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

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

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

16357

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES

PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

LA CROISSANCE ET L'UTILISATION DU FOURRAGE TROPICAL *(DIGITARIA DECUMBENS STENT)* RECEVANT DES DOSES DIFFERENTES D'AZOTE ET SON INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT DES PETITS RUMINANTS (CHEVRE CREOLE) AU PATURAGE

par

Aluscine KABIA

année universitaire 1988-1989

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

BIBLIOTHEQUE
C.I.R.A.D. - E.M.V.T.
BIBLIOTHEQUE
CIRAD-EMVT
10, rue P. [illegible]
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

LA CROISSANCE ET L'UTILISATION DU FOURRAGE TROPICAL *(DIGITARIA DECUMBENS STENT)* RECEVANT DES DOSES DIFFERENTES D'AZOTE ET SON INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT DES PETITS RUMINANTS (CHEVRE CREOLE) AU PATURAGE

par

Aluscine KABIA

Lieu du stage : GUADELOUPE

Organisme d'accueil : I.N.R.A. Antilles-Guyane, Station de recherches zootechniques - POINTE-A-PITRE (Guadeloupe)

Période du stage : du 6 mai au 29 septembre 1989

Rapport présenté oralement le : 1er décembre 1989

LA CROISSANCE ET L'UTILISATION DU FOURRAGE TROPICAL (*Digitaria decumbens stent*) RECEVANT DES DOSES DIFFERENTES D'AZOTE ET SON INFLUENCE SUR LE COMPORTEMENT DES PETITS RUMINANTS (CHEVRE CREOLE) AU PATURAGE

par

ALUSCINE KABIA

PLAN

PAGES

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1

1.0 - Situation géographique de la Guadeloupe 2

1.1 - Cartes d'illustration des lieux 3

1.2 - La situation du Cabri créole 3

1.3 - Analyse de l'élevage guadeloupéen 4

1.4 - Intérêt de l'étude - Objectifs 5

CHAPITRE 2

2.0 - Bibliographie 7

2.1 - Travaux sur les fourrages 7

2.11 - Physiologie de l'herbe 7
2.12 - Facteurs de variations (des rendements) 12

2.2 - Travaux sur le Pangola (D. decumbens stent) 14

2.3 - Facteur de défoliation sur la croissance et structure de la prairie 14

2.4 - L'effet de l'apport d'azote sur le fourrage 15

2.5 - Méthode de mesures appliquées 16

2.6 - Comportement de l'animal 17

2.7 - Conclusion bibliographique 18

CHAPITRE 3

3.0 - Partie expérimentale 19

3.1 - Localisation 19

3.11 - Matériel et méthodes 19
3.12 - Traitement des fourrages 19
3.13 - L'évolution de la biomasse aérienne 20

3.2 - Méthode employée 21

3.21 - Le tri des prélèvements de biomasse 21

3.3 - Conditions de déroulement de l'expérimentation 22

3.4 - Le pesage des animaux 22

3.5 - Suivi du comportement animal 23

CHAPITRE 4

4.0 - Résultats et discussion 25

4.01 - Croissance parmi parcelles 25

4.1 - Comportement de l'animal 25

4.11 - Effets des parcelles différentes 25
4.12 - Coups de dents et vitesse de la consommation 26

4.2 - Conclusion 26

Graphiques 28 à 34

Tableaux 35 à 36

Annexes 37 à 47

Liste des références bibliographiques 48 à 50

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes, que ce soit à l'INRA en Guadeloupe, et à l'IEMVT à Paris, qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Je remercie tout particulièrement Madame G. ALEXANDRE, Messieurs A. XANDE, G. MATHERON ET D. PLANCHENAULT qui m'ont encadré et conseillé tout au long de ce travail.

RESUME

Ce mémoire étudie l'effet d'apport d'azote sur la croissance du fourrage tropical "Pangola" (Digitaria decumbens stent au cours de deux périodes de repousse. L'influence des deux types de repousse sur le comportement quotidien de la chèvre au pâturage est également abordé.

Deux types d'apports azotés et deux cycles de repousse (cycles de 21 jours et 42 jours) ont été testés (4 parcelles expérimentales). Une relation entre la dose d'engrais et la croissance végétale a été établie en différenciant les deux parties de la plante (feuille et stolon) jusqu'à la connaissance du rendement maximum.

Finalement, le pourcentage du temps quotidien passé à chaque activité (ex. pâturage, déplacement, rumination, repos, jeux et autres activités) a été déterminé.

SUMMARY

This memoire represents some work on the effects of nitrogen uptake by the tropical forage "Pangola" (Digitaria decumbens stent) during two periods of regrowth. More over, the influence of these regrowth periods on the comportment of the goats (Creole breed) while on the swards was equally delt with.

Four swards were treated with different doses of nitrogen and allowed two separate durations of regrowth (21 days cycle and 42 days cycle) before entry of the goats for grazing.

Two growth habits of the "Pangola grass" were established (i.e. characteristic of the leaves and stems) and the potential maximum of the yield found.

Finally, the percentages of the day time the animal spends on each aspect of his comportment (feeding, moving, resting, ruminating, playing and other activities) was determined.

INTRODUCTION

Le présent travail se rapporte à l'utilisation d'une prairie plantée de "Pangola" (Digitaria decumbens stent) et au comportement animal au pâturage. Il a été effectué à l'INRA-CRAAG, dans la Station de Recherches Zootechniques, Domaine du Moule, B.P. 1232 Pointe-à-Pitre, 97184 GUADELOUPE.

En général, le comportement des animaux comprend trois aspects : il y a des comportements d'origine alimentaire, les autres sont associés aux activités de la reproduction et aux problèmes pathologiques. Quoi qu'il en soit, tous sont liés d'une façon ou d'une autre à la physiologie de l'animal.

On a considéré le comportement des chèvres au pâturage sur prairie de Pangola pour deux âges de repousse, après avoir soumis les parcelles à deux traitements différents d'azote. On cherche, d'une part (par calcul), la valeur optimum de croissance du Pangola sur les parcelles pendant deux périodes de repousse (cycle de 21 jours et cycle de 42 jours) ; d'autre part, l'emploi du temps journalier des animaux au pâturage (i.e. : ingestion, déplacement, rumination, repos, jeux et autres activités).

Finalement, on cherche si les différents couverts végétaux (selon des doses d'azote appliquées) influencent le comportement des Cabris créoles au pâturage.

CHAPITRE 1

1.0 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA GUADELOUPE

Au beau milieu de l'arc des petites "Iles caraïbes", dans l'Océan Atlantique, se trouve la Guadeloupe. C'est un archipel composé de deux îles principales : la Basse-Terre et la Grande-Terre (reliées par un étroit bras de mer : la "rivière salée") et de cinq dépendances (Marie-Galante, Les Saintes, St. Martin et St. Barthélémy) plus ou moins éloignées des deux précédentes îles. Elles sont situées à 16° de latitude nord et 61° de longitude ouest.

La superficie totale de la Guadeloupe est de 1 700 km2 (fig. 1 (a), (b) et (c)). Elle comprend deux régions pédo-climatiques très différentes : la zone de Grande-Terre est plate, calcaire et relativement sèche, la zone de Basse-Terre est montagneuse, volcanique et plus humide. La population guadeloupéenne est d'environ de 330 000 habitants. Le climat est tropical humide (Lassere, 1978) et les principales caractéristiques sont les suivantes :

- une faible variation des écarts de températures. La température minimale, en moyenne, est de 22°C et maximale de 29°C. L'humidité relative est toujours élevée, supérieure à 70 p. 100 et peut atteindre près de 100 p. 100. La durée du jour est peu variable, entre 11 heures et 13 heures.

En Grande-Terre, la pluviosité moyenne annuelle est de 1 280 mm, tandis qu'en Basse-Terre elle est de 2 760 mm, avec des variations importantes d'une année à l'autre. La saison des pluies se situe d'août à décembre et la saison sèche, de janvier à juillet.

La végétation présente une certaine variabilité, de la forêt tropicale en Basse-Terre, aux caractéristiques de savane en Grande-Terre permettant des activités agricoles très variées (ex. monoculture de canne à sucre, plantation de bananeraies, élevage...etc).

TABLEAU DE REPARTITION DE LA SURFACE PASTORALE

Répartition de la surface pastorale selon 3 régions de la Guadeloupe d'après (ALEXANDRE, BOREL 1985)

REGIONS	GRANDE-TERRE	BASSE TERRE	ILES	TOTAL
Caractéristiques	Région plate Sols calcaire Saison sèche	Région montagneuse Sols volcaniques Zone humide	Contrastes topographiques et climatiques	
Cultures dominantes	Canne Cultures Maraîchères	Banane Cultures Maraîchères	Canne Cultures Maraîchères	
Prairies/STH : %	15	52	27	28
Savanes/SYH : %	56	7	28	36
Parcours/STH : %	29	41	45	36

Grande Terre, en particulier, est une zone d'élevage par excellence ; près de la moitié de bovins, plus d'un quart de caprins et elle est prédominante de savane avec une population en majorité d'origine indienne. Les cultures dominantes sont : la canne-à-sucre et le maraîchage.

Basse-Terre est relativement une nouvelle zone d'élevage où les caprins sont bien représentés. Les cultures dominantes sont la banane, la canne-à-sucre et les cultures vivrières. La population est plutôt agricole.

1.1 - CARTES D'ILLUSTRATION DES LIEUX

1.2 - LA SITUATION DU CABRI CREOLE

La chèvre est-elle "l'épargne du pauvre ?"

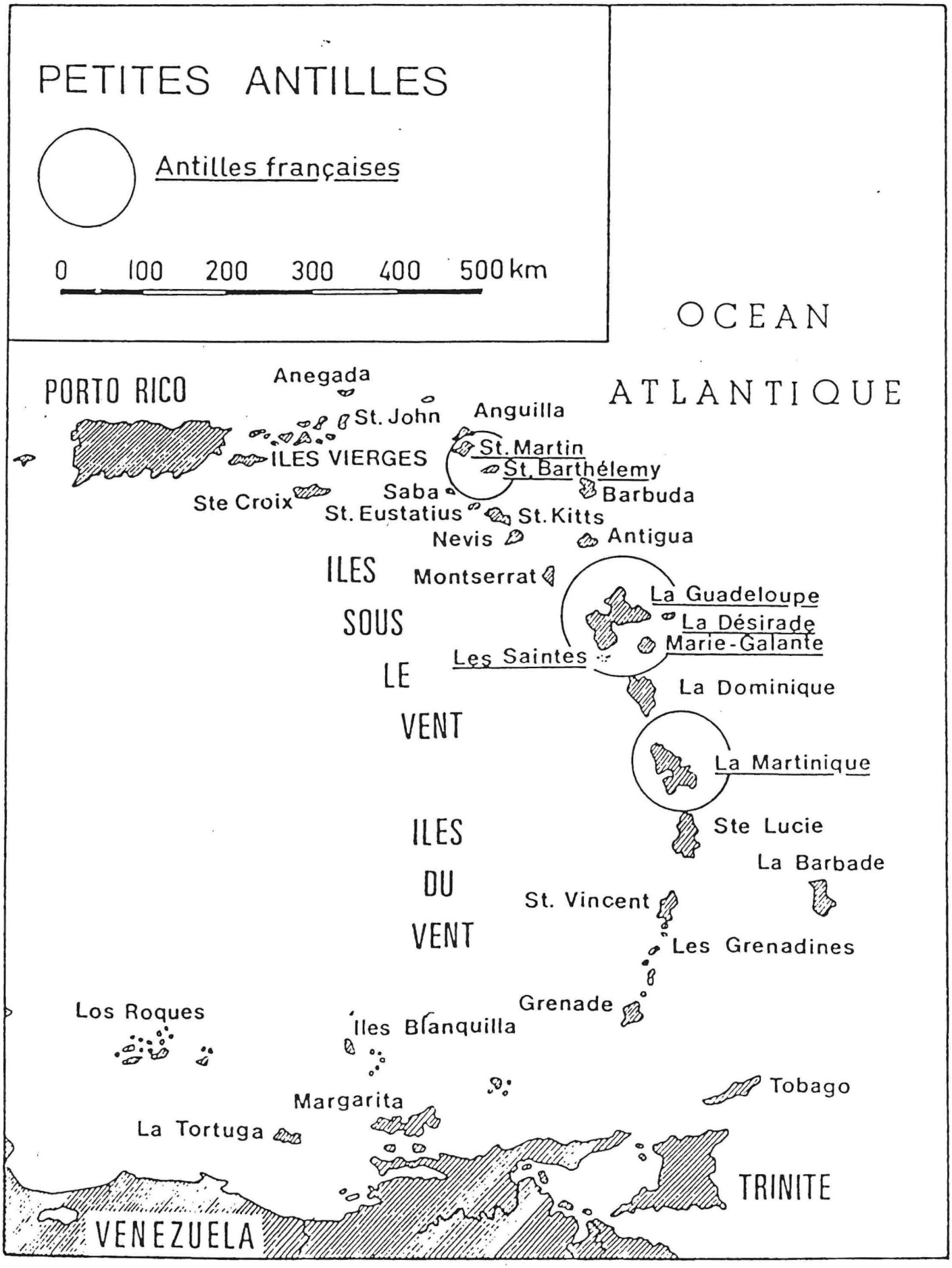
Dans la plupart des pays de la zone tropicale, la chèvre ne donne du lait qu'à ses petits (chèvre allaitante). Mais suite à la demande croissante de viande et grâce au développement des systèmes de l'élevage, maintenant il y a des chèvres mixtes (production laitière et production de viande). En régions tropicale et sub-tropicale, la viande de chèvre est bien appréciée pour les fêtes traditionnelles (mariage, réunion de famille, naissance d'un enfant...). En revanche, sa consommation quotidienne est faible : en Guadeloupe, 1 555 tonnes consommées par 320 000 habitants en 1986, soit 4,86 kg/habitant/année (cas déclarés sur l'annuaire statistique de la consommation 1986).

Un autre aspect : la viande du cabri "élevé au piquet" continue à se vendre cher, même si on note depuis plusieurs années un développement et une intensification de la production de "chèvre créole". Entre 1978 et 1988, selon Alexandre et al. (1988), le troupeau local a augmenté de 84 p. 100. Pourtant, 77 p. 100 des exploitants possèdent moins de 6 têtes de cabris (moyenne guadeloupéenne) et regroupent 62 p. 100 de l'effectif total.

Selon le vieil adage, "la chèvre est la vache du pauvre" ; ce qui sous-entendrait à notre avis : "les paysans des Antilles françaises étant pauvres, ayant besoin de lait et étant, occasionnellement, propriétaires de cabris, devraient pouvoir élever des chèvres laitières" (Alexandre et al., 1985).

Le fait que l'investissement est moins important pour acheter et élever 5 têtes de cabris que 5 têtes de vaches donne aux éleveurs caprins le profit d'une sorte d'épargne incontestable, car une chèvre fécondée régulièrement peut faire deux portée en 13 ou 14 mois (2 petits par portée et quelquefois trois ou quatre).

Fig 1(a)


PETITES ANTILLES
Antilles françaises
0 100 200 300 400 500 km
OCEAN
ATLANTIQUE
PORTO RICO
Anegada
St. John
Anguilla
ILES VIERGES
St. Martin
St. Barthélemy
Saba
Barbuda
Ste Croix
St. Eustatius
St. Kitts
Nevis
Antigua
ILES
SOUS
LE
VENT
Montserrat
La Guadeloupe
La Désirade
Marie-Galante
Les Saintes
La Dominique
La Martinique
ILES
DU
VENT
Ste Lucie
La Barbade
St. Vincent
Les Grenadines
Grenade
Los Roques
Iles Blanquilla
Margarita
Tobago
La Tortuga
TRINITE
VENEZUELA

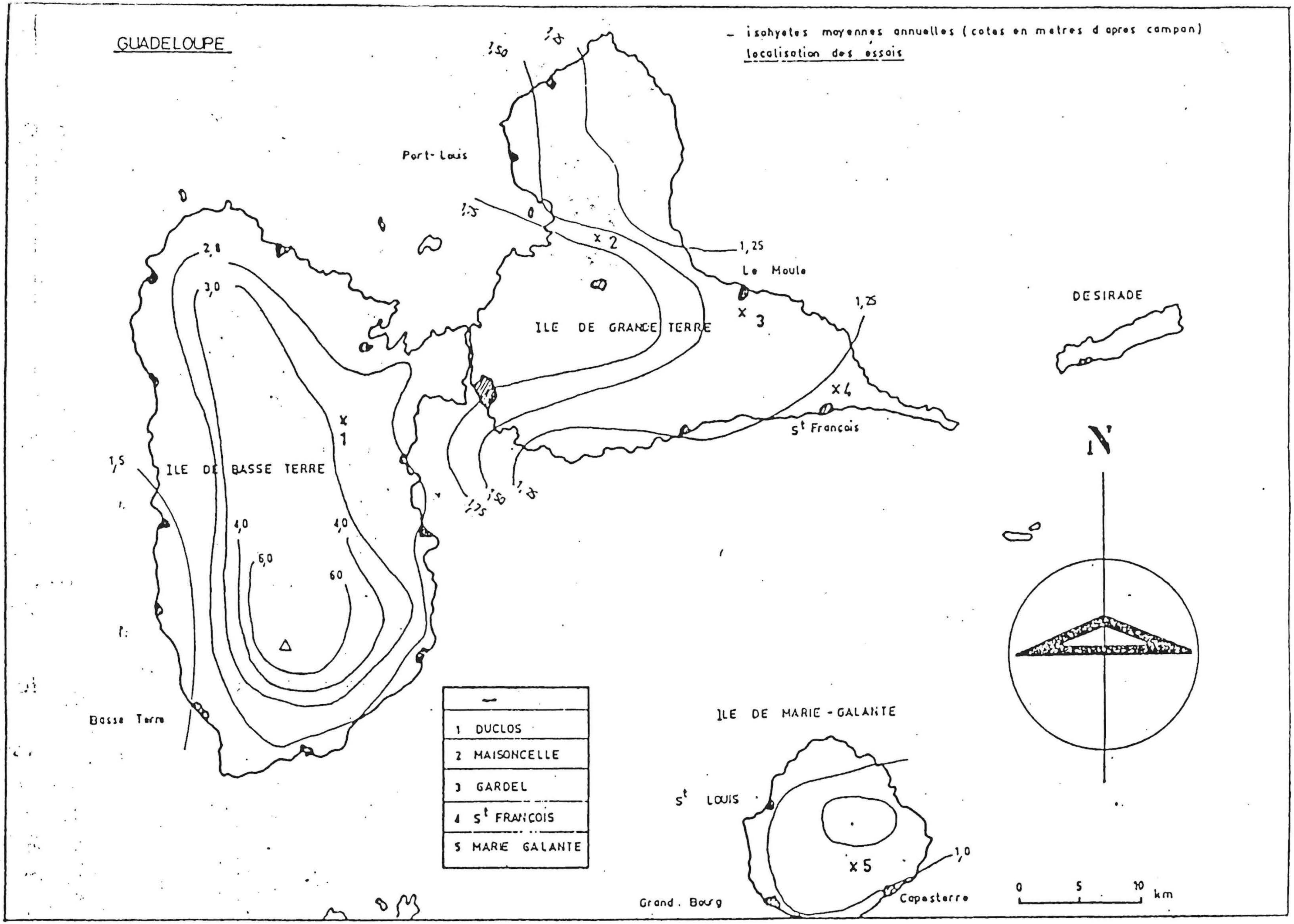

GUADELOUPE
— isohyetes moyennes annuelles (cotes en metres d'apres campan)
localisation des essais
Port-Louis
Le Moule
DESIRADE
ILE DE GRANDE TERRE
ILE DE BASSE TERRE
St François
Basse Terre
ILE DE MARIE-GALANTE
St LOUIS
Grand. Bourg
Capesterre
1 DUCLOS
2 MAISONCELLE
3 GARDEL
4 St FRANÇOIS
5 MARIE GALANTE
N
0 5 10 km

Fig 1(b)

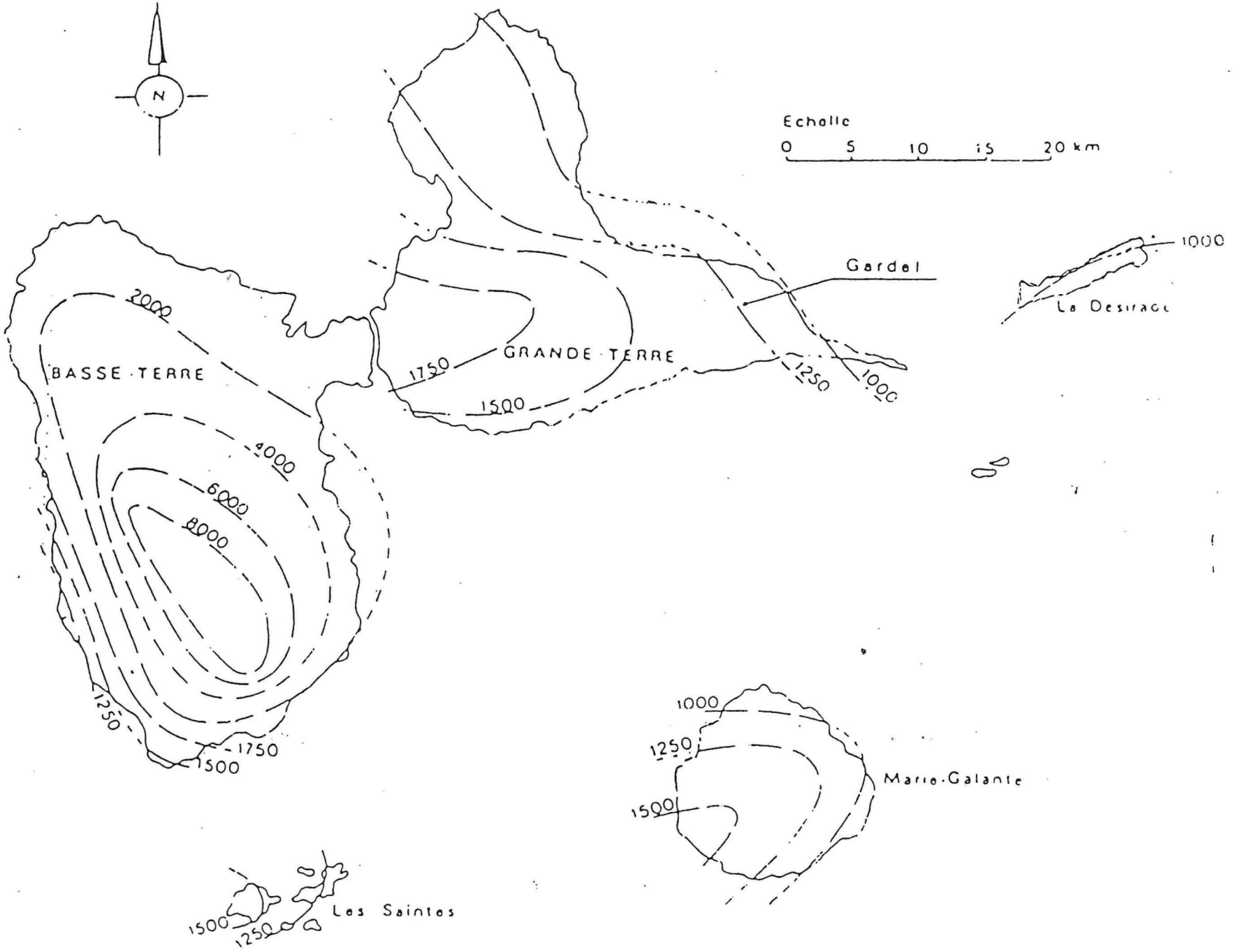


Fig 1(c)

Guadeloupe : Répartition géographique des isohyètes en mm

> "On me donna une chèvre, ou comme on dit aux îles, une cabritte... Elle aurait peuplée toute une île tant elle était fécondée car elle faisait trois portées en 13 ou 14 mois et trois petits à chaque portée et quelquefois quatre." Père Labat (1742), cité par Chemineau (1984).

