déterminer la quantité de matière sèche.

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous présenterons d'abord les résultats d'estimation des quantités d'herbe ingérées par les brebis au pâturage au moyen de la méthode des alcanes. On exposera ensuite les résultats des mesures prises sur les animaux (pesées et appréciation de l'état corporel) et sur l'herbe ingérée (hauteur d'herbe et quantité de matière sèche disponible) afin de mieux cerner le problème d'ingestion d'herbe au pâturage.

4.1. ESTIMATION DES QUANTITES D'HERBE INGEREES PAR LES BREBIS AU PATURAGE AVEC LA METHODE DES ALCANES

4.1.1. Quantité d'herbe ingérée par brebis et par lot

Les résultats du tableau 9 sont calculés avec la formule de MAYES et al. (1986a) (annexe 4) à partir des concentrations en alcanes C32 et C33 dosés par chromatographie en phase gazeuse dans des échantillons de fèces et d'herbe.

Les quantités d'herbe ingérées par les brebis sont estimées chaque jour à partir du 8 juillet (numéro du jour 189) et sur une période de 11 jours. Les résultats sont exprimés en gramme de matière sèche par brebis et par jour.

Les brebis sous-alimentées ont ingéré en moyenne 2471 g MS/j/brebis soit : 2820, 1907 et 2687 g MS/j respectivement pour les brebis numéro 2, 4 et 5. La brebis numéro 4 a été atteinte d'une pneumonie au cours de l'essai, ce qui expliquerait son niveau d'ingestion, plus faible que celui des deux autres.

Les brebis maigres ont ingéré en moyenne 1966 g MS/j/brebis correspondant à 1935, 2033 et 1931 g MS/j respectivement pour les brebis numéro 8, 10 et 12. Les trois valeurs de quantités ingérées sont très voisines les unes des autres.

Quant au brebis grasses, leur ingestion est en moyenne de 1738 g MS/j/brebis soit 1286, 2345 et 1583 g MS/j respectivement pour les brebis numéro 13, 17 et 18. Les différences de quantités ingérées entre les brebis 13 et 18 d'un côté et la 17 de l'autre pourraient s'expliquer par le grand format et le poids élevé de cette dernière. Les quantités ingérées moyennes de ce lot de brebis alimentées normalement sont supérieures à celles indiquées par plusieurs auteurs : LANGLANDS (1968), observe une consommation de 1069 g MS/animal/jour chez des mérinos castrés pâturant une prairie de ray grass et de trèfle blanc. De leur côté, YOUNG et al. (1979) cités par THERIEZ (1983), l'estiment à 1500 g MS/brebis/jour. BECHET et al. (non publié) trouvent 1212 g MS en moyenne pour des brebis Limousines à l'entretien dans des conditions semblables aux nôtres.

Tableau 9 : Estimation des quantités d'herbe ingérées (g MS/jour) par les brebis au pâturage.

N° jour	Quantité ingérée (g MS)								
	Type et numéro de brebis								
	Sous-alimentées			Maigres			Grasses		
	2	4	5	8	10	12	13	17	18
189	1516	1331	3626	2512	1503	2401	1385	5293	984
190	-	3603	3867	2772	1382	2140	-	2392	428
191	4033	4157	3319	1000	902	1008	1354	1493	1086
192	2884	1435	3226	2617	1251	2754	2740	1818	3416
193	7189	1435	1993	2807	1523	2648	1954	2852	2168
194	2008	1034	2141	2257	2128	921	304	2203	985
195	1066	438	2220	3276	2771	1971	1449	1308	977
196	1900	1448	2435	487	1205	1832	2041	1282	1089
197	4629	3132	2542	1453	4185	548	586	3717	3346
198	1551	1409	409	1038	3077	1352	529	2227	1728
199	1421	1550	3782	1065	2435	3666	514	1208	1200
Moyenne	2820	1907	2687	1935	2033	1931	1286	2345	1583
ec.t.	1935	1171	1022	945	999	927	802	1240	994
QI moy/lot		2471			1966			1738	
ec.t.		1424			929			1093	

Cependant, il est important de noter que le niveau d'ingestion au pâturage dépend aussi de la race, du poids de l'animal, de son état corporel et de quelques caractéristiques de l'herbe (hauteur, nature et digestibilité de l'herbe, quantité de matière sèche disponible, etc.).

4.1.2. Variation des quantités ingérées par brebis et par jour

La variation des quantités ingérées par brebis et par jour (Tableau 9) a été parfois importante (coefficient de variation moyen de 54,4%).

On peut expliquer en partie la variation journalière de quantité ingérée par la disponibilité en herbe qui a changé au cours de l'expérience. Après les 3 premiers jours de l'essai on a dû changer de parcelle et on voit augmenter la quantité ingérée (jour 192) essentiellement pour les lots des maigres et des grasses, tandis que les sous-alimentées semblent avoir été moins affectées du fait de leurs besoins plus importants. On sait d'autre part, que les quantités ingérées par jour peuvent varier avec le climat et l'environnement en général.

Cependant, dans le lot des sous-alimentées les valeurs de quantités ingérées estimées semblent excessives et pourraient être dues soit, à un comportement alimentaire anormal soit, plus sûrement à des perturbations du tube digestif à la suite de leur forte sous-alimentation (figure 5). Cette dernière ayant pu entraîner des erreurs dans la récupération de l'alcaïne dosé (C 32) et ainsi des surestimations de quantités de fèces excrétées et par conséquent des quantités ingérées excessives.

Un échantillonnage peu représentatif de l'herbe récoltée pour le dosage des alcanes (C 32 et C 33 en particulier) peut être aussi source d'erreur pour l'estimation des quantités ingérées par les brebis.

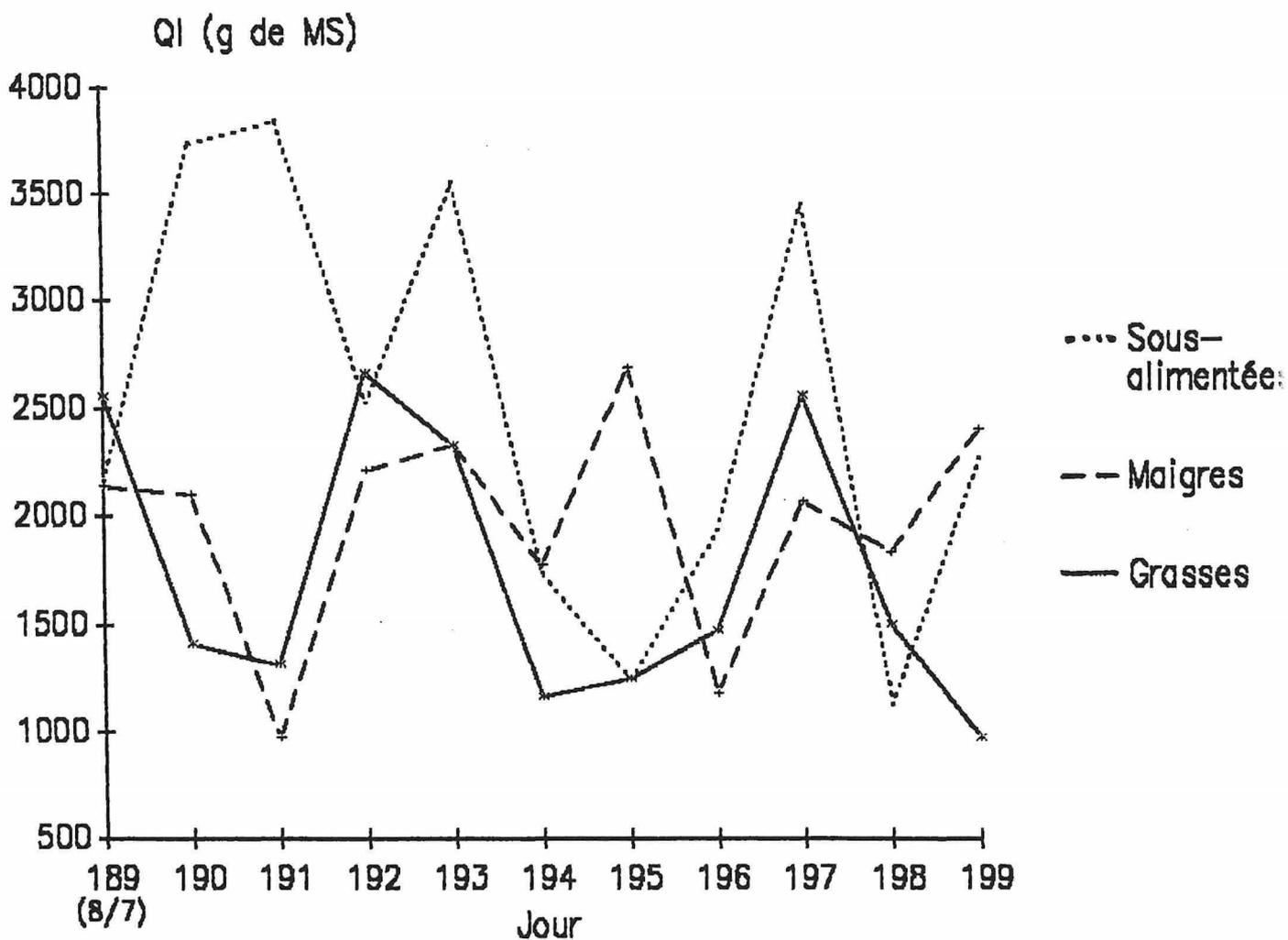
4.1.3. Variations des quantités ingérées par lot de brebis

En général, les brebis de chacun des lots ont ingéré des quantités d'herbe moyennes voisines ; par contre, entre lots, les sous-alimentées ont ingéré 500 et 700 g MS/j de plus que les maigres et les grasses respectivement (tableau 9).

En comparant les moyennes des QI/brebis/j des différents lots on trouve une différence significative entre le lot des brebis sous-alimentées et maigres ($P < 0,10$), et une différence très significative ($P < 0,02$) entre le lot des brebis sous-alimentées et celui des grasses. Par contre, entre le lot des brebis maigres et celui des grasses la différence des quantités ingérées moyennes est non significative.

