

MP 851116

8624

UNIVERSITE PARIS VAL DE MARNE - U.E.R. SCIENCES
Avenue du Général de Gaulle - 94010 CRETEIL Cedex



INSTITUT D'ELEVAGE ET DE MEDECINE VETERINAIRE DES PAYS TROPICAUX
10, rue Pierre Curie - 94704 MAISONS-ALFORT Cedex

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES ET TECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES
EN REGIONS CHAUDES

Rapport de stage

INTERETS DE L'UTILISATION DE FARINE DESHYDRATEE DE LEGUMINEUSES
TROPICALES EN COTE D'IVOIRE

par

Christophe DALIBARD

Année universitaire 1984 - 1985



DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES ET TECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES
EN REGIONS CHAUDES

Rapport de stage

INTERETS DE L'UTILISATION DE FARINE DESHYDRATEE DE LEGUMINEUSES
TROPICALES EN COTE D'IVOIRE

par

Christophe DALIBARD

Lieu de stage : Maisons-Alfort

Organisme d'accueil : Service d'Alimentation - I.E.M.V.T.

Période de stage : du 17 juin au 13 septembre 1985

Rapport présenté oralement le :

SOMMAIRE

Remerciements	5
Sigles utilisés	7
INTRODUCTION	9
I. PRESENTATION DU MILIEU ET DU PROTOCOLE D'IMPLANTATION ET D'EXPLOI- TATION	11
I.1. Le C.R.Z. de Minankro à Bouaké : présentation du milieu ...	11
I.1.1. Facteurs climatiques	11
I.1.2. Facteurs édaphiques	11
I.2. Les plantes étudiées et leur mise en place	12
II. MATERIEL ET METHODES	15
II.1. Fourniture du matériel végétal : prélèvement et condition- nement des échantillons	15
II.2. Méthodes d'analyse	16
II.2.1. Matières azotées totales	16
II.2.2. Acides aminés	17
II.2.3. Cellulose brute et lignine	17
II.2.4. Matières grasses	18
II.2.5. Minéraux	18
II.2.5.1. Phosphore	18
II.2.5.2. Potassium et sodium	18
II.2.5.3. Calcium, magnésium et oligo-éléments (fer, manga- nèse, cuivre, zinc et cobalt).....	18
II.2.6. Pigments : carotène et xanthophylles	19
II.2.7. Acide oxalique	19
II.3. Etude expérimentale de la valeur nutritive : recherche des coefficients d'efficacité protéique sur les rats	20
II.4. Technologie de la séparation des feuilles et des tiges : traitement des <i>Stylosanthes</i> par blutage	21
III. ETUDE AGRONOMIQUE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES	23
III.1. Rendements en tonnes de matière sèche par hectare et par an	23
III.1.1. <i>Stylosanthes</i>	23
III.1.1.1. Résultats	23
III.1.1.2. Facteurs de variation	27
III.1.1.2.1. Influence du rythme de coupe	27
III.1.1.2.2. Influence de l'année de végétation	28
III.1.1.2.3. Influence de la fertilisation	29
III.1.1.2.4. Influence de l'irrigation	30
III.1.1.2.5. Influence du sol	30
III.1.1.3. Etude des rendements en matière sèche par hectare et par an pour les différentes espèces et cultivars de <i>Stylosanthes</i> étudiés au C.R.Z. de Minankro en 1979 et 1980	31

III.1.2. <i>Macroptilium</i>	33
III.2. Rendements en tonnes de matières azotées totales par hectare et par an	35
III.3. Principales conclusions sur l'étude agronomique des légumineuses tropicales testées	37
IV. ETUDE DE LA VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES	39
IV.1. Pourcentage de feuilles dans la plante entière	39
IV.2. Teneur en matière sèche	41
IV.3. Teneur en matières azotées totales	43
IV.4. Composition des matières azotées totales en acides aminés	51
IV.4.1. <i>Stylosanthes</i>	51
IV.4.2. <i>Macroptilium</i>	55
IV.4.3. Comparaison de la composition des matières azotées totales de <i>Stylosanthes</i> à celles de <i>Macroptilium</i>	57
IV.5. Teneurs en cellulose brute et en lignine	57
IV.6. Teneurs en carotène et xanthophylles	59
IV.7. Matières minérales	61
IV.7.1. Teneur en matières minérales totales	61
IV.7.2. Teneurs des différents minéraux analysés	63
IV.7.2.1. Macro-éléments	63
IV.7.2.1.1. Calcium	63
IV.7.2.1.2. Phosphore	63
IV.7.2.1.3. Potassium	63
IV.7.2.1.4. Magnésium	63
IV.7.2.1.5. Sodium	63
IV.7.2.2. Oligo-éléments	64
IV.7.2.2.1. Fer	64
IV.7.2.2.2. Manganèse	64
IV.7.2.2.3. Cuivre	64
IV.7.2.2.4. Zinc	64
IV.7.2.2.5. Cobalt	64
IV.8. Etude toxicologique : présence d'acide oxalique	65
IV.9. Caractéristiques de la première coupe de première année d'exploitation chez les <i>Stylosanthes</i>	65
IV.10. Principales conclusions sur la valeur nutritive des légumineuses tropicales testées	66
V. COMPARAISON ENTRE LA LUZERNE ET LES SIX LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES	69
V.1. Caractéristiques agronomiques comparées succinctement	69
V.1.1. Implantation	69
V.1.2. Rendement en matière sèche	70
V.1.3. Rendement en matières azotées totales	70
V.2. Comparaison entre les valeurs nutritives	71
V.2.1. Matière organique	73
V.2.2. Matières azotées totales	73
V.2.3. Composition des matières azotées totales en acides aminés	73
V.2.4. Cellulose brute	74
V.2.5. Lignine	74

V.2.6. Matières minérales	75
V.2.6.1. Macro-éléments	75
V.2.6.1.1. Calcium	75
V.2.6.1.2. Phosphore	75
V.2.6.1.3. Potassium	75
V.2.6.1.4. Magnésium	76
V.2.6.1.5. Sodium	76
V.2.6.2. Oligo-éléments	76
V.2.6.2.1. Fer	76
V.2.6.2.2. Manganèse	77
V.2.6.2.3. Cuivre	77
V.2.6.2.4. Zinc	77
V.2.6.2.5. Cobalt	77
V.2.6.3. Principales conclusions sur les matières minérales	77
V.2.7. Pigments : carotène et xanthophylles	78
V.2.7.1. Carotène	78
V.2.7.2. Xanthophylles	78
V.2.8. Toxicité	78
V.3. Etude comparative des coefficients d'efficacité protéique	79
V.4. Principales conclusions sur la comparaison entre la luzerne et les six légumineuses tropicales testées.....	79
CONCLUSION GENERALE	81
RESUME	83
BIBLIOGRAPHIE	85

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier :

- le Dr D. RICHARD, Chef du service d'Alimentation de l'I.E.M.V.T., pour l'attention et les conseils qu'il nous a prodigués tout au long de notre stage.
 - M. le Professeur R. MOREAU, de l'Université de Paris - Val-de-Marne et le Dr P.C. MOREL, Chef du service de l'Enseignement de l'I.E.M.V.T. pour l'organisation du D.E.S.S. de productions animales et technologies agro-alimentaires en régions chaudes.
 - A. MATON, Secrétaire au service d'Alimentation de l'I.E.M.V.T., pour la frappe et la mise en page de ce rapport.
-

SIGLES UTILISES

A.O.A.C.	Association of Official Analytical Chemists
C.B.	Cellulose brute
C.E.E.M.A.T.	Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical
C.E.P.	Coefficient d'efficacité protéique
C.M.V.	Complément minéral et vitaminé
C.R.Z.-M.B.	Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké
E.T.	Evapotranspiration
F.	Feuilles
F.A.O.	Food and Agricultural Organization of the United Nations
I.C.	Intervalle de confiance
M.A.	<i>Macroptilium atropurpureum</i>
M.A.T.	Matières azotées totales
m.e.	Milli-équivalent
M.L.	<i>Macroptilium lathyroides</i>
M.M.	Matières minérales
M.S.	Matière sèche
M.V.	Matière verte
P	Pluviométrie
P.E.	Plante entière
p.p.m.	Parties par million
S.G.C.	<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Cook
S.G.S.	<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Shofield
S.G.E.	<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Endeavour
S.H.	<i>Stylosanthes hamata</i>
S.P.	Saison des pluies
S.S.	Saison sèche

INTRODUCTION

Dans de nombreux pays tropicaux, le développement de l'élevage est limité par les faibles disponibilités en matières protéiques et leur qualité souvent médiocre quant à l'équilibre des acides aminés. Or, depuis quelques années, il a été mis en évidence chez certaines légumineuses tropicales, notamment en Afrique et à Madagascar, des quantités importantes de matières protéiques dont la valeur quant aux acides aminés pouvait se comparer à celle de la luzerne ; l'extension récente de leur culture s'inscrit surtout dans le cadre de l'alimentation des ruminants, tandis que leur emploi en alimentation des monogastriques est resté non étudié.

L'objet des travaux menés de 1978 à 1980 entre le Centre de Recherches Zootechniques de Minankro à Bouaké en Côte d'Ivoire et le siège central de l'I.E.M.V.T. était de trouver les meilleures conditions techniques et économiques de production de ces matières protéiques et de leur valorisation dans l'alimentation animale. Le programme de recherches comportait différents volets : les problèmes agronomiques (production et récolte), l'étude de la valeur fourragère (analyse des constituants organiques et minéraux) tout au long de la production, les problèmes technologiques (déshydratation, transformation en farine et incorporation dans les provendes) et enfin l'emploi dans l'alimentation animale (étude de la valeur azotée sur animaux de laboratoire et volailles). La séparation des feuilles et des tiges de ces légumineuses puis la déshydratation et la réduction en farine des feuilles semblaient à l'époque être la meilleure voie de valorisation de ces produits en alimentation animale.

Les légumineuses retenues pour cette étude appartiennent aux genres *Stylosanthes* et *Macroptilium*.

I. PRESENTATION DU MILIEU ET DU PROTOCOLE D'IMPLANTATION
ET D'EXPLOITATION

I.1 - LE C.R.Z. DE MINANKRO A BOUAKE : PRESENTATION DU MILIEU

I.1.1. - Facteurs climatiques

Bouaké est situé au Centre-Est de la Côte d'Ivoire (7°41' N, 5°2' W, h = 376 m), en secteur de climat tropical humide subguinéen (guinéen forestier type dahoméen) à 2 saisons sèches, l'une durant 5 à 6 mois de novembre à mars-avril et l'autre, réduite, en juillet (Messenger et Haas, 1977). Les moyennes mensuelles de pluviométrie, évapotranspiration et températures sont relevées dans le tableau suivant (Boudet, 1984) :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
P	12	44	89	176	146	137	93	106	219	139	38	21	1221
ET	187	186	165	147	124	101	84	81	93	106	123	152	1549
T	27,0	28,1	28,4	28,1	27,2	26,6	25,1	24,6	25,4	26,1	26,6	26,6	26,6

I.1.2. - Facteurs édaphiques (Messenger et Haas, 1977)

Les sols sont ferrallitiques, argilo-sableux ; ils comportent 33 % d'argile et limon et 10 % d'éléments grossiers. Ils sont légèrement acides (pH = 6,2). La granulométrie détaillée, les caractéristiques de la matière organique du phosphore et du complexe absorbant sont données ci-dessous :

.Granulométrie :

Eléments grossiers	= 10%	Sable très fin	= 21,52 %
Argile	= 25,17 %	Sable fin	= 39,30 %
Limon	= 7,93 %	Sable grossier	= 2,27 %

.Matière organique :

Matière organique	= 2,97 %	Azote total	= 0,79 %
Carbone	= 1,72 %	Rapport $\frac{C}{N}$	= 21

. P ₂ O ₅	Phosphore total	=	300 ppm
	Phosphore assimilable	=	12 ppm

. Complexe absorbant :

en m.e. pour 100 g	Ca	3,94
	Mg	1,40
	K	0,22
	Na	0,05
	Somme des bases S.	5,61
	Capacité d'échange T.	14,4
Saturation V=100 S/T		38 à 40

En conclusion, on remarque pour la matière organique un rapport C/N élevé et pour le complexe absorbant une somme des bases assez faible et une capacité d'échange moyenne.

I.2 - LES PLANTES ETUDIÉES ET LEUR MISE EN PLACE

L'étude concerne six légumineuses tropicales identifiées comme suit :

<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Schofield	:	S.G.S.
<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Cook	:	S.G.C.
<i>Stylosanthes guyanensis</i> cultivar Endeavour	:	S.G.E.
<i>Stylosanthes hamata</i>	:	S.H.
<i>Macroptilium lathyroïdes</i>	:	M.L.
<i>Macroptilium atropurpureum</i> Siratro	:	M.A.

Ces deux genres appartiennent dans la famille des légumineuses à la sous-famille des Papilionaceae ; le genre *Stylosanthes* appartient à la tribu des Hedysarées et le genre *Macroptilium* à celle des Phaseolées. Le tableau suivant présente les différentes dénominations de ces plantes :

	Synonymes	Noms français	Noms anglais	Cultivars Variétés
<i>Stylosanthes guyanensis</i> (Aubl.) Sw.	<i>Stylosanthes gracilis</i> H.B.K.	Stylo, luzerne tropicale, luzerne du Brésil	Tropical luzerne	Pop. C.I. S.G.S. S.G.C. S.G.E.
<i>Stylosanthes hamata</i> (Taub.)	<i>Stylosanthes procumbens</i> Sw.	Stylo Verano	Verano Stylo ou Carri bean S.	Verano
<i>Macroptilium lathyroïdes</i>	<i>Phaseolus lathyroïdes</i>		Phasey bean	
<i>Macroptilium atropurpureum</i>			Siratro	

La mise en place a été réalisée sur des parcelles de 43,7 m², en avril 1978 pour *Macroptilium lathyroides* et en juillet 1978 pour les autres légumineuses testées ; une seule parcelle est réservée par espèce, l'essai étant fait sans répétition ; la surface de 43,7 m² tient compte des effets de bordure ; elle est ramenée à 30 m² pour l'année 1980. Après la mise en place, des coupes de régulation et un entretien régulier ont été réalisés jusqu'en mars 1979 ; avant cette date, aucune étude de rendement ni analyse bromatologique n'ont été faites.

Les cultures sont menées en sec sur sol de plateau aux caractéristiques précédemment énoncées. Une fertilisation phosphatée de 108 unités de P₂O₅ par hectare sous forme de super-simple (18%) soit 600 kg/ha a été apportée le 20 mars 1979, ainsi qu'une fertilisation potassique de 60 unités de K₂O par hectare, soit 100 kg/ha de chlorure de potasse (60 %).

II. MATERIEL ET METHODES

II.1 - FOURNITURE DU MATERIEL VEGETAL : PRELEVEMENT ET CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS

Pour les quatre *Stylosanthes*, les prélèvements sont effectués après 6 à 8 semaines de repousse. Pour les deux espèces de *Macroptilium* les prélèvements sont effectués aux divers stades du cycle végétatif habituellement retenus dans la pratique de l'exploitation zootechnique et à des temps variables de repousse. Les prélèvements d'échantillons sont accompagnés d'observations sur la productivité en relevant chaque fois la quantité de matière verte produite et exploitable sur les 43,7 m² ; à partir du taux de matière sèche et de la teneur en matières azotées totales du prélèvement, trouvée en laboratoire, sont calculés les rendements en matière sèche et en matières azotées totales à l'hectare.

La coupe sur champ est effectuée à la hauteur qui serait celle de la récolte mécanisée industrielle ; cette hauteur de coupe est également appréciée en se référant aux recherches effectuées précédemment à Minankro et à Tombokro (Letenneur et coll, 1972). L'échantillon est préparé à partir de 6 kg de matière verte, coupée en brins de 5 à 6 cm aussitôt après la récolte ; le tout est homogénéisé à la main et 2 kg exactement sont prélevés et mis à sécher le plus tôt possible après la coupe dans les conditions optimales suivantes pour effectuer ultérieurement des dosages corrects : température de 60 à 62°C au maximum, temps de séchage de 24 heures ; le produit doit donc être réparti en couches très minces ; on utilise une étuve à ventilation dont le fonctionnement doit être irréprochable ; après séchage, la teneur en eau du prélèvement est de 10 à 12%, ce qui permet de ne pas compromettre sa conservation avant la réalisation des analyses au laboratoire. Le produit est pesé à sa sortie du séchoir et l'échantillon est expédié accompagné des commémoratifs au laboratoire d'Alimentation de l'I.E.M.V.T. Il est identifié par un matricule en trois parties : d'abord un numéro d'ordre correspondant à la place du prélèvement dans l'ordre chronologique quelle que soit l'espèce végétale concernée puis les initiales de cette espèce, comme vu antérieurement et enfin un second numéro d'ordre correspondant à la place du prélèvement dans l'ordre chronologique des prélèvements pour une même espèce. La fiche est signée et datée du jour de l'expédition et les commémoratifs sont réunis selon le modèle suivant :

- Nom du collecteur
- Identification de l'échantillon
- Date de récolte et de séchage
- Période : début de saison sèche ; milieu de saison sèche ; fin de saison sèche ; début de saison des pluies ...
- Stade végétatif ou repousse

- Temps de repos (intervalle avec la coupe précédente) ou durée de végétation dans le cas d'une première coupe
- Hauteur de coupe
- Poids de la matière verte récoltée sur 43,7 m² (après ressuyage s'il y a eu de la pluie ou de la rosée)
- Poids mis à sécher (normalement 2 kg)
- Poids après séchage
- Poids expédié au laboratoire (normalement tout ce qui est obtenu après séchage des 2 kg de matière verte)
- Durée précise du séchage
- Conditions agronomiques de production : sols et fertilisation, culture en sec ou irrigation, désherbage...