Donc, on voit comment l'élevage caprin peut fonctionner comme un système d'épargne bancaire.

1.3 - ANALYSE DE L'ELEVAGE GUADELOUPEEN

Avec ses 30 000 têtes, le troupeau caprin guadeloupéen est exploité dans 24 p. 100 des unités agricoles, soit 4 500 exploitations.

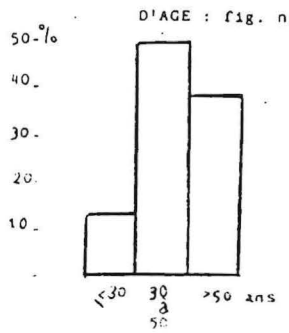
L'éleveur du "cabri créole" est un homme qui a en moyenne 46 ans. Il exploite une superficie de 8,4 hectares et il élève environ 38 chèvres (Alexandre et al., 1988). 15 p. 100 exploitent 2 hectares et 25 p. 100 exploitent plus de 10 hectares.

TABLEAU 1 : systèmes d'alimentation dans 3 régions de la Guadeloupe d'après ALEXANDRE et BOREL 1985

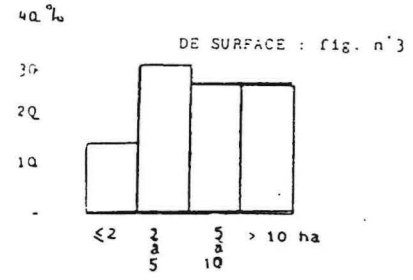
(a)

REGIONS % d'éleveurs réalisant :	GRANDE-TERRE	BASSE-TERRE	ILES	TOTAL
Nbre d'éleveurs visités	59	30	29	118
- Elevage au pâturage (total)	59	60	59	59
. Pâturage tournant	30	47	34	35
Elevage au piquet	42	33	52	42
Elevage en stabulation	9	27	0	11
- Système combiné	10	17	10	12

(b)



(c)

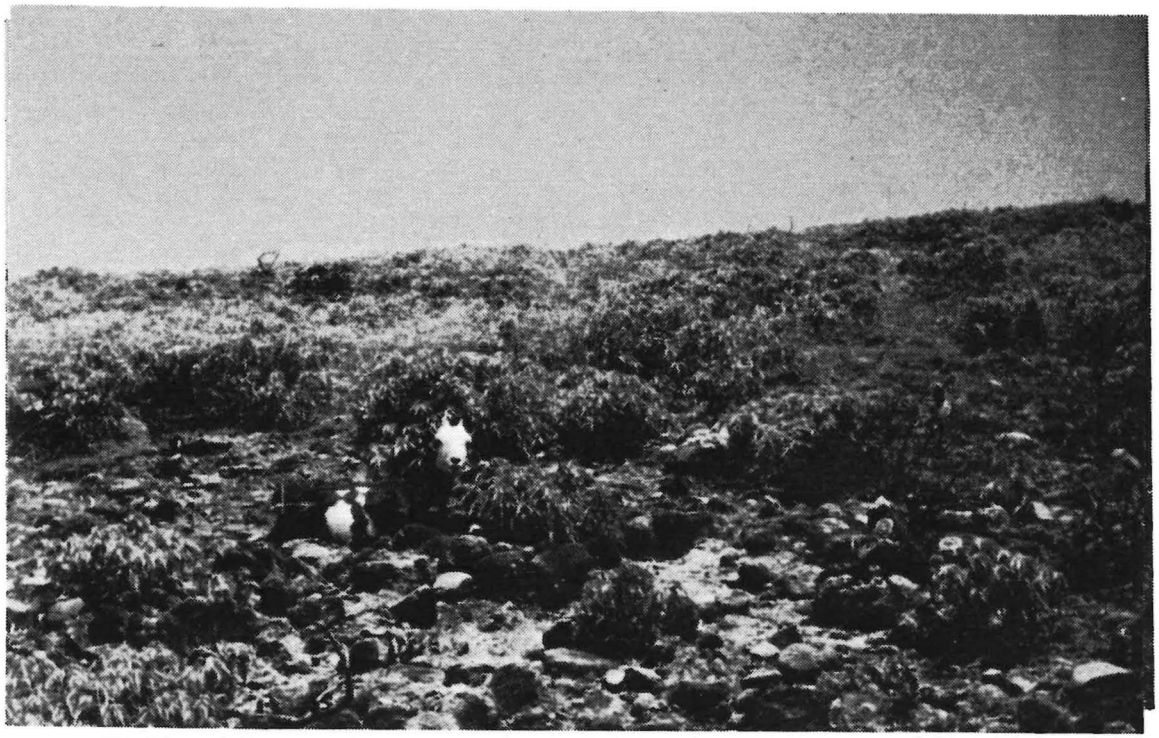


L'élevage au piquet pratiqué dans les petites propriétés est le plus répandu, ainsi que dans d'autres pays de la région Caraïbes (Devendra, 1980). Les animaux sont attachés à un piquet, fixé au sol ou sur des surfaces fourragères, pendant toute la journée. Ils sont rentrés la nuit à l'abri près de la maison de l'éleveur, qui en assure la surveillance et les déplacements quotidiens.

Depuis 1978, étant donné la nécessité économique, les producteurs se sont organisés au sein d'une coopérative qui préconise la rationalisation des méthodes d'élevage en vue d'augmenter la production de la viande caprine.

1.4 - INTERET ET OBJECTIFS

Le "Cabri créole", comme les autres chèvres peut survivre dans des conditions d'élevage très difficiles (régions pauvres en ressource fourragère) ainsi qu'en zone montagneuse. Mais ses performances de croissance sont limitées tandis qu'il présente de grandes qualités de reproduction. Les saisons ont peu d'influence sur son activité sexuelle (bonne prolificité) (Chemineau et al., 1984).



Les modifications des systèmes de pâturage et l'utilisation de l'herbe de maturité différente par le cabri peuvent jouer un rôle important sur sa croissance. En effet, au pâturage, les facteurs qui affectent les niveaux d'ingestion et de digestion des animaux sont différents de ceux qui interviennent en stabulation (Allden G.W. et Whittaker Mc D.A.I., 1970). Donc, la qualité d'herbe (repousses différentes en fonction des doses d'azote) peut avoir un effet sur le comportement de l'animal au pâturage.

Ces études ont pour but de :

- Connaître le potentiel optimum de croissance du Pangola pendant deux périodes de repousse pour obtenir un rendement optimal en viande ;

- Déterminer la dose d'azote qui correspond le mieux à la croissance optimale du Pangola ;

- Suivre le comportement de l'animal pour pouvoir établir l'emploi du temps du Cabri créole au pâturage.

CHAPITRE 2

2.0 - REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 - TRAVAUX SUR LES FOURRAGES

Les développements sur la recherche zootechnique liés aux fourrages, ces dix dernières années, ont permis d'établir des modèles d'utilisation de l'herbe et de croissance de la biomasse utilisables par les animaux.

Il s'agit de modèles basés sur l'analyse des phénomènes de bio-conversion de l'énergie solaire interceptée par le couvert végétal, transformé ensuite en viande, os... etc, après consommation (Monteith, 1972 ; Varlet-Grancher, 1982 ; Gosse et al., 1984). D'autre part, il y a certains travaux qui ont été effectués sur la repousse des fourrages tropicaux sous apport d'azote.

Au début, un grand nombre de publications ne donnent que des résultats correspondant à des doses d'azote qui apparaissent extrêmement faibles (60 kg à 300 kg N/ha/an). Par contre, ces dernières années, Salette et Lemaire (1984) ont publié des résultats avec des doses supérieures à 800 kg N/ha/an (par ex. pour trouver la dose d'azote qui corresponde le mieux à la croissance optimum de certaines espèces de fourrage, surtout en zone tropicale où la plupart des animaux pâturent dehors pendant toute l'année).

Une comparaison de la croissance entre deux graminées (Schizarchyrium scoparium et Paspalum plicatulum) à l'Université de Texas a montré qu'il y a une concurrence importante entre limbe et stolon (Suth J.W. et al., 1985). La croissance foliaire est dominante sur celle des stolons. Celle-ci est confirmée par les expériences de Cruz P. et al. (1988), sur le "Pangola" à Gardel où les feuilles atteignent une croissance maximale (plafonnée entre 15 et 21 jours de repousse) avant des stolons (plafonné entre 25 et 31 jours). Un tel décalage a été également découvert par Schemoul, (1988) sur Dichantium aristatum. Ce phénomène de croissance correspond à un programme de morphogénèse précis de la plante exprimé quand les conditions de milieu le permettent, comme cela a été observé par Gillet et al. (1984) sur des graminées à thalles en climat tempéré.

2.11 - Physiologie de l'herbe

L'un des aspects principaux pour maîtriser la culture fourragère est la connaissance de la physiologie de plante par rapport aux éléments nutritifs ainsi que l'énergie solaire captée. Selon les expériences de Monteith et al., l'énergie incorporée dans un couvert végétal sous forme de matière organique n'est possible qu'à la fin de ces deux processus :

- l'interception du rayonnement solaire par les surfaces photosynthétiques ;

- l'efficience biologique de conversion de l'énergie lumineuse en matière organique (bilan de la photosynthèse et de la respiration).

Il est nécessaire de prendre en compte la répartition des assimilats entre les parties aérienne et souterraine. L'intégration de ces trois phénomènes (interception du rayonnement, matière organique et respiration) peut expliquer directement la relation entre les processus physiologiques et l'accumulation de biomasse végétale.

Par ailleurs, les expériences de Bircham (1981), Grant et King (1983) permettent de montrer comment des paramètres caractéristiques de la structure du peuplement végétal (modes de conduite différents) peuvent modifier les relations entre l'indice foliaire et le taux de croissance, lié aux processus de la physiologie (ex. de la photosynthèse).

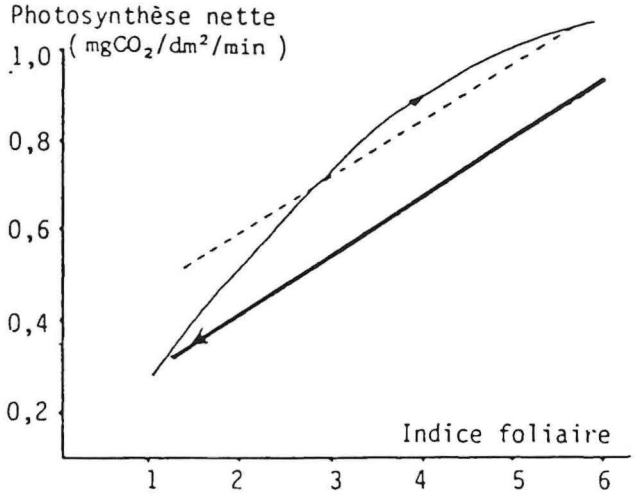


Figure 1

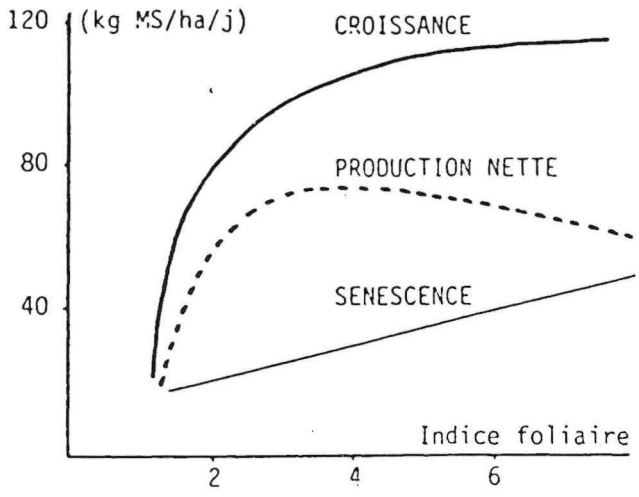


Figure 2

FIGURE 1 : Evolution de la photosynthèse nette du couvert végétal en fonction de l'indice foliaire (GRANT et KING, 1983).

FIGURE 1 : Evolution of net canopy photosynthesis in relation to L.A.I. (GRANT and KING, 1983).

- - - - en pâturage continu, *under continuous grazing*

——— en pâturage tournant, en présence des animaux, *under rotational grazing with animals*

——— en pâturage tournant après la sortie des animaux, *under rotational grazing without animals*

FIGURE 2 : Vitesses de croissance et de sénescence d'une prairie maintenue à des niveaux d'indice foliaire différents (pâturage continu par des ovins, BIRCHAM, 1981).

FIGURE 2: Growth rate and senescence rate of a sward maintained at a given L.A.I. (continuous stocking management by sheep, BIRCHAM, 1981).

C'est dire que les rendements récoltables ou la croissance générale dépendent premièrement de la plante elle-même (l'efficacité de bio-conversion de l'énergie solaire), puis des facteurs de l'extérieur, ainsi que du mode de conduite de l'exploitation du pâturage.

Les travaux de Arnold et Dudzinski (1966), Penning (1985) montrent qu'il y a une relation significative entre la matière organique digestible ingérée (MOD) et la disponibilité en herbe (M.S./ha). Cette relation explique la variation de 40 p. 100 (chute) de l'ingestion totale par l'animal au pâturage, c'est-à-dire que moins de MOD entraîne une chute de la consommation totale de l'animal par jour.

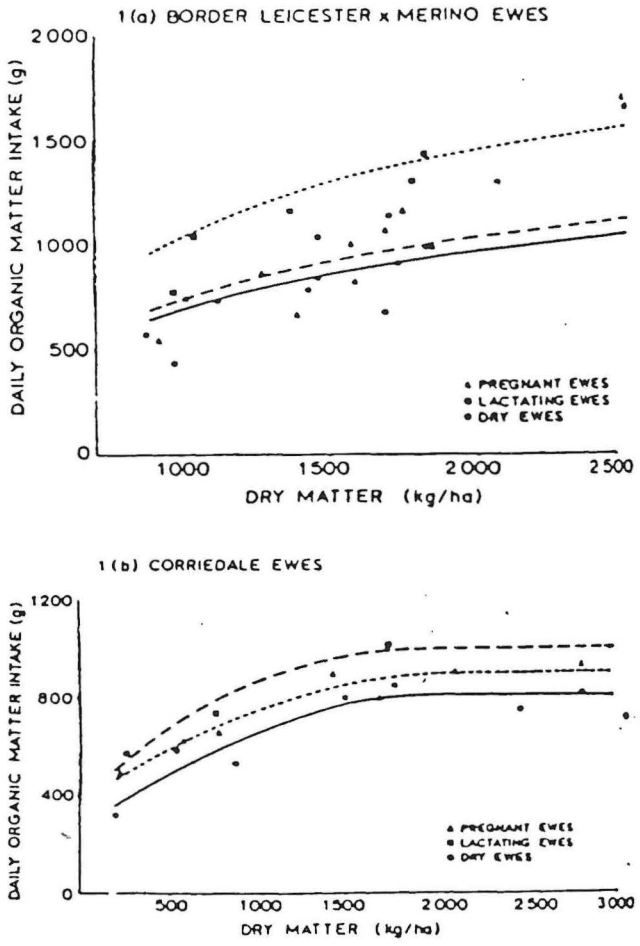


Figure 3 : Effet des quantités d'herbe offerte sur les quantités d'herbe ingérées par des brebis à différents états physiologiques et de races différentes.
(D'après ARNOLD et DUDZINSKI 1966).

Les études sur les rendements bruts du fourrage (D. decumbens) par rapport aux doses différentes d'azote ont été effectuées par Salette J.E. (1977). Celui-ci a montré les niveaux d'azote qui correspondent le mieux à la production (récoltable) maximale du Pangola et l'influence de la croissance (hauteur en cm) de l'herbe sur la quantité ingérée (par bouchée pleine), par minute ou par milligramme.

La relation entre la croissance et sénescence de l'herbe (le flux) est représentée par le graphique ci-après (G. Lemaire, 1987).

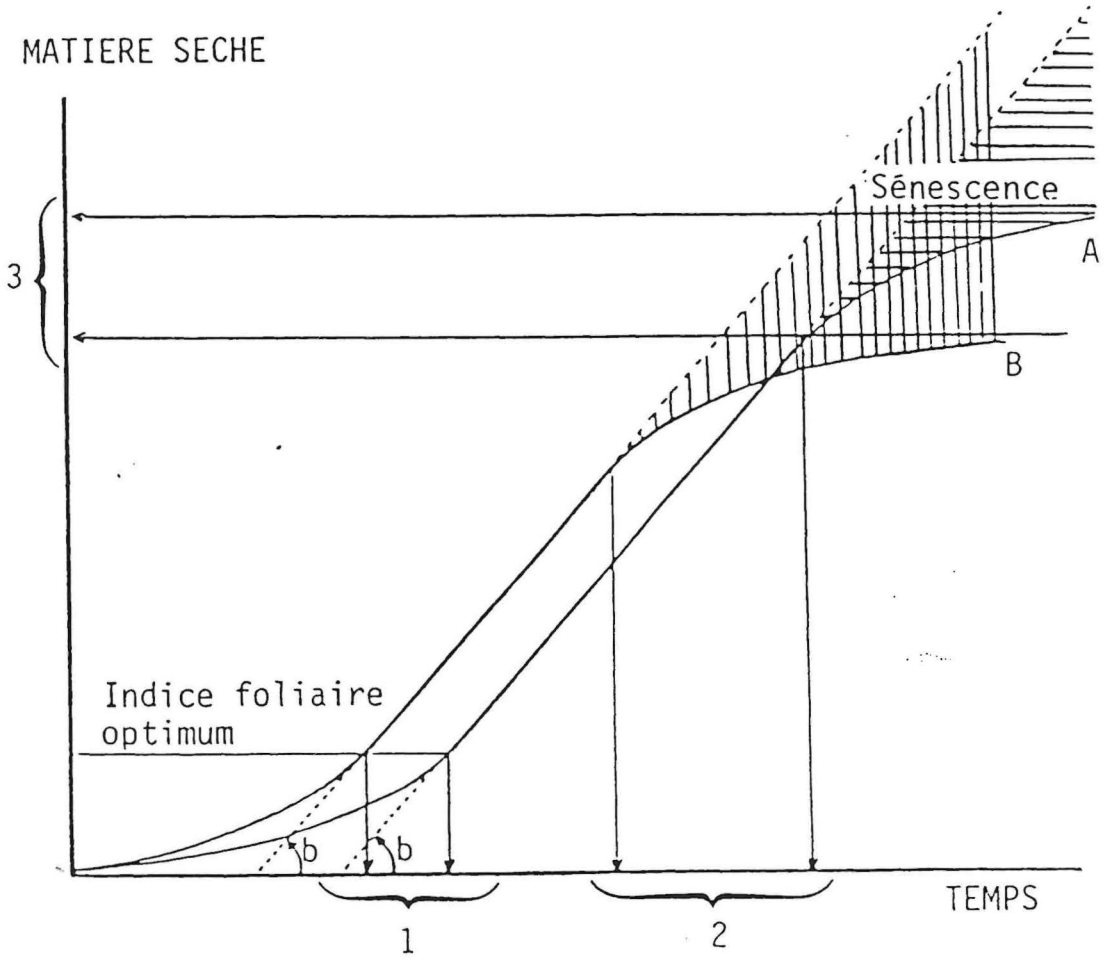


FIGURE 4 : Variabilité de croissance entre génotypes. Critères de sélection pour une adaptation au mode d'utilisation

1. Variabilité de la vitesse de restauration de l'indice foliaire optimum (B : adaptation au pâturage) : fonction du nombre de talles, de la vitesse d'apparition des feuilles (rapide), de la vitesse d'élongation des feuilles (rapide).