Ces résultats confirment les travaux de nombreux auteurs qui considèrent que les ovins ayant été soumis à des restrictions alimentaires et qui disposent donc de faibles réserves corporelles ont un niveau d'ingestion plus élevé que les animaux gras (HUTCHINSON et al., 1969 ; DONNELLY et al., 1974 ; ARNOLD et al., 1977 ; THERIEZ, 1983 ; BOCQUIER et al., 1988 ; JARRIGE, 1988).

Fig 5 : Quantités ingérées moyennes par lot de brebis et par jour



La différence du niveau d'ingestion au pâturage entre les brebis sous-alimentées et les grasses est en moyenne égale à 30 %. Ce pourcentage est comparable à celui indiqué par ARNOLD et al. (1977) qui note, quel que soit l'état de végétation, une augmentation de l'ingestion journalière de 31 % pour des ovins à faible niveau de réserves corporelles par rapport à des ovins en état corporel élevé.

Récemment, GUNN et al. (1991) ont mis en évidence des différences significatives de quantités ingérées au pâturage entre des brebis à note d'état corporel supérieure ou égale à 3 et des brebis ayant une note de 2, 75 ou 2, 5. Ainsi, ils ont observé des consommations moyennes de 894 g MS/brebis/j pour les premières contre 1139 et 1118 pour les autres respectivement.

4.1.4. Quantité de matière sèche ingérée par kg de poids vif

Les quantités ingérées moyennes (en g MS/kg PV) par lot et par jour sont portées sur la figure 6.

Les résultats par kg de poids vif renforcent encore les différences observées par animal. En effet, les brebis sous-alimentées ont ingéré en moyenne 50, 3 g MS/kg PV/j, contre 37, 1 pour les maigres et seulement 27, 3 pour les grasses (Tableau 10).

Un certain nombre d'auteurs ont trouvé des résultats de quantités ingérées par kg poids vif chez des brebis alimentées normalement (correspondant aux brebis grasses de notre essai) proches des nôtres. On peut citer DONNELLY et al., 1974 qui rapportent une valeur moyenne de 24, 7 g MS/kg PV/j chez des mérinos castrés sur pâturage abondant. THERIEZ (1983), note 21, 3 g MS/kg PV/j chez des brebis vides Limousines et Romanov, et 22 chez des brebis mérinos sur prairie naturelle.

La comparaison des quantités ingérées moyenne par kg de poids vif entre lots (tableau 10) a donné des différences très significatives entre brebis sous-alimentées et maigres ($P < 0, 02$) et des différences hautement significatives entre les sous-alimentées et les grasses ($P < 0, 0005$). De plus, entre les maigres et les grasses les quantités ingérées sont significativement différentes ($P < 0, 04$).

Ainsi, en exprimant les quantités ingérées par kg de poids vif, on met en évidence des différences d'ingestion significatives entre les trois lots.

Fig 6 : Quantité ingérée moyenne par kg de poids vif et par jour

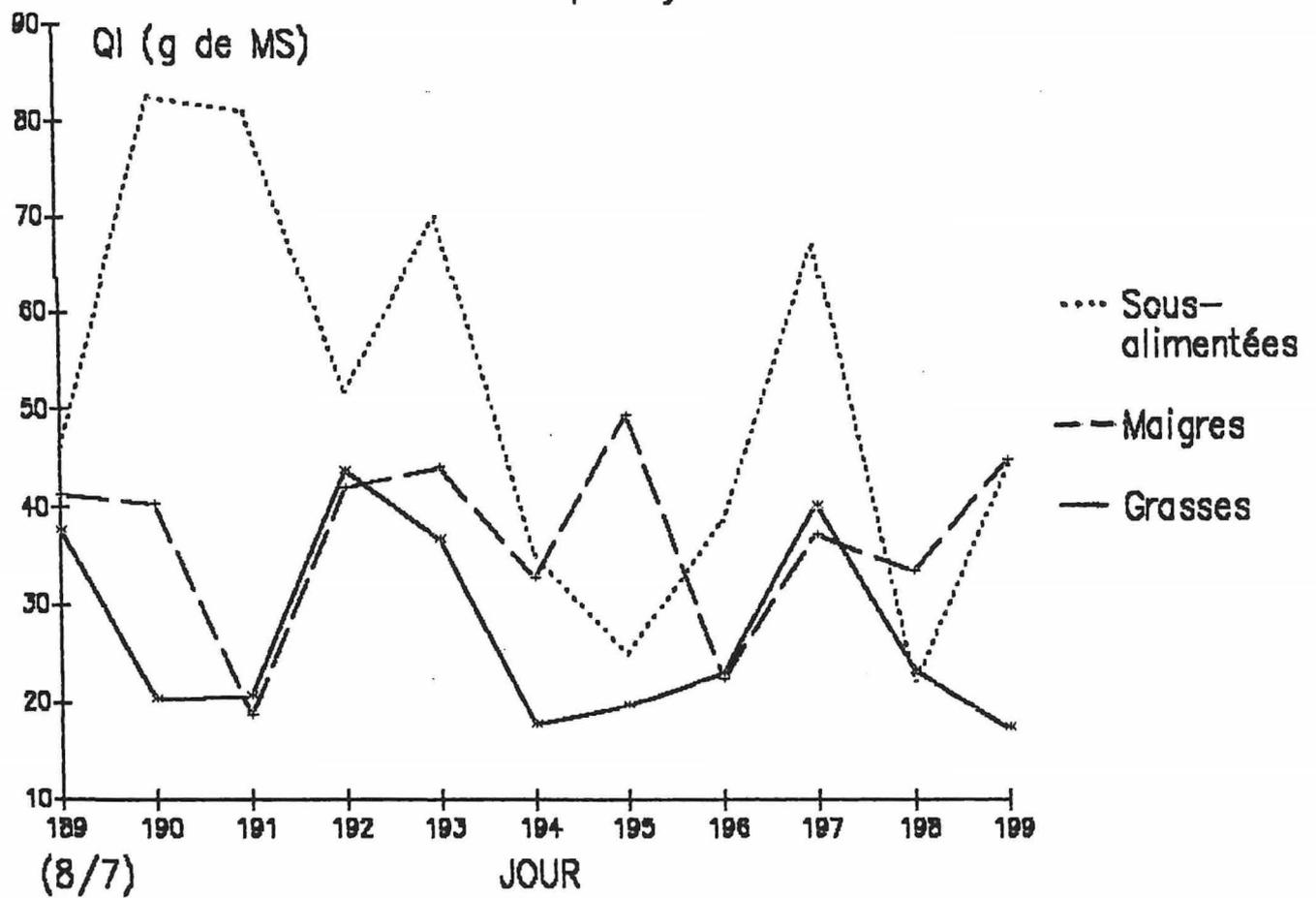


Tableau 10 : Quantité de matière sèche ingérée (en g) par Kg de poids vif et par jour.

N° jour	Quantité ingérée (g MS) par Kg de pods vif								
	Type et numéro de brebis								
	Sous-alimentées			Maigres			Grasses		
	2	4	5	8	10	12	13	17	18
189	30	31	77	44	29	51	22	73	18
190	-	83	82	49	27	45	-	33	8
191	79	94	70	18	17	21	21	21	20
192	56	32	67	45	24	57	43	25	63
193	137	32	41	48	29	55	31	39	40
194	38	23	44	39	40	19	5	30	18
195	20	10	45	56	52	40	23	18	18
196	35	31	49	8	22	37	32	17	20
197	83	67	51	24	76	11	9	50	61
198	28	30	8	17	56	27	8	30	32
199	25	33	74	18	44	72	8	16	28
Moyenne	53,1	42,4	55,3	33,3	38,0	40,0	20,2	32,0	29,6
ec.t.	36,8	26,5	21,5	16,5	17,8	18,7	12,7	17,0	18,1
QI moy/lot		50,3			37,1			27,3	
ec.t.		28,3			17,3			16,0	

4.2. EVOLUTION DU POIDS VIF ET DE L'ETAT CORPOREL DES BREBIS AU PATURAGE

4.2.1. Poids vif

Les résultats des pesées effectuées sur une période de 2 mois montrent un accroissement plus rapide de gain de poids des brebis, préalablement sous-alimentées par rapport aux autres, exception faite pour la brebis numéro 4 de ce lot (atteinte d'une pneumonie) dont le poids n'a guère varié au cours de cette période (tableau 11).

Ces résultats sont à rapprocher de ceux de quantités ingérées par kg de PV ; où l'on a vu que les brebis sous-alimentées ont une consommation deux fois plus élevées que les grasses (50, 7 contre 27, 3 gMS/kg PV) et permettent de considérer que dans notre cas des gains de poids élevés correspondent à des niveaux d'ingestion élevés.

En moyenne, les sous-alimentées ont repris deux fois plus de poids que les grasses (respectivement 8, 8 et 4, 8 kg). Les maigres ayant gagné durant la même période (2 mois) 1 kg de plus que les grasses soit 5, 8 kg en moyenne (figure 7).

4.2.2. Etat corporel

Les notations d'état corporel des brebis effectuées le premier de chaque mois (juillet et août) ont donné les résultats portés sur le tableau 11.

L'intervalle de mesures (un mois) de la note d'état est court pour pouvoir les comparer à ceux du gain de poids, car, on considère dans la bibliographie qu'il faut 12 semaines à une brebis adulte de note d'état 2, 0 en majorant ces besoins d'entretien de 40 % pour gagner 0, 5 point (BOCQUIER et al., 1988). Cependant, on note une amélioration de l'état corporel des brebis sous-alimentées de 0, 25 point en moyenne et des grasses de 0, 33 point en moyenne toujours (une seule brebis concernée sur les 3 du lot). Par contre, l'état corporel moyen des maigres est resté stable (figure 8).

4.2.3. Evolution du poids vif des brebis pendant la période d'estimation des quantités ingérées (du 8 au 18 juillet)

Durant cette période la variation de poids moyen a été plus importante pour les lots (sous-alimentées et maigres que pour celui des grasses (figure 9). En 10 jours les brebis des 2 premiers lots ont gagné en moyenne 3. 16 et 2. 66 kg contre seulement 0. 16 kg pour le lot des grasses (tableau 12).