Elles sont l'objet d'une note expédiée au laboratoire à chaque envoi d'un ensemble de prélèvements. Tout changement dans le protocole y est spécifié. Les principaux commémoratifs sont rassemblés par espèce et dans l'ordre chronologique des coupes dans le tableau A.

Les études sur les coefficients d'efficacité protéique ont été menées de 1979 à 1983 à l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort avec des légumineuses tropicales de 2 origines : d'une part celles prélevées en 1979 et 1980 en Côte d'Ivoire et d'autre part des *Stylosanthes* envoyés du Cameroun en 1981.

II.2 - METHODES D'ANALYSES

Les méthodes d'analyses retenues ici sont pour les plus courantes, celles recommandées pour les aliments du bétail par l'A.F.N.O.R., l'association française de normalisation. Les méthodes les plus universelles utilisées dans ces analyses seront citées et décrites très succinctement ; les autres, moins standardisées, feront l'objet de précisions plus importantes.

Les échantillons analysés font d'abord l'objet d'un broyage puis leur teneur en matière sèche est déterminée par passage à l'étuve à 103°C pendant 24 heures.

II.2.1. - Matières azotées totales

C'est en fait l'azote qui est dosé par la méthode de Kjeldahl ; la détermination de la teneur en matières azotées totales se fait ensuite conventionnellement par multiplication de l'azote total trouvé par le facteur 6,25 qui correspond au fait que les protéines végétales comportent en moyenne 16% d'azote. La présence d'azote non protéique dans l'aliment analysé conduit à une teneur en M.A.T. erronée par majoration artificielle ; dans le cas présent, cette erreur est tout à fait négligeable. La méthode de Kjeldahl consiste en une ammonisation, suivie d'une distillation entraînant l'ammoniaque, lequel est recueilli dans une quantité déterminée d'acide sulfurique dont l'excès est titré par une solution d'hydroxyde de sodium.

II.2.2. - Acides aminés

Les acides aminés sont extraits de la protéine par hydrolyse acide (HCl 6N) à 130°C sous azote pendant 18 heures pour la cystine et 40 heures pour les autres acides aminés. Au cours de cette hydrolyse, certaines altérations ont lieu : le tryptophane est totalement détruit ; la cystine est transformée en acide cystéique par oxydation performique ; la sérine et la thréonine ne sont récupérées qu'à 80-90%. Quelques pertes sont observées pour l'acide glutamique, l'acide aspartique et la lysine tandis que la leucine, l'isoleucine et la valine sont libérées totalement sans dégradation.

L'hydrolysate de protéines est ensuite mélangé en quantités égales à une solution de référence de Norleucine (titrant 2,5 μ moles par ml), acide aminé jamais trouvé dans les protéines naturelles ; le tout est analysé par passage dans un auto-analyseur d'acides aminés Technicon. Celui-ci est composé de 3 colonnes de résine échangeuse d'ions, chacune d'elles réalisant pour son compte la séparation des acides aminés. Le mélange décrit ci-dessus est placé en haut de colonne ; les acides aminés s'adsorbent sur la résine échangeuse d'ions. Le pH initial de la colonne est égal à 2,65 ; la colonne est mise sous pression et on y réalise à partir du haut un gradient de pH grâce à un système Autograd à 9 chambres ; le pH augmente progressivement dans la colonne, passant de 2,65 à 6,10 ; les acides aminés sont ainsi entraînés de manière différenciée selon leur pH isoelectrique respectif ; ils sont colorés par le réactif à la ninhydrine en sortie de colonne ; des mesures quantitatives sont ensuite réalisées grâce à deux colorimètres en série, l'un mesurant tous les acides aminés sauf la proline, l'autre travaillant à une longueur d'onde différente et ne mesurant que la proline. Un enregistreur est relié aux deux colorimètres et l'on obtient des chromatogrammes, courbes formées d'une succession de pics d'ordre et d'emplacement connu et correspondant chacun à un acide aminé. La surface sous un pic donné est proportionnelle à la densité optique de l'acide aminé correspondant au pic et lié à la ninhydrine, cette densité optique étant elle-même proportionnelle à la concentration de l'acide aminé dans la solution ; connaissant celle de la norleucine, l'étalon interne, il sera alors facile d'établir une relation entre surface d'un pic et concentration de l'acide aminé correspondant, d'abord pour la norleucine puis généralisée aux autres acides aminés étant donné les proportionnalités citées précédemment.

II.2.3. - Cellulose brute et lignine

La cellulose brute est dosée de manière très classique par la méthode de Weende, c'est à dire par une succession de deux hydrolyses, la première acide à l'acide sulfurique 1,25 N pendant 30 mn à 100°C et la seconde alcaline à la soude pendant 30 mn à 100°C ; après séchage, le résidu pesé correspond à la cellulose brute et aux cendres ; il est alors incinéré afin de connaître le poids de cendres à déduire pour obtenir la cellulose brute.

Le dosage de la lignine se fait par la technique de Van Soest, à partir de l'A.D.F. (Acid detergent Fiber) mis pendant 3 heures dans de l'acide sulfurique à 72% à froid ; après séchage, le résidu pesé correspond à la lignine et aux cendres ; il est alors incinéré afin de connaître le poids de cendres à déduire pour obtenir la lignine.

II.2.4. Matières grasses

Elles sont dosées par la méthode des extraits éthérés, l'échantillon subissant une extraction par de l'éther de pétrole, lequel est ensuite distillé ; le résidu séché et pesé correspond aux matières grasses.

II.2.5. Minéraux

L'incinération de l'échantillon à 550°C permet d'obtenir les cendres brutes ou matières minérales totales. Les macro-éléments et oligo-éléments sont alors mis en solution et dosés selon des techniques suivantes :

II.2.5.1. - Phosphore

Il est dosé par une méthode photométrique, l'échantillon minéralisé par voie sèche est mis en solution acide ; cette solution est traitée par le réactif vanado-molybdique ; la densité optique de la solution du complexe jaune phosphovanadomolybdique ainsi formée est mesurée au spectrophotomètre à 430 nm.

II.2.5.2. - Potassium et Sodium

Ils sont dosés par photométrie de flamme ; la mise en solution de l'échantillon est identique à celle réalisée pour le phosphore ; dans le cas du potassium, la teneur habituelle des fourrages oblige à diluer 20 fois la solution obtenue par du lanthane à 0,1 % sous forme de chlorure de lanthane ; la photométrie de flamme est réalisée à 768 nm. Dans le cas du sodium, la teneur dans la solution est déterminée par photométrie de flamme à 589 nm en présence de chlorure de césium et de nitrate d'aluminium, l'addition de ces substances éliminant dans une large mesure l'interférence d'éléments perturbateurs.

II.2.5.3. - Calcium, magnésium et oligo-éléments (fer, manganèse, cuivre, zinc et cobalt)

Ils sont dosés par la méthode de spectrophotométrie d'absorption atomique de flamme ; cette technique est sélective, sensible et facile à mettre en oeuvre ; il y a cependant parfois quelques problèmes d'interactions, en particulier dans le cas du calcium ; après incinération d'une prise d'essai, celui-ci est mis en solution par traitement à l'acide chlorhydrique, cette solution est alors diluée en présence de lanthane qui sert à éliminer essentiellement l'interférence des phosphates ; la mesure par spectrophotométrie d'absorption atomique est alors réalisée à 422,7 nm avec une flamme à air acétylène.

Dans le cas de magnésium, il y a aussi mise en solution dans l'acide chlorhydrique dilué ; la teneur en magnésium est déterminée par spectrophotométrie d'absorption atomique à 285,2 nm par comparaison avec des solutions étalons.

Dans le cas du fer, du manganèse, du cuivre et du zinc, les échantillons sont mis en solution après calcination et dosés par spectrophotométrie d'absorption atomique, mais les teneurs habituelles des fourrages pour ces oligo-éléments (2 à 20 ppm) obligent à travailler en expansion d'échelle (multiplication par 5). Il n'y a pas ici de problèmes d'interactions. Les mesures par spectrophotométrie d'absorption atomique sont réalisées à 248,3 nm avec une flamme air acétylène oxydante pour le fer, à 279,5 nm avec une flamme air acétylène classique pour le manganèse, à 324,8 nm avec une flamme air acétylène oxydante, comprenant peu d'acétylène, pour le cuivre et enfin à 213,8 nm avec une flamme air acétylène en excès d'air pour le zinc. Dans le cas du cobalt, l'échantillon est mis en solution après calcination ; on extrait ensuite le complexe formé avec le β nitroso α naphthol ; on le dose enfin par spectrophotométrie d'absorption atomique à 279,5 nm avec une flamme air acétylène classique.

Pour chaque élément à doser, on prépare une gamme de solutions étalons de travail, de façon que chaque solution d'étalonnage ait une concentration en acide chlorhydrique de 0,5 N environ et, dans le cas du calcium, du fer, du manganèse et du zinc, une concentration en chlorure de lanthane correspondant à 0,1 % de lanthane. Les concentrations choisies en minéraux doivent se trouver dans la zone de sensibilité du spectrophotomètre.

II.2.6. - Pigments : carotène et xanthophylles

Pour ces dosages, une prise d'essai est mise à macérer à l'obscurité avec un mélange hexane acétone (7/3) pendant au moins 15 heures. Après filtration, on ajoute au filtrat de l'hexane pur pour arriver à un rapport hexane acétone de 9/1 convenable pour la chromatographie. Celle-ci est effectuée sur colonnes dont l'organisation est la suivante : sur verre fritté, on place un peu de coton cardé puis environ 8 cm de mélange magnésie, hyflosupersel (1/1 du poids) et enfin 1 cm de sulfate de sodium anhydre. L'adsorbant est mouillé avec le mélange hexane acétone ; une partie aliquote est déposée sur la colonne puis éluée par le mélange hexane acétone ; seul le carotène subit cette élution, les xanthophylles restant dans la colonne ; la fraction contenant les xanthophylles est ensuite éluée par de petites quantités d'éthanol ; la densité optique est mesurée avant et après cette dernière élution, à 436 nm pour le carotène et à 474 nm pour les xanthophylles.

II.2.7. - Acide oxalique

L'échantillon est mis en solution dans l'acide chlorhydrique auquel on ajoute 2 gouttes d'alcool caprylique ; après une ébullition de 15 mn, la solution refroidie est diluée dans l'eau et repose une nuit ; elle est ensuite mélangée et filtrée ; on ajoute au filtrat du réactif "acide tungstophosphorique", on mélange et on laisse reposer 5 heures ; on filtre et on place une partie du filtrat dans un tube conique à centrifugation ; on amène le pH à 4-4,5 par adjonction de NH_4OH ; on ajoute une solution tampon acétate pH 4,5 et on mélange puis on laisse reposer une nuit. On centrifuge alors

pendant plus de 15 mn à 1700 tours par minute pour tasser le précipité d'oxalate de calcium obtenu ; le précipité est lavé et égoutté ; on le dose ensuite par spectrophotométrie d'absorption atomique à la raie du calcium, 422,7 nm (A.O.A.C., 1980). En conclusion, cette analyse est longue et complexe et de ce fait rarement pratiquée.

II.3 - ETUDE EXPERIMENTALE DE LA VALEUR NUTRITIVE : RECHERCHE DES COEFFICIENTS D'EFFICACITE PROTEIQUE SUR LES RATS

Le coefficient d'efficacité protéique ou C.E.P. permet de savoir comment les matières azotées dégradées qui ont traversé la paroi intestinale vont être utilisées par l'animal lors des synthèses protéiques nécessaires à la croissance, l'entretien et aux productions.

Le C.E.P. est égal au rapport de la variation de poids en grammes de rats pris au sevrage, sur la quantité de matières azotées totales en grammes ingérée pendant la période considérée, 4 semaines en général. Le C.E.P. permet de rendre compte de la qualité nutritionnelle d'une protéine, c'est-à-dire de son équilibre en acides aminés indispensables.

Le rat est un modèle expérimental idéal car il est facile à manipuler, le contrôle de sa nourriture est aisé et enfin, on dispose d'individus génétiquement très proches résultant d'une sélection minutieuse. On utilise une souche bien connue ; seuls les mâles au sevrage feront l'objet de l'expérimentation ; ils sont maintenus dans une parfaite hygiène, dans des locaux à température constante (22°C) et hygrométrie oscillant entre 60 et 70% ; ils sont pesés le premier jour de l'expérience et allotés de façon à avoir une répartition des poids identique dans chaque lot ; ils sont placés dans des cages individuelles et pesés 2 fois par semaine à heure régulière ; chaque rat reçoit par jour 10 grammes d'aliment à 10% de M.A.T. ; les refus sont pesés quotidiennement. L'expérience dure 4 semaines, le 28^e jour, les rats sont sacrifiés et autopsiés ; on dispose alors des données concernant le gain de poids pendant la période d'étude et la consommation.

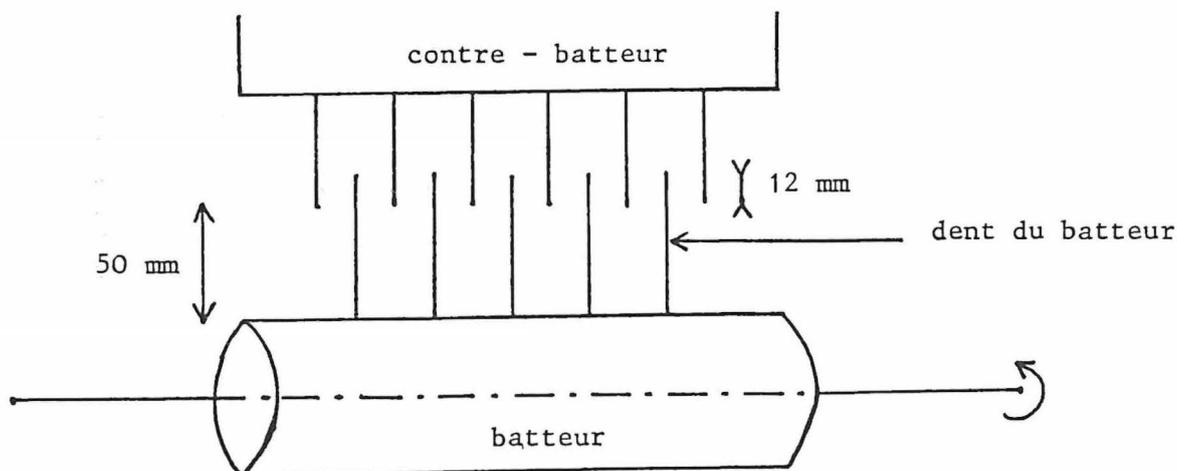
Les C.E.P. peuvent être comparés à ceux obtenus avec des protéines témoins, la caséine du lait en général. Dans la pratique, le taux de 10% de M.A.T. dans la ration convient tout au long de l'expérience car celle-ci ne durant que 4 semaines et les rats étant pris au sevrage, ils seront toujours en pleine croissance et exprimeront des besoins sensiblement identiques jusqu'à la fin de l'expérience.

Lorsque la protéine étudiée est très carencée en certains acides aminés indispensables à la croissance, il faut la compléter sinon le C.E.P. sera nul et ne pourra être évalué ; c'est l'un des inconvénients de la méthode ; il y en a 2 autres : le classement des protéines d'après le C.E.P. ne peut être établi que pour un niveau protéique fixé dans la ration (ici 10%), car le changement de ce niveau dans un même sens provoque selon la protéine l'augmentation ou la diminution du C.E.P. et modifie le classement des protéines. Enfin, au cours de la croissance, un gramme de gain de poids peut avoir une signification très variable sur le plan azoté, le C.E.P. sera donc très influencé par le stade physiologique de la croissance de l'animal (Colonna, 1976).

II.4 - TECHNOLOGIE DE LA SEPARATION DES FEUILLES ET DES TIGES : TRAITEMENT DES *STYLOSANTHES* PAR BLUTAGE

Des essais de séparation des feuilles et des tiges chez le *Stylosanthes* ont été menés en 1982 au C.E.E.M.A.T. (Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical). Il s'agissait de déterminer la meilleure technique de blutage des foin de *Stylosanthes*. Le matériel utilisé comprenait une batteuse à riz à ventilation, de petit format, entraînée par l'intermédiaire d'un système de courroies "en 8" adaptées à un moteur électrique de moyenne puissance. Après réglage et essais, les caractéristiques de l'opération de blutage retenues ont été les suivantes :

- Hauteur tambour batteur - contre batteur = 50 mm
- Interpénétration des dents batteur - contre batteur = 12 mm
- Nombre de tours par minute au battage = 1 000
- Nombre de tours par minute au secouage-vannage = 230
- Ventilation en position "arrêt".



Plusieurs passages de plantes entières ont été nécessaires ; les pertes au blutage sont d'environ 10% dont 7 d'origine foliaire ; le pourcentage de feuilles alors récupérées par rapport à la plante entière dépasse 52 %. Cependant, pour mieux isoler les feuilles, il convient d'envisager l'emploi d'une grille de secouage-vannage à mailles un peu plus fines (mailles losangiques inférieures à 62 grand diamètre axe à axe) laissant passer moins de tiges. La capacité de traitement de la batteuse s'est révélée ici trop faible ; il faut revoir le système d'entrée du produit, améliorer le rendement de la séparation tiges feuilles en évitant les problèmes de "bourrage" et prévoir une capacité de réception des feuilles après blutage beaucoup plus importante.