2 et 3. Variabilité du début de sénescence des premières feuilles formées au début de la repousse et variabilité du maximum de M.S. sur pied (A : adaptation aux fauches tardives d'ensilage et de foin) ; fonction de la vitesse d'apparition des feuilles (lente), du nombre maximum de feuilles par talle (élevé), de la vitesse d'élongation des feuilles (rapide).

b. **Vitesse de croissance en phase linéaire :** peu de différences entre les génotypes (à vérifier dans une gamme plus large).

Les valeurs absolues diffèrent avec le type d'animal étudié mais l'allure générale de la courbe reste la même.

Selon les résultats de Penning et al. (1985), il y a une augmentation linéaire entre des quantités ingérées (et offertes), jusqu'à une limite de quantité offerte de 160 g MOD par kg poids vif (valeurs maximales de leurs essais). De plus, la consommation quotidienne de matière organique augmente en fonction de la quantité de l'herbe disponible.

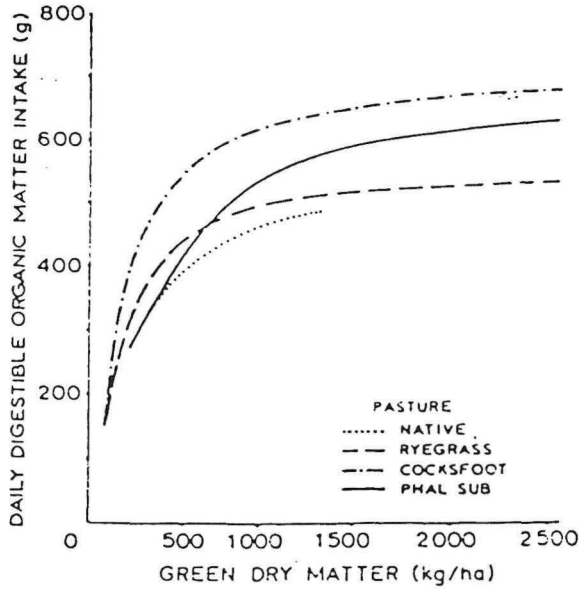


Figure 5 (d'après Arnold et Dudzinski, 1966) :

Relation entre la quantité d'herbe ingérée vis-à-vis de la quantité offerte dans des prairies différentes.

Les travaux détaillés (de Allden et Whittaker, 1970 ; Barthram, 1981 ; Stakelum, 1985 ; Penning et al., 1986) ont confirmé que la quantité d'herbe offerte influence la quantité ingérée par l'animal au pâturage. De plus, les performances de l'animal (croissance des agneaux, production laitière et poids des brebis) sont améliorées par l'augmentation de la quantité d'herbe disponible (Rattray et Jagush, 1978).

Les résultats de Allden et Whittaker (1970) ont présenté la relation entre le taux d'ingestion, la durée du pâturage et la quantité d'herbe offerte (kg MS/ha).

D'ailleurs les expériences de Jamieson et Hodgson (1979b) montrent que la quantité de matière organique consommée augmente jusqu'à ce que la valeur de la quantité offerte atteigne 2 500 kg à 3 000 kg de M.O. par hectare.

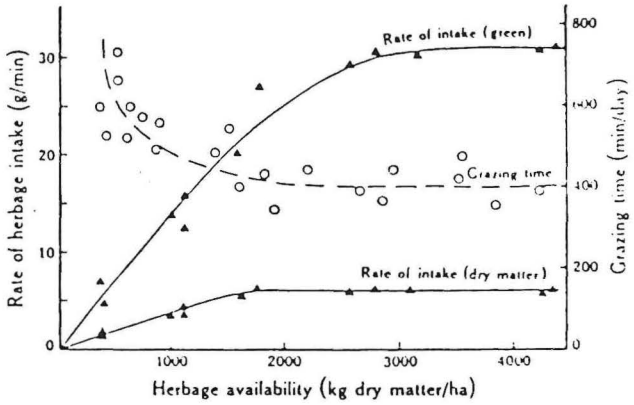


Figure 6 : Relation entre la vitesse d'ingestion, la durée de pâturage et la quantité d'herbe offerte (Kg MS/Ha). (D'après ALLDEN et WHITTAKER 1970).

2.12 - Facteurs de variation (des rendements)

Le rendement d'une prairie dépend de plusieurs facteurs (ex. : l'état du sol, l'espèce de plante, la fréquence d'attaques des insectes, les variations du climat).

D'abord, la croissance et la sénescence sont deux phénomènes "au monde végétal" qui maintiennent "un véritable flux", plus ou moins caractéristique, de l'espèce de plante. Les expériences de Hodgson et al. (1985) ont permis de préciser les liaisons entre l'indice foliaire de prairie pâturée et les variables de flux. Ils ont apprécié la croissance (par la hauteur en cm) pour pouvoir évaluer la consommation/rendement par le nombre des bouchées pleines par minute.

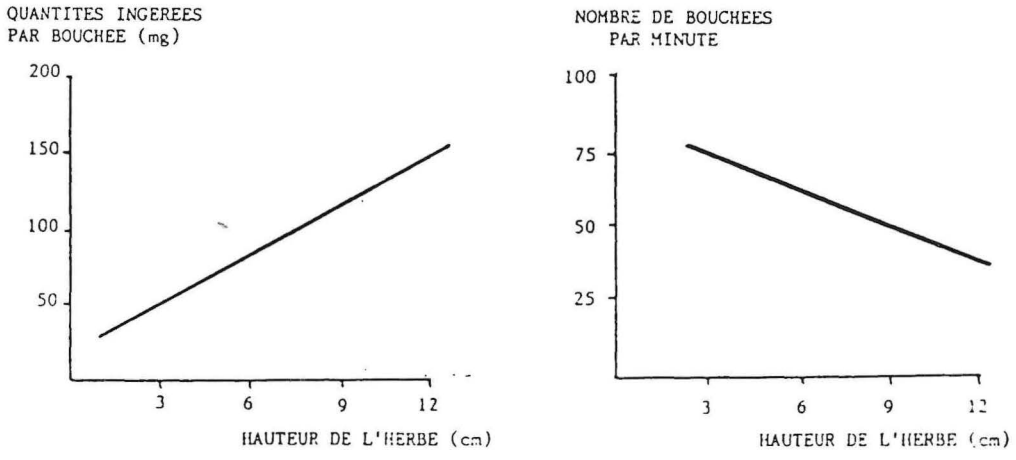


Fig.7 : D'après Hodgson (1985)

D'après J.E. SALETTE

(sur D. decubens 1971)

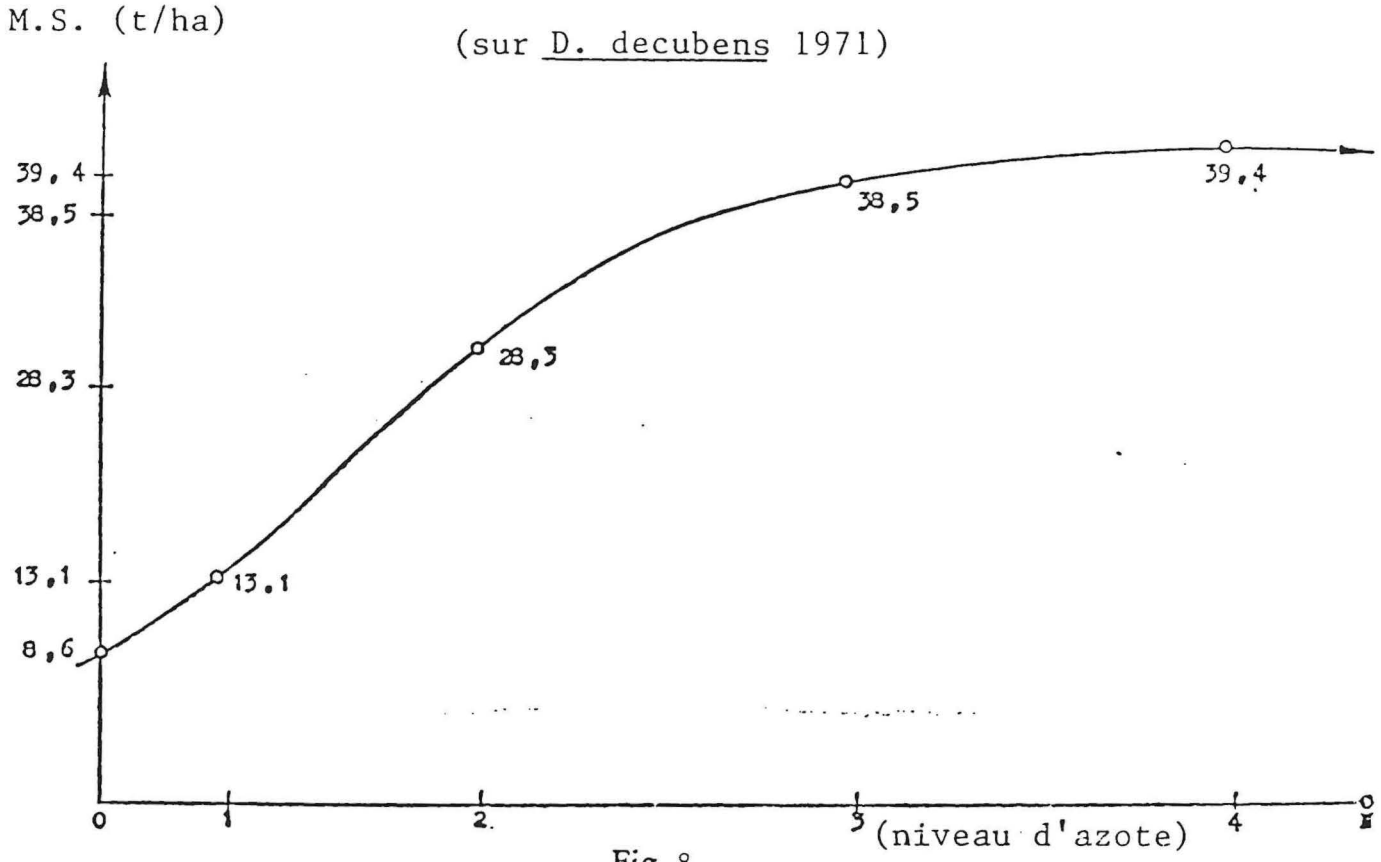


Fig. 8

Production annuelle en tonnes de matière sèche

TABLEAU

Traitements	*Apport annuel d'azote (kg/N/ha)*	*% de matière sèche*	*Rendements en matière sèche (t/ha)*		*Rendements d'azote (kg/ha)*	*Taux d'utilisation de l'azote (%)*	*Rendements en kg/N par kg d'azote apporté (× 100)*
N_0	0	27,7	8,6	1,093	94	—	—
N_1	216	27,3	13,1	0,990	130	16,6	16,6
N_2	648	24,8	28,3	1,210	342	38,3	49,1
N_3	1.296	21,5	38,5	1,725	644	44,0	49,7
N_4	1.944	19,3	39,4	1,902	749	37,7	13,1

140

Le flux (croissance et sénescence) est directement lié à la photosynthèse du couvert végétal qui dépend aussi de la quantité de lumière interceptée. De plus, il est à noter que le rendement du couvert végétal (en matière sèche) est le produit final de plusieurs facteurs qui interviennent pendant la croissance ou repousse de la plante.

2.2 - TRAVAUX SUR LE PANGOLA (Digitaria decumbens stent)

D'après les essais de Cruz P. et al. (1988), la croissance du Pangola comprend deux phases linéaires pour la partie aérienne (i.e. feuilles et stolons). Deux doses d'azote ont été testées (30 et 300 unités N/ha/an) pendant deux saisons contrastées (jours longs = J.L. et jours courts = J.C.). Les valeurs de vitesse de la croissance en matière sèche (M.S.) obtenues sont 148 et 90 kg/ha/j. pour J.L. et J.C. respectivement.

La croissance foliaire montre qu'il y a une différence significative entre J.L. et J.C.

Selon les résultats, la dose d'azote appliquée n'a aucun effet (non significative) sur la croissance foliaire pendant les deux saisons. Mais cet effet est par contre significatif en fin de repousse pour la biomasse de stolons.

2.3 - FACTEURS DE DEFOLIATION SUR LA CROISSANCE ET STRUCTURE DE LA PRAIRIE

La liaison qui existe entre ces deux phénomènes a été analysée d'une façon précise parce que le processus de morphogénèse, pour l'ensemble des espèces de graminées, est différent de celui des légumineuses. Les travaux de Lemaire et al. (1985) sur la fétuque élevée, ont permis d'établir une sorte de modèle pour comprendre la morphogénèse des feuilles et son influence sur la croissance de prairie.

D'abord, la vitesse d'apparition des feuilles peut être considérée comme un caractère génotypique. S'il y a une défoliation sévère ou un déficit en azote (disponible), cette vitesse a tendance à diminuer. En réalité, Lemaire et Duru (1987) ont exprimé la relation entre la vitesse et la croissance ainsi : "la durée entre l'apparition de feuilles (phyllochrone) est l'inverse de la vitesse de leur croissance". Ils ont noté que, s'il n'y a pas de défoliation, le nombre des feuilles adultes reste constant : 3 feuilles pour ray-grass anglais (Davies, 1977), 2 pour la fétuque élevée (Lemaire, 1985) et 3 pour le dactyle (Duru, 1987).

2.4 - L'EFFET DE LA DOSE D'AZOTE SUR LE FOURRAGE

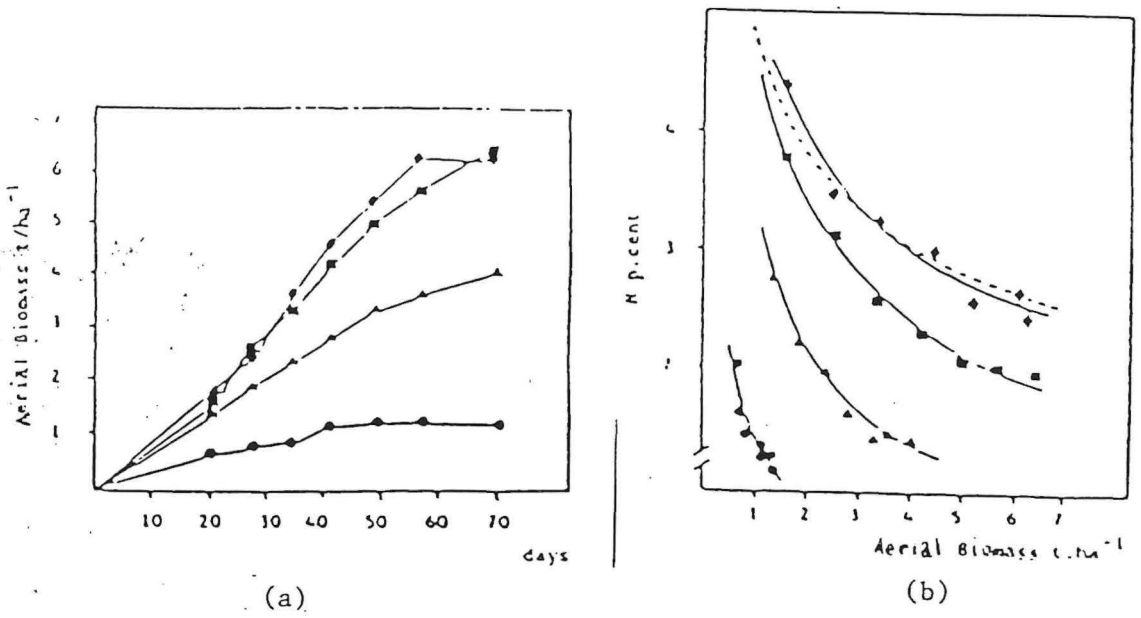
L'importance et l'utilisation d'azote au pâturage ont été analysées par les différents chercheurs dans des conditions très variées. Lemaire et al. observent qu'il y a un besoin d'azote important pendant la repousse de fétuque au printemps : 50 p. 100 de ce besoin azoté peut être expliqué par la quantité importante de rayonnement solaire capté, grâce à l'élongation des feuilles (si N2 est non-limitant).

La relation entre la teneur en azote des feuilles et la vitesse d'élongation (pour la fétuque) a été établie (Lemaire et Sallatte, 1984). Ils ont utilisé un modèle simple, basé sur la formule :

$$N\ \% = \alpha\ (DM)^{-\beta}$$

$$\text{Teneur N.kg.ha}^{-1} = 10\ \alpha\ (\text{DM t.ha}^{-1})^{1-\beta}$$

Le calcul (fait avec les deux équations) donne la teneur en azote (en p. 100 de la matière sèche) pendant la repousse. Les résultats de Lemaire et Salette montrent en détail l'évoluation de la biomasse aérienne par rapport aux teneurs en azote de la fétuque élevée, au cours d'une période de repousse de l'été.



(a) (b)

● = 0 Kg/ha ■ = 100 Kg/ha

▲ = 50 Kg/ha ◆ = 150 Kg/ha

D'après Lemaire et Salette, 1985

Fig.9: Les courbes représentant la quantité d'azote obtenue sur des feuilles (après dilution) au cours de la repousse au printemps (pour N non-limitant)

Ils ont noté que, dans des conditions où l'azote est non-limitant, sa teneur est déterminée par le taux d'assimilation du gaz carbonique (CO2) (Gastal, 1984). Dans le cas d'un déficit d'azote, les facteurs génétiques jouent un rôle important entre deux génotypes.

A Puerto-Rico, Vincent et al. (1959) ont appliqué des doses atteignant 450 kg N/ha/an. Mais ils ont observé que, pour des doses au-delà de 250 kg N/ha/an (= 17 t/ha/M.S.), les récoltes augmentent très peu. La faible augmentation (en M.S.) était sans doute liée aux attaques des insectes (aphides) - un facteur important dans la zone tropicale sèche - qui limite la croissance (ou rendement) du Pangola. L'utilisation de fortes doses d'azote apparaît comme un élément fondamental de la production fourragère en milieu tropical. Ceci est plus important pour les graminées que pour les cultures de légumineuses tropicales (Salette, 1970).

2.5 - METHODES DE MESURES APPLIQUEES

La méthode utilisée pour mesurer la bio-conversion de l'énergie solaire en couvert végétal ne permet d'estimer que la production primaire. Cette dernière ne représente que la production récoltable, à condition que le retour au sol des organes sénescents ne soit pas trop important. En réalité, on peut estimer des valeurs de la productivité (récoltable) en kilogramme de matière sèche (kg M.S.) élaborée par hectare et par jour, selon le mode d'exploitation et de prélèvement de l'herbe.

Dans le cas du pâturage, la productivité récoltable est mesurée par le taux d'ingestion : kg. M.S. ingérée par hectare par jour. Cette méthode est déterminée par des facteurs liés à la fois à la végétation (quantité et qualité) et à l'animal (i.e. type d'animal, âge, chargement, comportement...etc). Il est nécessaire de remarquer que le sens des interactions est modifié par le mode de conduite du pâturage (en avant ou en tournant).

Les travaux réalisés en Grande Bretagne (Hodgson, 1981 ; Grant et al., 1983) ont permis de comprendre ces interactions grâce aux études des composantes de la croissance de l'herbe au pâturage et de la quantité ingérée.

Les expériences de Johnson et Parsons (1985) montrent la relation entre la quantité ingérée et le chargement des animaux (ex. : brebis).

D'après les résultats, ils ont développé un modèle permettant d'analyser l'effet du chargement : Croissance = Ingestion + Sénescence (sans changement de la quantité de biomasse présente), c'est-à-dire que les facteurs du milieu déterminent la croissance si le rayonnement et la température restent stables.

2.6 - COMPORTEMENT DE L'ANIMAL

En ce qui concerne le comportement animal (petits ruminants), le sujet reste très peu exploité, car il n'a pas encore attiré l'intérêt de nombreux chercheurs pour pouvoir évaluer le rythme (et l'importance) des activités journalières des animaux au pâturage. Mais, au cours de ces trois dernières années, certains travaux ont été réalisés (ex. : Guadeloupe) sur le sujet (Letondot, 1987). L'approche et les protocoles sur ce sujet sont encore à améliorer par les observateurs ou les chercheurs.