L'expression de ces variations de poids en gain moyen quotidien donne respectivement pour les 3 lots (sous-alimentées, maigres et grasses) : 317, 267 et 17 g (figure 10).

Les gains moyens quotidiens élevés des brebis des deux premiers lots confirment le haut niveau d'ingestion réalisé par ces mêmes brebis au pâturage.

Tableau 11 : Evolution du poids vif et de l'état corporel des brebis au pâturage.

Type et numéro de brebis	Poids vif (Kg)							Variations du P.Vif /brebis/lot du 1/7 au 27/8	Note d'état	
	Dates des pesées :								Dates :	
	1/7	8/7	10/7	17/7	23/7	29/7	27/8		1/7	1/8
Sous-alimentées										
2	47.2	50	51	54	55.9	55.5	62.5	15.3	1.5	1.75
4	45.3	43.2	41	46	49.5	50	46	0.7	1	1.5
5	45.2	46.8	46.8	49.5	49.8	49	55.5	10.3	1.5	1.5
								Moy: 8.8		
Maigres:										
8	54.2	56.5	56.5	58.5	58.8	< 56.5	60	5.8	2.5	2
10	48.8	51	50.2	54	54	< 51.5	55	6.2	2.5	2.25
12	48	47	46.8	50	52	> 50.5	53.5	5.5	2	2.25
								Moy: 5.8		
Grasses:										
13	63	64	61.8	64	63	= 63.5	67	4.0	3	3
17	71.4	72.3	70.2	72.5	73.5	> 75.5	76.5	5.1	2.5	3.5
18	52.5	53.2	53	53.5	54.5	= 53	58	5.5	3	3
								Moy: 4.9		

Fig. 7 : Variation du poids vif moyen des brebis des trois lots sur 2 mois

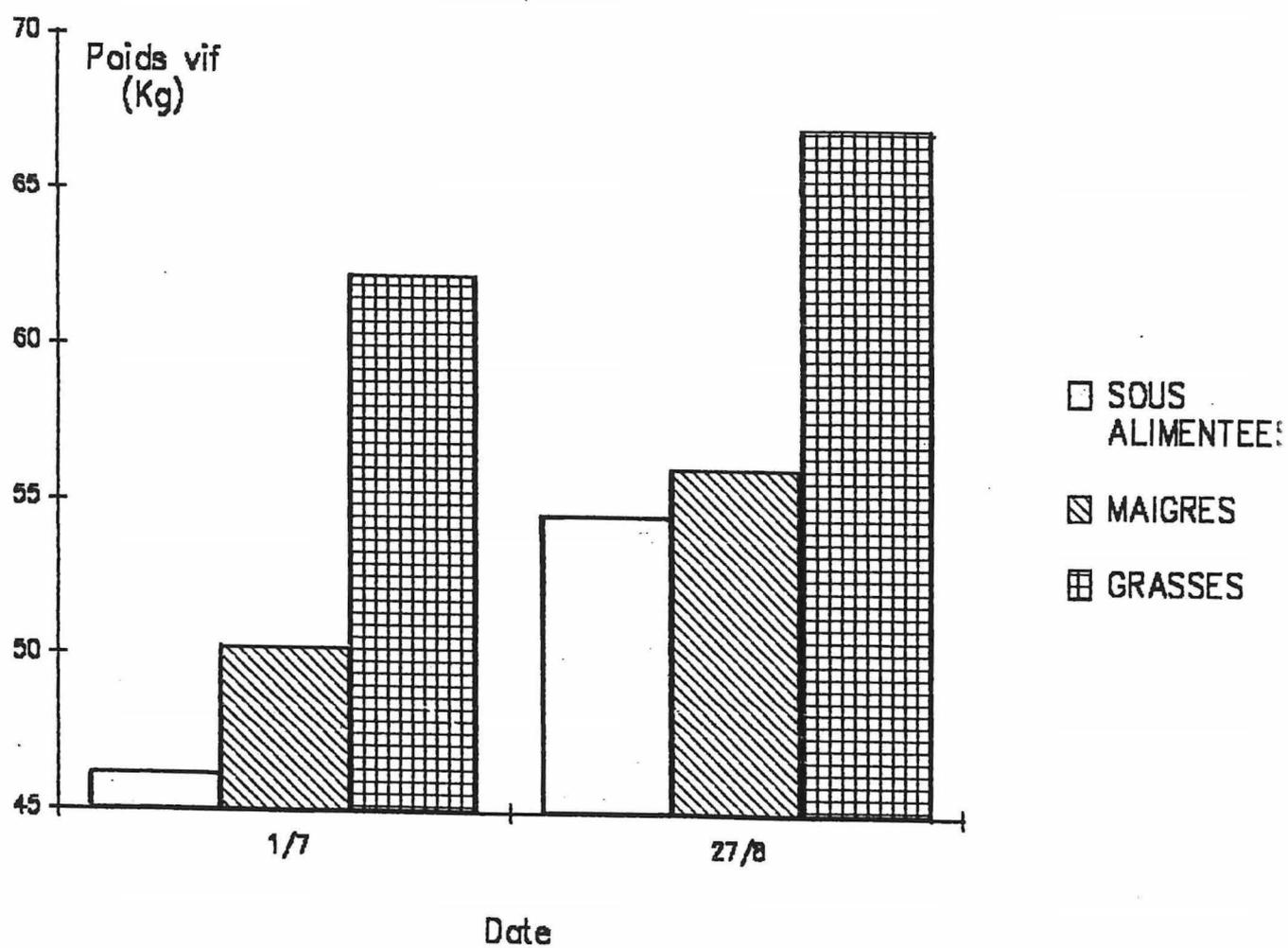


Fig. 8 : Evolution de l'état corporel moyen des brebis au pâturage

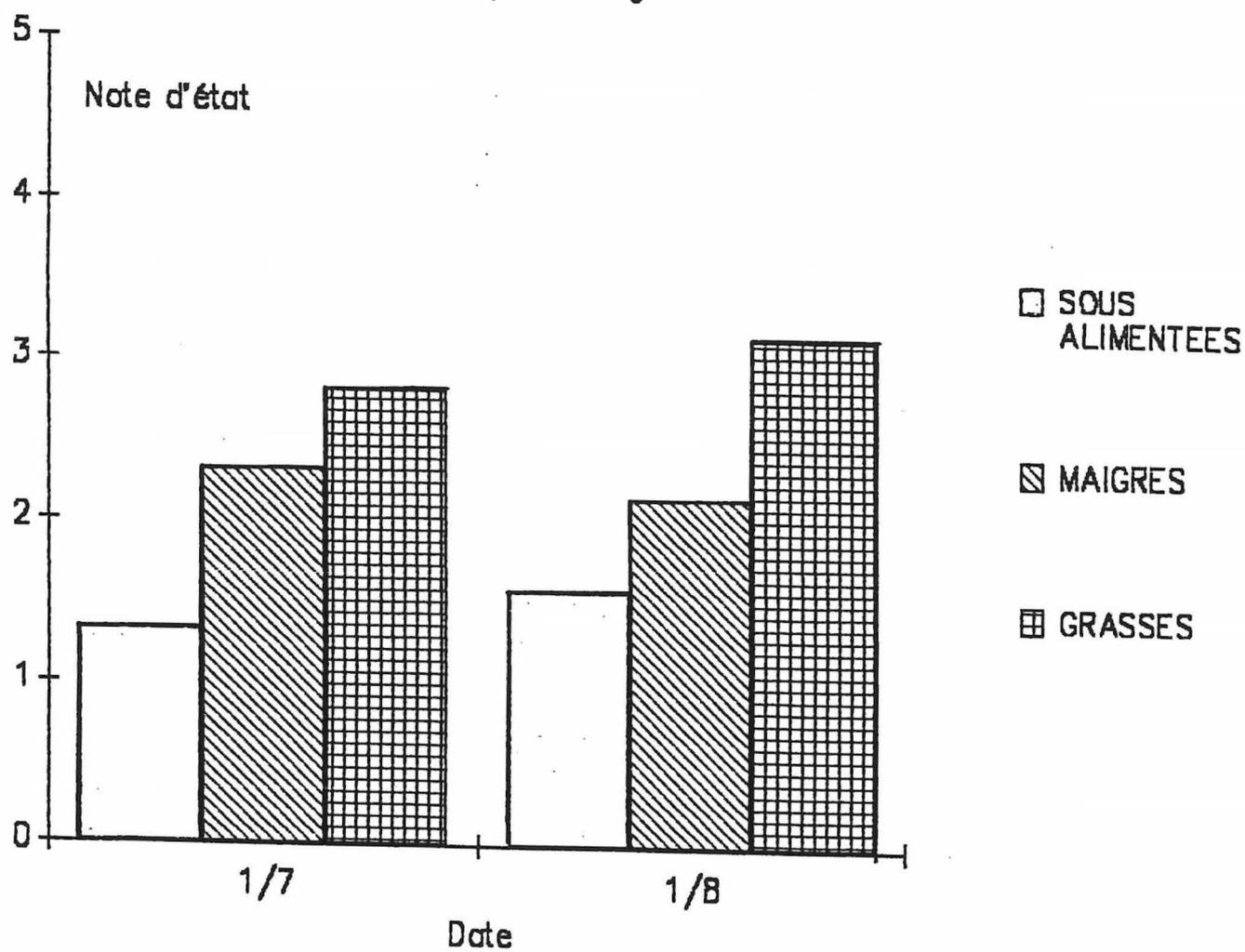


Fig. 9 : Evolution du poids vif moyen des brebis pendant la période d'estimation des quantités ingérées