Ces quelques améliorations simples permettent l'utilisation industrielle du procédé et conduisent à une bonne séparation des feuilles dont les teneurs en cellulose brute et matière azotée totale s'alignent alors sur celles des feuilles isolées par tri manuel (Pugliese, 1983).

III. ETUDE AGRONOMIQUE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES

Les résultats obtenus lors des expérimentations réalisées de 1978 à 1980 au Centre de Recherches Zootechniques de Minankro à Bouaké, seront comparés à ceux classiquement cités dans la littérature et à ceux obtenus antérieurement, de 1968 à 1976 dans le même centre et à la ferme des cultures irriguées de Tombokro ; des études poussées y ont été menées, concernant le *Stylosanthes guyanensis* pop. C.I., appelé alors *Stylosanthes gracilis*, et le *Macroptilium atropurpureum* appelé alors *Phaseolus atropurpureus*.-

Dans l'optique de la production d'une farine destinée à l'alimentation des monogastriques, les rendements en M.S. et en M.A.T. à l'hectare et par an sont les paramètres les plus importants du point de vue agronomique. L'influence du rythme des coupes sera étudiée et il faudra déterminer le rythme conciliant un rendement en M.S. important comportant un taux de M.A.T. encore élevé. L'influence de l'année de végétation sera ensuite étudiée. Les rôles respectifs de la fumure, la nature du sol et l'irrigation seront précisés.

Les différentes légumineuses testées seront enfin comparées sur la base de leurs rendements en M.S. et en M.A.T. à l'hectare.

III.1 - RENDEMENTS EN TONNES DE MATIERE SECHE PAR HECTARE ET PAR AN

Les résultats obtenus au C.R.Z. de Bouaké en 1979 et 1980 sont réunis dans le tableau B.

III.1.1. Stylosanthes

III.1.1.1. - Résultats

Pour les 4 *Stylosanthes* étudiés, on retient une productivité moyenne en première année d'exploitation de 16,8 tonnes de M.S. à l'hectare et de 7,7 tonnes en seconde année. La comparaison de ces 2 moyennes, à l'aide du t de Student, confirme une différence hautement significative au seuil de 1 pour mille.

Ces résultats sont élevés surtout en première année ; Bogdan (1977) par exemple, signale que les productivités habituelles de *Stylosanthes guyanensis* vont de 2,5 à 10 tonnes de M.S. par hectare mais qu'elles peuvent dépasser 15 tonnes.

Des résultats obtenus régulièrement les années précédentes au C.R.Z. de Bouaké et à la ferme des cultures irriguées de Tombokro,

Tableau A (1ère partie) : données agronomiques

Date de la coupe		15.5.79	4.7.79	28.8.79	13.10.79	24.12.79	2.5.80	11 au 15 7.80	10 au 13 9.80
Saison		Début S.P.	S.P.	S.P.	Fin de S.P.	S.S.	Début S.P.	Petite S.S.	S.P.
S.G.C.	N° de la coupe Stade végétatif	1 feuilles	2	3	4	5 floraison	1 floraison	2	3
	Hauteur avant coupe en cm	52	43,5	37	42	30	32	43	40
	Hauteur de coupe en cm	8-10	8-10	10-15	10-15	10-15	12,5	14	-
	Age des repousses en jours	45-50	50	56	45	70	30	68	63
	Rendement MS/ha en kg	5761	2865	3204	3480	1972	2231	3867	758
S.G.S.	N° de la coupe Stade végétatif	1 feuilles	2	3	4	5	1 floraison	2	3
	Hauteur avant coupe en cm	48,8	40,5	33	32	32	23	45	41,6
	Hauteur de coupe en cm	8-10	8-10	10-15	10-15	10-15	12,5	12	-
	Age des repousses en jours	45-50	50	56	45	70	30	69	60
	Rendement MS/ha en kg	4890	3878	3599	3085	1709	1901	4478	2449
S.G.E.	N° de la coupe stade végétatif	1 feuilles	2	3	4	5 début floraison	1 floraison	2	3
	Hauteur avant coupe en cm	46,8	34,5	25	35	27	22	33	35
	Hauteur de coupe en cm	8-10	8-10	10-15	10-15	10-15	12,0	13,0	-
	Age des repousses en jours	45-50	50	56	45	70	30	69	60
	Rendements MS/ha en kg	4984	3296	3004	3251	1199	1538	3246	829

Tableau A (2ème partie) : données agronomiques

Date de la coupe		15.5.79	22.6.79	4.7.79	1.8.79	28.8.79	15.9.79	13.10 79	8.11 79	24.12 79	2.5.80	11 au 15 7.80	10 au 13 9.80
Saison		Début S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	S.P.	Fin S.P.	Début S.S.	S.S.	Début S.P.	Petite S.S.	S.P.
S.H.	N° de la coupe Stade végétatif	1 feuilles		2		3		4			1 flo- raison	2	3
	Hauteur avant coupe en cm	31		42,5		38		42			12	45	55
	Hauteur de coupe en cm	8-10		8-10		10-15		10-15			4,5	16	-
	Age des repousses en jours	45-50		50		56		45			30	69	63
	Rendement MS/ha en kg	4023		5485		3820		3870			1391	3872	4400
M.A.	N° de la coupe Stade végétatif	1 feuilles			2		3			4 flo- raison	1 flo- raison	2	
	Hauteur avant coupe en cm	22,2			24		21			13	12	13	
	Hauteur de coupe en cm	8-10			5-10		5-10			5	4,5	7	
	Age des repousses en jours	45-50			45		45			100	30	69	
	Rendement MS/ha en kg	2574			2028		1849			1281	1308	1502	
M.L.	N° de la coupe stade végétatif	1 feuilles	2		3		4		5 fruc- tific.			1 flo- raison	2
	Hauteur avant coupe en cm	53,4	80		80		73		70			55	115
	Hauteur de coupe en cm	8-10	8-10		10-12		10-15		10-15			17	-
	Age des repousses en jours	45-50	38		40		45		55			67 après semis	56
	Rendements MS/ha en kg	1595	3394		3051		2579		3402			1769	4369

beaucoup sont directement donnés sous forme de moyennes, soit par année d'exploitation, soit sur l'ensemble du cycle d'exploitation, les résultats obtenus de 1971 à 1973 sont donnés d'une manière plus exhaustive et permettent des comparaisons statistiques. Ces références concernent exclusivement *Stylosanthes guyanensis* pop. C.I. ; les autres cultivars n'ayant été introduits qu'en 1976 au C.R.Z. en provenance d'Australie, les premiers résultats les concernant n'apparaissent qu'en fin 1977.

Les premiers résultats obtenus au C.R.Z. en 1968 et 1969 (Essai d'orientation 1966 à 1969) en sec et avec une fertilisation de 100 unités de P et de 100 unités de K, donnent des rendements très élevés de 34 tonnes de M.S. par hectare sur 830 j à raison de 4 coupes par an en moyenne et de 44 tonnes sur 1136 jours pour le même nombre de coupes annuel (C.R.Z.-M.B., 1968 ; C.R.Z.-M.B., 1969) ; les rendements en première et seconde année d'exploitation ne sont pas donnés séparément ; on peut seulement déduire le rendement en 3e année d'exploitation qui dépasse 10 tonnes de M.S. par hectare et correspond à un niveau élevé ; la forte baisse de rendement après la première année d'exploitation n'est donc pas observée ici et on peut l'expliquer par des années à pluviométrie bien répartie et par le renouvellement de la fertilisation chaque année. Il n'est donc pas noté ici d'influence nette de l'ancienneté de l'exploitation sur 3 ans. Par ailleurs, les rendements de première année d'exploitation sont ici tempérés par l'absence de période de mise en place ; en effet, les premières coupes sont comptabilisées dans les rendements de première année d'exploitation.

Ce fait est confirmé par les résultats obtenus en 1971 sur des essais fourragers irrigués fertilisés : les 10 premiers mois d'implantation fournissent pour 4 coupes, 14 à 15 tonnes de M.S. par hectare. A la même époque et au même endroit dans les mêmes conditions, des parcelles mises en place en juin et subissant une coupe de régularisation en septembre donnent pour leur première année d'exploitation, soit l'année suivante, 17 à 18 tonnes de M.S. par hectare ; en seconde année d'exploitation, les rendements s'abaissent à 13 à 15 tonnes de M.S. par hectare.

Les essais menés à Tombokro, en sec et en irrigué, de 1971 à 1973, donnent des rendements en M.S., en irrigué et fertilisé, de 16 tonnes de M.S. par hectare la première année, 14 tonnes en deuxième année et 12 tonnes en 3e année. L'influence de l'ancienneté de l'exploitation est marquée, mais la productivité reste à un niveau élevé en 3e année. Les essais en sec et fertilisés permettent une comparaison avec les essais menés au C.R.Z. en 1979 et 1980 ; la productivité est très diminuée par rapport aux essais irrigués ; les rendements en M.S. par hectare sont en première année de 11 à 12 tonnes, 11 à 12 tonnes en seconde année et 7 à 8 tonnes en troisième. Grâce au nombre suffisant d'essais, des intervalles de confiance peuvent être calculés sur le rendement moyen en M.S. de la population ; on obtient en première année un intervalle de confiance de 2,15 pour une moyenne de 11,26 tonnes et en deuxième année, un intervalle de confiance de 1,56 pour une moyenne de 11,55 tonnes. Même en prenant les intervalles les plus importants, c'est-à-dire au seuil de 1%, les résultats obtenus au C.R.Z. en 1979 et 1980 ne les recourent pas, le rendement en M.S. par hectare étant supérieur en première année, alors qu'il est inférieur en deuxième année.

Les intervalles de confiance du rendement en M.S. par hectare calculés d'après les résultats de 1979 et 1980 sur l'ensemble des *Stylosanthes* sont les suivants : en première année, l'intervalle de confiance est de 1,36 pour une moyenne de 16,84 tonnes et en deuxième année, il est de 3,38 pour une moyenne de 7,74 tonnes.

Les deux populations, celle de Tombokro de 1971 à 1973 et celle du C.R.Z. de 1979 à 1980 sont donc du point de vue des rendements en M.S. sensiblement différentes surtout en première année d'exploitation ; en seconde année, l'atténuation des différences est révélée par un recouvrement important des intervalles de confiance des 2 populations.

Par la méthode de comparaison entre petits échantillons, à l'aide du *t* de Student, les rendements obtenus en première année présentent une différence hautement significative au seuil de 1 pour mille, tandis qu'en seconde année, la différence est encore très significative, au seuil de 1%.

Contrairement aux résultats du C.R.Z. de 1979 et 1980, il n'y a pas à Tombokro de différence significative entre les rendements de première année et ceux de deuxième année en sec et fertilisé.

En conclusion, depuis 1968, à partir de protocoles équivalents, hormis parfois l'existence d'une période de mise en place non comptabilisée dans la productivité, les rendements en M.S. par hectare présentent une grande amplitude de variation tant en première année d'exploitation qu'en seconde et voire même en troisième lorsqu'elle est étudiée. Les résultats obtenus au C.R.Z. en 1979 et 1980 s'inscrivent donc dans ces variations que l'on pourrait en outre imputer à l'irrégularité de la pluviométrie, tant dans sa répartition annuelle que dans son total d'une année à l'autre ; la forte baisse de rendement en deuxième année d'exploitation n'était jusque là pas classiquement observée ; le non-renouvellement de la fertilisation et l'irrégularité des rythmes de coupe en seconde année d'exploitation en sont pour partie responsables (69 jours d'intervalle entre 2 coupes au lieu de 42 à 56 jours conseillés).

III.1.1.2. - Facteurs de variation

III.1.1.2.1. Influence du rythme de coupe

L'irrégularité dans la succession des coupes dans les essais du C.R.Z. en 1979 et 1980 est surtout liée à la saison, les coupes les plus précoces étant réalisées en saison des pluies tandis que les plus tardives sont faites en saison sèche ; on ne peut donc pas conclure ici sur l'influence du rythme de coupe sur les rendements en M.S., lesquels sont bien sûr très affectés en saison sèche malgré une coupe beaucoup plus tardive.

Les études réalisées préalablement sur l'influence du rythme de coupe sur les rendements en M.S. par hectare concernent des cultures irriguées. Ainsi au C.R.Z., les essais menés de juin 1971 à 1973 étudiaient deux rythmes de coupe, l'un lent, à 61 jours, l'autre rapide à 53 jours ; les différences entre les rendements pour les deux rythmes se sont révélées non significatives tant en première année qu'en seconde année. Cependant, là encore, les rythmes de coupe ne furent pas appliqués d'une façon très régulière et les auteurs signalent des fluctuations importantes pour le rythme lent (51 à 71 jours) et pour le rythme rapide (48 à 58 jours).

Parallèlement à cet essai de productivité, un essai de valeur fourragère étant simultanément mené à 4 rythmes fixes de coupe encadrant les deux rythmes précédents : 28 j, 42 j, 56 j et 70 j ; le rythme à 28 jours fut rejeté car les rendements étaient beaucoup trop faibles ; 42 j et 56 j furent jugés convenables, tandis qu'à 70 j une lignification très importante apparaissait.

En conclusion, des rythmes de coupe allant de 40 à 60 j entraînent des modifications de productivité négligeables chez le *Stylosanthes*, ce sont donc les variations de valeur fourragère qui déterminent dans cette marge le rythme de coupe optimal.

III.1.1.2.2. Influence de l'année de végétation

Tous les essais menés au C.R.Z. et à Tombokro sur le *Stylosanthes* l'ont toujours été sur une base d'au plus trois années de végétation ; en effet, dans tous les cas, une baisse de productivité importante est observée en 3e année de végétation.

Il convient d'éviter la confusion entre année de végétation et année d'exploitation surtout compte tenu des différences observées dans les protocoles : ainsi sur les essais d'orientation 1966-1969 du C.R.Z. de Minankro-Bouaké et sur les essais productivité 1971-1973 du C.R.Z. et de Tombokro, l'année de mise en place coïncide avec la première année d'exploitation, l'implantation ayant eu lieu en tout début de saison des pluies ; en revanche, dans les essais 1979-1980 du C.R.Z., la première année de végétation n'est pas exploitée ; des coupes de régularisation sont pratiquées mais ne sont pas prises en compte dans la productivité ; la deuxième année de végétation est donc la première année d'exploitation et la troisième année de végétation est la seconde année d'exploitation.

Dans le premier cas, sur les essais en sec, il n'y a pas de différence significative entre les productivités des deux premières années d'exploitation. En troisième année d'exploitation, la productivité chute de façon très significative passant sur les essais en sec fertilisés de Tombokro de 11 à 12 tonnes de M.S. par hectare en 2e année à 7 à 8 tonnes de M.S. par hectare en 3e année.

Dans le second cas, la mise en place donnant lieu à la première année de végétation est réalisée plus tardivement dans la saison des pluies ; en deuxième année de végétation, la productivité est maximale dépassant

16 à 17 tonnes de M.S. ; en seconde année d'exploitation, soit la troisième année de végétation, la même chute de productivité que précédemment est observée et on passe à un rendement de 7 à 8 tonnes de M.S. par hectare.

En conclusion, seules les trois premières années de végétation du *Stylosanthes* sont exploitables, la troisième année donnant lieu à des rendements déjà très diminués, il convient d'exploiter le *Stylosanthes* dès sa première année de végétation, c'est-à-dire de le semer en début de saison des pluies, ce qui permet d'obtenir des productivités équilibrées en première et seconde année d'exploitation ; selon l'assolement envisagé et en tenant compte de la nécessaire régularité des approvisionnements, destinés au fonctionnement de l'usine de déshydratation, la troisième année d'exploitation peut être abandonnée ou réalisée du moins dans la première partie de la saison des pluies.

III.1.1.2.3. - Influence de la fertilisation

En tant que légumineuse, le *Stylosanthes* réalise grâce à ses nodosités la fixation de l'azote atmosphérique et en conséquence ne demande pas de fertilisation azotée.

Les essais de 1979-1980 du C.R.Z. ont reçu une fertilisation en début de seconde année de végétation et non renouvelée par la suite ; celle-ci comportait 108 unités de P_2O_5 et 60 unités de K_2O par hectare. Des essais sans fertilisation ou à un autre niveau de fertilisation n'ayant pas été pratiqués ici, il faut remonter aux essais antérieurs du C.R.Z. et de Tombokro pour avoir des éléments de comparaison sur ce point.

Ainsi, les essais menés de 1971 à 1973 à Tombokro ont été étudiés pour 2 traitements, l'un sans fumure et l'autre avec fumure dont le protocole était le suivant : 112,5 unités de phosphore par hectare et par an, 375 de potassium, 152 de CaO et 96 de MgO ; cette fumure était répartie en cinq épandages par an, intervenant aussitôt après chaque coupe. La différence de productivité à l'issue de ces deux traitements est hautement significative en sec comme en irrigué et quelle que soit l'année de végétation.