L'étude du comportement effectué à l'Universitié de Kenturkey a montré que la consommation de fourrage par des petits ruminants (race à viande) devient faible si la disponibilité est en-dessous de 1000 kg par hectare (Lower O.J. et al., 1985)

Ils ont signalé que la qualité de l'herbe à consommer détermine les déplacements de l'animal au pâturage. D'autre part, l'animal sélectionne l'herbe en fonction de la digestibilité, c'est-à-dire que l'animal consomme en premier l'herbe beaucoup plus digestible (plus d'appétence) avant l'herbe de faible digestibilité. Ce choix provoque des déplacements d'un endroit à l'autre. L'animal arrête de manger s'il y a une interruption (ex. thermostatique) ou quand il a eu satisfaction de sa demande par jour ou si la nuit tombe. Si les parcelles sont de la même qualité, la consommation est homogène partout, donc il se déplace moins.

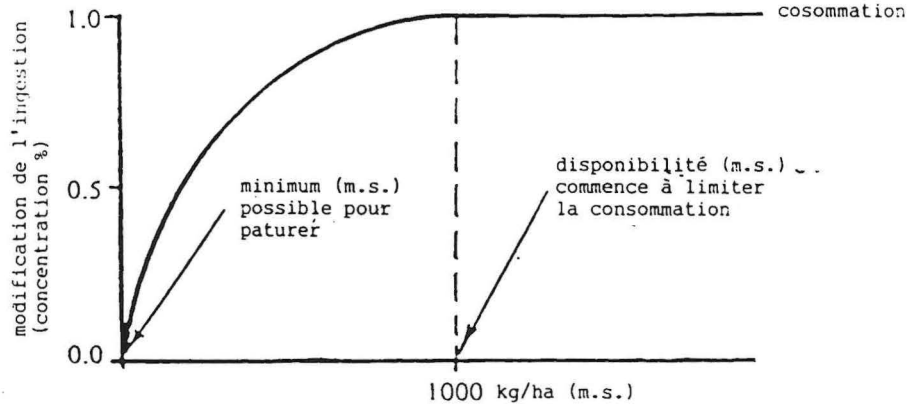


Figure 10

L'effet de l'herbe disponible sur l'ingestion de l'animal au pâturage - Graphique d'après Lower O.J.

Les essais de Rouissi et Majdoub (fourrage, 1988) sur les chèvres de Tunisie ont montré que la chèvre tunisienne préfère aux herbacées les espèces de plantes (ex. arbustes) riches en matière azotée, relativement pauvres en cellulose brute et de bonne digestibilité. Par ailleurs, une charge élevée entraîne une forte concurrence ainsi qu'un déplacement important au pâturage.

CHARGE/HA	1 CHEVRE	3 CHEVRES	9 CHEVRES
PATURAGE REPRESENTE (Temps par cours)	70 %	59 %	63 %
DEPLACEMENT REPRESENTE	17 %	24 %	26 %
REPOS REPRESENTE	13 %	18 %	11 %

Les résultats montrent le rapport entre les chargements différents et la durée (moyenne p. 100) que l'animal consacre à chaque activité au cours de la journée.

2.7 - CONCLUSION BIBLIOGRAPHIQUE

Cet aspect de l'étude montre qu'il y a plusieurs relations et interaction entre la plante et son milieu. Ce n'est pas seulement qu'il y ait une interaction entre la plante et les facteurs pédo-climatiques, mais il existe aussi des relations très importantes entre l'ingestion de l'animal et les rendements de prairie qui maintiennent une sorte d'équilibre. La stabilité de cet équilibre dépend des règles de conduite du pâturage, de sa productivité et des animaux qui y pâturent.

CHAPITRE 3

3.0 - PARTIE EXPERIMENTALE

3.1 - LOCALISATION

Les essais expérimentaux se sont déroulés à la station de Recherches Zootechniques de Gardel (INRA-CRAAG, B.P. 1232, 97184 POINTE-A-PITRE CEDEX) en Guadeloupe, où l'on trouve des conditions pédo-climatiques d'une zone tropicale.

3.11 - Matériel et méthodes

Conditions générales des parcelles

Une superficie de D. decumbens d'implantation récente (6 mois) et de peuplement homogène a été choisie. Cette surface fait partie d'un système du pâturage rotatif intensif (avec des cabris créole, Alexandre et al., 1988). Au début de l'expérimentation, toute l'herbe a été fauchée à la motofaucheuse à deux reprises : le 30 mars et le 9 mai (41 jours de repousse). La barre de coupe utilisée, d'un mètre de largeur, assure une fauche rase (5 cm environ) et régulière sur l'ensemble de la parcelle. Après chaque fauche, les parties coupées ont été évacuées de la parcelle pour permettre une repousse dans les meilleures conditions.

Les deux tiers nord de la parcelle sont plats. Le tiers sud est légèrement convexe, surtout dans sa partie ouest. La superficie totale est de 944 m2. Une clôture grillagée partage la parcelle en quatre sous-parcelles de 236 m2 chacune.

Cette parcelle n'avait pas reçue d'engrais depuis plusieurs années (elle était en friche), jusqu'à l'implantation du Pangola, qui a été accompagné d'une fumure de fonds. Un autre apport a été réalisé simultanément à la première coupe. Un second apport visant à établir deux niveaux de fumure azotée a accompagné la seconde coupe. P a été apporté sous la forme de sulfate ($P(SO)$), à raison de 150 kg par hectare. K a été apporté sous forme de supertriple nitrate (NH, NO), à raison de 150 kg/ha également. N a été apporté sous forme d'ammonitrate (NH, NO).

La pâture était desservie par des petits arroseurs rotatifs (type sprinkler), à raison de deux arrosages par semaine en moyenne dans le but d'obtenir un niveau d'alimentation en eau non limitant.

3.12 - Traitements des fourrages

On a établi deux niveaux de fumure azotée. Le fourrage a été soumis aux traitements des doses différentes pendant deux cycles de repousse. Donc, deux facteurs de variations ont été testés :

Niveau faible (N-) = 35 kg de N par hectare
Niveau élevé (N+) = 135 kg de N par hectare.

Le niveau N+ visait à atteindre un niveau de nutrition azotée non limitant. Deux périodes de repousse ont été croisées avec les deux niveaux de fumure :

Cycle long/lent = tous les 42 jours
Cycle court/rapide = tous les 21 jours.

3.13 - L'évolution de la biomasse aérienne

L'évolution de la biomasse a été suivie grâce à des prélèvements bi-hebdomadaires en moyenne. Tous ces prélèvements ont eu lieu au début de la matinée, pour éviter les interactions avec les variations journalières des teneurs en eau, produit de la photosynthèse... A chaque date, on a réalisé dix prélèvements élémentaires, situés au hasard dans chaque parcelle. Chaque prélèvement élémentaire a été effectué grâce à un cadre métallique de 0.09 m2. A l'aide d'une petite faucheuse électrique à main, on a coupé au ras du sol la totalité des stolons enracinés dans les limites définies par le cadre. L'ensemble de la matière organique (vivante et morte) était recueillie dans un sac plastique qui était aussitôt placé dans une glacière, pour limiter les pertes par respiration.

On peut définir un coefficient de prélèvement " α p" qui est le rapport entre la surface prélevée et la surface de référence (on choisi 1 m2). On a donc :

$$\alpha p = \frac{1}{10 \times 0.09}$$

Photo de prélèvement avec petite faucheuse

3.2 - METHODE EMPLOYEE

3.21 - Le tri des prélèvements de biomasse

Après un court trajet entre les parcelles et le laboratoire, tous les prélèvements élémentaires étaient pesés et, chacun (environ 10 p. 100 de la masse totale = une poignée) était considéré suffisant (représentatif) pour l'analyse. On obtenait la masse totale fraîche prélevée (MFP), et une masse fraîche à trier (MFT) correspondant à 10 p. 100 (souvent plus) de la MFP. On définit alors un coefficient de tri " α t" comme étant le rapport entre la masse fraîche prélevée et la masse fraîche effectivement triée soit :

$$\alpha t = \frac{MFP}{MFT}$$

La MFT était ensuite triée selon les catégories suivantes :

- Déchets (graviers, féces...) = D
- Matière morte = M.M.
- Vieux stalons (cf. lexique) = V.S.
- Compartiment caulinaire (tige et gaines) = T + G
- Compartiment foliaire (limbes) = F

En outre, une partie des limbes était passée au planimètre optique (le critère de taille de ce sous-échantillon était d'avoir une surface supérieure à 300 cm2). Ceci a permis de calculer la masse superficique des limbes et d'en déduire l'indice foliaire (I.F.) du couvert végétal.

Une partie des échantillons ainsi obtenus a été pesée en vert pour obtenir des valeurs indicatives de teneur en matière sèche. Les échantillons étaient ensuite passés 48 heures (au moins) dans une étuve à 95°C, puis pesés sur une balance électronique (précise au centième ou au millième de gramme selon les cas). On a ainsi obtenu les poids de matière sèche M.M., V.S., T + G, et F.

On tire de ces poids secs les valeurs de biomasse (en gramme M.S. par mètre carré) en les multipliant par p x t. La biomasse aérienne vivante sera la somme des biomasses de tous les organes vivants. La biomasse aérienne jeune sera définie comme la somme des feuilles et des tiges (la différence entre biomasse aérienne jeune sera donc la masse de vieux stolons).

Les échantillons ont ensuite été broyés séparément quand leur taille le permettait ou broyés après avoir été mélangés (quand la taille d'un échantillon ne permettait pas l'analyse).

Ont ensuite été réalisés :

1 - Pour tous les échantillons, le dosage de la teneur en azote total ;

2 - Pour certains échantillons, le dosage de la teneur en hydrates de carbone non structuraux (sucres solubles) selon la méthode utilisée (automatisée) décrite par Thomas, 1977. L'extraction est réalisée dans l'eau : les fructosanes sont pris en compte mais pas l'amidon. Nous n'avons pas pu réaliser le dosage de l'amidon.

3.3 - CONDITIONS DE DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION

Le calendrier des prélèvements (un tous les 3 ou 4 jours en moyenne), des opérations culturales (coupe) et des passages des animaux (dans les parcelles) se trouve en annexe.

Nous avons considéré que les parcelles étaient assez homogènes au début de repousse pour nous permettre de suivre un même niveau d'azote à travers deux parcelles cumulées, c'est-à-dire que, du jour de repousse 1 au jour de repousse 21, les valeurs de la biomasse traitée avec N+ ou N- sont les résultats de 10 prélèvements (répartis également dans les deux groupes de parcelles : N+42 jours, N+21 jours, N-42 jours et N-21 jours).

- pour 21 jours de repousse, il y a deux cycles :

  Cycle du 1 au 21ème jour = N°1
  Cycle du 22 au 41ème jour = N°2

- pour 42 jours de repousse, il n'y a qu'un seul cycle, divisé en deux parties pour bien suivre l'évolution de la plante :

  Partie du 0 au 21ème jour = N°1
  Partie du 27 au 41ème jour = N°2

Pour savoir la valeur approximative du Pangola pâturé par des animaux, on fait le calcul (soustraction) entre la matière sèche des prélèvements effectués juste avant la rentrée des cabris en parcelles et après leur sortie. D'après les plantes baguées, on sait directement quelles parties aériennes sont les plus touchées (i.e. feuilles, tiges ou ramifications).

3.4 - LE PESAGE DES ANIMAUX

La pesée a toujours été effectuée avant la rentrée des animaux sur des parcelles, quelquefois deux jours avant et au même moment afin de minimiser les variations de contenu digestif. Il

est habituel de faire un traitement préventif (de parasites internes/externes) le même jour, avant les pesées, pour éviter l'influence de maladies sur l'ingestion (ou comportement) au pâturage :

- avant la mise en parcelles (critère de mise en lot équilibré) ;

- au 15ème ou 17ème jour, les animaux recoivent régulièrement un traitement préventif (interne et détiquage), condition qui rend des lots comparables sans limite sanitaire.

3.5 - SUIVI DU COMPORTEMENT ANIMAL

Le comportement animal au pâturage a été suivi précisément pendant une période de trois jours consécutifs (de 5h00 à 19h20), à la suite des essais d'une demi-journée.

Tous les lots de quatre parcelles expérimentales ont été contrôlés avec l'intervalle de 20 minutes pendant toute la journée (ex. : 5h00, 5h20, 5h40... etc).

Les aspects considérés sont le nombre d'animaux qui pâturent, se déplacent, ruminent, se reposent, jouent et qui font d'autres activités pendant chaque contrôle (au bout de 20 minutes).

Leur façon de pâturer est classée selon le type de coup de dent (soit A, B ou C) effectué.

Type A :

L'animal effeuille par coups de dents rapprochés la partie haute du couvert prairial, "en superficie" donc.

Type B :

L'animal cherche dans la partie basse et on ne voit pas bien sa tête ou sa bouche, mais on peut compter le nombre de coups de tête.

Type C :

L'animal arrache une touffe conséquente de fourrage, dont les tiges, relève la tête et mastique.

D'après les observations, l'emploi du temps journalier des animaux sur les parcelles peut être déterminé ainsi que la relation entre leur comportement et les stades différents du Pangola. Toutes les données de coups de dents observées pendant une durée inférieure à trois minutes sont considérées comme non valables (non représentatives du repas moyen) dans notre expérience.

CHAPITRE 4

4.0 - RESULTATS ET DISCUSSION

Il a été trouvé que la plante "Pangola" répond à des traitements d'azote et à des durées de repousse différents. La croissance des organes (feuilles et stolons) correspond à un programme de morphogénèse précis, c'est-à-dire que les feuilles atteignent leur croissance maximum (entre 15 et 21 jours) avant celle des stolons (entre 25 et 36 jours). Ensuite, la biomasse aérienne augmente en fonction des doses appliquées ainsi qu'avec la durée de repousse accordée. Ceci correspond aux résultats déjà signalés par Cruz P. et al., (1988) ainsi que Lemaire et Salette (1983) en travaillant respectivement sur le Pangola et la fétuque.

4.01 - Variation de la croissance entre les parcelles

Une différence d'hauteur d'herbe parmi les 4 parcelles n'a été trouvée significative qu'entre la parcelle n°1 et les deux dernières (Tableau 3(a) ; P3 + P4). Il n'y a pas de différence significative entre les parcelles avec des durées de repousse de 42 jours en fonction des doses d'azote appliquées.

La forme des courbes de croissance pour les deux durées de repousse (N+21 jours ; N+42 jours) est identique pour le groupe avec forte dose d'azote, mais elle est tout à fait différente de celle de l'autre groupe. Il apparaît que l'effet de la durée de repousse sur la biomasse aérienne totale est très faible (voir annexe 4 ; la valeur de t = 1.2 est non significative), tandis que la différence de croissance pour les stolons entre les groupes de parcelles est significative à partir de 22 jours de repousse.

L'absence de différence significative (en biomasse nette) entre les deux parcelles pour les deux durées de repousse est peut être due aux attaques (2 fois) par des chenilles, suivies de l'application de l'insecticide. Ceci peut déséquilibrer l'éco-système, d'où la différence moins importante des rendements entre parcelles.

Le potentiel de rendement maximum de D. decumbens a été trouvé près de 800 g MS/m2 (i.e. fig. 15, parcelle 1), soit une croissance de 17.5 g MS/m2/j. La différence entre rendements des 4 parcelles n'est pas significative sauf entre les parcelles 1 et 4 (t = 2,34).

4.1 - COMPORTEMENT DE L'ANIMAL

4.11 - Effets des parcelles

Les valeurs (en pourcentage - Tableau 2) du temps passé pour chaque activité de l'animal montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre les quatre parcelles, pour le

comportement des animaux. Toutes ces valeurs sont proches l'une de l'autre au cours de chaque jour.

Pourtant, la différence du temps consacré au pâturage/ingestion pendant les 3 jours varie complètement d'un jour à l'autre. Il y a une différence significative entre le premier et le deuxième jour (t = 30,4) et entre le troisième et le deuxième jour (t = 9,2). Cependant, entre le troisième et le premier jour, cette différence n'existe pas.

4.12 - Coups de dents et vitesse de la consommation

La consommation de l'animal a été appréciée d'après trois catégories de coups de dents effectuées pendant le repas (voir partie expérimentale et tableau 3a). En général, le nombre de coups de dents, type "A" est supérieur (134,6 coups/repas) aux types "B" (77.7 coups/repas) et "C" (7,7 coups/repas) pendant la durée de notre expérience. La vitesse moyenne de la consommation est de 42,65 coups de dents par minute (+/- 18,55).

Les animaux consomment beaucoup plus (type "A") dans les parcelles 1 et 4 (164 coups et 146 coups/repas) que dans les parcelles 3 et 2 (126 coups/repas et 101 coups/repas) respectivement mais la différence n'est pas significative pour toutes les parcelles.

En réalité, les parcelles 1 et 4 sont celles qui ont reçu des fortes doses d'engrais pendant notre expérience.

4.2 - CONCLUSION

D'après les résultats de ce travail, on peut voir que les facteurs écologiques, physiologiques et nutritionnels influencent la croissance du fourrage tropical (ex D. decumbens) dans les systèmes agro-pastoraux. On a montré que l'azote joue un rôle important sur la croissance et le rendement total de D. decumbens ; deux périodes différentes correspondent à la croissance maximale des feuilles et des stolons. Ce sont respectivement 10,04 g/m2/j et 3,4 g/m2/j.

Il a été montré que la durée de repousse a des effets sur le peuplement (densité) de l'herbe de "Pangola" dans les parcelles. Il n'y a aucune influence sur le comportement des chèvres. Ces résultats sont opposés à ceux de Rouissi H. et Majdoub A. (1988) en Tunisie, qui ont travaillé sur la préférence alimentaire de chèvres parmi des arbustes (en fonction de la digestibilité ligno-cellulose).

L'utilisation des caprins permet de lutter contre l'envahissement des pâturages par des plantes arbustives ("savanisation") et demande des investissements plus légers que l'élevage bovin. La productivité numérique élevée (2 chevreaux par mise bas et 3 mises bas en deux ans) ainsi que la souplesse de

manipulation (participation des femmes ou des enfants, etc...) de cette espèce sont autant d'avantages pour l'exploitation dans les zones tropicales humides. Dans les pays du tiers-monde, l'élevage des petits ruminants joue également un rôle de thésaurisation.

Toute cette gamme de paramètres discutés montre l'intérêt que présentent les études, en vue de modifier la méthode d'exploitation du fourrage pour les petits ruminants.