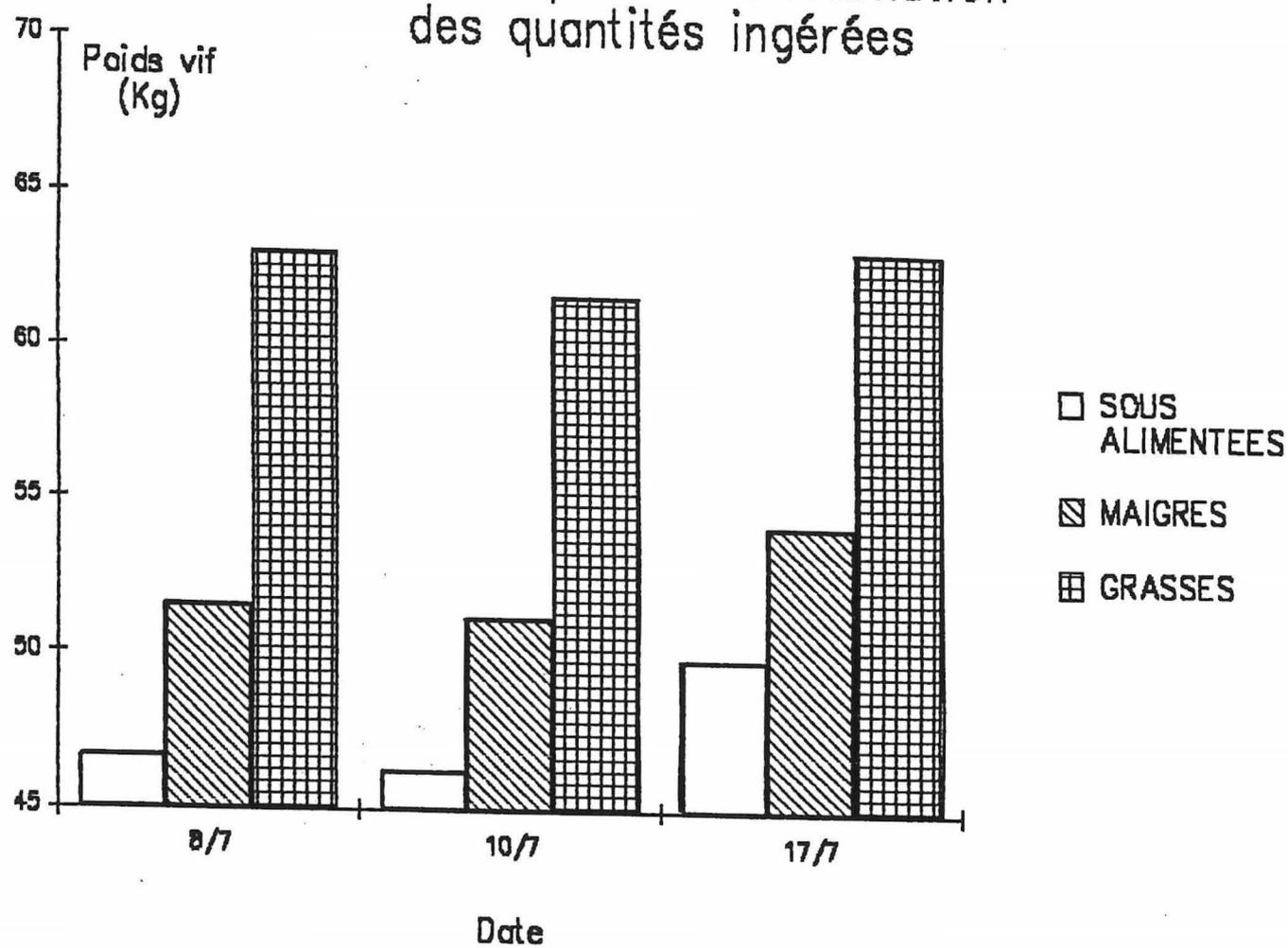
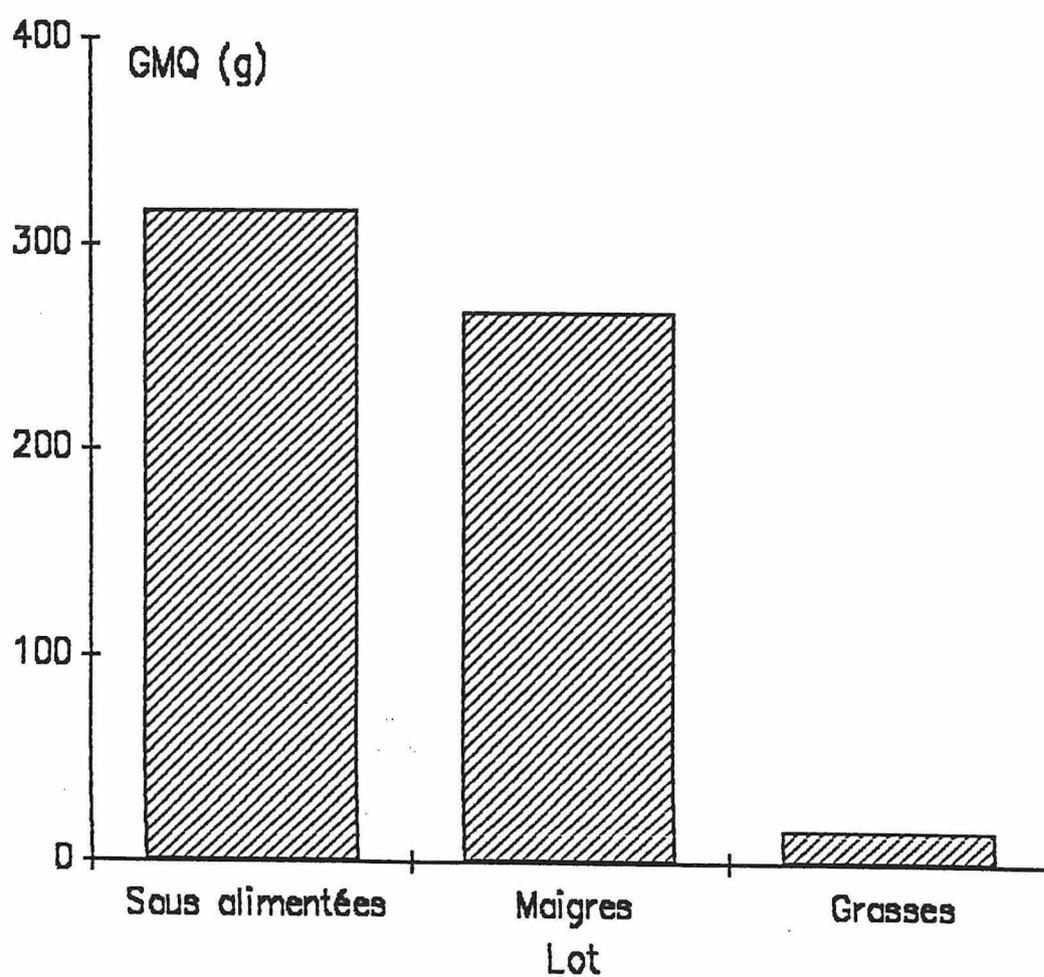


Tableau 12 : Variation de poids vif des brebis et gain moyen quotidien pendant la période d'estimation des quantités ingérées (du 8 au 18 juillet).

Type et numéro de brebis	Variation de poids (Kg)	Variation de de poids par lot (Kg)	G.M.Q. (g)	G.M.Q. par lot (g)
Sous-alimentées :				
2	4		400	
4	2,8	3,16	280	317
5	2,7		270	
Maigres				
8	2		200	
10	3	2,66	300	266
12	3		300	
Grasses:				
13	0,0		0	
17	0,2	0,16	20	16,7
18	0,3		30	

Fig 10 : Gain moyen quotidien par lot de brebis
(période du 8 au 18 Juillet)



Ces résultats de variations de poids vif et du gain moyen quotidien des brebis serviront à calculer les besoins d'entretien et de reconstitution des réserves corporelles des brebis.

4.3. HAUTEUR D'HERBE

Les résultats de hauteur d'herbe moyenne obtenus en utilisant le *stick* et l'herbomètre à plateau figurent sur le tableau 13. La différence des valeurs de hauteur d'herbe selon l'outil utilisé s'explique par le poids du plateau de l'herbomètre exercé sur l'herbe, mais, cette méthode de mesure tient compte à la fois de la hauteur et de la densité de l'herbe.

L'évolution de la hauteur d'herbe (mesurée à l'herbomètre à plateau) sur les deux parcelles d'essai est illustrée sur la figure 11. La hauteur moyenne de l'herbe a diminué de 2 cm en 4 jours sur la parcelle 1, ce qui nous a obligé de changer de parcelle 3 jours après c'est-à-dire le 11 juillet, afin de maintenir une hauteur d'herbe moyenne supérieure à 7 cm à la fin de l'expérience.

4.4. QUANTITE D'HERBE DISPONIBLE ET COMPOSITION BOTANIQUE

La quantité de matière sèche disponible par parcelle et par période de mesure estimée par la méthode de coupe directe figure sur le tableau 14.

Le changement de parcelle a permis de passer de 1247 kg MS/ha (soit 312 kg MS/parcelle) à 1836 kg MS/ha (soit 477 kg MS/parcelle). Ainsi, on peut considérer que les brebis ont disposé d'une quantité d'herbe suffisante sur les deux parcelles pâturées et durant toute la période d'essai.

Les deux parcelles exploitées sont caractérisées par une forte dominance du dactyle (*Dactylis glomerata*) au stade feuillu. La composition botanique calculée par famille d'espèces est en moyenne de 96,5% pour les graminées (dactyle) et 3,5% pour les légumineuses sur les deux parcelles.

4.5. QUANTITE INGÉREE EN UFL ET BESOINS DES ANIMAUX

A partir de la quantité ingérée (en g MS/PV) et de la valeur énergétique du dactyle (0,83 UFL/Kg MS), on peut calculer l'énergie ingérée par chaque brebis.

Les besoins d'entretien et de reconstitution des réserves corporelles sont calculés à partir des poids moyens des brebis et de la variation de poids pendant la période d'estimation des quantités ingérées (tableau 15).

Tableau 13 : Hauteurs moyennes de l'herbe mesurées au stick et à l'herbomètre à plateau.