Les essais irrigués de productivité de 1971 à 1973 du C.R.Z. ont testé deux niveaux de fumure : l'un dit économique comprenait à l'implantation 100 kg par hectare et par an de P_2O_5 et 100 kg de K_2O et à l'entretien 100 kg de P_2O_5 par hectare et par an ; l'autre dit moyen comprenait à l'implantation 200 kg par hectare et par an de P_2O_5 et 200 kg de K_2O et à l'entretien 200 kg de P_2O_5 par hectare et par an. La potasse d'entretien était censée être apportée par les eaux d'irrigation riches en cet élément. Les différences de productivité observées pour ces deux traitements ne sont absolument pas significatives, la fumure moyenne n'apportant de plus pas systématiquement une majoration des rendements par rapport à la fumure économique.

En conclusion, si le *Stylosanthes* requiert une fumure minérale qui lui permet une nette majoration de sa productivité, il ne profite pas d'un niveau élevé de fumure dont le complément de prix serait une pure perte. Enfin, une fumure d'entretien est indispensable étant donné la gestion exclusive par fauche réalisée ici, et l'absence de restitutions qui en découle. A titre indicatif, 50 à 100 kg de phosphate tricalcique et 80 à 100 unités de potasse (Letenneur et Roberge, 1970) par hectare et par an seraient suffisants (Roberge, 1976).

III.1.1.2.4. - Influence de l'irrigation

Les essais de 1979-1980 au C.R.Z. de Minankro-Bouaké n'ont été faits qu'en sec. Cependant, de 1971 à 1973, les effets de l'irrigation ont été étudiés à la ferme des cultures irriguées de Tombokro, il faut noter au préalable que la saison sèche 1972-1973 fut très marquée. En première année de végétation, la différence de productivité entre l'essai fertilisé en sec et l'essai fertilisé irrigué est hautement significative au seuil de 1 %, le rendement moyen étant de 15,7 tonnes de M.S. par hectare en irrigué contre 11,3 tonnes en sec. En deuxième année de végétation et après une saison sèche très marquée, la différence de productivité est significative au seuil de 2%, le rendement moyen étant de 14,3 tonnes de M.S. par hectare en irrigué et de 11,5 tonnes en sec.

En conclusion, dans les conditions climatiques de Bouaké, l'irrigation permet une importante augmentation de la productivité du *Stylosanthes* ; cette majoration est tout particulièrement élevée en première année, l'implantation étant alors facilitée car moins dépendante des aléas climatiques.

III.1.1.2.5. - Influence du sol

Les essais de 1979-1980 au C.R.Z. de Minankro ont tous été menés sur un sol aux caractéristiques assez uniformes pour l'ensemble des parcelles. En revanche, dans la ferme des cultures irriguées de Tombokro, de 1971 à 1973, les essais de productivité du *Stylosanthes* ont été répartis sur 2 types de sols pour lesquels des études en sec et en irrigué, avec fertilisation et sans ont été menées. Les deux sols étaient des sols ferrallitiques, moyennement désaturés, l'un typique induré et profond, l'autre remanié, modal et de profondeur moyenne. Il n'est pas noté de différence significative entre les productivités obtenues sur ces deux types de sols.

En conclusion, l'hétérogénéité apparente quant aux rendements en matière sèche par hectare obtenus au C.R.Z. de Minankro-Bouaké et à Tombokro à différentes époques n'est que relative, compte tenu des variations de protocole et pour les cultures en sec, des fluctuations de pluviométrie ; ainsi les résultats obtenus en 1979 et 1980 au C.R.Z. de Minankro-Bouaké s'inscrivent de manière cohérente parmi ceux obtenus antérieurement au même endroit et à la ferme des cultures irriguées de Tombokro.

III.1.1.3. - Etude des rendements en matière sèche par hectare et par an pour les différents espèces et cultivars de *Stylosanthes* étudiés au C.R.Z. de Minankro en 1979 et 1980

Différents cultivars de *Stylosanthes guyanensis* ont été introduits en 1976 au C.R.Z. de Minankro-Bouaké en provenance d'Australie ; trois d'entre eux, le Schofield, le Cook et l'Endeavour ont fait l'objet de l'étude de 1979 et 1980 ; auparavant, quelques essais ont été pratiqués dans le centre et les premiers résultats furent publiés en 1977 ; c'est aussi à cette date qu'apparaissent les premières données concernant *Stylosanthes hamata* au C.R.Z.

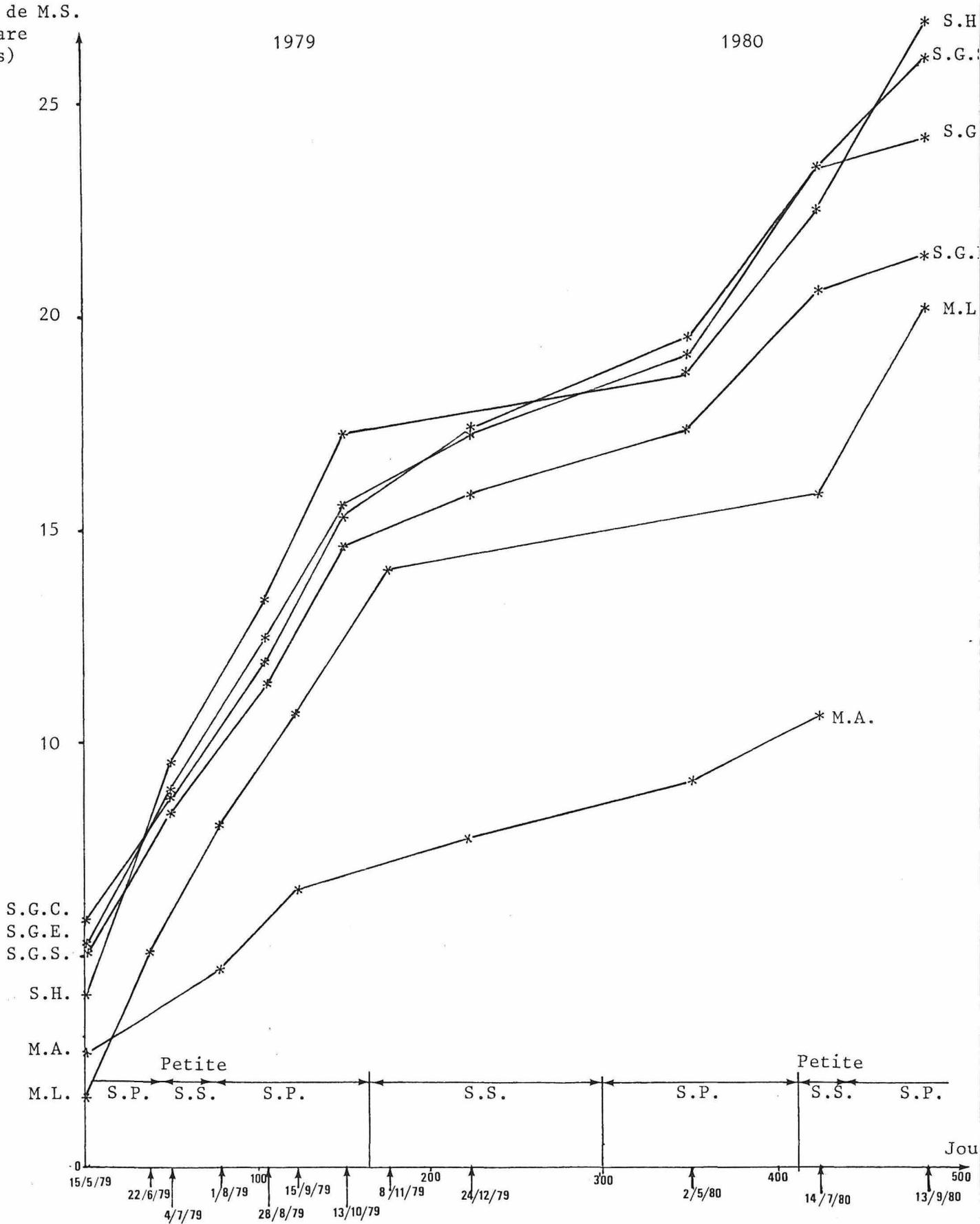
Ces résultats permettent une comparaison avec ceux obtenus au même endroit en 1979 et 1980. Ceux-ci ayant été faits sans répétition, il n'est pas possible, même en établissant les productivités moyennes par coupe et par hectare, de trouver des différences significatives entre les rendements en matière sèche des différents cultivars de *Stylosanthes guyanensis* entre eux ou avec le *Stylosanthes hamata*. On ne peut donc que donner les tendances observées dans cette étude. Ainsi, les cultivars Cook et Schofield et le *Stylosanthes hamata* donnent en première année des rendements équivalents dépassant 17 tonnes de matière sèche par hectare et par an ; le cultivar Endeavour ne dépasse pas 16 tonnes de MS/ha/an en première année. En seconde année, la baisse de rendement est importante et assez variable ; le cultivar Endeavour est à nouveau au plus faible niveau à 5,6 tonnes de MS/ha/an, le Schofield et le *Stylosanthes hamata* sont à environ 9 tonnes et le Cook intermédiaire à 7 tonnes.

Dans les études menées en 1976 dans différentes stations des zones centre et nord de la Côte d'Ivoire (Messenger et Haas, 1977), les différents *Stylosanthes* sont comparés sur leur productivité en premier cycle (à 120 jours) ; le Cook arrive nettement en tête avec plus de 5 tonnes de MS/ha, l'Endeavour le suit à un peu moins de 5 tonnes, puis le Schofield à 4,5 tonnes et enfin le *Stylosanthes hamata* à 3,4 tonnes. Les auteurs remarquent avec intérêt que ce classement correspond à celui établi pour l'importance de la nodulation sur le système racinaire ; c'est aussi ce même classement que l'on obtient en 1979 si l'on considère les rendements du premier cycle exploité. Cependant, sur l'ensemble des coupes, ce classement est modifié comme on l'a vu précédemment. Le graphique I comportant en ordonnée les rendements par coupe avec cumul, en fonction du temps montre comment se réalise cette évolution. Les quatre *Stylosanthes* ont en fait des courbes d'allures identiques, le cultivar Endeavour étant à un niveau inférieur sur l'ensemble de l'exploitation hormis le premier cycle. Le cultivar Cook est pénalisé par un faible rendement au dernier cycle exploité et le classement à l'issue des 2 années d'exploitation s'établit comme suit : le *Stylosanthes hamata* et le cultivar Schofield se situent autour de 26 tonnes par hectare, le cultivar Cook est à 24 tonnes et le cultivar Endeavour à 21 tonnes.

En conclusion, ces chiffres sont à considérer avec prudence car ils ne correspondent chacun qu'aux résultats obtenus sur une parcelle de 43,7 m². Hormis la grande irrégularité de la périodicité des coupes sur les deux années d'exploitation, les tracés graphiques ne révèlent aucune particularité (graphique I) ; on peut donc retenir les tendances observées.

Graphique 1

Tonnes de M.S.
par hectare
(cumulées)



III.1.2. Macroptilium

Les essais de 1979 et 1980 du C.R.Z. de Minankro-Bouaké ont comporté l'étude de *Macroptilium atropurpureum* et de *Macroptilium lathyroides*. Incluse dans les essais d'orientation du C.R.Z. de 1966 à 1969, l'espèce *atropurpureum* a été abandonnée suite aux rendements très médiocres observés ; quant à l'espèce *lathyroides*, c'est en 1976 et 1977 que sa productivité est étudiée pour la première fois au C.R.Z. ; ainsi, dans les deux cas, les références sont localement peu nombreuses.

Les résultats obtenus en 1979 et 1980 montrent une très nette supériorité de l'espèce *lathyroides* sur l'espèce *atropurpureum* confirmant les observations réalisées antérieurement. Là encore, les essais étant sans répétition, même une étude des rendements coupe par coupe ne permet pas d'établir de différence significative entre les deux espèces ; on retient ici que pour l'espèce *atropurpureum* le rendement en M.S. approche en première année 8 tonnes à l'hectare et 3 en seconde alors que pour l'espèce *lathyroides*, il dépasse 14 tonnes en première année et 6 en deuxième.

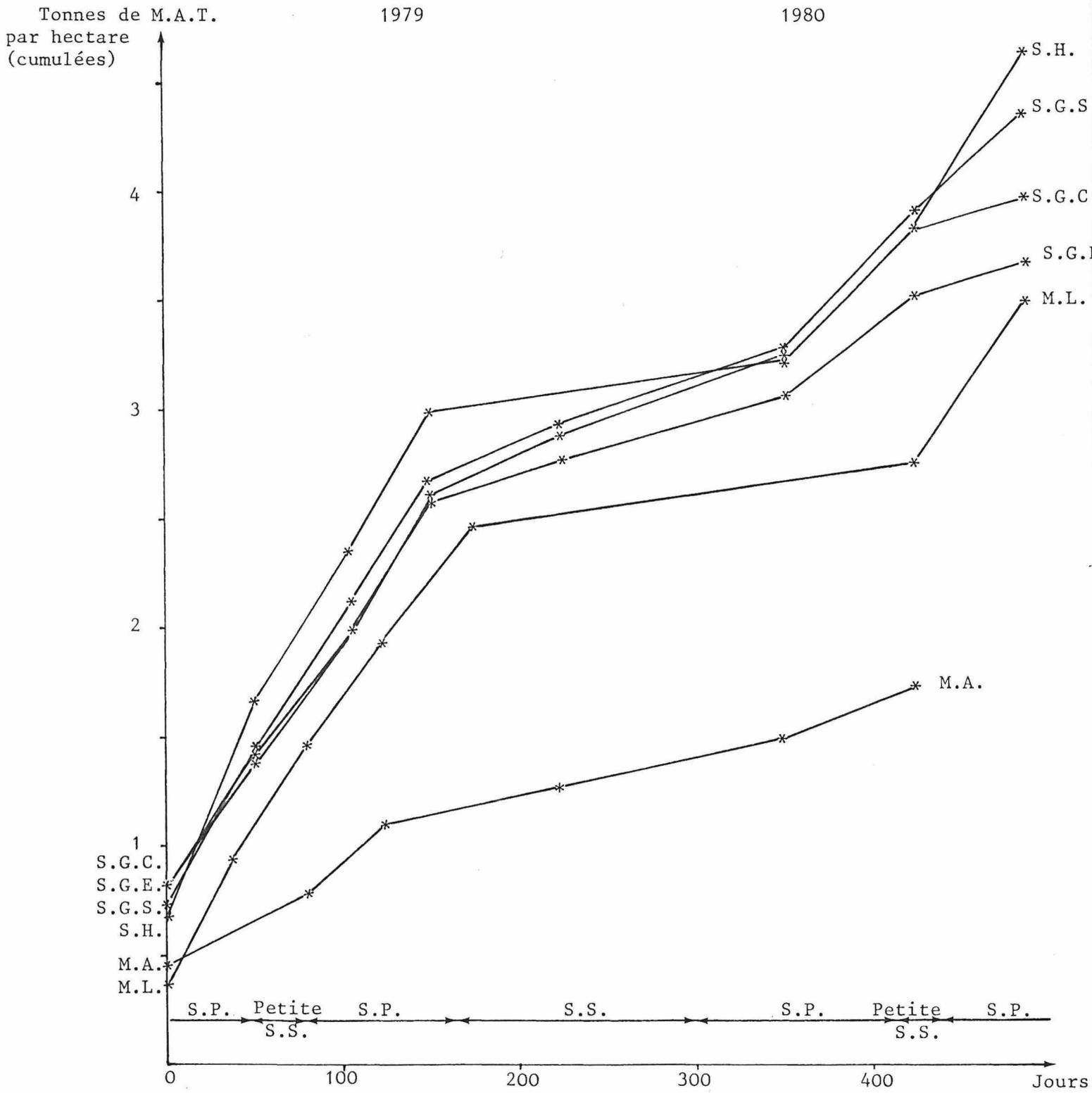
Les résultats obtenus ici confirment les essais d'orientation réalisés de 1966 à 1969 au C.R.Z. de Minankro, soit un rendement en M.S. approchant 13 tonnes à l'hectare sur 820 jours et 17 tonnes sur 1160 jours (C.R.Z.- M.B., 1968).

Quant à l'espèce *lathyroides*, les essais réalisés en 1976 et 1977 laissaient espérer une meilleure productivité compte tenu notamment d'un rendement de premier cycle approchant 5 tonnes de M.S. à l'hectare arrivant ainsi au niveau des meilleurs *Stylosanthes* ; Cette observation doit cependant être tempérée par la constatation d'une baisse importante de rendement sur les cycles suivants, 9,5 tonnes ayant été finalement obtenues par hectare en première année pendant la saison des pluies et la production de saison sèche étant très réduite.

Une comparaison réalisée sur la base des moyennes des rendements par coupe en première année montre pour l'essai 1979-1980, des différences significatives en faveur du *Stylosanthes hamata* devant les deux *Macroptilium* aucune autre conclusion ne pouvant ici être tirée d'un point de vue statistique. L'examen des tracés des graphiques des rendements par coupe cumulés en fonction du temps confirme la constante infériorité de l'espèce *atropurpureum* et le caractère intermédiaire de l'espèce *lathyroides* vis-à-vis des *Stylosanthes* (Graphique I).

En conclusion, seule l'espèce *lathyroides* se révèle intéressante par sa productivité qui n'est finalement pas très éloignée de celle du *Stylosanthes guyanensis* cultivar Endeavour ; en revanche, les très faibles rendements obtenus avec *Macroptilium atropurpureum* rendent son exploitation inintéressante surtout dans l'optique envisagée dans ce rapport.