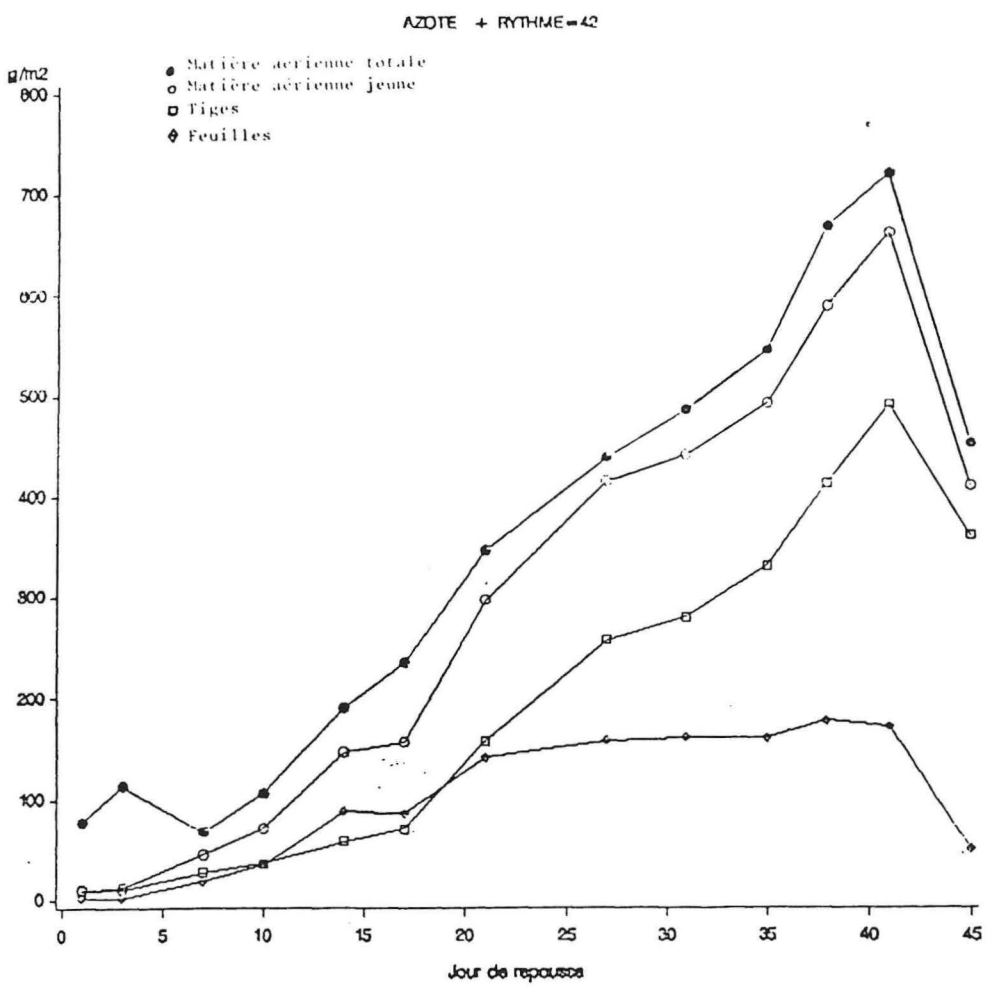


Figure 11 - La croissance du Pangola sur la parcelle 1

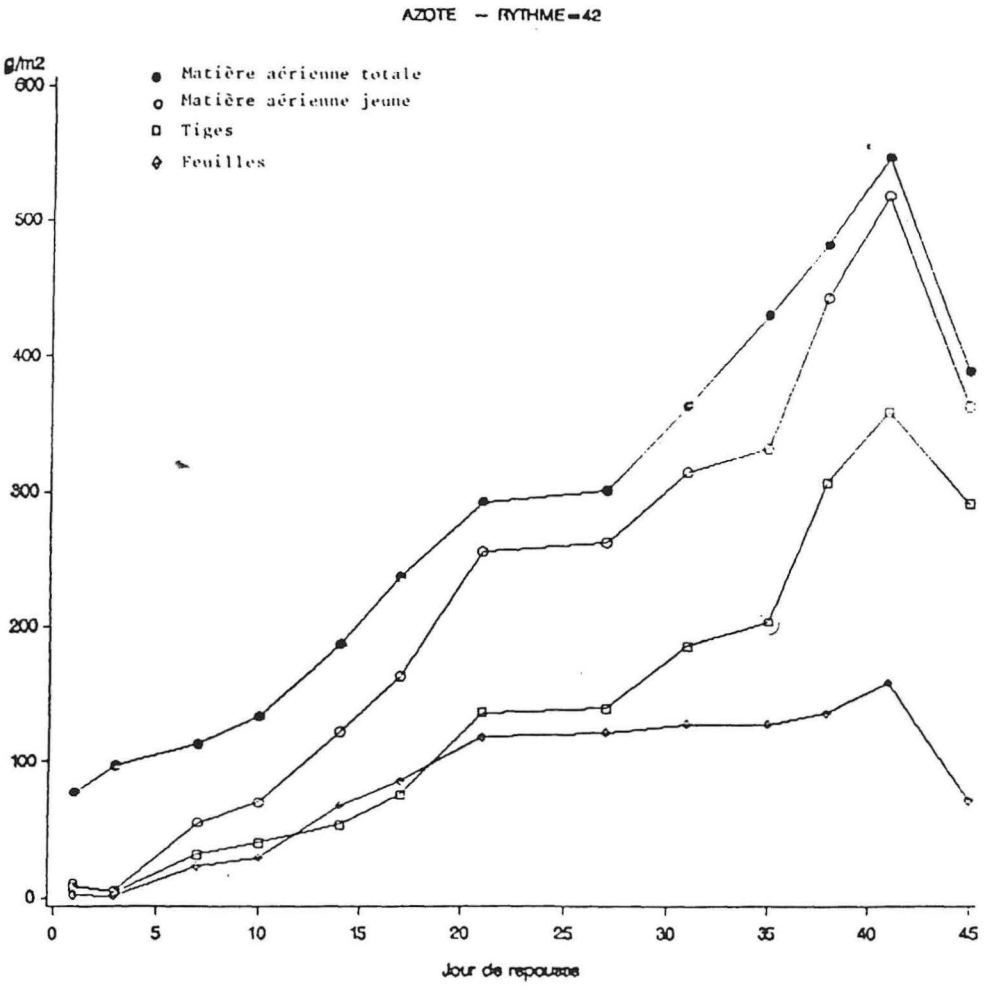


Figure 13 - La croissance du Pangola sur la parcelle 2

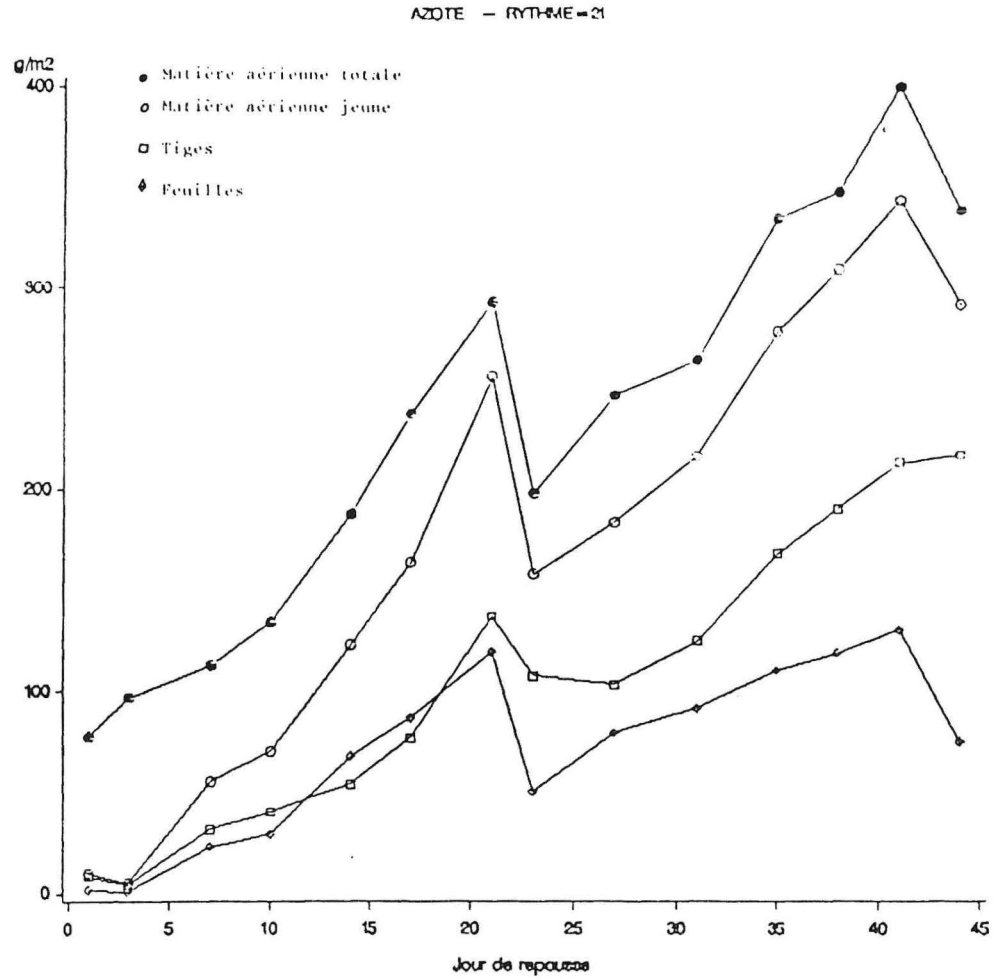


Figure 14 - La croissance du Pangola sur la parcelle 3

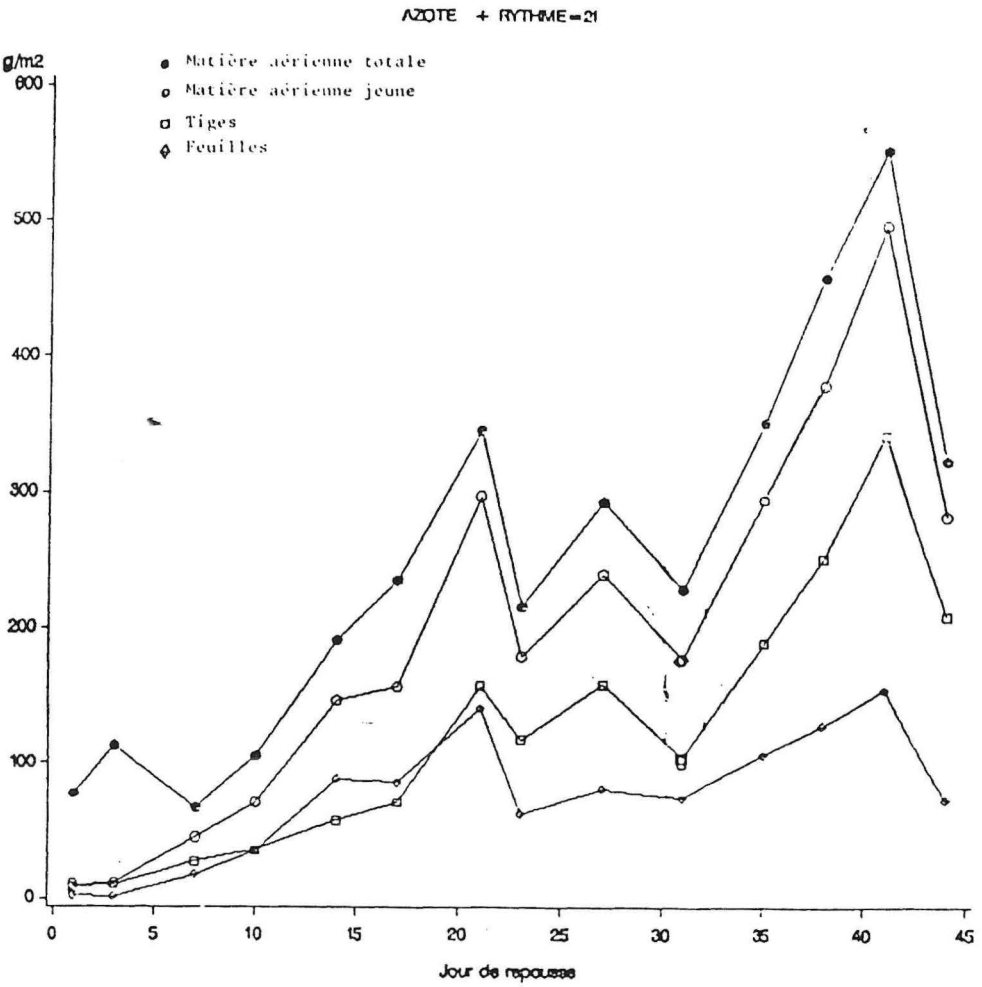


Figure 12 - La croissance du Pangola sur la parcelle 4

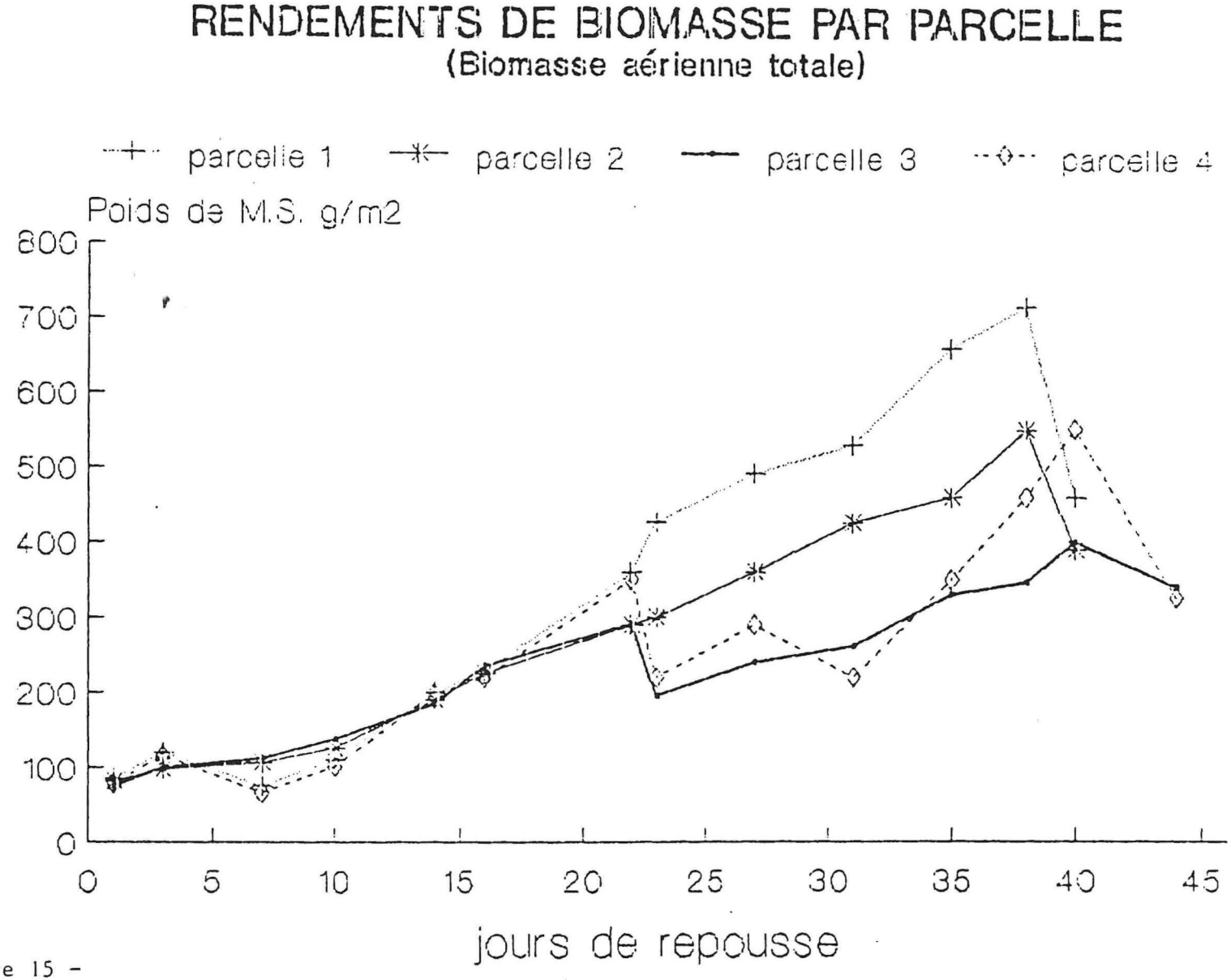


Figure 15 -

Rendements en fonction d'azote et durée de repousse pour les 4 parcelles

(c)

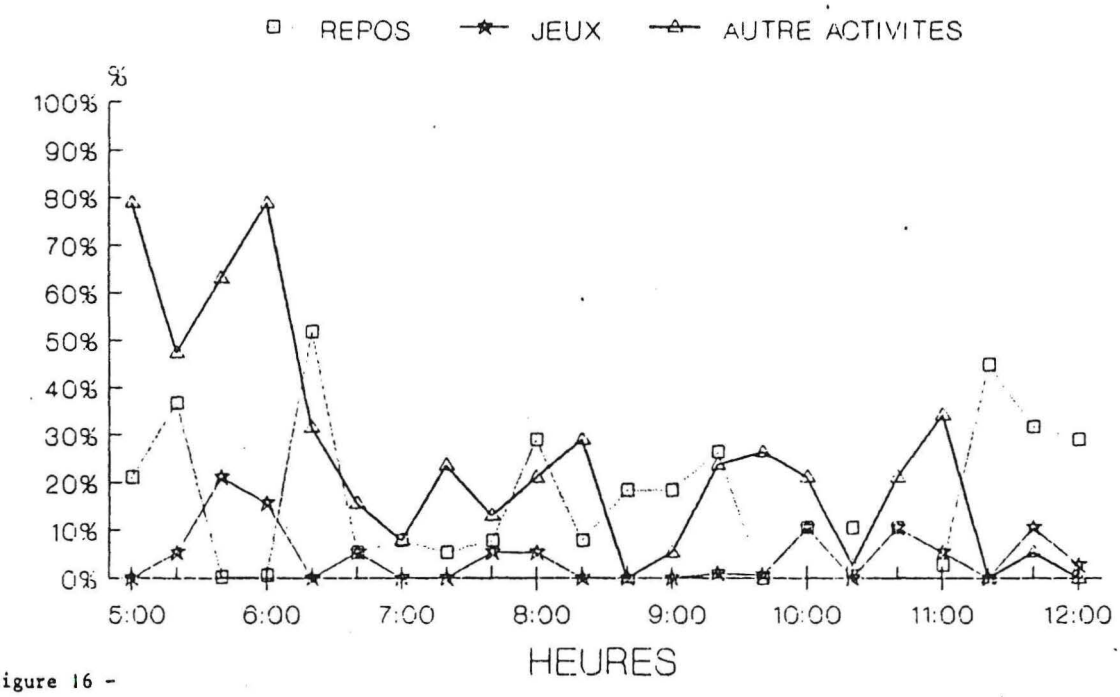


Figure 16 -

PREMIER MATIN Représentation de trois derniers critères du comportement

(d)

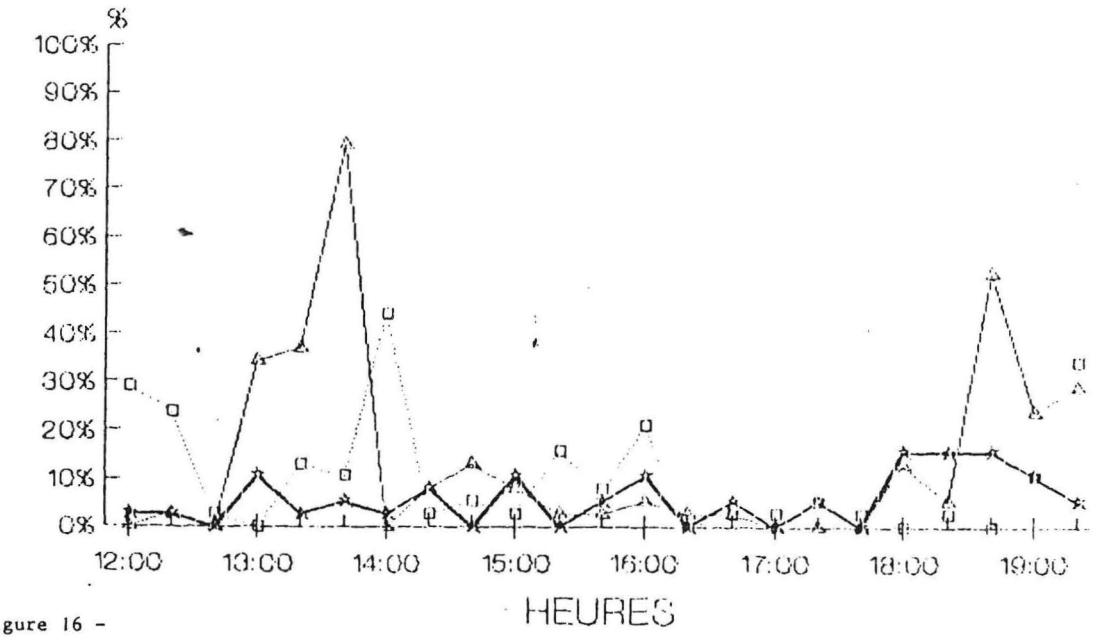
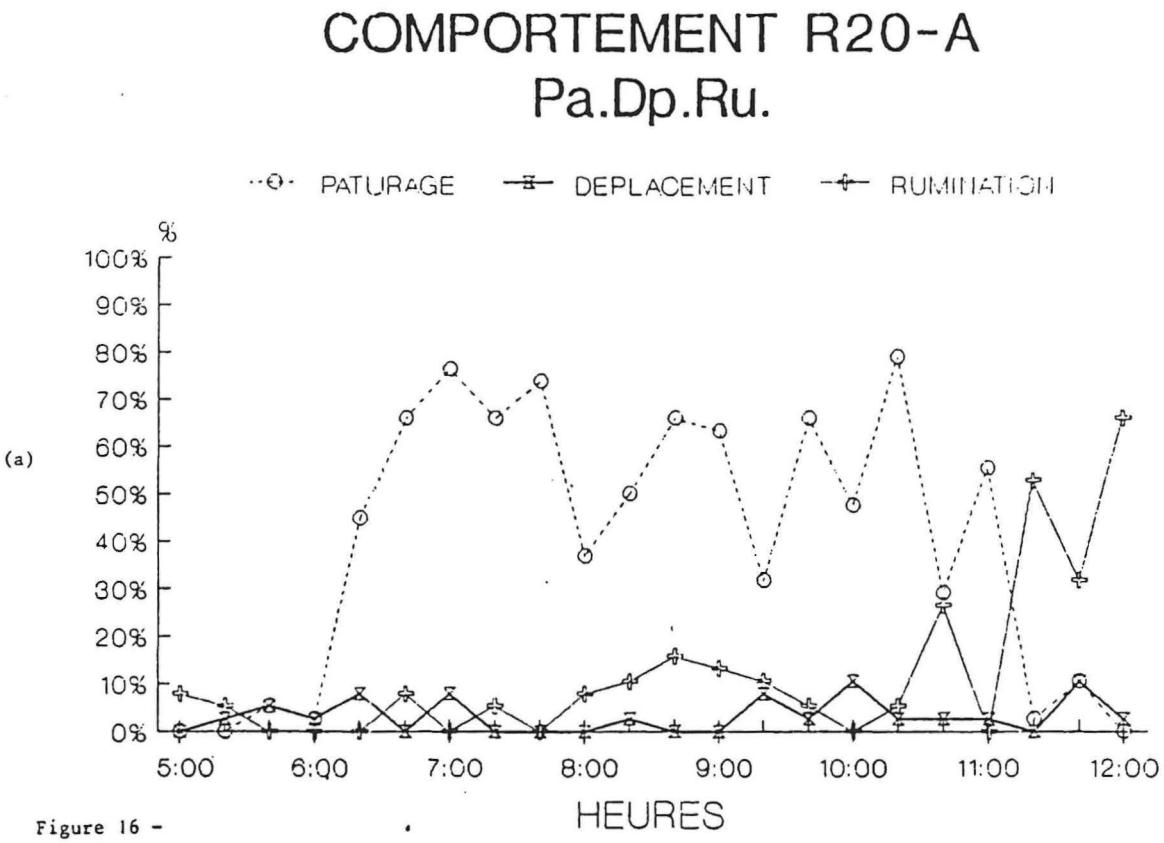