Numéro de Parcelle	Dates de mesures	Hauteur moyenne (cm)	
		Stick	Herbomètre à plateau
1	04/07/91	—	11.74 (2.60)
	08/07/91	12.75 (3.05)	9.83 (2.13)
2	13/07/91	15.26 (4.65)	10.28 (2.94)
	21/07/91	9.77 (2.85)	7.11 (1.84)

() : écart-type.

Tableau 14 : Quantité de matière sèche disponible disponible par parcelle.

N° de Parcelle	Dates de mesure	Kg de M S par parcelle	Kg de M S par hectare (e.t.)
1	06/07/91	276	1104 (318)
	08/07/91	312	1247 (153)
2	13/07/91	477	1836 (217)
	21/07/91	383	1472 (256)

Fig. 11 : Evolution de la hauteur d'herbe sur les parcelles pâturées (mesurée à l'herbomètre à plateau)

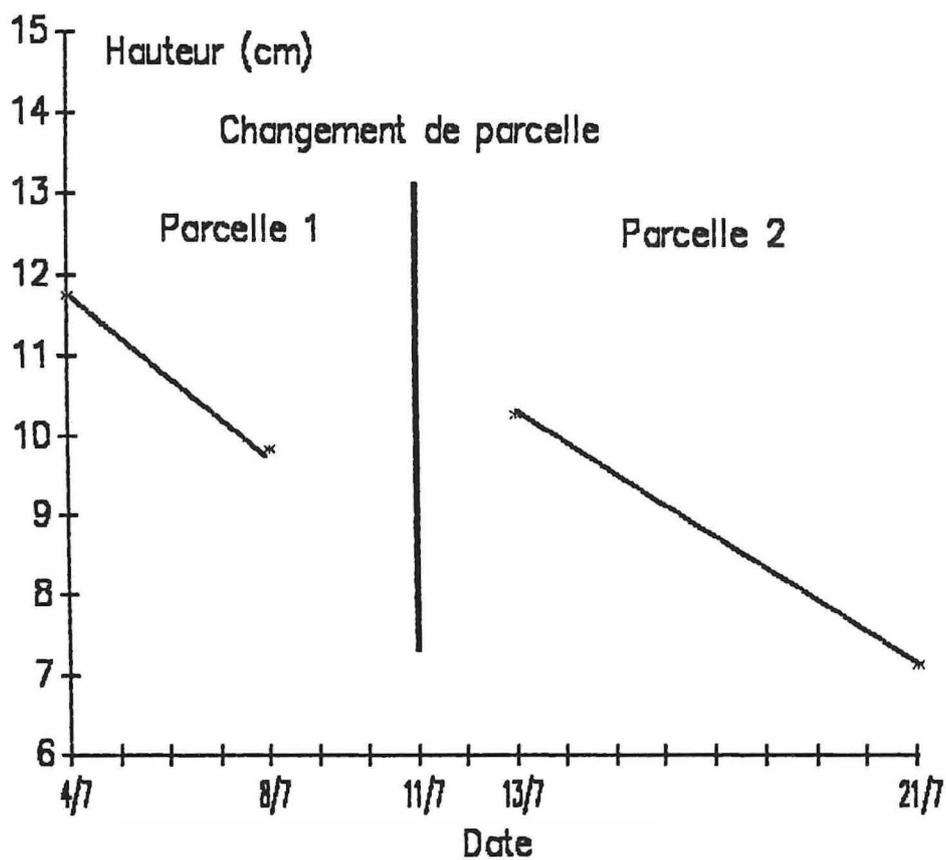


Tableau 15 : Expression des besoins d'entretien et de reconstitution des réserves corporelles des brebis.

Type et numéro de brebis	Poids moyen des brebis (Kg)	G.M.Q. (g)	Variation de poids (Kg)	Quantité ingérée en UFL/j (A)	Besoins d'entretien en UFL/j (B)	Excédent d'énergie ingérée (UFL/j) (A-B)	Besoins de reconstitution (UFL/j)
Sous-alimentées:							
2	51.7	400	4.0	2.34	0.64	1.70	2.24
4	43.4	280	2.8	1.58	0.56	1.02	1.57
5	47.7	270	2.7	2.23	0.59	1.64	1.51
Maigres:							
8	57.2	200	2.0	1.61	0.68	0.93	1.12
10	51.7	300	3.0	1.69	0.64	1.05	1.68
12	48.0	300	3.0	1.60	0.60	1.00	1.68
Grasses:							
13	63.2	0	0.0	1.07	0.75	0.32	0
17	71.6	20	0.2	1.95	0.81	1.14	0.11
18	53.2	30	0.3	1.31	0.66	0.65	0.17

Dans ce tableau, on note que les brebis sous-alimentées et les brebis maigres ont des besoins d'entretien inférieurs à ceux des grasses du fait de leur poids plus faible. Par contre, ces mêmes brebis (sous-alimentées et maigres) ont des besoins de reconstitution des réserves corporelles beaucoup plus élevés que ceux des grasses.

Ainsi, les brebis sous-alimentées et les brebis maigres (à faible niveau de réserves corporelles) ont ingéré plus d'énergie par jour au pâturage que les grasses (respectivement 2,05 et 1,63 UFL contre 1,44 UFL en moyenne) ceci s'est traduit pour les deux premiers lots par un des gains moyens quotidiens élevés (entre 200 et 400 g) contre des G.M.Q. beaucoup plus faibles pour les grasses (entre 0 et 30 g).

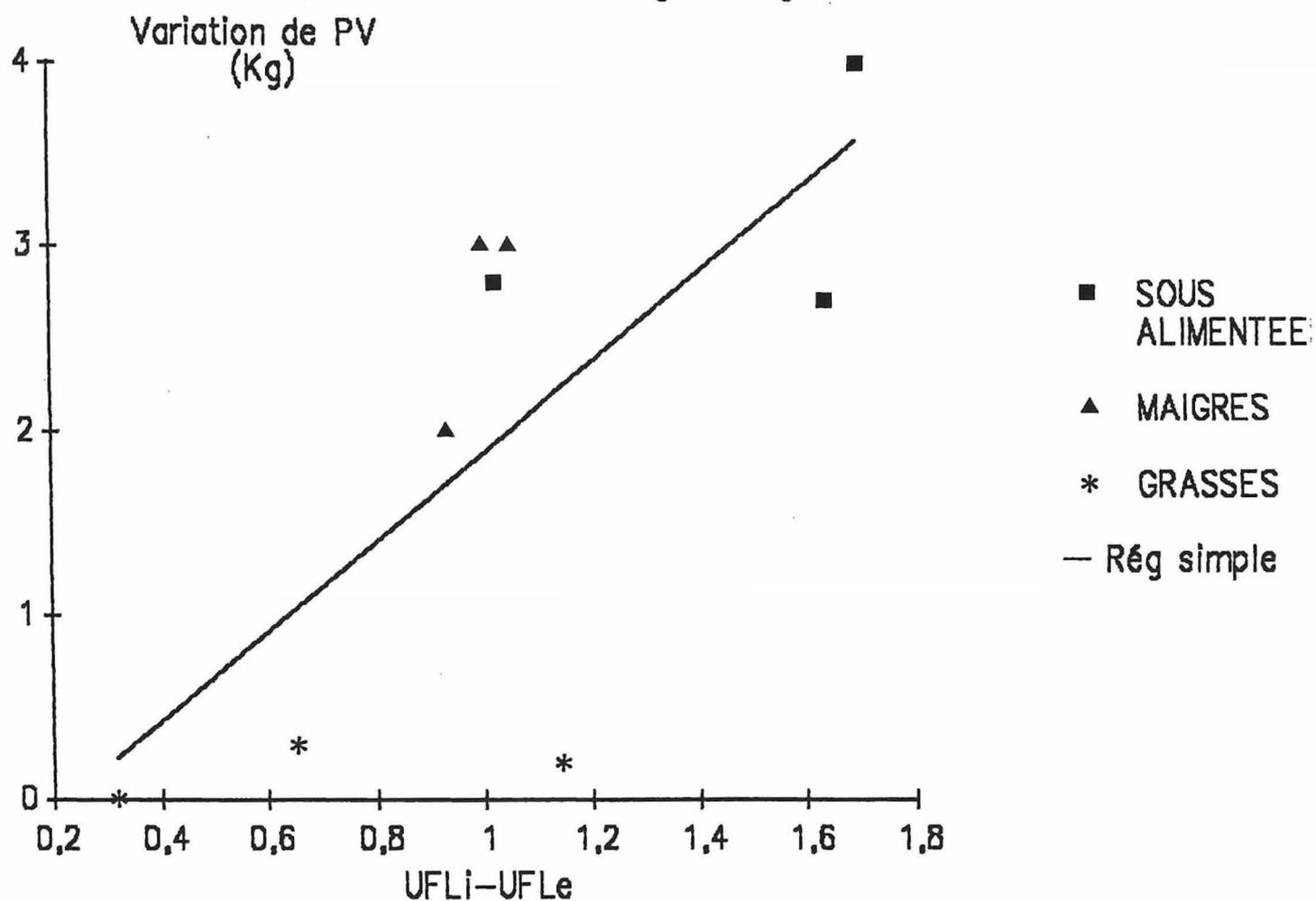
4.6. VARIATION DU POIDS DES BREBIS EN FONCTION DE L'EXCEDENT D'ENERGIE INGEREE

Au cours de la période d'estimation des quantités ingérées (8 au 18 juillet), les brebis ont ingéré en moyenne des quantités d'énergie supplémentaires, calculées par différence entre UFLi (ou QI en UFL) et UFLe (ou besoins d'entretien en UFL) qui sont de l'ordre de 1,45, 0,99 et 0,7 UFL/brebis/j respectivement pour les sous-alimentées, les maigres et les grasses (tableau 15).

La relation entre l'énergie supplémentaire ingérée et la variation de poids vif des brebis est illustrée sur la Figure 12. On constate que ces deux paramètres sont liés positivement ($r = 0,71$) et on peut obtenir une corrélation plus forte ($r = 0,85$) en éliminant la brebis numéro 17 du lot des grasses, qui en consommant une énergie supplémentaire de 1,14 UFL/j en moyenne, ne réalise qu'un faible gain de poids.