Graphique II



III.2 - RENDEMENTS EN TONNES DE MATIERES AZOTEES TOTALES PAR HECTARE ET PAR AN

L'une des raisons qui fait l'intérêt des légumineuses et en l'occurrence l'opportunité de les déshydrater pour les transformer en farines, est leur richesse en protéines permettant ainsi une diversification des ressources azotées dans l'alimentation des animaux domestiques. Il est donc primordial de rechercher les plus hauts rendements en M.A.T. à l'hectare ; les pourcentages de M.A.T. dans la plante entière étant dans les cas étudiés, proches d'une plante à l'autre, les espèces les plus productives sont aussi celles qui produisent le plus de M.A.T. à l'hectare.

Les rendements en M.A.T. à l'hectare obtenus dans les essais du C.R.Z. de Minankro-Bouaké en 1979 et 1980 sont en première année d'exploitation proches de 3 tonnes pour les quatre *Stylosanthes* étudiés, le cultivar Endeavour rattrapant partiellement sa moindre productivité en M.S. par un pourcentage de M.A.T. dans la plante entière légèrement supérieur à ceux des autres *Stylosanthes*.

En deuxième année d'exploitation, la production en M.A.T. à l'hectare chute à 1 tonne - 1,5 tonne en raison avant tout de la baisse de rendement en M.S. et pour une faible part, de la légère baisse de teneur en M.A.T. qui passe de 17% à environ 16% dans la plante entière.

Sur l'ensemble des deux années d'exploitation, on retrouve le même classement des *Stylosanthes* entre eux que pour les rendements en M.S., l'espèce *hamata* et le cultivar Schofield dépassant largement 4 tonnes, le cultivar Cook en approchant et le cultivar Endeavour en restant plus éloigné à 3,7 tonnes. Statistiquement, il n'est pas possible de trouver une différence significative entre les moyennes des rendements en M.A.T. par coupe des différents *Stylosanthes*.

Les données précédemment recueillies au C.R.Z. de Bouaké sur *Stylosanthes guyanensis* pop. C.I. sont du même ordre de grandeur : 5 tonnes de M.A.T. par hectare étant obtenues sur 830 jours et 6,5 tonnes sur 1140 jours (C.R.Z.-M.B., 1968 ; C.R.Z.-M.B., 1969). Par ailleurs, les résultats obtenus en 1976 sur les différents *Stylosanthes* ne sont donnés que pour la première exploitation ; ils concordent parfaitement avec ceux de 1979 et le même classement est obtenu, classement d'ailleurs identique à celui correspondant aux rendements en M.S. en première exploitation (Messager et Haas, 1977) - (Graphique II).

Les rendements en M.A.T. à l'hectare obtenus au C.R.Z. de Bouaké en 1979-1980 se situent à un niveau inférieur pour les *Macroptilium* par rapport aux *Stylosanthes* ; l'espèce *atropurpureum* donne des rendements en M.A.T. à l'hectare particulièrement bas, inférieurs à 1,3 tonnes en première année et à 0,5 tonne en seconde ; par comparaison des moyennes des M.A.T. obtenues par coupe, on obtient des différences significatives avec les *Stylosanthes* et même avec le *Macroptilium lathyroides*, lequel produit presque 2,5 tonnes de M.A.T. à l'hectare en première année et 1 tonne en deuxième ; ces rendements sont finalement peu éloignés de ceux des *Stylosanthes* et ne présentent d'ailleurs pas avec eux de différence significative.

Tableau B - Rendements en matière sèche et en matières azotées totales par hectare et par an (en kg)

		Année 1979		Année 1980	
		M.S.	M.A.T.	M.S.	M.A.T.
S.G.C.	Plante entière	17 282	2 883	6 856	1 082
	Feuilles	10 161	2 155	3 586	725
	% d'origine foliaire	58,8%	74,7%	52,3%	67,0%
S.G.S.	Plante entière	17 161	2 941	8 828	1 404
	Feuilles	10 417	2 193	5 323	1 065
	% d'origine foliaire	60,7%	74,6%	60,3%	76,0%
S.G.E.	Plante entière	15 734	2 769	5 613	903,7
	Feuilles	9 598	2 124	3 300	675,5
	% d'origine foliaire	61,0%	76,7%	58,8%	74,7%
S.H.	Plante entière	17 198	2 992	9 663	1 652
	Feuilles	10 954	2 286	5 195	1 137
	% d'origine foliaire	63,7%	76,5%	53,8%	68,9%
M.A.	Plante entière	7 732	1 260	2 810	463
	Feuilles	4 423	974	1 515	331
	% d'origine foliaire	57,2%	77,2%	53,9%	71,5%
M.L.	Plante entière	14 021	2 468	6 138	1 025
	Feuilles	7 427	1 955	2 649	671
	% d'origine foliaire	52,9%	79,1%	43,2%	65,7%

A nouveau, les résultats obtenus ici concordent avec ceux trouvés précédemment au C.R.Z. de Bouaké, soit moins de 2 tonnes sur 820 jours et 2,5 tonnes sur 1160 pour *Macroptilium atropurpureum*.

III.3 - PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR L'ETUDE AGRONOMIQUE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES

Cette étude agronomique reprend les données chiffrées obtenues en 1979 et 1980 et celles disponibles par ailleurs. Ces rendements établis dans un cadre expérimental ont été atteints grâce à des soins particuliers, difficiles à réaliser à plus grande échelle, étant donné l'importante main d'oeuvre qu'ils requièrent et le risque de non-rentabilité qui en découle. Ainsi, dans la majorité des cas, de grandes difficultés d'implantation sont signalées pour ces légumineuses tropicales, par suite d'un envahissement par des adventices (Roberge, 1979) ; il faut donc pratiquer des désherbages répétés pendant plusieurs mois après le semis. Enfin, ces problèmes compromettent souvent l'exploitation durant l'année d'implantation car sur des cultures à grande échelle, il n'est pas possible pour des raisons économiques de réaliser une surveillance de même qualité que celle effectuée dans le cadre expérimental.

Tableau C - Composition chimique moyenne

		M.S. %		M.A.T. (%/M.S.)		C.B. (%/M.S.)		Lignine (%/M.S.)		M.M. (%/M.S.)		Carotène (p.p.m.)		Xanthophylles (p.p.m.)	
		P.E.	F.	P.E.	F.	P.E.	F.	P.E.	F.	P.E.	F.	P.E.	F.	P.E.	F.
S.G.C.	1979	21,5	58,8	16,7	21,2	32,7	23,2	8,41	6,07	9,14	10,06	141	227	436	740
	1980	24,8	52,3	15,8	20,2	33,6	20,0	-	-	7,91	8,91	111	149	403	441
S.G.S.	1979	23,1	60,7	17,1	21,1	30,6	20,2	7,65	5,02	9,76	11,09	167	279	447	655
	1980	24,6	60,3	15,9	20,0	30,0	17,9	-	-	9,35	10,72	147	252	395	544
S.G.E.	1979	21,5	61,0	17,6	22,1	31,8	22,4	7,55	5,27	8,91	10,13	158	236	455	758
	1980	25,5	58,8	16,1	20,5	28,6	19,0	-	-	8,92	10,29	121	192	413	580
S.H.	1979	24,6	63,7	17,4	20,9	33,3	25,0	6,50	4,65	8,62	9,75	146	224	503	755
	1980	25,4	53,8	17,1	21,9	33,6	23,3	-	-	7,20	8,74	122	198	336	541
M.A.	1979	22,7	57,2	16,3	22,0	36,1	25,9	8,25	6,29	8,92	10,20	120	221	330	591
	1980	21,7	53,9	16,5	21,8	35,2	24,1	-	-	8,72	9,44	111	215	297	513
M.L.	1979	16,8	52,9	17,6	26,3	29,4	15,7	8,08	6,19	6,70	7,75	225	401	595	1005
	1980	18,1	43,2	16,7	25,3	31,5	15,6	-	-	7,06	8,43	257	460	341	705

IV. ETUDE DE LA VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES

Il s'agit ici d'étudier comparativement la valeur nutritive des six légumineuses tropicales testées. La composition des matières azotées totales en acides aminés et les teneurs en carotène et xanthophylles sont des points importants qui feront l'objet d'un développement particulier.

Pour chaque paramètre de la valeur nutritive, on essayera de mettre en évidence l'influence de l'âge de la repousse, afin d'ajuster le rythme de coupe entre 6 et 8 semaines (intervalle proposé à l'issue de l'étude agronomique) et d'obtenir ainsi une valeur nutritive optimale. Enfin, il sera systématiquement signalé les particularités des feuilles comparées aux plantes entières et celles de la première année d'exploitation comparées à la seconde.

Toutes les moyennes mentionnées sont reportées dans le tableau C et dans des tableaux particuliers pour les acides aminés et les différents minéraux.

IV.1 - POURCENTAGE DE FEUILLES DANS LA PLANTE ENTIERE

Ce facteur, situé en marge de la valeur alimentaire proprement dite est cependant primordial à considérer ici étant donné le mode d'utilisation retenu, soit la séparation des feuilles et leur transformation en farine ; la rentabilité de cette opération est bien sûr conditionnée en premier lieu par la proportion de feuilles dans la plante entière.

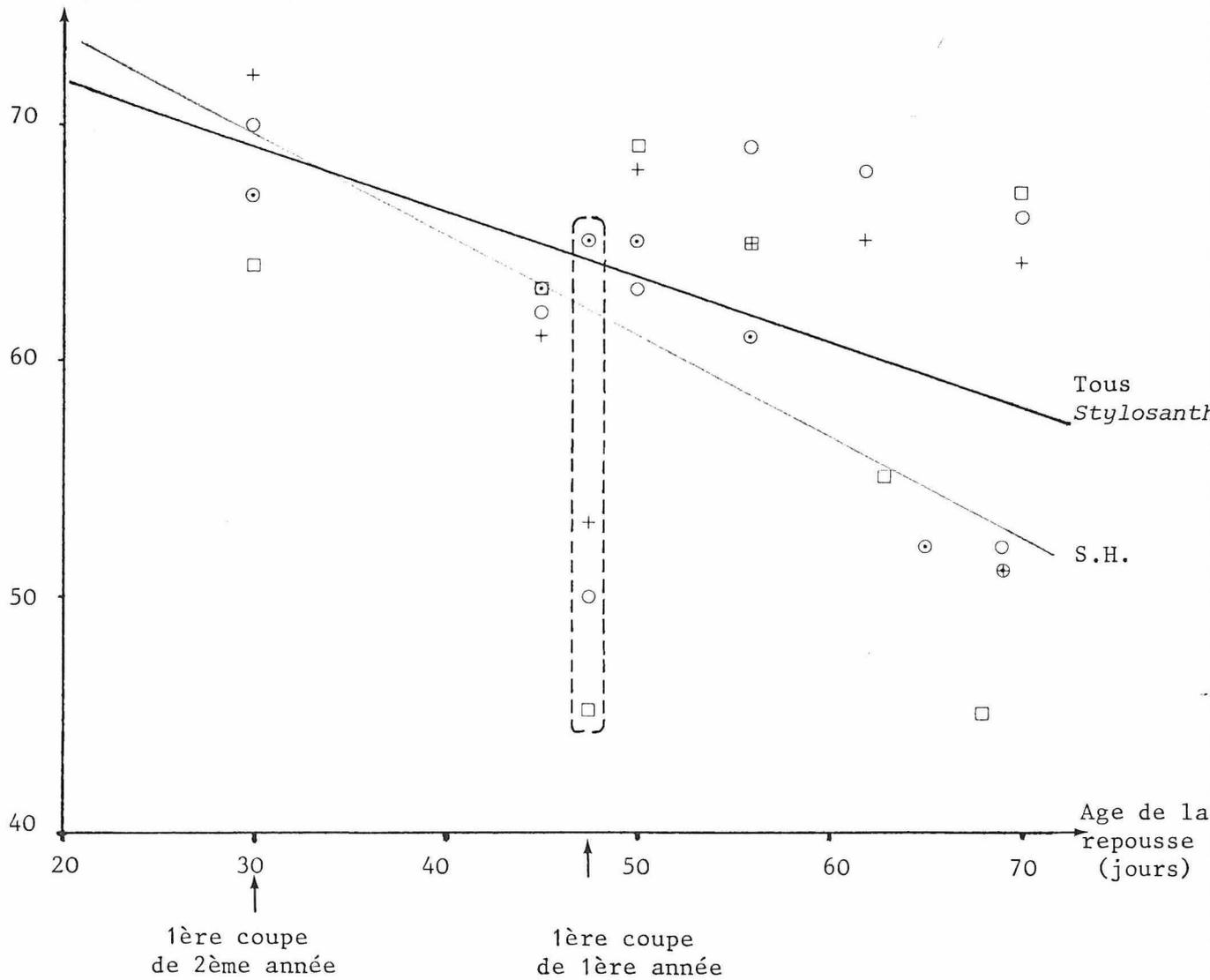
Celle-ci est pour l'ensemble des *Stylosanthes* étudiés d'environ 61 % en première année d'exploitation, S.G.C. en étant le moins bien pourvu (59 %) et S.H. le mieux pourvu (presque 64 %) ; on remarque en deuxième année d'exploitation une baisse de 2 % pour S.G.E., de plus de 5 % pour S.G.C. et de 10 % pour S.H. tandis que S.G.S. reste inchangé. Les deux *Macroptilium* sont moins bien pourvus en feuilles que les *Stylosanthes* et on peut aussi remarquer une baisse en deuxième année d'exploitation surtout importante pour M.L. (environ 10%).

Il est ici particulièrement intéressant de mettre en évidence une éventuelle corrélation entre la proportion de feuilles dans la plante entière et l'âge de la repousse, car en vue de la production de farine à partir des feuilles, on recherche des coupes les plus riches en feuilles. Pour l'ensemble des *Stylosanthes* étudiés, le pourcentage de feuilles dans la plante entière décroît de façon assez irrégulière avec l'âge de la repousse ; on trouve cependant une droite de régression linéaire pour laquelle la corrélation est significative au seuil de 5% (graphique III).

Par étude individuelle de chaque *Stylosanthes*, on ne retrouve de corrélation significative au seuil de 5% que dans le cas du *Stylosanthes hamata* ; pour les 3 autres, on remarque sur le graphique III que pour des

Graphique III

% Feuilles/Plante entière



S.G.C. □ S.G.S. ○ S.G.E. + S.H. ⊙
 1ère coupe : ⊙

- Ensemble des *Stylosanthes* (sans la 1ère coupe) :
 corrélation significative au seuil de 5%
 $r = - 0,542$
 $y = - 0,277 x + 77,3$
 d.d.l. = 25
- S.H. (sans la 1ère coupe) :
 corrélation significative au seuil de 5%
 $r = - 0,910$
 $y = - 0,433x + 82,6$
 d.d.l. = 4

repousses âgées de 50 à 70 jours, en grande saison sèche ou en saison des pluies, le pourcentage de feuilles dans la plante entière reste à un niveau élevé, compris entre 64 et 70 % ; en revanche, pendant la petite saison sèche de deuxième année d'exploitation, les repousses âgées de 70 jours ne présentent plus qu'environ 50 % de feuilles.

La première coupe de première année a été écartée de manière systématique car elle présente une faible teneur en feuilles, non représentative de l'âge de la repousse, mais due au grand nombre de tiges séchées plus ou moins dégarnies, subsistant en fin de saison sèche, à l'issue de l'année d'implantation.

Pour les deux *Macroptilium* étudiés, le pourcentage de feuilles dans la plante entière décroît très irrégulièrement avec l'âge de la repousse et le nombre insuffisant de données ne permet pas de trouver de corrélations significatives au seuil de 5%.

Enfin, on peut remarquer sur le graphique III, qu'entre 6 et 8 semaines de repousse, la diminution du pourcentage de feuilles dans la plante entière n'est pas marquée et n'intervient donc pas dans le choix d'un rythme de coupe précis à l'intérieur de cette marge.