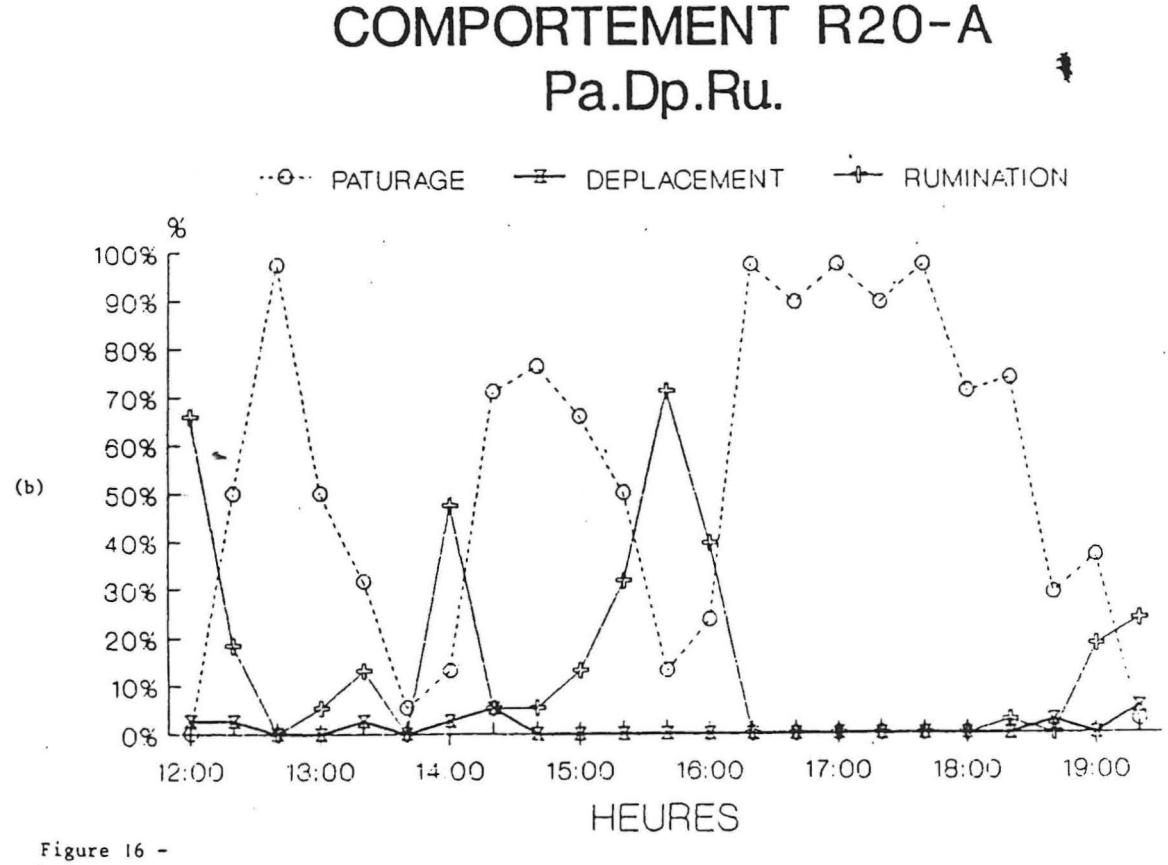
Figure 16 -

PREMIE APRES-MIDI La continuation des mêmes trois aspects de (c)



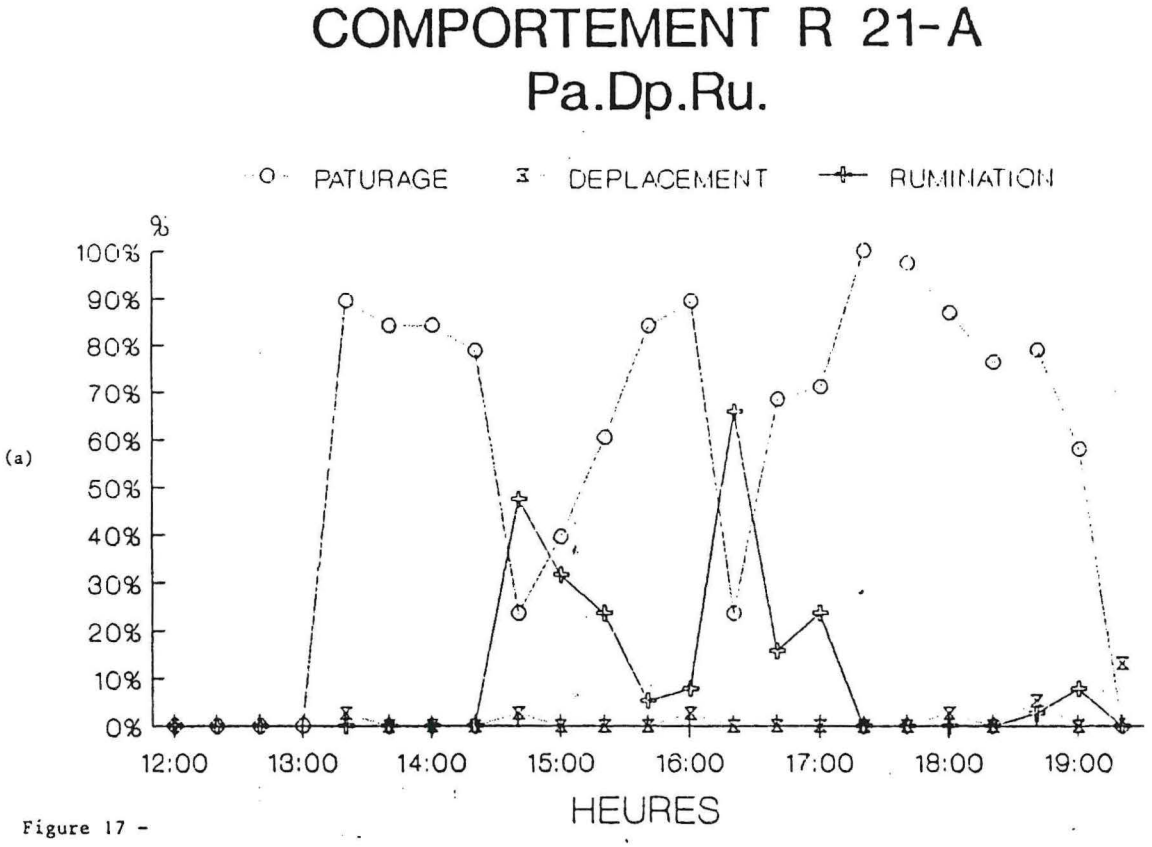
(a)

Figure 16 - PREMIER MATIN Représentation de trois premiers critères du comportement contrôlé chaque 20 minutes.



(b)

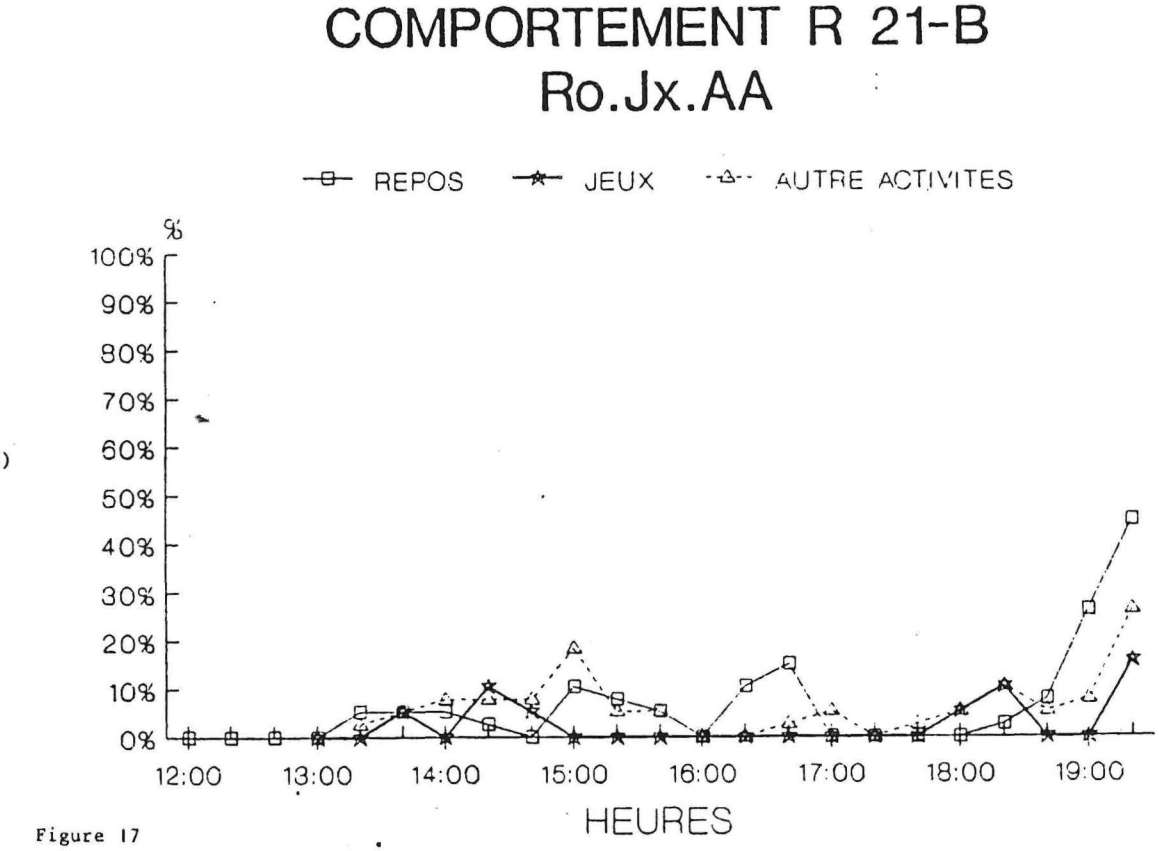
Figure 16 - PREMIER APRES-MIDI La continuation des mêmes trois apects de (a)



(a)

Figure 17 -

DEUXIEME APRES-MIDI **Représentation de trois premiers critères du comportement**

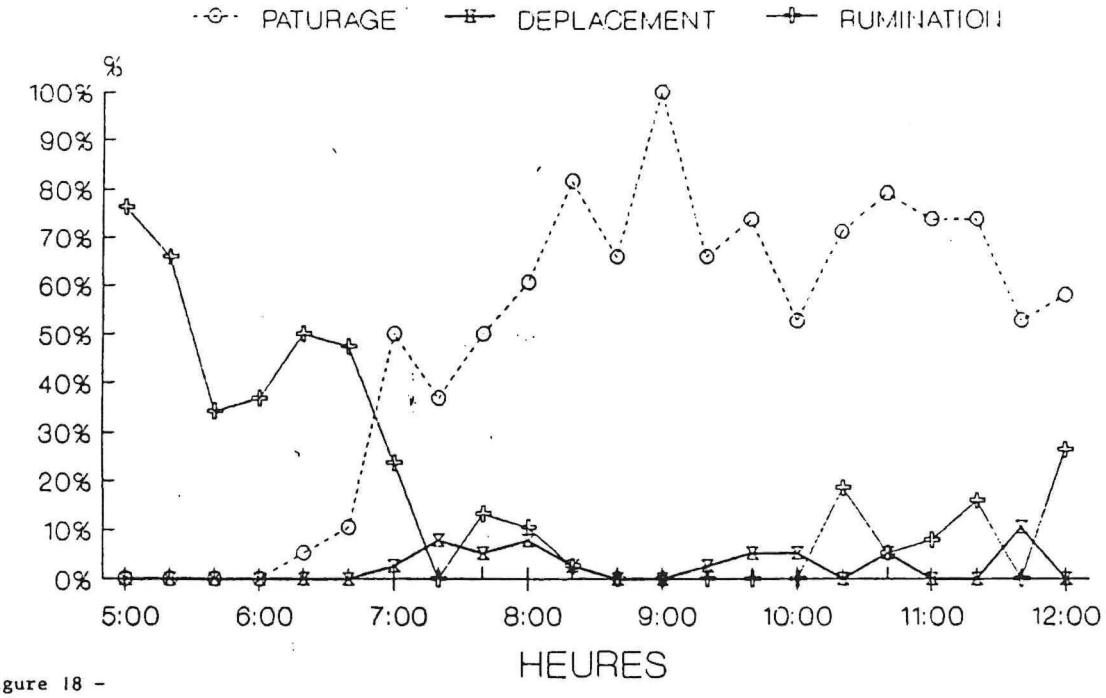


(b)

Figure 17

DEUXIEME APRES-MIDI **Représentation de trois derniers critères du comportement**

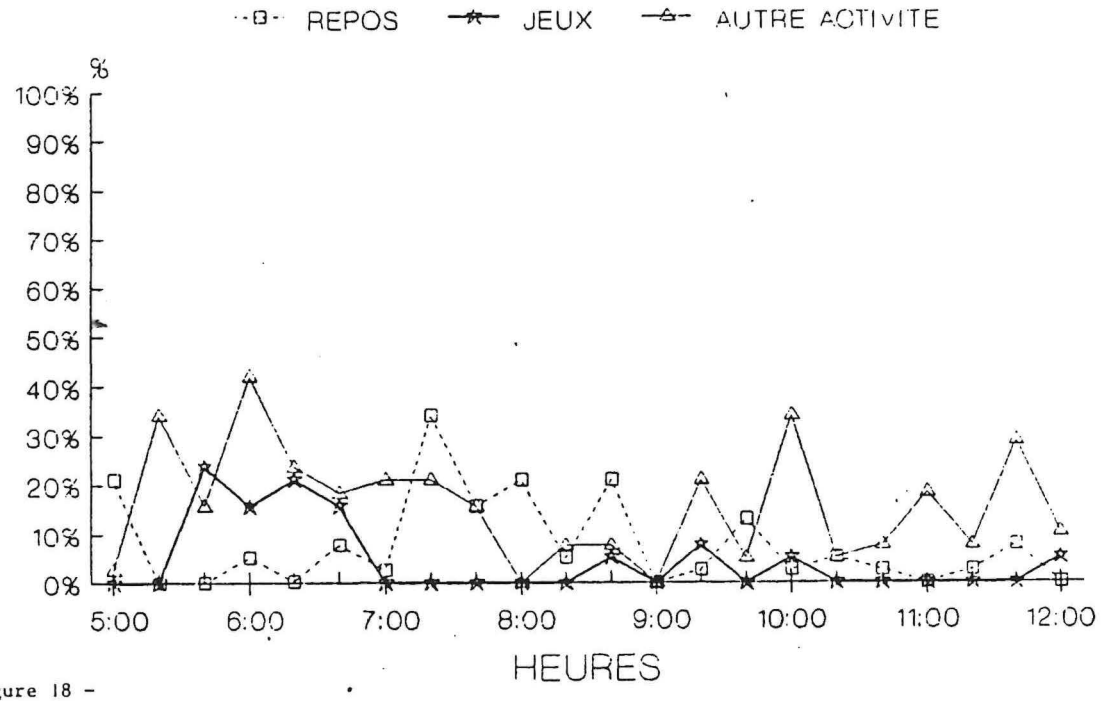
COMPORTEMENT R22-A
P.D.R



(a)

Figure 18 -
TROISIEME MATINEE Représentation de trois premiers critères du comportement

COMPORTEMENT R22-B
Ro.Jx.AA.



(b)

Figure 18 -
TROISIEME MATINEE Représentation de trois derniers critères du comportement

TABLEAU 2 - CHARGE ET POURCENTAGE DU TEMPS JOURNALIER PASSE A CHAQUE ACTIVITE PAR L'ANIMAL AU COURS DE LA JOURNEE DANS LES PRAIRIES
(leur emploi du temps) ( ) = écart type

PREMIER JOUR t = significatif entre premier et deuxième jour (ex. pâturage)

	CHARGE/HA	CEUX QUI PATURENT (%)	QUI SE DEPLACENT (%)	QUI RUMINENT (%)	QUI SE REPOSENT (%)	QUI JOUENT (%)	QUI FONT AUTRES ACTIVITES (%)	
4è PARCELLE (N+21)	10 boucs n=44	47,43 (40,00)	1,14 (3,21)	15,91 (23,46)	9,78 (18,23)	6,59 (12,00)	19,09 (24,57)	
3è PARCELLE (N-21)	9 boucs n=44	48,73 (42,41)	1,77 (4,11)	13,13 (22,13)	11,11 (19,19)	5,05 (10,57)	16,67 (30,36)	(a)
2è PARCELLE (N-42)	8 boucs n=44	45,74 (37,83)	1,99 (5,35)	12,22 (21,82)	8,52 (17,00)	5,68 (17,57)	21,31 (28,60)	
1è PARCELLE (N+42)	11 boucs n=44	48,55 (33,67)	2,88 (6,13)	10,47 (19,92)	14,67 (18,62)	5,37 (9,05)	17,77 (23,85)	

DEUXIEME JOUR t = non significatif entre parcelles

	CHARGE/HA	CEUX QUI PATURENT (%)	QUI SE DEPLACENT (%)	QUI RUMINENT (%)	QUI SE REPOSENT (%)	QUI JOUENT (%)	QUI FONT AUTRES ACTIVITES (%)	
4è PARCELLE (N+21)	10 boucs n=19	67,90 (35,68)	1,58 (3,75)	14,21 (28,35)	6,32 (11,65)	1,10 (4,59)	6,84 (11,08)	
3è PARCELLE (N-21)	9 boucs n=19	66,67 (32,29)	1,75 (4,16)	7,60 (20,97)	7,60 (13,38)	7,60 (12,86)	8,19 (12,74)	(b)
2è PARCELLE (N-42)	8 boucs n=19	74,32 (29,90)	0,00 (0,00)	11,18 (21,56)	6,58 (16,86)	0,00 (0,00)	5,92 (7,65)	
1è PARCELLE (N+42)	11 boucs n=19	65,07 (29,73)	0,00 (0,00)	14,83 (20,60)	12,92 (14,01)	1,91 (5,73)	5,26 (8,74)	

TROISIEME JOUR t = significatif entre parcelles

	CHARGE/HA	CEUX QUI PATURENT (%)	QUI SE DEPLACENT (%)	QUI RUMINENT (%)	QUI SE REPOSENT (%)	QUI JOUENT (%)	QUI FONT AUTRES ACTIVITES (%)	
4è PARCELLE (N+21)	10 boucs n=22	36,36 (34,58)	31,18 (6,46)	20,90 (29,40)	9,09 (18,23)	10,00 (21,82)	21,36 (18,33)	
3è PARCELLE (N-21)	9 boucs n=22	47,98 (37,15)	3,03 (6,12)	19,19 (23,80)	7,07 (10,02)	2,02 (6,54)	21,20 (18,75)	(c)
2è PARCELLE (N-42)	8 boucs n=22	57,39 (37,33)	1,14 (3,68)	17,61 (25,20)	5,68 (10,00)	6,82 (17,56)	10,23 (15,25)	
1è PARCELLE (N+42)	11 boucs n=22	50,98 (34,00)	2,48 (5,74)	21,49 (31,18)	7,51 (13,90)	6,06 (10,50)	8,68 (11,73)	

RESUME DES 3 JOURS

	CEUX QUI PATURENT (%)	QUI SE DEPLACENT (%)	QUI RUMINENT (%)	QUI SE REPOSENT (%)	QUI JOUENT (%)	QUI FONT AUTRES ACTIVITES (%)
DE CHAQUE TYPE	54,77	4,08	14,50	8,50	4,65	13,50
ECART TYPE	(11,34)	(8,59)	(4,30)	(2,76)	(2,98)	(6,56)

TABLEAU 3a - TYPES DE COUPS DE DENTS EFFECTUES ET VITESSE DE LA CONSOMMATION PAR DES ANIMAUX DANS CHAQUE PARCELLE (prise par repas)

	TYPES DE COUPS DE DENTS PREMIER JOUR				TYPES DE COUPS DE DENTS DEUXIEME JOUR				TYPES DE COUPS DE DENTS TROISIEME JOUR				HAUTEUR D'HERBE
	A	B	C	Tx/min.	A	B	C	Tx/min.	A	B	C	Tx/min.	
PARCELLE 4 = (N + 21 jours)	n = 10 139,80 (48,17)	63,80 (51,28)	2,90 (2,88)	29,92 (6,77)	n = 4 136,75 (45,59)	76,00 (27,99)	14,50 (10,15)	33,45 (2,80)	n = 2 162,00 (8,66)	27,33 (5,13)	13,33 (4,16)	29,97 (1,46)	n = 71,00 = 49,26 (15,25)
PARCELLE 3 = (N - 21 jours)	n = 11 122,45 (34,81)	98,81 (66,96)	2,27 (2,87)	33,44 (6,39)	n = 4 92,00 (28,14)	93,50 (14,53)	6,25 (4,92)	28,35 (4,43)	n = 3 165,00 (16,97)	15,50 (0,70)	14,50 (2,12)	28,75 (3,46)	n = 78,00 = 45,95 (14,75)
PARCELLE 2 = (N - 42 jours)	n = 11 133,36 (68,31)	62,36 (62,96)	2,91 (4,53)	32,88 (6,82)	n = 4 91,25 (63,33)	104,75 (67,86)	14,25 (12,28)	31,20 (5,60)	n = 2 78,67 (56,61)	132,67 (89,44)	3,00 (0,00)	31,87 (3,28)	n = 80,00 = 73,08 (16,10)
PARCELLE 1 = (N + 42 jours)	n = 13 172,15 (57,37)	39,08 (35,66)	4,23 (5,40)	32,24 (5,69)	n = 4 139,25 (53,79)	67,50 (40,57)	9,75 (8,14)	34,05 (6,12)	n = 3 183,00 (21,21)	51,50 (16,26)	5,00 (0,00)	34,35 (0,92)	n = 74,00 = 88,05 (14,87)
MOYENNE DE 3 JOURS	141,69 (21,51)	66,01 (24,62)	3,07 (0,82)	32,12 (1,54)	114,81 (26,79)	85,43 (16,82)	11,35 (14,13)	31,76 (2,58)	147,16 (46,59)	56,75 (52,78)	8,95 (5,80)	31,23 (2,44)	-

LEGENDE : CHIFFRES EN HAUT = % MOYEN
ECART TYPE = (...)