On montre ici, la différence de fixation de l'énergie excédentaire ingérée entre les brebis des 2 premiers lots et les grasses. En effet, les premières (sous-alimentées et maigres) fixent la majorité de cette énergie sous forme de protéines, ce qui se traduit par un gain de poids élevé, tandis que les grasses et en particulier la numéro 17 fixent l'excédent d'énergie ingérée sous forme de lipides traduisant un gain de poids plus faible et une amélioration de la note d'état corporel.

Fig 12 : Variation de poids en fonction des besoins de reconstitution de l'état corporel (excédent d'énergie ingérée)



DISCUSSION GENERALE ET CONCLUSION

Avant de discuter les résultats que nous avons obtenus, il est utile de rappeler les difficultés liées aux méthodes d'estimation des quantités d'herbe ingérées par les animaux au pâturage. En effet, l'ingestion au pâturage apparaît comme un phénomène complexe qui, malgré de nombreux travaux reste relativement mal connu.

Ainsi, toute méthode d'estimation des quantités ingérées au pâturage doit tenir compte des facteurs qui peuvent modifier le comportement et le niveau d'ingestion de la brebis dont les plus importants sont : la disponibilité en herbe, l'état de l'animal et l'environnement.

Nous avons choisi une méthode récente qui paraît actuellement la plus employée dans notre cas pour l'estimation des quantités ingérées. Elle permet d'obtenir directement par une même analyse, les quantités ingérées individuelles. De plus, cette méthode des alcanes reste expérimentalement facile et peut être appliquée en des conditions d'élevage et lieux géographiques différents si toutefois, il est possible d'obtenir correctement des échantillons du régime ingéré.

En employant la paire d'alcanes la plus utilisée (C32 : C33) comme marqueurs externe et interne respectivement, on a pu estimer de façon satisfaisante les quantités d'herbe ingérées par nos brebis au pâturage

De plus, cette méthode nous a permis de mettre en évidence des différences significatives de niveaux d'ingestion exprimés par Kg de poids vif entre les trois lots de brebis.

En ce qui concerne la reprise de poids des brebis au pâturage, on note un regain de poids assez élevé et plus rapide chez les brebis sous-alimentées (qui ont perdu en moyenne 30% de leur poids initial au cours de la période d'amaigrissement) par rapport aux maigres et grasses. Cependant, cette croissance compensatrice réalisée par les brebis sous-alimentées et à moindre degré par les maigres par rapport aux grasses pourrait être en partie biaisée par une variation de poids du contenu digestif liée à l'augmentation de la capacité d'ingestion des brebis des deux premiers lots.

Dans l'ensemble, les résultats de variations de poids liées positivement à la consommation d'herbe des brebis (en Kg de poids vif) renforcent la validité des résultats de quantités ingérées obtenus. Ces derniers confirment la précision de l'estimation des quantités ingérées trouvée par les auteurs : 95%, BECHET (1990) ; 98, 3%, MAYES et al. (1986).

L'utilisation d'animaux porteurs de fistules à l'oesophage pour l'obtention d'échantillons d'herbe plus représentatifs, améliorerait encore la validité de nos résultats.

Sur le plan zootechnique, nous avons montré que des brebis fortement sous-alimentées étant ^{les} capables de réaliser au pâturage une reprise de poids importante avec des quantités ingérées élevées. Cependant, notre travail aurait été plus complet si l'on avait étudié le comportement alimentaire (activités alimentaires, observations visuelles, etc.) qui aurait permis de mieux comprendre les forts niveaux d'ingestion observés chez les brebis sous-alimentées. Il sera donc nécessaire à l'avenir de tenir compte de ce dernier point, pour mieux expliquer le phénomène de croissance compensatrice réalisée au pâturage par des brebis sous-alimentées et maigres.

RESUME

L'objet de cette étude a été d'estimer les quantités d'herbe ingérées par des brebis au pâturage préalablement amaigries en utilisant la méthode des alcanes proposée récemment par MAYES et al. (1986). Elle est actuellement la plus employée et donne des résultats d'estimation des quantités ingérées au pâturage satisfaisants.

Cette méthode consiste à utiliser un alcane à chaîne impaire de carbones contenu dans les cires des cuticules des plantes ($C_{33} H_{68}$) comme marqueur interne et un autre synthétique à chaîne paire adjacente ($C_{32} H_{66}$), n'existant pratiquement pas dans l'herbe, comme marqueur externe. On estime la digestibilité de l'herbe ingérée par la différence de concentration en C_{33} entre l'herbe et les fèces. Le C_{32} administré oralement à des brebis et dosé dans les fèces, permet d'estimer les quantités de fèces émises.

On a utilisé pour cela 9 brebis vides de race L.R. (Limousin x Romanov) formant 3 lots distincts par l'état corporel des animaux : 3 brebis fortement sous-alimentées (au cours des 3 mois précédents l'expérience), 3 maigres et 3 grasses. Elles ont pâture en commun deux parcelles de dactyle (du 1er au 11 juillet sur la première et du 11 au 18 du même mois sur la seconde).

Les animaux ont été drogués avec des gélules de gélatine contenant 225 mg de C_{32} , tous les matins à 9 heures du 4 au 17 juillet. A partir du 5ème jour d'administration des gélules (8 juillet), on a récolté les fèces, de chaque brebis par fouille rectale avant la distribution des gélules et sur une période de 11 jours. Il est en effet nécessaire de prévoir un drogage de 4 jours avant le premier prélèvement de fèces afin d'obtenir une bonne répartition du C_{32} dans le tube digestif. Du 7 au 17 juillet on a prélevé au hasard des échantillons d'herbe à différents endroits de la parcelle pâturée.

On a observé des différences de quantités ingérées moyennes par brebis et par jour significatives entre les sous-alimentées et les maigres (2471 g MS contre 1966 respectivement : $P < 0,10$) et encore plus significatives entre les sous-alimentées et les grasses (2471 g MS contre 1738 respectivement : $P < 0,02$). L'expression de ces résultats par Kg de poids vif ont renforcé ces différences en montrant des différences significatives entre les 3 lots. Les brebis sous-alimentées ont ingéré 1,5 fois plus que les maigres (50,3 contre 37,1 g MS/Kg PV : $P < 0,02$) et 2 fois plus que les grasses (50,3 contre 27,3 g MS/Kg PV : $P < 0,0005$).

Parallèlement, le gain de poids a été deux fois plus élevé chez les sous-alimentées que chez les grasses sur une période de 2 mois (8,8 et 4,8 kg respectivement). Les maigres ayant gagné durant la même période 1 kg de plus que les grasses soit 5,8 kg en moyenne. Ainsi, les brebis qui ont repris plus de poids soit, durant la période d'estimation des quantités ingérées (8 au 18 juillet), soit, sur deux mois sont celles qui ont ingéré plus de matière sèche au pâturage.

En utilisant la méthode des alcanes, on a pu montrer que les brebis ayant été soumises à des restrictions alimentaires ingèrent plus de matière sèche au pâturage que celles qui ont été alimentées normalement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALLDEN (W.G.). Rate of herbage intake and grazing time in relation to herbage availability. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 1962, 4 : 163-166.
2. ARNOLD (G.W.), BIRRELL (H.A.). Food intake and grazing behaviour of sheep varying in body condition. Anim. Prod., 1977, 24 : 343-353.
3. AUFRERE (J.). Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. Annls. Zootech., 1982, 2 : 111-130.
4. BARTIAUX-THILL (N.). Evaluation de l'ingestion d'herbe par les animaux au pâturage, revue et appréciation des techniques de mesure. Bull. Rech. Agron., Gembloux, 1985, 20 (1/2) : 9-22.
5. BARTIAUX-THILL (N.), FABRY (J.), BISTON (R.), BOUCKHARTA (M.). Estimation *in vitro* de la digestibilité de l'herbe de prairie permanente par la cellulase. Bull. Rech. Agron., Gembloux, 1980, 15 : 297-308.
6. BECHET (G.). Enregistrement des activités alimentaires et méryciques des ovins au pâturage. Annls. Zootech., 1978, 27 (1) : 107-113.
7. BECHET (G.). Estimation of grass intake by lambs, with alkanes as markers. In : VI^e Journées Rech. Alim. Nutr. Herbiv., Paris, I.N.A., 1990. 1 p.
8. BECHET (G.), THERIEZ (M.), PRACHE (S.). Feeding behaviour of milk-fed lambs at pasture. Small Ruminant Research, 1989, 2 : 119-132.
9. BOCQUIER (F.), THERIEZ (M.), PRACHE (S.), BRELURUT (A.). Alimentation des ovins. In : Alimentation des bovins, ovins et caprins. I.N.R.A., 1988, p. 249-280.
10. CHAMBERLAIN (D.G.), THOMAS (P.C.). A note on the use of chromium sesquioxide as a marker in nutritional experiments with dairy cows. Anim. Prod., 1983, 36 : 155-157.
11. CHENOST (M.). Aspects méthodologiques de la prévision de la digestibilité de l'herbe pâturée par le mouton, les bovins et le cheval à partir de bols de l'oesophage et de diverses caractéristiques fécales. Annls. Zootech., 1986, 35 (1) : 1-20.
12. CHENOST (M.). Estimation de la digestibilité de l'herbe ingérée au pâturage à partir de l'azote fécal et de quelques autres paramètres fécaux. Annls. Zootech., 1985, 34 (2) : 205-228.