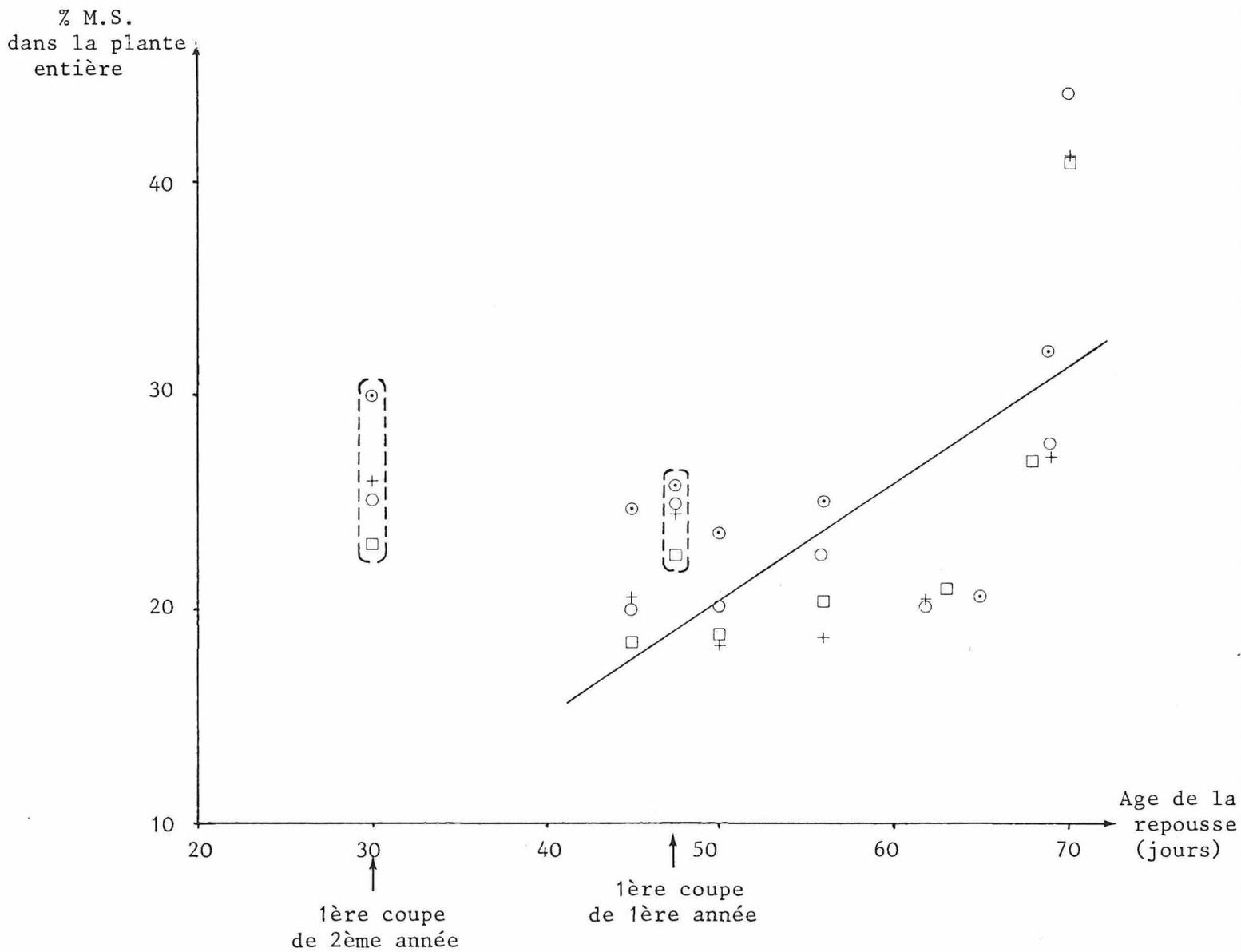
IV.2 - TENEUR EN MATIERE SECHE (M.S.)

Une teneur importante en matière sèche est a priori recherchée (toutes choses égales par ailleurs sur le plan de la valeur alimentaire) car cela permettra une économie de calories lors de la déshydratation du produit et aussi une économie lors de toutes les manipulations (transport) qui l'auront précédée.

Les *Stylosanthes*, plantes entières présentent en première année d'exploitation des teneurs en M.S. comprises entre 21,5 % (S.G.C., S.G.E.) et 24,6 % (S.H.), S.G.S. étant intermédiaire (23%) et en seconde année d'exploitation des teneurs en M.S. augmentées, égales à environ 25%. Parmi les *Macroptilium*, M.A. est à environ 22% durant les 2 années et M.L. est à un niveau nettement inférieur, à 17% en première année et 18 en seconde.

Pour les *Stylosanthes* étudiés, la teneur en M.S. augmente avec l'âge de la repousse, de façon peu marquée jusqu'à 9 semaines et ensuite très rapidement (Graphique IV). Pour l'ensemble des mesures hormis les premières coupes, on trouve une corrélation significative au seuil de 5%. Les premières coupes, pour des raisons énoncées au chapitre précédent, présentent des teneurs élevées en M.S. sans relation avec l'âge de la repousse. Quant à l'augmentation rapide de la teneur en M.S., pour des âges de repousses importants, elle est aussi à imputer à la saison sèche au cours de laquelle les coupes ont été très espacées.

Graphique IV



S.G.C. □

S.G.S. ○

S.G.E. +

S.H. ⊙

1ères coupes : ⊙

- Ensemble des *Stylosanthes* (sans les 1ères coupes) :

Corrélation significative au seuil de 5%

$$r = 0,674$$

$$y = 0,545x - 6,90$$

$$d.d.l. = 21$$

D'après d'autres sources d'origine ivoirienne (Kouamé, 1976), concernant le *Stylosanthes guyanensis* pop C.I., la teneur en M.S. augmente très régulièrement avec l'âge de la repousse :

Age de la repousse en semaines	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
M.S.	18,0	18,8	20,6	21,4	22,1
Intervalle de confiance	0,9	0,9	1,0	1,1	0,8

Pour les *Macroptilium* dans l'étude 1979-1980, l'évolution est très irrégulière et le nombre de données est insuffisant pour trouver une corrélation significative au seuil de 5%.

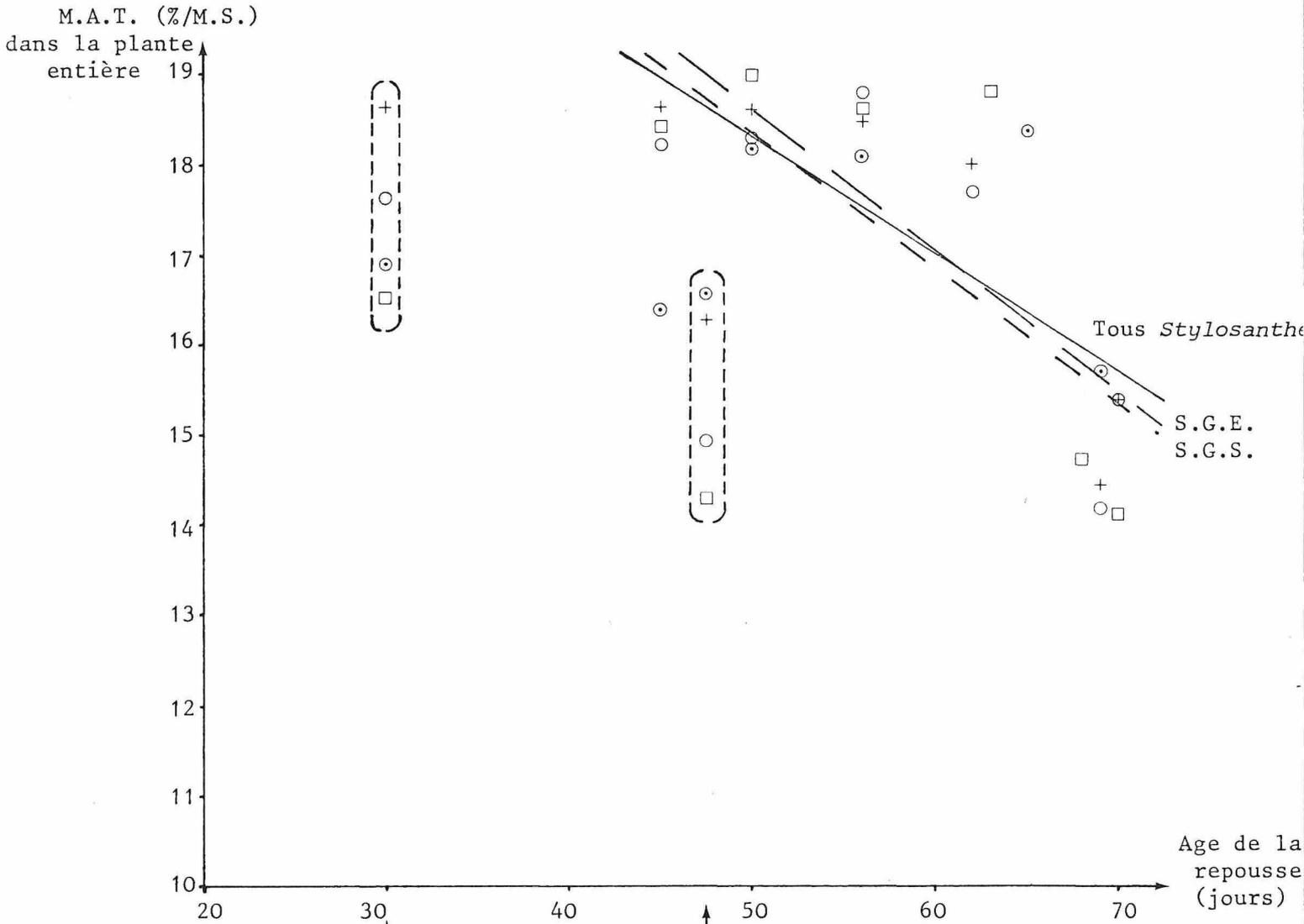
IV.3 - TENEUR EN MATIERES AZOTEES TOTALES (M.A.T.) (en % de M.S.)

C'est en particulier pour leur teneur en M.A.T. que cette étude a été réalisée sur les 4 *Stylosanthes* et les 2 *Macroptilium* ; les teneurs les plus élevées en M.A.T. conditionnent l'intérêt de la transformation en farine ; or, pour les 6 légumineuses étudiées, la plante entière présente des teneurs peu élevées, d'environ 17% en première année et légèrement moins en seconde. Il faut donc faire appel aux feuilles, lesquelles sont nettement plus riches en M.A.T. avec des teneurs comprises entre 21 et 22%, abaissées d'environ 1% en deuxième année et exceptionnellement élevées dans le cas du *Macroptilium lathyroides*, en première année (26%) comme en seconde (25%).

L'évolution de la teneur en M.A.T., avec l'âge de la repousse est très importante à considérer ici en vue de fixer le rythme de coupe optimal. Dans tous les cas, on remarque une décroissance de la teneur en M.A.T. avec l'âge de la repousse, une corrélation significative au seuil de 5% étant obtenue pour l'ensemble des *Stylosanthes* d'une part et l'ensemble des *Macroptilium* d'autre part, en plante entière comme en feuilles (graphiques V, VI, et VII). Pour les *Stylosanthes*, une meilleure corrélation est obtenue si l'on ne tient pas compte des premières coupes et cela seulement pour la plante entière ; ceci est explicité ultérieurement dans le chapitre IV.9, consacré aux particularités des premières coupes chez les *Stylosanthes*. Prises individuellement, on retrouve parmi les 6 légumineuses des corrélations significatives au seuil de 5% pour le S.G.E. en plante entière et le M.L. feuilles (Graphiques V, VI et VII).

Dans le cas des 4 *Stylosanthes*, les corrélations calculées doivent être remises en question en considérant l'effet saison : sur le graphique V, si l'on écarte les points correspondant à la première coupe, de première

Graphique V



1ère coupe
de 2ème année

1ère coupe
de 1ère année

S.G.C. □ S.G.S. ○ S.G.E. + S.H. ⊙

1ères coupes ⊙

- Ensemble des *Stylosanthes* (sans les premières coupes) :
corrélation significative au seuil de 5%
 $r = - 0,710$
 $y = - 0,13x + 24,8$
d.d.l. = 21
- S.G.S. : corrélation significative au seuil de 5% :
 $r = - 0,822$
 $y = - 0,15x + 25,9$
- S.G.E. : corrélation significative au seuil de 5% :
 $r = - 0,864$
 $y = - 0,157x + 26,5$

et deuxième année d'exploitation, on peut alors délimiter 2 nuages de points : le nuage supérieur englobe les repousses âgées de 45 à 65 jours ; elles comportent des teneurs en M.A.T. assez élevées, comprises entre 18 et 19% et on remarque par ailleurs qu'elles proviennent toutes de coupes effectuées en saison des pluies ; durant cette période, pour des repousses de 45 à 65 jours, la teneur en M.A.T. apparaît donc indépendante de l'âge ; quant au nuage inférieur, il comprend des repousses âgées de 68 à 70 jours ; leur teneur en M.A.T. est faible, comprise entre 14 et 16% et on remarque cette fois-ci qu'elles proviennent toutes de coupes réalisées en saison sèche ; en conclusion, l'importante différence entre les teneurs en M.A.T. des 2 groupes semble due à la saison plutôt qu'à l'âge de la repousse, l'écart n'étant que de quelques jours d'un nuage à l'autre.

L'étude du graphique VI, montrant l'évolution de la teneur en M.A.T. des feuilles avec l'âge de la repousse, conduit aux mêmes observations ; le nuage supérieur est cependant moins homogène et les repousses âgées de 56 jours, en saison des pluies présentent les meilleures teneurs en M.A.T. dans leurs feuilles.

En résumé, d'après les données recueillies en 1979 et 1980 à Bouaké, la teneur en M.A.T. ne varie pas de façon marquée entre 6 et 8 semaines de repousse, se maintenant entre 18 et 19% dans la plante entière et entre 20 et 23% dans les feuilles et ceci durant la saison des pluies. On aura donc intérêt à fixer un rythme de coupe approchant 8 semaines pour bénéficier d'un surplus de productivité sans être pénalisé sur le plan du taux de M.A.T. ; il faudra enfin s'attendre à de faibles teneurs en M.A.T. pour les repousses de saison sèche et tout particulièrement quand leur âge dépasse 8 semaines.

Dans le cas des *Macroptilium*, le graphique VII montre une décroissance très régulière de la teneur en M.A.T. avec l'âge de la repousse ; elle est cependant peu marquée entre 6 et 8 semaines.

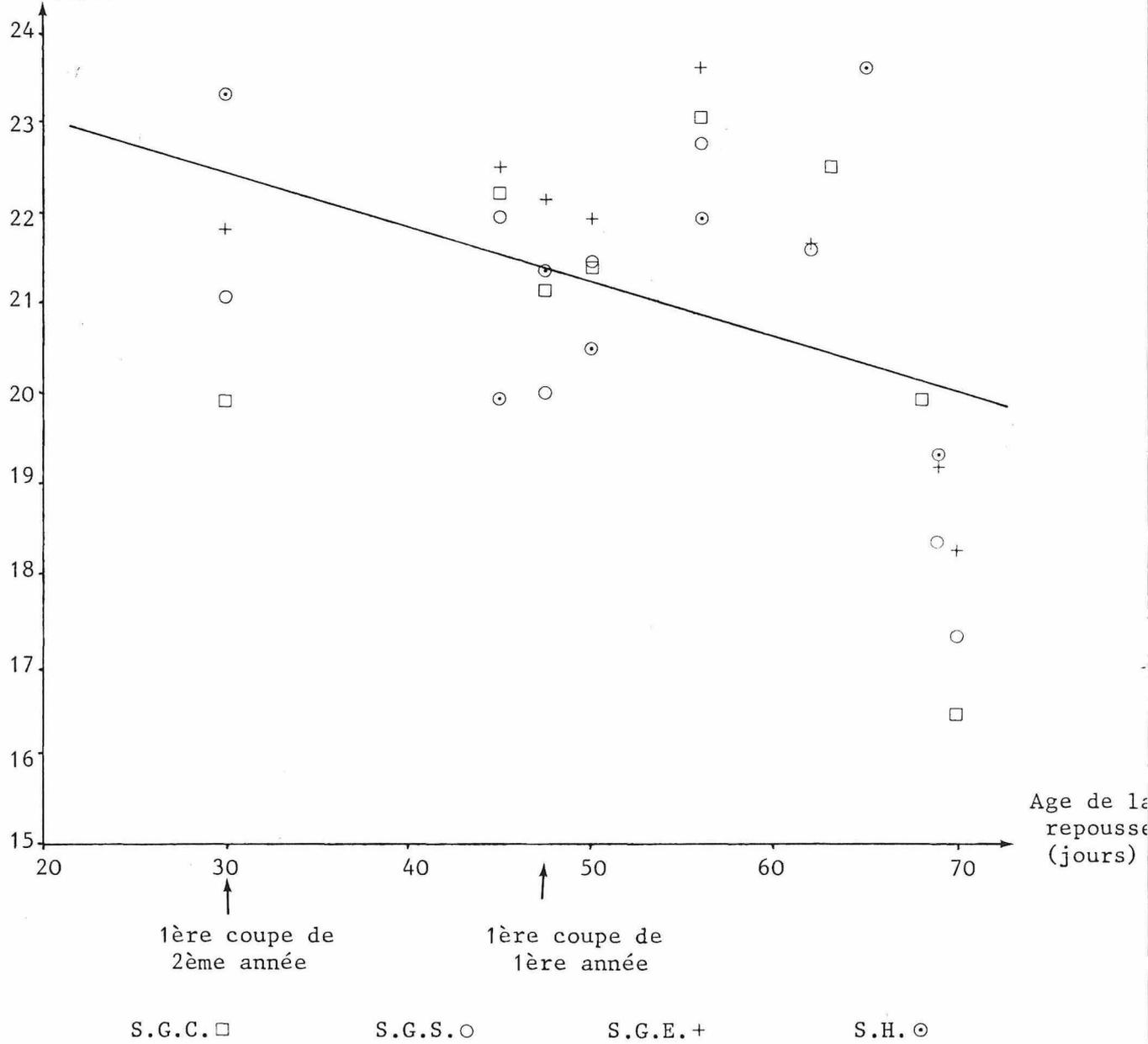
D'après les chiffres obtenus auparavant à Tombokro sur plante entière de *Stylosanthes guyanensis* pop C.I. (Roberge, 1976), on peut observer une décroissance de la teneur en M.A.T. avec l'âge, plus régulière :

Age de la repousse en jours	28	42	56	70
M.A.T. (% M.S.)	18,97	19,23	16,60	16,15
Intervalle de confiance	0,74	0,93	0,57	0,88

Il serait intéressant d'étudier l'évolution du tonnage des M.A.T. par hectare et par coupe en fonction du rythme de coupe. Le nombre de données disponibles ici ne permet pas d'aboutir à des observations probantes, en particulier à cause de l'interférence des saisons avec les rythmes de coupe choisis.