TABLEAU 3b - COMPARAISON ENTRE PARCELLES SI LA DIFFERENCE EST SIGNIFICATIVE (S) OU NON SIGNIFICATIVE (NS)

PARCELLES COMPAREES	A	B	C	Tx/min.	A	B	C	Tx/min.	A	B	C	Tx/min.
P1 + P2	NS 1,55	NS 1,14	NS 0,43	NS 0,147	NS 1,16	NS 0,90	NS 0,60	NS 0,69	S 3,08	NS 1,67	NS 0,01	NS 1,33
P1 + P3	S 2,51	S 2,90	NS 0,47	NS 0,49	NS 1,49	NS 1,21	NS 0,73	NS 1,51	NS 1,14	S 3,83	S 7,76	S 2,71
P1 + P4	NS 1,43	NS 1,37	NS 0,70	NS 0,90	NS 0,07	NS 0,34	NS 0,73	NS 0,18	NS 1,27	NS 1,95	S 3,80	S 4,25

P1, P2, P3 ET P4 = PARCELLES 1, 2, 3 ET 4 RESPECTIVEMENT

ANNEXE I

Date [Jour de l'année]		Cycle de six semaines: Jour de repousse		Prélèvement		Cycles de trois semaines: Jour de repousse		Prélèvement	
9-mai	[129]	0		Coupe		0		Coupe	
10-mai	[130]	1			X	1			X
		2				2			
12-mai	[132]	3			X	3			X
		4				4			
		5				5			
		6		P		6		R	
16-mai	[136]	7		A	X	7		E	X
		8		R		8		P	
		9		T		9		O	
19-mai	[139]	10		I	X	10		U	X
		11		E		11		S	
		12	U			12		S	
		13	N	Nº		13		E	
23-mai	[143]	14	E	1	X	14			X
		15				15		Nº	
		16	S			16		1	
26-mai	[146]	17	E		X	17			X
		18	U			18			
		19	L			19			
		20	E			20			
30-mai	[150]	21			X	21	▒	Pâturage ▒	X
		22	R				▒	Pâturage ▒	
1-jui	[152]	23	E			0	▒		X
		24	P			1			
		25	O			2			
		26	U			3			
5-jui	[156]	27	S	P	X	4		R	X
		28	S	A		5		E	
		29	E	R		6		P	
		30		T		7		O	
9-jui	[160]	31		I	X	8		U	X
		32		E		9		S	
		33				10		S	
		34		Nº		11		E	
13-jui	[164]	35		2	X	12			X
		36				13		Nº	
		37				14		2	
16-jui	[167]	38			X	15			X
		39				16			
		40				17			
19-jui	[170]	41	▒	Pâturage ▒	X	18	▒	Pâturage ▒	X
			▒	Pâturage ▒			▒	Pâturage ▒	
			▒	Pâturage ▒			▒	Pâturage ▒	
22-jui	[173]		▒	Pâturage ▒			▒		X
23-jui	[174]		▒		X				

Déroulement chronologique de l'expérimentation 'Effet de deux doses d'azote et deux rythmes de pâtura sur la croissance du Pangola'.

DECLARATION:

Azote = ** 1.5 kg N/ha en début de repousse =
Azote = ** 35 kg N/ha en début de repousse
Rythme/Cycle = durée de 21 ou 42 jours de repousse
VERT 1: 10 = poids vert des prélèvements
PVERT = poids vert de la partie triée
MMORT = poids sec de la matière morte triée
NONTRIE = poids .. .. non triée
FEUILLES = ... des feuilles triée
TIGES .. .. des tiges triées
MPLAN = ... des feuille planimétrées
SPLAN = surface planimetrée en cm2
NFEU = teneur en azote des feuille
NUST = teneur .. .. .. vieux stolons
NTIG = ... tiges
NTOU = ... de la matière vivante
NSEU = ... jeune
MFT = masse fraiche à triere
MASSURF = masse superfecique des feuilles en mg/cm2
NEXPJEU = azote exportée :azote dans la biomasse totale
RINT = rayonnement solaire intercepté depuis la date précédente en MJ/dm2h 0

Annexe 2a Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
1	+	21	43.8	51.4	39.5	53.7	73.0	37.7	41.05	25.20
2	+	21	90.8	132.3	95.6	129.6	110.2	122.6	148.60	134.65
3	+	21	271.7	215.1	213.9	124.9	164.8	129.9	175.30	130.90
4	+	21	125.5	137.4	136.5	140.9	155.6	120.0	129.90	134.90
5	+	21	122.0	135.0	104.0	110.0	110.0	136.0	107.00	161.00
6	+	21	312.0	261.0	180.0	207.0	249.0	225.0	239.00	318.00
7	+	21	239.9	317.5	324.4	335.5	348.0	361.4	407.40	381.50
8	+	21	159.2	114.4	222.9	232.5	193.5	151.6	203.10	243.80
9	+	21	182.9	147.2	187.6	284.3	217.9	240.6	293.50	133.60

OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
1	42.4	60.5	111.19	.	0.000	14.4100	1.7700	0.0000	0.3874
2	97.6	117.9	274.90	.	0.000	21.2800	2.0403	0.0000	0.3386
3	167.5	162.8	405.90	.	6.151	2.5859	3.0954	1.0930	0.9736
4	141.3	133.0	405.90	35.30	12.700	5.1600	5.3400	4.1450	1.0758
5	133.0	107.0	205.00	87.16	0.000	6.7700	8.7200	12.2400	1.0700
6	286.0	246.0	510.00	44.60	22.900	6.7000	5.9900	6.1300	1.1200
7	292.7	383.2	561.10	24.70	9.180	5.9400	19.2300	15.2800	1.9000
8	226.8	168.4	318.50	20.29	0.000	5.5400	17.5100	7.5300	1.7600
9	313.3	144.3	240.70	17.95	0.000	5.4100	16.0200	7.1300	1.0400

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
1	89.4	.	.	1.12	1	1.20985	1.81000	10	4.2113	1.00000
2	42.6	.	.	1.60	3	1.58190	1.42000	10	4.2919	1.00000
3	329.1	3.33	1.64	0.79	7	1.80708	2.31659	10	4.3282	1.79385
4	328.8	2.02	2.02	1.12	10	1.72460	2.02000	10	3.3383	1.80785
5	359.3	3.66	2.61	1.47	14	2.82728	3.24438	10	5.9756	1.00000
6	413.5	4.01	2.26	1.51	17	2.64428	3.21827	10	4.9471	2.14845
7	668.6	3.34	1.95	1.47	21	2.44000	2.60000	10	6.0444	1.21677
8	476.9	3.18	2.09	1.04	23	2.22324	2.46784	10	6.0163	1.00000
9	342.4	3.37	2.10	1.11	27	2.26959	2.52893	10	8.9123	1.00000

OBS	ALPHA3	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
1	1.11111	.	67.427	8.282	1.813	77.522	10.095	4.56892
2	1.11111	.	101.480	9.730	1.615	112.825	11.345	6.02569
3	1.11111	.	22.308	26.704	17.828	66.841	44.532	1.49782
4	1.11111	130.934	34.601	35.808	35.009	105.418	70.817	1.02283
5	1.11111	578.705	44.950	57.897	88.373	191.220	146.270	0.65515
6	1.11111	245.154	79.123	70.738	85.618	235.480	156.357	0.82621
7	1.11111	165.885	48.540	157.143	-140.391	346.074	297.534	1.11932
8	1.11111	135.635	37.034	117.051	- 62.102	216.187	179.153	1.88482
9	1.11111	177.752	53.573	158.640	80.904	293.117	239.544	1.96083

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
1	43.3333	0.04183	0.93790	0.18272	0.469	1	1
2	79.4836	0.02032	1.78477	0.16109	0.955	1	1
3	29.5837	0.60264	1.20787	1.03163	12.493	1	1
4	32.7190	1.06998	1.81803	1.43050	30.082	1	1
5	29.7801	2.96750	5.40631	4.74555	63.717	1	1
6	27.0859	3.16100	6.22675	5.03199	88.901	1	1
7	28.4176	4.94028	8.44000	7.73600	132.245	1	1
8	36.9050	1.68275	4.80636	4.42120	7.029	2	2
9	30.3738	2.66362	6.65257	6.05790	40.749	2	2

Annexe 2b Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
10	+	21	162.4	185.9	138.9	222.9	169.8	107.9	81.10	186.80
11	+	21	161.8	210.1	216.0	257.9	247.6	201.3	191.50	180.60
12	+	21	230.9	218.4	298.2	295.1	239.5	259.0	270.80	326.70
13	+	21	292.2	302.2	357.5	339.9	390.1	346.2	372.80	344.90
14	+	21	273.9	137.1	127.5	136.7	127.8	146.4	151.20	170.30
15	+	42	43.8	51.4	39.5	53.7	73.0	37.7	41.05	25.20
16	+	42	90.8	132.3	95.6	129.6	110.2	122.6	148.60	134.65
17	+	42	271.7	215.1	213.9	124.9	164.8	129.9	175.30	130.90
18	+	42	125.5	137.4	136.5	140.9	155.6	120.0	129.90	134.90

OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
10	126.4	140.0	161.60	12.80	0.000	4.9000	9.9200	6.0500	1.0200
11	172.3	253.1	226.50	15.48	0.000	5.4700	18.4200	9.2200	1.1400
12	239.9	224.0	257.00	16.71	0.000	7.0600	22.3300	10.0800	1.3200
13	323.9	315.9	344.20	18.99	0.000	5.0700	31.3900	13.0200	1.1400
14	196.6	145.4	241.90	20.28	0.000	5.5800	28.2800	8.8700	1.0700
15	42.4	60.5	111.19	.	0.000	14.4100	1.7700	0.0000	0.3874
16	97.6	117.9	274.90	.	0.000	21.2800	2.0403	0.0000	0.3386
17	167.5	162.8	405.90	.	6.151	2.5859	3.0954	1.0930	0.9736
18	141.3	133.0	405.90	35.30	12.700	5.1600	5.3400	4.1450	1.0758

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
10	326.6	3.04	1.83	0.95	31	2.02382	2.33351	10	9.4189	1.00000
11	316.9	2.87	1.66	0.95	35	1.91261	2.09557	10	9.2371	1.00000
12	364.2	2.57	1.56	1.03	38	1.75054	1.90136	10	10.1265	1.00000
13	321.7	2.74	1.22	1.07	41	1.63017	1.69252	10	9.8361	1.00000
14	308.0	2.29	0.94	0.71	44	1.21707	1.29110	10	6.6676	1.00000
15	89.4	.	.	1.12	1	1.20985	1.81000	10	4.2113	1.00000
16	42.6	.	.	1.60	3	1.58190	1.42000	10	4.2919	1.00000
17	329.1	3.33	1.64	0.79	7	1.80708	2.31659	10	4.3282	1.79389
18	328.8	2.02	2.02	1.12	10	1.72460	2.02000	10	3.3383	1.80785

OBS	ALPHAS	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
10	1.11111	133.958	51.281	103.818	73.991	229.089	177.809	1.40311
11	1.11111	158.878	56.141	189.052	106.329	351.522	295.381	1.77799
12	1.11111	188.015	79.436	251.249	128.268	458.954	379.517	1.95877
13	1.11111	207.543	55.410	343.063	154.755	553.228	497.818	2.21681
14	1.11111	150.244	41.339	209.512	73.640	324.491	283.152	2.84507
15	1.11111	.	67.427	8.282	1.813	77.522	10.095	4.56892
16	1.11111	.	101.480	9.730	1.615	112.825	11.345	6.02569
17	1.11111	.	22.308	26.704	17.828	66.841	44.532	1.49782
18	1.11111	130.934	34.601	35.808	35.009	105.418	70.817	1.02283

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
10	31.2309	2.36916	4.63636	4.14919	81.805	2	2
11	35.9735	2.95576	6.72325	6.18992	109.336	2	2
12	36.2438	3.53904	8.03418	7.21598	140.055	2	2
13	35.4367	4.36709	9.01855	8.42566	172.083	2	2
14	34.7403	2.11974	3.94928	3.65577	.	2	2
15	43.3333	0.04183	0.93790	0.18272	0.469	1	1
16	79.4836	0.02032	1.78477	0.16109	0.955	1	1
17	29.5837	0.60264	1.20787	1.03163	12.493	1	1
18	32.7190	1.06998	1.81803	1.43050	30.082	1	1

Annexe 2c Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
19	+	42	122.0	135.0	104.0	110.0	110.0	136.0	107.00	161.00
20	+	42	312.0	261.0	180.0	207.0	249.0	225.0	239.00	318.00
21	+	42	239.9	317.5	324.4	335.5	348.0	361.4	407.40	381.50
22	+	42	352.2	360.9	389.4	350.2	422.6	311.8	336.00	283.10
23	+	42	305.1	275.4	328.7	387.7	205.4	224.3	340.20	410.10
24	+	42	320.3	326.8	287.6	313.0	286.8	221.3	484.10	296.20
25	+	42	493.4	403.6	320.8	450.8	494.8	386.2	318.20	397.30
26	+	42	311.6	349.5	380.9	316.9	359.4	0.0	0.00	0.00
27	+	42	221.5	227.1	294.1	273.4	247.1	192.3	200.20	228.10

OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
19	133.0	107.0	205.00	87.16	0.000	6.7700	8.7200	12.2400	1.0700
20	286.0	246.0	510.00	44.60	22.900	6.7000	5.9900	6.1300	1.1200
21	292.7	383.2	561.10	24.70	9.180	5.9400	19.2300	15.2800	1.9000
22	350.1	392.1	358.60	18.08	0.000	2.1100	23.4000	13.4300	0.9200
23	282.6	254.3	362.30	22.12	0.000	4.8300	30.2700	16.3400	1.1000
24	263.9	296.2	315.10	21.80	0.000	4.8400	30.3600	13.5600	1.1500
25	375.2	437.8	404.10	23.24	0.000	7.0000	36.8100	14.6000	1.1600
26	0.0	0.0	300.00	26.35	0.000	4.5400	38.5700	11.3800	2.0300
27	176.1	0.0	308.80	25.90	0.000	5.1200	43.7300	4.7300	1.3200

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
19	359.3	3.66	2.61	1.47	14	2.82728	3.24438	10	5.9756	1.00000
20	413.5	4.01	2.26	1.51	17	2.64428	3.21827	10	4.9471	2.14845
21	668.6	3.34	1.95	1.47	21	2.44000	2.60000	10	6.0444	1.21677
22	329.5	2.98	1.72	1.17	27	2.14450	2.19897	10	9.8951	1.00000
23	345.2	2.54	1.17	0.88	31	1.59809	1.67079	10	8.3185	1.00000
24	331.5	2.40	1.06	1.63	35	1.51021	1.49735	10	9.8261	1.00000
25	320.0	2.35	0.99	0.94	38	1.34393	1.39772	10	10.0918	1.00000
26	493.7	2.23	1.00	0.99	41	1.29103	1.31732	5	5.7277	1.00000
27	306.3	2.16	0.94	0.94	45	1.07444	1.08827	9	6.6707	1.00000

OBS	ALPHAS	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
19	1.11111	578.705	44.950	57.897	88.373	191.220	146.270	0.65515
20	1.11111	245.154	79.123	70.738	85.618	235.480	156.357	0.82621
21	1.11111	165.885	48.540	157.143	140.391	346.074	297.534	1.11932
22	1.11111	198.783	23.199	257.274	157.773	438.245	415.046	1.63066
23	1.11111	204.451	44.643	279.780	161.194	485.617	440.974	1.73567
24	1.11111	238.010	52.843	331.467	160.602	544.911	492.069	2.06390
25	1.11111	260.593	78.492	412.755	176.719	667.966	589.474	2.33566
26	2.22222	335.387	57.786	490.925	170.684	719.395	661.609	2.87621
27	1.23457	213.296	42.165	360.133	49.824	452.123	409.957	7.22810

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
19	29.7801	2.96750	5.40631	4.74555	63.717	1	1
20	27.0859	3.16100	6.22675	5.03199	88.901	1	1
21	28.4176	4.94028	8.44000	7.73600	132.245	1	1
22	27.9211	5.65066	9.39816	9.12673	188.066	2	1
23	31.8656	5.05857	7.76062	7.36776	233.218	2	1
24	34.6908	4.62953	8.22933	7.36799	262.713	2	1
25	36.2500	4.87500	8.97699	8.23917	294.466	2	1
26	41.1181	4.15108	9.28759	8.71551	326.677	2	1
27	43.0950	1.15614	4.85781	4.46145	.	2	1

Annexe 2d Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
28	-	21	43.8	51.4	39.5	53.7	73.0	37.7	41.05	25.20
29	-	21	126.1	129.7	121.7	118.2	176.0	120.7	183.50	129.70
30	-	21	147.2	136.4	141.8	141.4	124.4	120.3	137.40	159.30
31	-	21	87.3	91.2	94.0	74.2	85.4	127.6	103.30	90.40
32	-	21	120.0	129.0	131.0	119.0	98.0	130.0	108.00	124.00
33	-	21	243.0	198.0	181.0	350.0	274.0	142.0	232.00	245.00
34	-	21	256.4	287.1	197.3	284.6	258.6	188.2	295.90	367.40
35	-	21	174.2	193.2	114.6	164.2	141.1	161.9	151.60	146.20
36	-	21	244.0	179.2	133.2	156.7	159.6	139.0	156.50	144.00

OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
28	42.4	60.5	111.19	.	0.000	14.4100	1.7700	0.0000	0.3874
29	126.9	70.1	329.30	.	0.000	21.0000	0.9059	0.0000	0.2409
30	78.3	133.9	266.80	.	0.000	10.5000	5.7972	3.4522	0.7793
31	71.3	81.5	194.40	34.10	11.200	7.0000	4.4370	2.3274	0.9222
32	120.0	127.0	188.00	28.28	0.000	9.0600	7.6400	8.1800	1.3900
33	226.0	258.0	412.00	46.80	9.100	8.8000	9.1800	9.3000	1.0700
34	263.1	231.0	568.10	43.47	16.700	5.0900	18.7900	14.1500	2.2000
35	174.4	139.3	254.50	41.51	1.660	5.4900	14.8600	5.2200	1.7500
36	204.3	137.9	196.90	26.59	0.000	6.7400	11.0900	7.4700	1.0500

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
28	89.4	.	.	1.12	1	1.20985	1.81000	10	4.2113	1.00000
29	33.0	.	.	1.36	3	1.36621	1.48000	10	3.9557	1.00000
30	199.8	3.39	1.48	0.79	7	1.52078	2.28590	10	4.9490	1.00000
31	262.3	2.95	1.10	0.77	10	1.35205	1.88211	10	4.6615	1.76260
32	395.8	2.73	1.21	1.07	14	1.71544	2.05523	10	6.4149	1.00000
33	349.8	2.67	0.98	0.84	17	1.55472	1.87643	10	5.7015	1.32099
34	699.4	2.50	1.03	0.65	21	1.57935	1.71396	10	4.6288	1.41511
35	489.0	2.16	1.31	1.37	23	1.53891	1.58139	10	6.1324	1.06076
36	316.7	2.71	1.28	0.71	27	1.59658	1.90130	10	8.4022	1.00000

OBS	ALPHAS	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
28	1.11111	.	67.427	8.282	1.813	77.522	10.095	4.56892
29	1.11111	.	92.299	3.982	1.059	97.339	5.040	3.76048
30	1.11111	.	57.739	31.878	23.269	112.886	55.147	1.37001
31	1.11111	176.620	63.905	40.507	29.667	134.079	70.174	1.36540
32	1.11111	201.570	64.577	54.455	68.212	187.244	122.667	0.79833
33	1.11111	296.476	73.642	76.822	86.780	237.244	163.602	0.88525
34	1.11111	233.855	37.045	136.754	118.996	292.795	255.750	1.14924
35	1.11111	282.841	39.681	107.405	50.378	197.464	157.783	2.13199
36	1.11111	248.239	62.923	103.534	79.541	245.999	183.075	1.30164

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
28	43.3333	0.04183	0.93790	0.18272	0.469	1	1
29	73.0000	0.01450	1.32986	0.07460	0.882	1	1
30	39.0040	0.59657	1.71674	1.26061	12.278	1	1
31	35.1582	0.84381	1.81281	1.32074	27.931	1	1
32	35.1187	1.94232	3.21206	2.52109	57.303	1	1
33	30.5889	2.83698	3.68848	3.06989	81.430	1	1
34	31.4555	3.78298	4.62425	4.38346	123.849	1	1
35	35.7873	1.40770	3.03880	2.49517	6.492	2	2
36	33.1544	2.39911	3.92756	3.48080	38.959	2	2