13. COMERON (E.A.). Estimation des quantités ingérées par des vaches laitières au pâturage :
 - influence des caractéristiques des animaux
 - influence de la quantité et de la structure de l'herbe offerte. Rennes, 1991. Thèse Doct. Sciences biologiques. Univ. Rennes, 1991. N°572, 152 p.
14. DILLON (P.), STAKELUM (G.). The use of n-alkanes and chromic oxide as markers for determining feed intake, faecal output and digestibility in dairy cows. In : Proceedings 12th Gen. Meeting European Grassland Federation, Dublin, 1988. p. 154-157.
15. DONNELLY (J.R.), DAVIDSON (J.L.), FREER (M.). Effect of body condition on the intake of food by mature sheep. Aust. J. Agric. Res., 1974, 25 : 813-823.
16. DOVE (H.), FOOT (J.Z.), FREER (M.). Estimation of pasture intake in grazing ewes, using the alkanes of plant cuticular waxes. In : proceedings 14 Int. Grassland Congress, Nice, France, 1989. p. 1093-1094.
17. DOVE (H.), MAYES (R.W.). The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores : a review. Aust. J. Agric. Res., 1991, 42 : 913-952.
19. GIBB (M.J.), TREACHER (T.T.). The effect of ewe body condition at lambing on the performance of ewes and their lambs at pasture. J. Agric. Sci., 1980, 95 : 631-640.
18. GIBB (M.J.), TREACHER (T.T.). The effect of body condition and nutrition during late pregnancy on the performance of grazing ewes during lactation. Anim. Prod., 1982, 34 : 123-129.
20. GIBB (M.J.), TREACHER (T.T.). The effect of herbage allowance on herbage intake and performance of lambs grazing perennial ryegrass and red clover swards. J. Agric. Sci., 1976, 86 : 355-365.
21. GIBB (M.J.), TREACHER (T.T.), SHANMUGALINGAM (V.S.). Herbage intake and performance of grazing ewes and of their lambs when weaned at 6, 8, 10 or 14 weeks of age. Anim. Prod., 1981, 33 : 223-232.
22. GIBON (A.), DEDIEU (B.), THERIEZ (M.). Les réserves corporelles des brebis. Stockage, mobilisation et rôle dans les élevages de milieu difficile. In : Exploitation des milieux difficiles par les ovins et les caprins. Journées Rech. Ovine et Caprine (10ème). I.N.R.A.-I.T.O.V.I.C., 1985. p. 178-212.
23. HUTCHINSON (K.J.), McRae (B.H.). Some factors associated with the behaviour and survival of newly shorn sheep. Aust. J. Agric. Res., 1969, 20 : 513-521.

24. JARRIGE (R.). Chemical method for predicting the energy and protein value of forage. *Annls. Zootech.*, 1980, 29 (hors série) : 299-323.
25. JARRIGE (R.). Dépenses, besoins et capacité d'ingestion. *In* : Alimentation des bovins, ovins et caprins. I.N.R.A., 1988, p. 17-28.
26. JARRIGE (R.). Voluntary intake in dairy cows and its prediction. International Dairy Federation, 1986, 196 : 4-16.
27. JOURNET (M.), JARRIGE (R.). Analyse des constituants glucidiques des plantes fourragères. 3. Etudes sur le dosage de la lignine. *Annls. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 1962, 2 (3) : 223-250.
28. JOURNET (M.), REMOND (B.). Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows. *Rev. Livestock Prod. Sci.*, 1976, 3 : 129-146.
29. KIESLING (H.E.), BARRY (H.A.), NELSON (A.B.), HERBEL (C.H.). Recovery of chromic oxide administered in paper to grazing steers. *J. Anim. Sci.*, 1968, 29 : 361-364.
30. KOTB (A.R.), LUCKEY (T.D.). Markers in nutrition. *Nutr. Abstr. Rev.*, 1972, 42 (3) : 813-845.
31. LANGLANDS (J.P.). The feed intake of grazing sheep differing in age, breed, previous nutrition and live-weight. *J. Agric. Sci.*, 1968, 71 : 167-172.
32. LE DU (Y.L.P.), PENNING (P.D.P.). Advances in the indirect techniques to determine herbage intake. *In* : Proc. third European Grazing Workshop, Lelystad, The Netherlands, 1979.
33. LE DU (Y.L.P.), PENNING (P.D.P.). Animal based techniques for estimating herbage intake. *In* : LEAVER (J.D.). Herbage intake handbook. British Grassland Society, 1982, p. 37-75.
34. MALOSSINI (F.), PIASENTIER (E.), BOVOLENTA (S.). n-Alkane content of some forages. *J. Sci. Food Agric.*, 1990, 53 : 405-409.
35. MATHIEU (A.), FIORELLI (J.L.). Utilisation d'un herbomètre pour l'interprétation du déroulement d'un pâturage. Possibilités d'estimation de la production de matière sèche ou de caractérisation de l'état de l'herbe. *Revue Fourrages*, 1985, 101 : 3-29.
36. MAYES (R.W.), LAMB (C.S.). The possible use of n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1984, 43 : 39 A.

37. MAYES (R.W.), LAMB (C.S.), COLGROVE (P.M.), (a). The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 1986, 107 : 161-170.
38. MAYES (R.W.), LAMB (C.S.), COLGROVE (P.M.), (b). Determination of herbage intake of suckling la lambs using long-chain n-alkanes as markers. *Anim. Prod.*, 1986, 42 : 457 (abstr.).
39. MAYES (R.W.), LAMB (C.S.), COLGROVE (P.M.). Digestion and metabolism of dosed even-chain and herbage odd-chain n-alkanes in sheep. *In* : Proc. 12th Gen. Meeting European Grassland Federation, Dublin, 1988. p. 159-163.
40. MAYES (R.W.), WRIGHT (I.A.), LAMB (C.S.), Mc BEAN (A.). The use of long-chain n-alkanes as markers for estimating intake and digestibility of herbage in cattle. *Anim. Prod.*, 1986, 42 : 457 (abstr.).
41. MEIJS (J.A.C.). Herbage intake by grazing dairy cows. *Agric. Res. Rep. 909*. Wageningen, Netherlands, PUDOC, 1981. 264 p.
42. MEIJS (J.A.C.), WALTERS (R.J.K.), KEEN (A.). Sward methods. *In* : LEAVER (J.D.). Herbage intake handbook. British Grassland Society, 1982, p. 11-36.
43. MELIX (C.). Estimation des quantités d'herbe ingérées par des vaches laitières au pâturage : aspects méthodologiques et étude de quelques facteurs de variation. Rennes, E.N.S.A., 1986. Thèse Doct. Sciences agronomiques. Univ. Rennes, 1986. N°86/13. 99 p.
44. MEURET (M.), BARTIAUX-THILL (N.), BOURBOUZE (A.). Evaluation de la consommation d'un troupeau de chèvres laitières sur parcours forestier. *Annls. Zootech.*, 1985, 34 (2) : 159-180.
45. MILNE (J.A.). Estimating the faecal output of grazing animals. Proc. I European Grazing Workshop, 1974.
46. MILNE (J.A.), MAXWELL (T.J.), SOUTER (W.). Effect of supplementary feeding and herbage mass on the intake and performance of grazing ewes in early lactation. *Anim. Prod.*, 1981, 32 : 185-195.
47. OHAJURUKA (O.A.), PALMQUIST (D.L.). Evaluation of hentriacontane (C31 n-alkane) as a digestion marker in cows. *J. Dairy Sci.*, 1990, 73 (1) : 363.
48. RATTRAY (P.V.), JAGUSH (K.). Pasture allowances for the breeding ewe. *Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod.*, 1978, 38 : 121-126

49. THERIEZ (M.). Comportement alimentaire et ingestion de l'herbe par les brebis au pâturage. In : Exploitation des fourrages verts par les ovins et les caprins. Journées Rech. Ovine et Caprine, (8è), I.N.R.A.-I.T.O.V.I.C., 1983. p. 111-140.
50. THEWIS (A.), FRANCOIS (E.), RODRIGUEZ (F.), BARTIAUX-THILL (N.). Estimation de la digestibilité de l'herbe pâturée par le mouton adulte au moyen de la lignine selon Christian. Essais préliminaires. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 1986, 26 (1 B) : 263-264.
51. THILL (N.). Mise au point d'une technique de mesure simple et précise de la qualité et de la quantité de l'herbe consommée par le bovin au pâturage. Gembloux, 1978. Thèse Doct. Sci. Agron. Fac. Sci. Agron., Gembloux, 1978. 201 p.
52. THILL (N.), FRANCOIS (E.), THEWIS (A.), THIELEMANS (M.F.). Comparaison chez le mouton de l'oxyde de chrome-papier et du radiocérium, marqueurs de la phase solide des digesta. *Annls. Zootech.*, 1978, 27 (3) : 363-376.
53. TILLEY (J.M.A.), TERRY (R.A.). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. British Grassl. Soc.*, 1963, 18 : 104-111.
54. TISSERAND (J.L.), COLEOU (J.), ZELTER (Z.). Emploi du sesquioxide de chrome comme indicateur dans les études de bilan digestif chez le ruminant. *Comptes rendus de l'académie des sciences*, 1962, 254 : 2233-2235.
55. TISSIER (M.), BECHET (G.), MOLENAT (G.). Appareils de collecte totale des fèces pour agneaux en allaitement ou à l'engrais et pour brebis. *Ann. Zootech.*, 1975, 24 (3) : 595-602.
56. TISSIER (M.), THERIEZ (M.). Variations des quantités d'aliments ingérées par les brebis. In : L'alimentation de la brebis et de la chèvre. 4ème Journées Rech. Ovine et Caprine, I.N.R.A.-I.T.O.V.I.C., 1978. p. 38-53.
57. UTLEY (P.R.), BOLING (J.J.), BRADLEY (N.W.), TUCKER (R.E.). Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastro-intestinal tract. *J. Nutr.*, 1970, 100 : 1227-1231.
58. VERMOREL (M.). Nutrition énergétique. In : Alimentation des bovins, ovins et caprins. I.N.R.A., 1988, p. 57-74.
59. YOUNG (N.E.), NEWTON (J.E.). A comparison between rotational grazing and set stocking with ewes and lambs at 3 stocking rates. *Anim. Prod.*, 1975, 21 : 303-311.
60. WADE (M. Hugh). Factors affecting the availability of vegetative lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method. Rennes, 1991. Thèse Doct. Sciences biologiques. Univ. Rennes 1991. N°615.