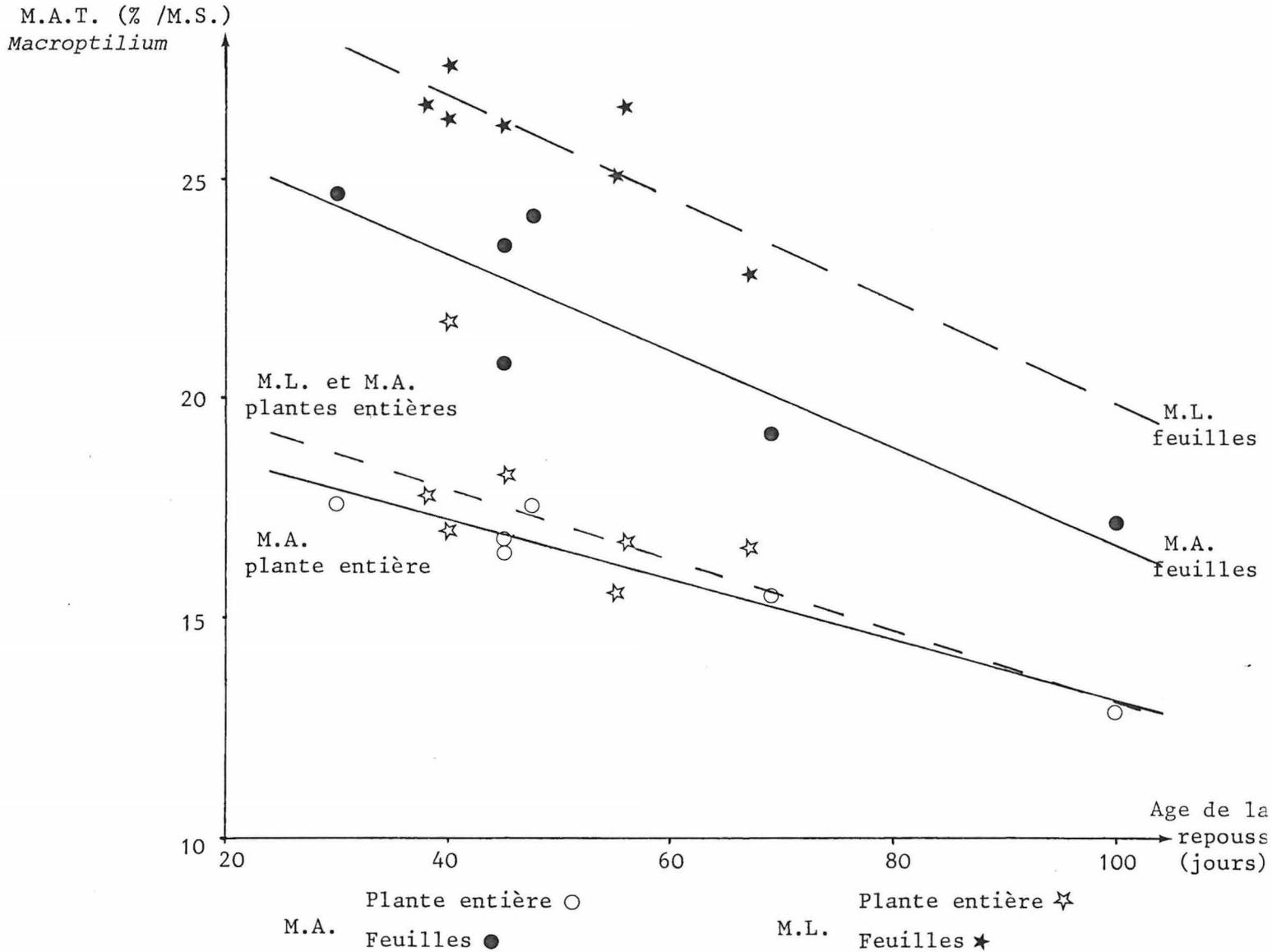
Graphique VI

M.A.T. (%/M.S.)
dans les feuilles



- Ensemble des *Stylosanthes* : corrélation significative au seuil de 5%
 $r = - 0,433$
 $y = - 0,062x + 24,3$
d.d.l. = 29

Graphique VII



- Ensemble des *Macroptilium* plantes entières : corrélation significative au seuil de 5%

$$r = - 0,746$$

$$y = - 0,081x + 21,2$$

- M.A. :

. Plante entière : corrélation significative au seuil de 5%

$$r = - 0,965$$

$$y = - 0,069x + 20,0$$

. Feuilles : corrélation significative au seuil de 5%

$$r = - 0,905$$

$$y = - 0,110x + 27,8$$

- M.L. :

. Feuilles : corrélation significative au seuil de 5%

$$r = - 0,832$$

$$y = - 0,118x + 31,6$$

Tableau D

Acides aminés	Plante entière. en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Plante entière. en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)
Acide aspartique	2,27	12,90	2,10	10,22	1,97	11,38	2,08	9,94
Acide glutamique	1,63	9,47	1,96	9,59	1,58	9,27	2,07	9,98
Alanine	0,99	5,75	1,12	5,41	0,88	5,11	1,21	5,86
Arginine	0,91	5,35	1,18	5,81	0,90	5,27	1,18	5,71
Cystine	0,14	0,85	0,22	1,09	0,21	1,22	0,24	1,15
Glycine	0,91	5,23	1,14	5,57	0,92	5,32	1,28	6,19
Histidine	0,39	2,28	0,42	2,04	0,38	2,20	0,47	2,27
Isoleucine	0,85	4,99	1,00	4,86	0,94	5,64	1,08	5,23
Leucine	1,55	8,71	1,91	9,31	1,45	8,31	2,06	9,91
Lysine	1,01	5,89	1,19	5,74	0,89	5,09	1,22	5,64
Méthionine	0,15	0,88	0,31	1,49	0,19	1,03	0,30	1,40
Ornithine	---	---	0,24	1,21	---	---	0,27	1,27
Phénylalanine	0,76	4,31	0,97	4,72	0,79	4,53	1,10	5,28
Proline	0,99	5,69	1,13	5,57	1,18	6,77	1,25	6,07
Serine	0,74	4,31	0,78	3,77	0,70	4,11	0,87	4,22
Thréonine	0,96	4,91	1,00	5,11	0,88	5,03	1,04	4,97
Tyrosine	0,63	3,57	0,78	3,81	0,86	5,07	0,87	4,19
Valine	0,98	5,60	1,09	5,31	0,92	5,33	1,16	5,60

Tableau E

Acides aminés	Plante entière en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Plante entière en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)
Acide aspartique	1,97	12,11	2,34	10,59	1,78	10,71	1,69	7,91
Acide glutamique	1,75	10,77	2,45	11,08	1,79	10,77	2,29	10,72
Alanine	0,93	5,69	1,94	7,26	1,22	6,77	1,37	6,43
Arginine	0,93	5,69	1,82	6,81	1,65	9,92	1,29	6,02
Cystine	0,17	1,07	0,21	0,79	0,13	0,79	0,23	1,07
Glycine	0,90	5,55	1,30	5,86	0,86	5,19	1,27	5,97
Histidine	0,35	2,14	0,58	2,16	0,37	2,23	0,53	2,50
Isoleucine	1,00	6,15	1,74	6,51	0,94	5,65	1,07	5,00
Leucine	1,13	6,96	2,34	8,75	1,24	7,49	2,23	10,47
Lysine	0,92	5,62	1,55	5,81	0,83	4,99	1,20	5,62
Méthionine	0,09	0,53	---	---	---	---	---	---
Ornithine	---	---	---	---	---	---	0,30	1,43
Phénylalanine	0,49	3,01	1,41	5,27	0,69	4,14	1,08	5,05
Proline	0,98	6,02	1,83	8,25	2,20	13,27	1,83	8,58
Serine	1,00	6,15	1,50	6,76	0,80	4,80	1,17	5,46
Thréonine	0,99	6,09	1,31	5,91	0,84	5,06	1,39	6,53
Tyrosine	0,42	2,61	1,03	3,88	0,65	3,94	0,87	4,08
Valine	0,84	5,15	1,47	5,52	0,84	5,06	1,21	5,67

Tableau F - Composition moyenne des matières azotées totales en acides aminés pour l'ensemble des *Stylosanthes* confondus (% de M.A.T.)

	Plante entière			Feuilles		
	Effectif	Moyenne	I.C.	Effectif	Moyenne	I.C.
Acide aspartique	15	12,26	1,18	30	10,60	0,79
Acide glutamique	15	9,32	0,62	30	9,60	0,40
Alanine	15	5,54	0,40	30	5,65	0,23
Arginine	15	5,54	0,77	30	5,75	0,27
Cystine	15	1,03	0,11	30	1,11	0,08
Glycine	15	5,22	0,18	30	5,71	0,23
Histidine	15	2,16	0,12	30	2,13	0,10
Isoleucine	15	4,96	0,67	30	4,81	0,27
Leucine	15	8,90	0,78	30	9,81	0,38
Lysine	15	5,45	0,42	30	5,57	0,27
Méthionine	13	1,12	0,21	25	1,32	0,13
Ornithine	0	-	-	18	1,25	0,09
Phénylalanine	15	4,57	0,41	30	5,05	0,17
Proline	15	5,86	1,33	30	5,66	0,60
Sérine	15	3,83	0,63	30	3,70	0,46
Thréonine	15	4,65	0,45	30	5,01	0,34
Tryptophane	2	0,80	-	4	0,86	0,71
Tyrosine	15	3,83	0,59	30	3,93	0,17
Valine	15	5,30	0,30	30	5,42	0,16

La proportion de M.A.T. apportée à l'hectare par les feuilles par rapport à celle apportée par la plante entière présente pour les 6 légumineuses étudiées une variation comprise entre 70 et 80% et indépendante du rythme de coupe. Cette proportion est en moyenne de 75% en première année d'exploitation et équivalente ou légèrement inférieure en seconde année.

IV.4 - COMPOSITION DES MATIERES AZOTEES TOTALES EN ACIDES AMINES

IV.4.1. - Stylosanthes

La composition des *Stylosanthes* en acides aminés en % de M.S. et en % des M.A.T. est reportée dans les tableaux D et E. Par analyses de variances réalisées pour l'ensemble des coupes des 4 *Stylosanthes*, sur chaque acide aminé en % des M.A.T. dans les feuilles d'une part et dans la plante entière d'autre part, on montre qu'il n'y a aucune différence significative au seuil de 5% sur ces points entre les 4 *Stylosanthes* ; on est donc amené à les regrouper en une seule population dont on peut alors calculer la composition des M.A.T. dans la plante entière d'une part et dans les feuilles d'autre part, en donnant les moyennes des taux de chaque acide aminé avec son intervalle de confiance (tableau F).

Sur l'ensemble des données, on remarque que la première coupe réalisée en première année d'exploitation présente une composition des M.A.T. dans la plante entière comme dans les feuilles, différente de celle des autres coupes. Par la méthode de comparaison des petits échantillons à l'aide du *t* de Student, on montre qu'au seuil de 5%, la composition des M.A.T. entre les premières coupes et les suivantes diffère pour 8 acides aminés dans la plante entière et 10 dans les feuilles. Les conclusions que l'on peut obtenir ici sont à tempérer par la constatation de différences dans les taux de récupération des acides aminés après hydrolyse de la protéine ; ces différences vont ici toujours dans le même sens, les taux de récupération des acides aminés dans les M.A.T. étant supérieurs pour les premières coupes, en moyenne de 7% par rapport aux coupes suivantes ; ceci doit être interprété comme une légère modification intervenant dans la méthode, les premières coupes ayant été analysées à une époque différente des suivantes. On ne peut donc certifier les différences significatives que si elles vont dans le sens d'une minoration du taux de l'acide aminé pour les premières coupes ; ainsi celles-ci ont des taux de leucine et phénylalanine par rapport aux M.A.T. de la plante entière significativement inférieurs à ceux des coupes suivantes ; les protéines des plantes entières obtenues en première coupe sont donc dépréciées par rapport aux coupes suivantes car il s'agit de 2 acides aminés indispensables. Dans les feuilles, on retient des taux d'acide aspartique et de cystine significativement plus bas pour les premières coupes par rapport aux suivantes ; ceci est important pour la cystine, acide aminé soufré intéressant en particulier chez les volailles. La mauvaise qualité de la première coupe de première année est donc confirmée car outre un taux de M.A.T. nettement inférieur à celui des coupes ultérieures, ces M.A.T. se révèlent aussi de moins bonne qualité. Les tableaux G et H reprennent les moyennes et intervalles de confiance observés pour l'ensemble des premières coupes et pour l'ensemble des suivantes, dans la plante entière (tableau G) et dans les feuilles (tableau H).

Tableau G - Composition moyenne des matières azotées totales en acides aminés dans la plante entière : comparaison des premières coupes aux autres coupes pour l'ensemble des *Stylosanthes*

	Premières coupes			Autres coupes		
	Effectif	Moyenne	I.C.	Effectif	Moyenne	I.C.
Acide aspartique	4	11,25	1,34	11	12,63	1,61
Acide glutamique	4	10,68	1,51	11	8,82	0,45
Alanine	4	6,25	1,11	11	5,28	0,38
Arginine	4	7,05	3,55	11	5,00	0,29
Cystine	4	1,02	0,49	11	1,03	0,12
Glycine	4	5,27	0,66	11	5,21	0,22
Histidine	4	2,29	0,38	11	2,12	0,15
Isoleucine	4	6,60	2,32	11	4,41	0,27
Leucine	4	7,10	1,32	11	9,55	0,59
Lysine	4	5,50	1,95	11	5,44	0,45
Méthionine	2	0,80	-	11	1,18	0,22
Ornithine	0	-	-	0	-	-
Phénylalanine	4	3,66	1,00	11	4,90	0,29
Proline	4	7,78	6,77	11	5,16	0,86
Sérine	4	5,42	1,14	11	3,26	0,34
Thréonine	4	4,91	1,63	11	4,55	0,53
Tryptophane	0	-	-	0	-	-
Tyrosine	4	3,32	1,16	11	3,71	0,26
Valine	4	5,21	0,71	11	5,33	0,41

Tableau H - Composition moyenne des matières azotées totales en acides aminés dans les feuilles : comparaison des premières coupes aux autres coupes pour l'ensemble des *Stylosanthes*

	Premières coupes			Autres coupes		
	Effectif	Moyenne	I.C.	Effectif	Moyenne	I.C.
Acide aspartique	4	7,30	5,17	25	10,92	0,47
Acide glutamique	4	11,39	1,84	25	9,31	0,33
Alanine	4	6,73	1,58	25	5,49	0,19
Arginine	4	6,88	1,21	25	5,55	0,24
Cystine	4	0,90	0,30	25	1,13	0,07
Glycine	4	6,35	2,18	25	5,61	0,19
Histidine	4	2,39	0,37	25	2,10	0,11
Isoleucine	4	6,23	1,74	25	4,60	0,14
Leucine	4	8,95	1,95	25	9,94	0,41
Lysine	4	5,96	0,57	25	5,46	0,29
Méthionine	0	-	-	24	1,33	0,13
Ornithine	1	1,43	-	17	1,23	0,09
Phénylalanine	4	4,94	0,61	25	5,07	0,20
Proline	4	8,17	0,58	25	5,24	0,56
Sérine	4	6,25	2,54	25	3,30	0,22
Thréonine	4	5,51	2,46	25	4,92	0,35
Tryptophane	0	-	-	4	0,861	0,71
Tyrosine	4	4,09	0,45	25	3,90	0,21
Valine	4	5,38	0,63	25	5,41	0,18

MACROPTILIUM ATROPURPUREUM

MACROPTILIUM LATHYROIDES

Tableau I

Acides aminés	Plante entière en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Plante entière en p.100 de M.S	Plante entière en p.100 de M.P (N = 16 p.100)	Feuilles en p.100 de M.S	Feuilles en p.100 de M.P (N = 16 p.100)
Acide aspartique	1,84	10,75	3,03	12,05	1,65	8,80	2,48	9,58
Acide glutamique	1,54	8,96	2,82	11,20	1,91	9,95	2,46	9,49
Alanine	0,88	5,16	1,64	6,52	1,08	5,72	1,44	5,55
Arginine	0,98	5,72	1,52	6,05	0,98	5,18	1,36	5,28
Cystine	0,18	1,06	0,35	1,37	0,21	1,16	0,25	0,98
Glycine	0,80	4,67	1,32	5,23	1,05	5,57	1,40	5,44
Histidine	0,27	1,57	0,47	1,89	0,36	1,90	0,47	1,81
Isoleucine	1,31	7,60	1,60	6,35	1,03	5,39	1,31	5,07
Leucine	1,28	7,49	2,19	8,71	1,74	9,30	2,26	8,76
Lysine	0,78	4,59	1,49	5,92	0,81	4,22	1,49	5,62
Méthionine	0,17	0,99	0,24	0,94	0,26	1,37	0,27	1,10
Ornithine	---	---	---	---	0,63	3,53	0,25	1,11
Phénylalanine	0,64	3,75	1,23	4,89	0,87	4,65	1,16	4,49
Proline	0,96	5,62	1,97	7,81	1,10	5,72	1,51	5,78
Serine	0,79	4,59	1,70	6,73	0,78	4,02	0,99	3,80
Thréonine	0,71	4,14	1,25	4,98	0,95	5,12	1,02	3,96
Tyrosine	0,51	2,99	0,95	3,77	0,64	3,36	0,96	3,72
Valine	0,85	4,99	1,52	6,05	1,07	5,76	1,44	5,58

Comparée à la protéine de référence, celle de l'oeuf entier, la protéine de *Stylosanthes* se révèle inférieure sur 4 teneurs, celles en isoleucine, lysine, méthionine et tryptophane ; ces 4 acides aminés sont indispensables et les 3 derniers sont particulièrement intéressants et recherchés dans l'alimentation des volailles (I.E.M.V.T., 1983).