Annexe 2e Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
37	-	21	132.9	138.4	188.9	179.4	177.1	139.4	223.00	169.70
38	-	21	182.0	184.1	171.8	147.8	155.9	220.4	268.90	161.40
39	-	21	243.8	164.5	224.7	157.6	212.7	168.2	163.40	181.50
40	-	21	194.1	179.7	242.1	154.8	207.3	0.0	0.00	0.00
41	-	21	138.8	186.3	171.4	157.8	137.4	148.1	119.70	155.90
42	-	42	43.8	51.4	39.5	53.7	73.0	37.7	41.05	25.20
43	-	42	126.1	129.7	121.7	118.2	176.0	120.7	183.50	129.70
44	-	42	147.2	136.4	141.8	141.4	124.4	120.3	137.40	159.30
45	-	42	87.3	91.2	94.0	74.2	85.4	127.6	103.30	90.40

OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
37	185.7	193.0	185.00	25.83	0.000	4.6000	11.9900	7.6900	1.1400
38	118.1	134.7	206.90	22.07	0.000	5.9500	17.9000	10.5400	1.2200
39	214.4	159.0	187.50	17.20	0.000	3.4100	16.9400	9.5300	1.0800
40	0.0	0.0	205.60	23.74	0.000	5.3300	20.1000	11.0000	1.2900
41	174.7	174.4	197.70	21.31	0.000	5.2100	24.6100	7.2600	1.2600
42	42.4	60.5	111.19	.	0.000	14.4100	1.7700	0.0000	0.3874
43	126.9	70.1	329.30	.	0.000	21.0000	0.9059	0.0000	0.2409
44	78.3	133.9	266.80	.	0.000	10.5000	5.7972	3.4522	0.7793
45	71.3	81.5	194.40	34.10	11.200	7.0000	4.4370	2.3274	0.9222

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
37	333.8	2.49	1.00	0.69	31	1.46148	1.63193	10	9.3378	1.00000
38	347.0	2.05	1.17	0.77	35	1.39378	1.51891	10	8.4345	1.00000
39	314.0	1.95	1.05	0.33	38	1.27913	1.39661	10	10.0789	1.00000
40	311.5	1.50	0.83	0.28	41	0.97058	1.08422	5	4.7568	1.00000
41	315.6	1.44	0.83	0.24	44	0.88538	0.98687	10	7.9135	1.00000
42	89.4	.	.	1.12	1	1.20985	1.81000	10	4.2113	1.00000
43	33.0	.	.	1.36	3	1.36621	1.48000	10	3.9557	1.00000
44	199.8	3.39	1.48	0.79	7	1.52078	2.28590	10	4.9490	1.00000
45	262.3	2.95	1.10	0.77	10	1.35205	1.88211	10	4.6615	1.76260

OBS	ALPHAS	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
37	1.11111	267.996	47.727	124.401	91.615	263.742	216.015	1.35787
38	1.11111	206.833	55.761	167.753	110.211	333.725	277.964	1.52211
39	1.11111	192.620	38.188	189.708	118.819	346.715	308.527	1.59661
40	2.22222	250.948	56.342	212.471	129.914	398.726	342.385	1.63548
41	1.11111	187.374	45.810	216.390	74.915	337.115	291.305	2.88850
42	1.11111	.	67.427	8.282	1.813	77.522	10.095	4.56892
43	1.11111	.	92.299	3.982	1.059	97.339	5.040	3.76048
44	1.11111	.	57.739	31.878	23.269	112.886	55.147	1.37001
45	1.11111	176.620	63.905	40.507	29.667	134.079	70.174	1.36540

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
37	34.1522	2.68254	3.85452	3.52521	80.364	2	2
38	35.1585	3.13469	4.65140	4.22203	108.346	2	2
39	34.3949	3.45456	4.43493	4.30891	139.075	2	2
40	41.4125	3.13706	3.86997	3.71221	170.264	2	2
41	39.9240	1.87643	2.98475	2.87481	.	2	2
42	43.3333	0.04183	0.93790	0.18272	0.469	1	1
43	73.0000	0.01450	1.32986	0.07460	0.882	1	1
44	39.0040	0.59657	1.71674	1.26061	12.278	1	1
45	35.1582	0.84381	1.81281	1.32074	27.931	1	1

Annexe 2f Variables durant la repousse

OBS	AZOTE	RYTHME	VECH1	VECH2	VECH3	VECH4	VECH5	VECH6	VECH7	VECH8
46	-	42	120.0	129.0	131.0	119.0	98.0	150.0	108.00	124.00
47	-	42	243.0	198.0	181.0	350.0	274.0	142.0	232.00	245.00
48	-	42	256.4	287.1	197.3	284.6	258.6	188.2	295.90	367.40
49	-	42	176.4	160.6	212.2	272.2	174.1	175.6	248.70	198.40
50	-	42	223.8	156.9	177.8	138.1	159.6	206.8	122.90	184.20
51	-	42	143.1	136.7	189.8	232.9	205.0	161.8	225.90	148.10
52	-	42	276.1	320.2	193.4	245.2	199.8	261.1	247.30	248.60
53	-	42	274.3	284.2	273.3	243.9	243.9	363.3	239.30	201.00
54	-	42	85.7	204.7	186.2	193.0	99.0	159.2	171.40	106.30

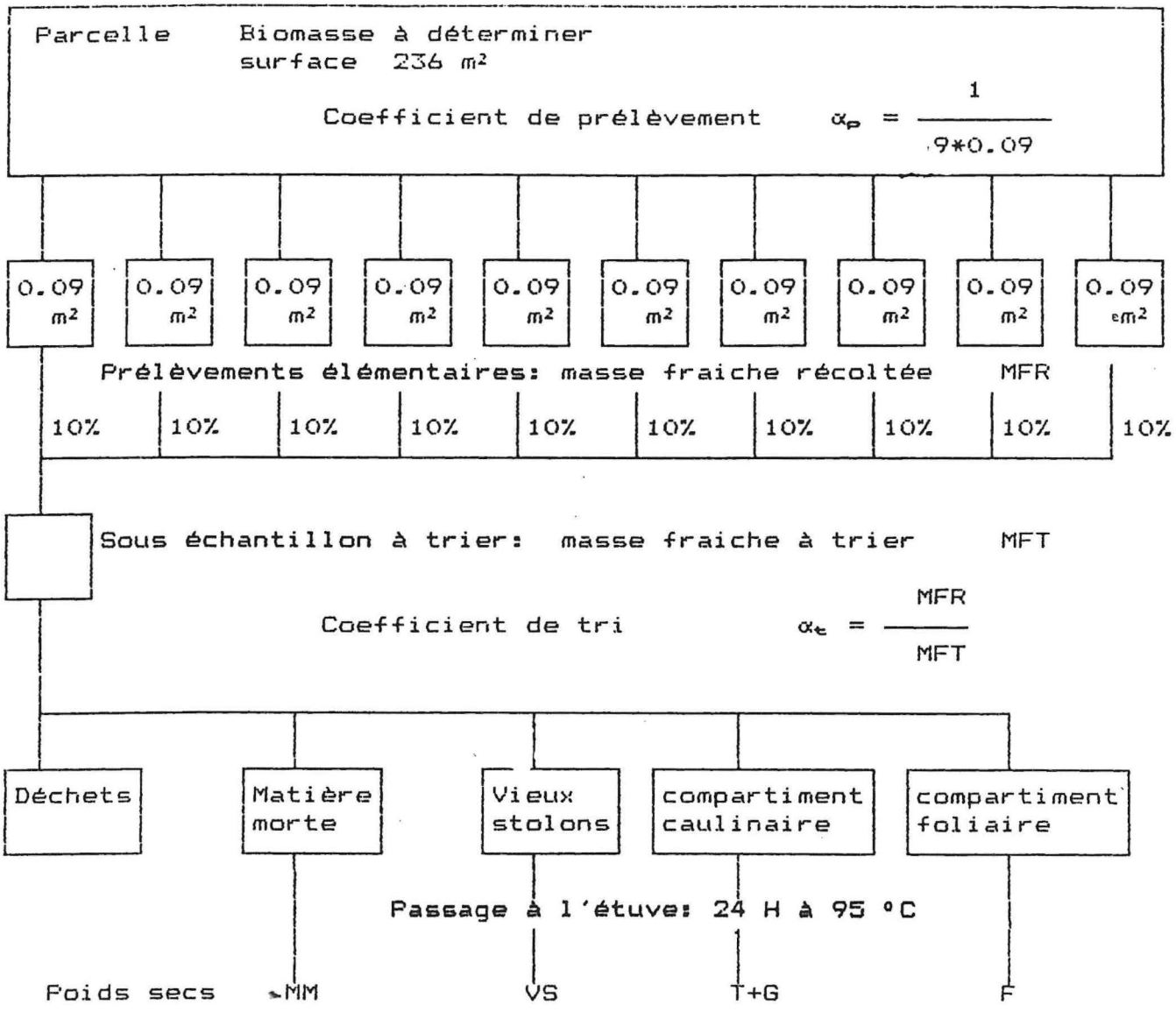
OBS	VECH9	VECH10	PVERT	MMORTE	NONTRIE	VSTOL	TIGES	FEUILLES	MPLAN
46	120.0	127.0	188.00	28.28	0.000	9.0600	7.6400	8.1800	1.3900
47	226.0	258.0	412.00	46.80	9.100	8.8000	9.1800	9.3000	1.0700
48	263.1	231.0	568.10	45.47	16.700	5.0900	18.7700	14.1500	2.2000
49	217.4	155.5	292.80	31.66	0.000	5.1100	18.5500	14.8600	1.3300
50	173.1	255.4	195.20	17.82	0.000	4.7800	18.1800	11.2000	1.3000
51	252.2	192.8	227.90	23.44	0.000	10.7300	22.1500	12.3700	1.5500
52	214.9	222.1	245.60	20.60	0.000	3.5300	27.9500	11.1100	1.2900
53	308.7	257.9	283.90	24.42	0.000	2.7100	34.1100	12.4900	2.6200
54	188.5	0.0	183.30	17.18	0.000	2.8300	31.0300	6.2800	1.3800

OBS	SPLAN	NFEU	NTIG	NVST	DATE	NTOU	NJEU	NBECH	ALPHA1	ALPHA2
46	395.8	2.73	1.21	1.07	14	1.71544	2.05523	10	6.4149	1.00000
47	349.8	2.67	0.98	0.84	17	1.55472	1.87643	10	5.7015	1.32099
48	699.4	2.50	1.03	0.65	21	1.57935	1.71396	10	4.6288	1.41511
49	341.2	1.94	0.72	0.47	27	1.18360	1.28856	10	6.8002	1.00000
50	342.5	1.77	0.89	0.42	31	1.13685	1.24854	10	9.2244	1.00000
51	400.4	1.66	0.88	0.36	35	0.99278	1.18101	10	8.2857	1.00000
52	374.5	1.61	0.71	0.28	38	0.92974	0.98658	10	9.8888	1.00000
53	616.1	1.64	0.62	0.31	41	0.90061	0.93313	10	9.4745	1.00000
54	303.8	1.22	0.69	0.24	45	0.75711	0.79493	9	7.6050	1.00000

OBS	ALPHAS	MSMORTE	MSVSTOL	MSTIGES	MSFEUIL	MSVIVAN	MSJEUNE	RTIGFEU
46	1.11111	201.570	64.577	54.455	68.212	187.244	122.667	0.79833
47	1.11111	296.476	73.642	76.822	86.780	237.244	163.602	0.88525
48	1.11111	233.855	37.045	136.754	118.996	292.795	255.750	1.14924
49	1.11111	239.216	38.610	140.160	122.328	301.098	262.488	1.14577
50	1.11111	182.643	48.992	186.333	128.116	363.441	314.449	1.45440
51	1.11111	215.795	98.783	203.919	128.151	430.854	332.071	1.59124
52	1.11111	226.345	38.786	307.104	136.246	482.136	443.350	2.25403
53	1.11111	257.074	28.529	359.082	159.066	546.677	518.148	2.25745
54	1.23457	161.302	26.571	291.338	71.919	389.828	363.257	4.05091

OBS	MASSURF	IF	NEXPVIV	NEXPJEU	RINT	PARTIE	REPOUSSE
46	35.1187	1.94232	3.21206	2.52109	57.303	1	1
47	30.5889	2.83698	3.68848	3.06989	81.438	1	1
48	31.4595	3.78298	4.62426	4.38345	123.849	1	1
49	38.9801	3.13822	3.56378	3.38232	177.682	2	1
50	37.9542	3.37538	4.13179	3.92602	221.070	2	1
51	38.7113	3.31044	4.27742	3.92180	249.599	2	1
52	34.4459	3.95537	4.48260	4.37400	280.748	2	1
53	42.5256	3.74047	4.92343	4.83499	312.584	2	1
54	45.4246	1.58326	2.95141	2.88764		2	1

ANNEXE 3



: Les étapes de la détermination des biomasses dans une parcelle de Pangola.

ANNEXE 4

LES RENDEMENTS DE BIOMASSE TOTALE ENTRE DES PARCELLES DIFFERENTES

3 N-21	4 N+21	2 N-42	1 N+42
75	78	82	85
100	116	98	120
112	66	106	75
131	101	125	110
184	198	190	200
235	220	225	229
292	350	290	360
195	220	300	426
240	290	369	492
262	220	425	530
330	350	460	661
346	460	550	716
400	552	390	460
340	325		
n=14	**n=14**	**n=13**	**n=13**
$\bar{X}$ = 232.2142	$\bar{X}$ = 253.2857	$\bar{X}$ = 277.6923	$\bar{X}$ = 343.3846
(102.5071)	(144.4828)	(153.9834)	(222.512)

P1-P2 -> 0.87531 (NS)
P1-P3 -> 1.688 (NS)
P1-P4 -> 1.2611 (NS)
( ) = Ecart type

ANNEXE 5

FORMULE =

$$t = \frac{Ma - Mb}{\sqrt{\frac{s^2}{na} + \frac{s^2}{nb}}}$$

$$s^2 = \frac{\Sigma (x-Ma)^2 + \Sigma (x-Mb)^2}{Ma + Mb^{-2}}$$

$$d.d.l = Ma + Mb^{-2}$$

(degré de liberté)

Le t est dans la table

s^2 = Variance
d.d.l. = Degré de liberté
Ma/Mb = Moyennes des valeurs A ou B
n = Nombre de valeurs
t = Valeurs significatives (i.e. $\geq$ 2,00)
ou non significatives (i.e. $\leq$ 1,99)

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ALEXANDRE G, 1983 - Production laitière des Chèvres créoles allaitantes ; étude de quelques facteurs de variation, influence sur la croissance des jeunes. Thèse de Docteur-Ingénieur, A.N.S.A. Rennes 35042 Rennes

2. ALEXANDRE G., BOREL H., 1985 - Recherche de développement sur l'élevage caprin en Guadeloupe. Problématique, méthodologie et premiers résultats. "Un colloque sur les systèmes de production agricole caraïbes et alternatives de développement", 9-11 mai, Schoelcher, U.A.G.

3. ALLDEN G.W., WHITTAKER I.A., 1970 - The determinants of herbage intake by grazing sheep : the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Ast. J. Agric. Res. 21 p. 755-766.

4. ARNOLD G.W., DUDZINSKI M.L., 1966 - The behavioral responses controlling the food intake of grazing sheep. Proc. X Int. Grassld. Congress, Helsinki, Finland, p. 367-370

5. BIRCHAM J.S., HODGSON J., 1983 - The influence of sward condition on rates of herbage intake growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. Grass and forage Sci., 38 (4), p. 323-331.

6. BLACK J.L., KENNEY P.A., 1984 - Factors affecting diet selection by sheep. II : Height and Density of the pasture. Aust. J. Agric. Res., 35, p. 565-578.

7. CHEMINEAU P., GRUDE A., 1985 - Mortalité, poids à la naissance et croissance de chevreaux créole nés en élevage semi-intensif. Accepté pour publication aux Ann. Zootech.

8. CHEMINEAU P., XANDE A., 1982 - Reproductive efficiency of Creole goats permanently kept with males. Relationship to a tropical environment. Trop. Anim. Prod. 7, 98-104.

9. CRUZ P., ALEXANDRE G., BAUDOT H., PRACHE S., 1988 - Pâturage en avant de jeunes chevrettes créoles sur pangola (Digitaria decumbens) conduit de façon intensive. Proceeding of the XII IGC, Nice.

10. DAVIES A., 1974 - "Leaf tissue venaining after culting and regrowth in perennial rye-grass". J. Agric. Sc. Camb. 82, 165-172.

11. DEVENDRA C., 1971 - Goat production in the Carribean. 2è Conférence internationale de l'élevage caprin, Tours, France, S.P.E.O.C. Patre Eds., p. 48-54.

12. GASTAL F., LEMAIRE G., DURAND J.L., 1986 - Potentiel de production et influence des facteurs limitants eau et azote. Biomasse Actualité, 49, 9, 19-25.

13. GILLET M., LEMAIRE G., 1984 - Mise au point d'un modèle de prévision de production pour une culture de luzerne. C.R. Acad. Sc. III, 541-544.

14. GRANT S.A., BARTHRAM G.T., TORVELL L., KING J., SMITH H.K., 1983 - Sward management, lamina turnover and tiller population density in continuously socked Lolium perenne dominated sward. Grass. and Forage Science, 36, 49-57.

15. HODGSON J., BIRCHAM J.S., GRANT S.A., KING J., 1981 - The influence of culting and grazing management of herbage growth and utilisation. Plant Physiology and Herbage Production. British Grassland Society, Occasional Symposium 13, 51-62, Wright C.E. (Ed.).

16. HODGSON J., 1981 - Variations in the surface characteristics of the sward and the short term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass and Forage Science, 36, 49-57.

17. HODGSON J., 1985 - Gracing behaviour and herbage intake, Grazing British Grassland Society, Occasional Symposium 19, 51-64 Frame J. (Ed.).

18. JAMIESON W.S., HODGSON J., 1979 - The effects of variations in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. Grass and Forage Science 34, 273-282.

19. LASSERE G., 1978 - La Guadeloupe. Etude géographique. Tome I : la nature et les hommes, Kolodziej E.D.C.A. Eds. Union Parisienne d'imprimerie, Paris 448.

20. LEMAIRE G., CHARTIER M., 1984 - Modelling of the day matter growth of a grass stand in spring. Interaction between climatic factors and nitrogen nutrition, Proc. 10th Gen. Meet. Europ. Grassl. Ass. As Norway, June 1984 Ed. The Norvegian State Agricul. Res. Sta. 515-519.

21. LEMAIRE G., 1985 - Cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée (Festuca arundinacea Schreb) pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques, thèse Doctorat d'Etat, Université de Caen, 99 p.

22. LETONDOT P., 1987. L'élevage à l'herbe des petits ruminants : le pâturage en avant de la chevrette créole et l'estimation des quantités d'herbe proposées aux animaux à leur entrée sur les parcelles. Mémoires de fin d'étude ISTOM.

23. LITTLE S., VINCENTE J., ABRUNA F., 1959 - Yield and protein content of irrigated Napier-grass, Guinea-grass and Pangola grass as affected by nitrogen fertilization, Agron. Jour. 51, 111-113.

24. LOWER O.J., TAULK L., TURNER L.W., DAY N., MUNTIFERING R, 1985 Modelling of beef forage grazing interactions. Proc. XV Inter. Conf. Goats, p 1146-1147.

25. PENNING P.D., HOOPER G.E., TREACHER T.T., 1986 - The effects of herbage allowance on intake and performance of ewes suckling twin lambs. Grass and Forage sci., 41 (3), p 199-208.

26. ROUISSI H., MAJDOUB A., 1988 - Note sur le comportement alimentaire des chèvres sur des parcours du Nord tunisien. Fourrages, 1988, 113, 83-88.

27. SALETTE J.E., 1965 - Effects of heavy frequent dressing of nitrogen on Pangola grass (Digitaria decumbens stent). Proceedings of the IX International Grassland Congress, Sao-Paulo, p 1199-1203.

28. SALETTE J.E., DUMAS Y., 1970 - Constantes de comportement de Digitaria decumbens. Relation entre la teneur en azote et le rapport feuille/tiges : influence de différentes conditions de milieu. C.R. Acad. Sc. Paris, 15 juillet 1970 série D, t. 271

29. SUTER G.W., AROSTEGUY J.C., HODGSON J., BARTHRAM G.T, 1983 - Herbage and utilization on swards grazed by cattle and sheep. Efficient Grassland Farming, Proc. 9th Gen. Meet. Euro. Grassld. Fed. 211-219, Corral A.J. (Ed.).

30. VARLET-GRANCHER C., 1982 - Analyse de rendement de la conversion de l'énergie solaire par un couvert végétal. Thèse Doctorat d'Etat, Université de Paris-Sud, Orsay, 144 p.

31. VINCENTE-CHANDLER J. et al., 1974 - Intensive Grassland Management in the Humid Tropics of Puerto Rico, Agr. Exp. Sta., Univ. P.R. Bull. 233, Feb. 1974.

32. VINCENTE-CHANDLER J. et al., 1953 - The management and utilization of the forage crops of Puerto Rico. Bull. 116, Agr. Exp. Sta. Univ. Puerto Rico. 90 p.