ANNEXES

**Annexe 1 : Description de la méthode de notation d'état corporel
d'après RUSSEL, 1984 in GIBON et al., 1985**

Note 0 - Extrêmement émacié sur le point de mourir : impossibilité de détecter des tissus musculaires ou adipeux entre la peau et l'os.

Note 1 - Les apophyses épineuses sont saillantes et pointues. Les apophyses transverses sont également pointues, les doigts passent facilement sous leurs extrémités et il est possible de les engager entre elles. La noix du muscle est peu épaisse et on ne détecte pas de gras de couverture.

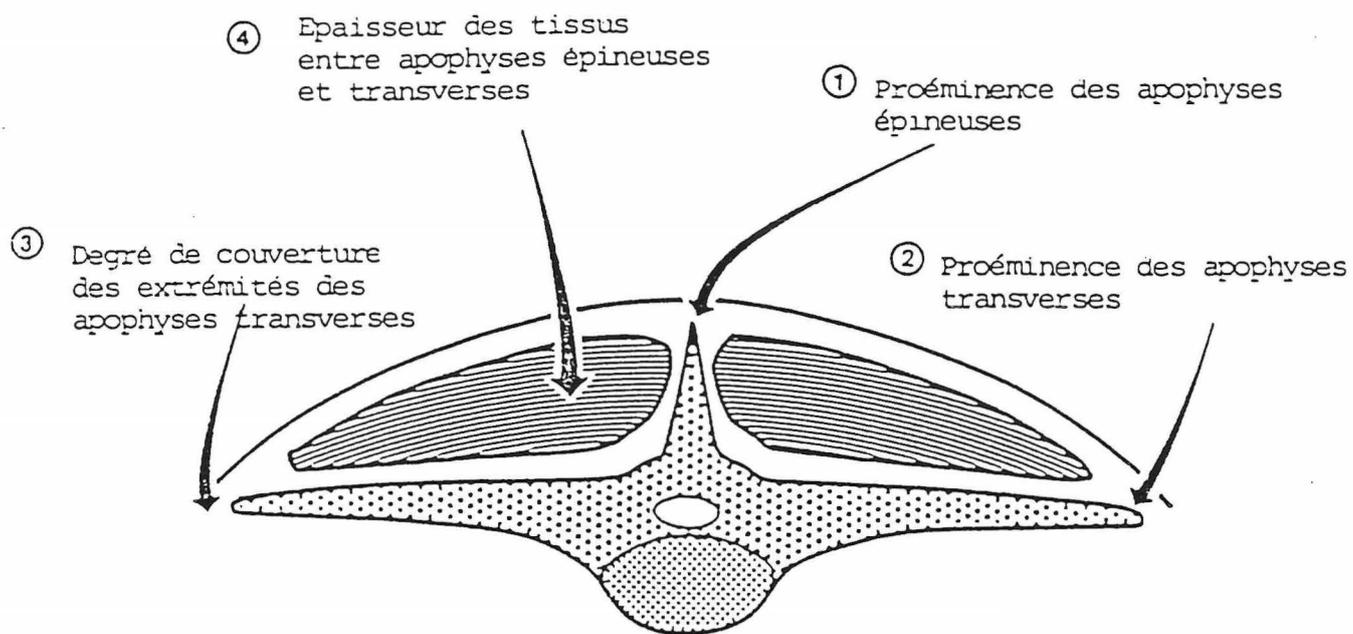
Note 2 - Les apophyses épineuses sont encore proéminentes mais sans "rugosité". Chaque apophyse est sentie au toucher simplement comme une ondulation. Les apophyses transverses sont également arrondies et sans rugosité et il est possible, en exerçant une légère pression, d'engager les doigts sous leurs extrémités. La noix du muscle est d'épaisseur moyenne avec une faible couverture adipeuse.

Note 3 - Les apophyses épineuses forment seulement de très légères ondulations souples ; chacun des os ne peut être individualisé que sous l'effet d'une pression des doigts. Les apophyses transverses sont très bien couvertes et seule une forte pression permet d'en sentir les extrémités. La noix du muscle est "pleine" et sa couverture adipeuse est moyenne.

Note 4 - Seule la pression permet de détecter les apophyses épineuses sous la forme d'une ligne dure entre les deux muscles (recouverts de gras) qui forment une surface continue. On ne peut pas sentir les extrémités des apophyses transverses. La noix du muscle est "pleine" avec une épaisse couverture adipeuse.

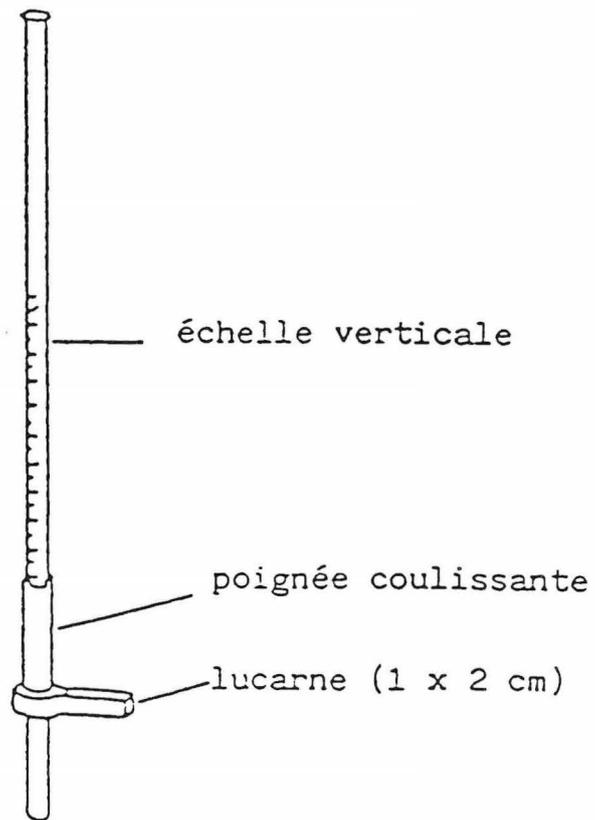
Note 5 - Les apophyses ne peuvent être détectées, même avec une pression ferme. Les deux muscles recouverts de graisse sont proéminents et on observe une dépression le long de la ligne médiane du dos. Les apophyses transverses ne peuvent être détectées. La noix des muscles est très "pleine" avec une très épaisse couverture adipeuse. D'importantes masses de graisse se sont déposées sur la croupe et la queue.

Annexe 2 : Les quatre étapes de l'attribution d'une note
d'état corporel par maniemment de la région
lombaire de la brebis

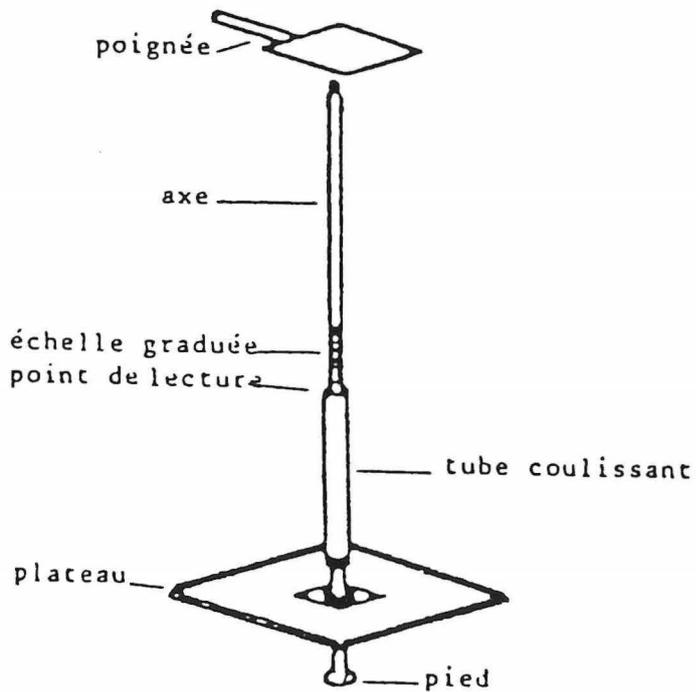


(RUSSEL, 1984 in GIBON et al., 1985)

Annexe 3 : Schéma des appareils de mesure de hauteur d'herbe



Stick



Herbomètre à plateau

Annexe 4 : Estimation des quantités moyennes d'herbe ingérées par les brebis des différents lots au pâturage, avec la méthode des alcanes.

Type et N° de brebis	Teneurs en alcanes (mg/Kg de MS) :		Calculs :		QI moyenne estimée (g MS/j)	
		des Fèces	de l'Herbe	Fi/Fj (Fi/Fj)*D (Fi/Fj)*Hj		
Sous-alimentées :						
2	j	C31	186.868	69.209	0.208	2820
	i	C32	235.990	0.000	46.857	
		C33	49.146	16.616	0.000	
4	j	C31	194.764	69.209	0.141	1907
	i	C32	284.592	0.000	31.687	
		C33	40.079	16.616	0.000	
5	j	C31	195.374	69.209	0.198	2687
	i	C32	168.570	0.000	44.647	
		C33	33.450	16.616	0.000	
Maigres :						
8	j	C31	165.008	69.209	0.143	1935
	i	C32	268.980	0.000	32.152	
		C33	38.437	16.616	0.000	
10	j	C31	142.547	69.209	0.150	2033
	i	C32	244.733	0.000	33.780	
		C33	36.743	16.616	0.000	
12	j	C31	130.636	69.209	0.143	1931
	i	C32	245.380	0.000	32.085	
		C33	34.992	16.616	0.000	
Grasses :						
13	j	C31	172.888	73.285	0.096	1286
	i	C32	455.634	0.000	21.678	
		C33	43.899	16.857	0.000	
17	j	C31	180.871	69.209	0.173	2345
	i	C32	305.210	0.000	38.965	
		C33	52.855	16.616	0.000	
18	j	C31	149.835	69.209	0.117	1503
	i	C32	330.350	0.000	26.303	
		C33	38.619	16.616	0.000	

Fi : teneur en C33 des fèces.

Fj : teneur en C32 des fèces.

D : dose de C32 administrée (225 mg/jour)

Hj : teneur en C32 de l'herbe.