Enfin la comparaison par la méthode des petits échantillons à l'aide du *t* de Student entre la composition en acides aminés par rapport aux M.A.T. des feuilles et celles de la plante entière montre chez l'ensemble des *Stylosanthes* une différence significative au seuil de 5% pour seulement 3 acides aminés, dont 2 courants (acide aspartique et glycine) et un indispensable, l'arginine dont les M.A.T. des feuilles sont mieux pourvues ; sur le plan de la composition des M.A.T. en acides aminés, les feuilles dépassent en qualité la plante entière sur ce seul point.

IV.4.2. - *Macroptilium*

La composition des *Macroptilium* en acides aminés en % de M.S. et en % des M.A.T. est reportée dans le tableau I. Par analyses de variances réalisées pour l'ensemble des coupes des 2 *Macroptilium*, sur chaque acide aminé en % des M.A.T., on montre qu'il n'y a aucune différence significative sur ces points entre les 2 *Macroptilium*, tout au moins dans les feuilles, le nombre d'analyses de plantes entières ne permettant pas de réaliser ces tests statistiques.

Au vu de la similitude des compositions des M.A.T. dans les feuilles, on regroupe les 2 *Macroptilium* en une seule population dont on calcule alors les teneurs moyennes des acides aminés en % des M.A.T. avec leur intervalle de confiance. Le tableau J reporte ces données ; la première coupe de première année d'exploitation apparaissant différente des suivantes pour la composition en acides aminés en % des M.A.T., a été écartée des moyennes concernant les feuilles ; on l'a cependant conservée dans le cas de la plante entière pour disposer d'un nombre suffisant de données.

Comparée à la protéine de référence, celle de l'oeuf entier, la protéine des *Macroptilium* se révèle très inférieure sur deux points, les teneurs en lysine et méthionine, deux acides aminés indispensables et particulièrement importants dans l'alimentation des volailles.

La comparaison par la méthode des petits échantillons à l'aide du *t* de Student entre la composition en acides aminés des M.A.T. des feuilles et celle de la plante entière montre une différence significative au seuil de 5% pour seulement 2 acides aminés, dont l'un courant, la tyrosine et l'autre indispensable, la leucine, qui est plus représentée dans les feuilles que dans la plante entière. Sur le plan de la composition en acides aminés, les feuilles dépassent en qualité la plante entière sur ce seul point.

Tableau J - Composition moyenne des matières azotées totales en acides aminés pour l'ensemble des *Macroptilium* confondus

	Plante entière			Feuilles		
	Effectif	Moyenne	I.C.	Effectif	Moyenne	I.C.
Acide aspartique	5	9,58	2,23	10	10,17	0,48
Acide glutamique	5	9,55	2,98	10	8,99	0,54
Alanine	5	5,50	0,90	10	5,40	0,30
Arginine	5	5,40	2,02	10	5,16	0,21
Cystine	5	1,12	0,41	10	1,08	0,07
Glycine	5	5,21	0,79	10	5,35	0,30
Histidine	5	1,77	0,35	10	1,85	0,14
Isoleucine	5	6,27	4,25	10	4,43	0,17
Leucine	5	8,58	1,66	10	9,90	0,65
Lysine	5	4,37	0,86	10	4,62	0,71
Méthionine	4	1,18	0,74	10	1,15	0,17
Ornithine	1	3,53	-	5	1,34	0,22
Phénylalanine	5	4,29	0,82	10	4,67	0,26
Proline	5	5,68	1,80	10	4,78	0,58
Sérine	5	4,25	1,93	10	3,33	0,35
Thréonine	5	4,73	0,95	10	4,03	0,48
Tryptophane	0	-	-	2	1,57	-
Tyrosine	5	3,21	0,41	10	3,67	0,18
Valine	5	5,45	0,70	10	5,40	0,21

IV.4.3. - Comparaison de la composition des matières azotées totales des *Stylosanthes* à celle des *Macroptilium*

La comparaison par la méthode des petits échantillons à l'aide du *t* de Student entre la composition en acides aminés des M.A.T. de l'ensemble des *Stylosanthes* et celle de l'ensemble des *Macroptilium* montre des différences significatives au seuil de 5% pour 6 acides aminés dans la plante entière comme dans les feuilles, mais dont 4 seulement sont communs aux 2 cas.

L'ensemble des *Stylosanthes* apparaît sur le plan des M.A.T. qualitativement meilleur car la plante entière se révèle plus riche en phénylalanine, histidine et lysine (et également tyrosine et acide aspartique et plus pauvre en sérine, 3 acides aminés communs) et les feuilles sont de même plus riches en phénylalanine, histidine, lysine et aussi en arginine (et également en acide aspartique et thréonine, 2 acides aminés communs). Dans le cas du tryptophane, les analyses réalisées ici sont insuffisantes pour une interprétation statistique ; cependant, d'après les analyses réalisées par Gaulier (1968), il ne semble pas qu'il y ait de différence significative.

En conclusion, les M.A.T. des *Stylosanthes* apparaissent qualitativement supérieures à celles des *Macroptilium* car plus riches en acides aminés indispensables, tels que phénylalanine, histidine, lysine et arginine, parmi lesquels la lysine est des 4, l'acide aminé le plus important dans l'alimentation des volailles (I.E.M.V.T., 1983).

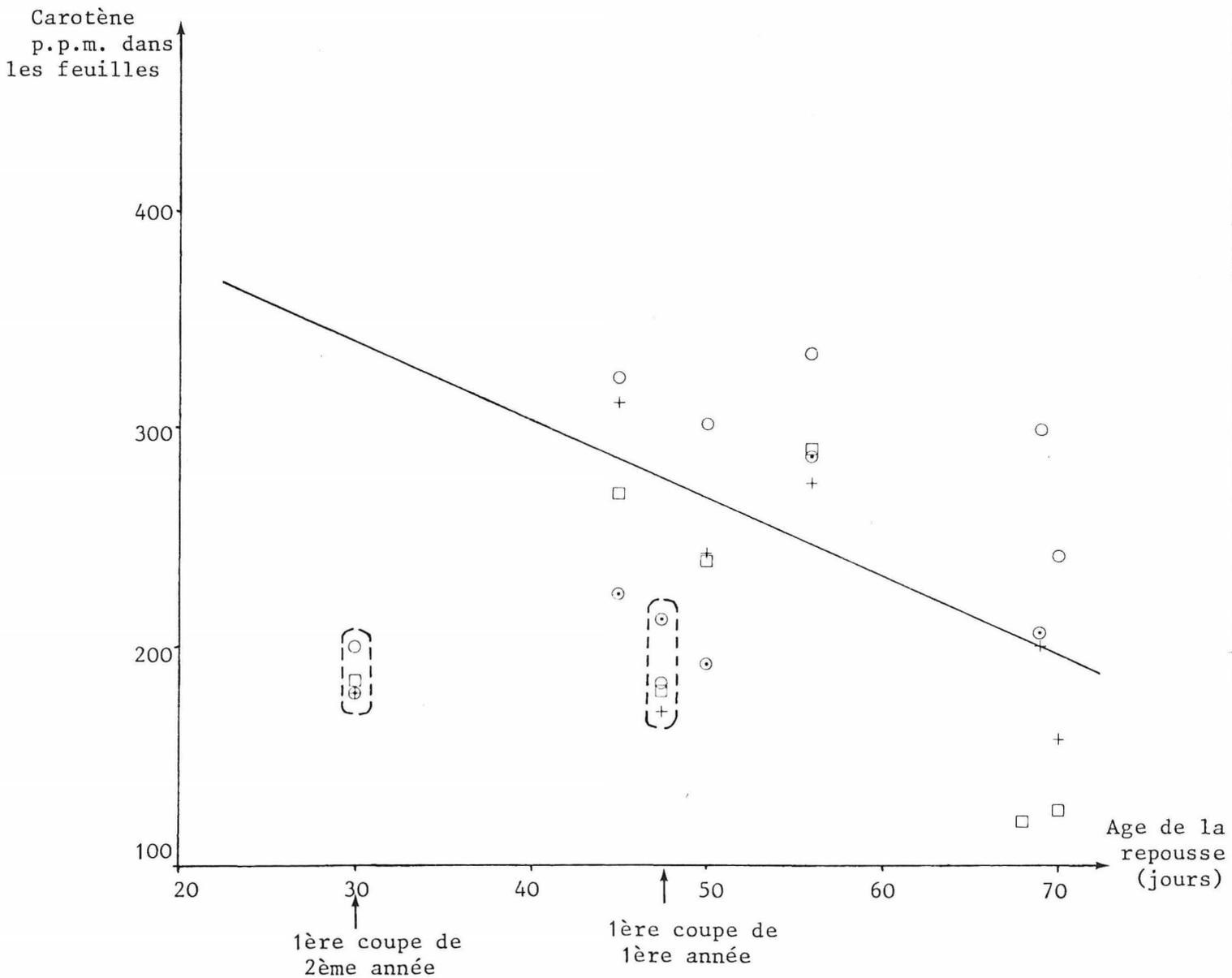
IV.5 - TENEURS EN CELLULOSE BRUTE (C.B.) ET EN LIGNINE (% M.S.)

Les taux les plus bas sont recherchés car les teneurs en cellulose brute et en lignine seront pour la farine de légumineuses les premiers facteurs limitants de son incorporation aux rations des monogastriques et en particulier des volailles qui ne tolèrent pas plus de 3 à 7 % de C.B. selon les stades physiologiques (I.E.M.V.T., 1983). Ce sont les teneurs élevées en C.B. et lignine des légumineuses tropicales étudiées en plante entière qui concourent avec d'autres facteurs à l'obligation d'isoler les feuilles avant d'envisager une incorporation aux rations des monogastriques.

Les teneurs en C.B. sont d'environ 30% dans la plante entière en première comme en deuxième année d'exploitation ; M.A. présente des teneurs supérieures, dépassant 35% ; dans les feuilles, les teneurs en C.B. sont très inférieures, comprises entre 20 et 25%, en première année et 18 et 23 en seconde pour les *Stylosanthes*, S.G.S. ayant les plus faibles teneurs et S.H. les plus fortes ; les feuilles des *Macroptilium* présentent des teneurs très différentes égales pour M.A. à 26% en première année et 24 en seconde et pour M.L. à environ 16% pour les deux années.

Les teneurs en lignine n'ont fait l'objet d'analyses qu'en première année d'exploitation ; elles sont comprises entre 6,5 et 8,5% dans la plante entière et 4,5 et 6,5 dans les feuilles, les plus faibles teneurs étant présentées par S.H.

Graphique VIII



S.G.C. □

S.G.S. ○

S.G.E. +

S.H. ⊙

1ères coupes (○)

- Ensemble des *Stylosanthes* (sans les premières coupes)
 corrélation significative au seuil de 5%

$$r = - 0,571$$

$$y = - 3,6x + 450$$

$$d.d.l. = 17$$

On peut donc remarquer l'avantage présenté par les feuilles du S.G.S. et celles du M.L. pour leurs faibles teneurs en C.B. et celles du S.H. pour leur faible teneur en lignine.

Il n'est pas possible de mettre en évidence une influence de l'âge de la repousse sur la teneur en C.B., aucune corrélation n'étant significative au seuil de 5% ; il en est de même pour la lignine mais en partie aussi par suite d'un manque de données. Des résultats d'origine ivoirienne obtenus antérieurement avec *Stylosanthes guyanensis* pop C.I. confirment les observations réalisées ici pour la C.B. (Kouamé, 1976).

Age de la repousse en semaines	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
C.B. (%/M.S.)	25,95	25,23	25,74	25,12	25,51
Intervalle de confiance	0,73	0,74	0,71	0,88	1,11

Il semble toutefois que pour les analyses réalisées en 1979 et 1980, on note une légère tendance à l'élévation du taux de C.B. avec l'âge de la repousse, les droites de régression ayant notamment une pente positive. Cependant, cela n'intervient pas dans le choix du rythme de coupe optimal.

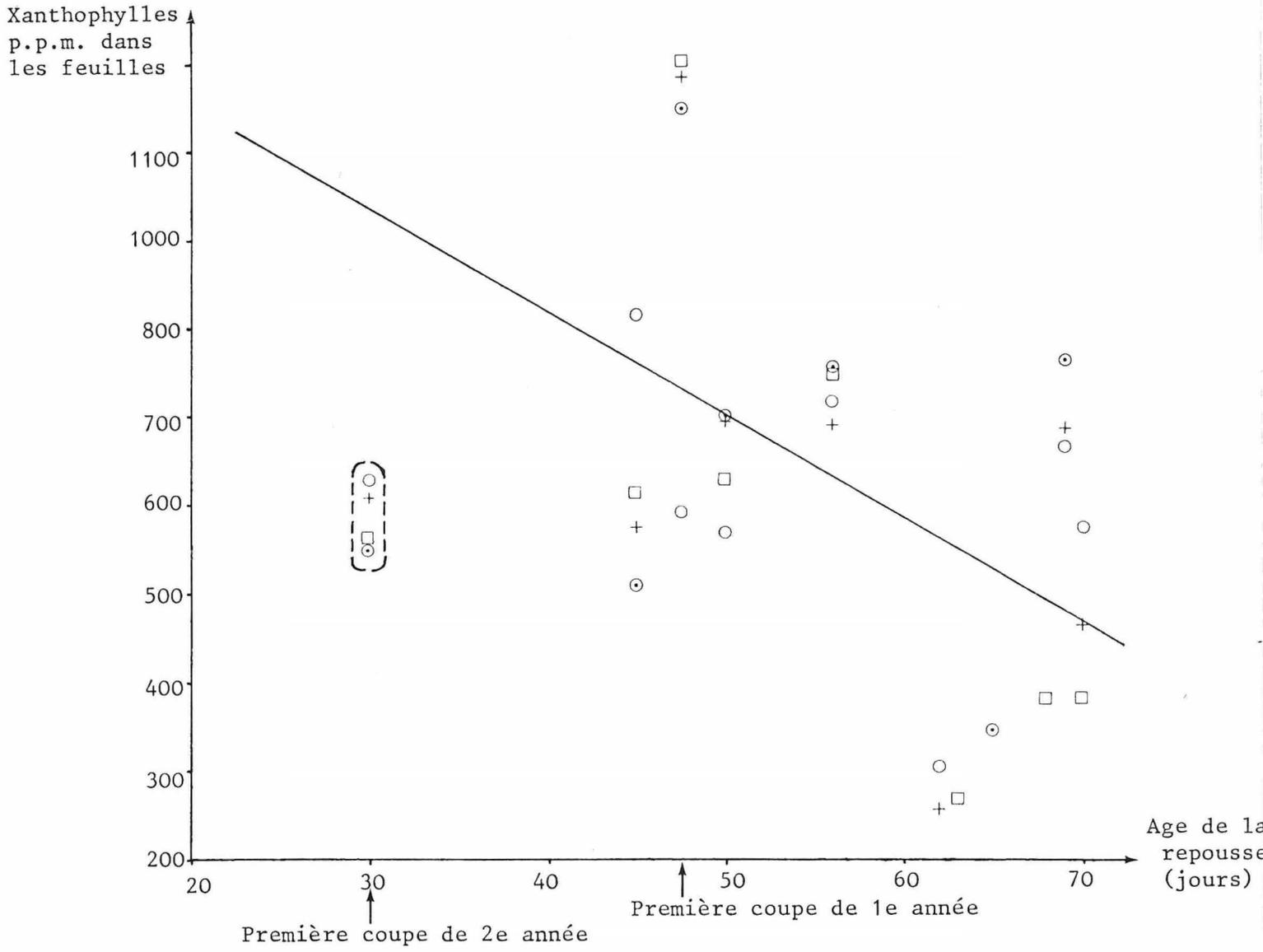
IV.6 - TENEURS EN CAROTENE ET XANTHOPHYLLES (en p.p.m.)

Les teneurs les plus élevées sont recherchées pour ces pigments en vue de l'incorporation de ces légumineuses aux rations de volailles et ceci pour renforcer la coloration jaune des poulets et des oeufs.

Chez les *Stylosanthes*, on trouve environ 150 p.p.m. de carotène dans la plante entière et 230 dans les feuilles en première année d'exploitation et 10 à 30% de moins en seconde, S.G.S. présentant les teneurs les plus élevées (170 p.p.m. dans la plante entière et 280 dans les feuilles) ; M.A. présente des teneurs inférieures à celles des *Stylosanthes*, égales à 120 p.p.m. dans la plante entière et 220 dans les feuilles ; les plus fortes teneurs en carotène sont trouvées dans M.L., dépassant 220 p.p.m. dans la plante entière et 400 dans les feuilles et encore supérieures en seconde année d'exploitation.

Les teneurs en xanthophylles des *Stylosanthes* sont comprises entre 440 et 500 p.p.m. dans la plante entière et entre 650 et 760 p.p.m. dans les feuilles en première année d'exploitation ; elles sont inférieures en deuxième année. Comme pour le carotène, M.A. présente des teneurs en xanthophylles inférieures à celles des *Stylosanthes* et M.L., en revanche,

Graphique IX



S.G.C. □ S.G.S. ○ S.G.E. + S.H. ⊙

1ère coupe de 2ème année ()

- Ensemble des *Stylosanthes* (sans la première coupe de 2ème année)
Corrélation significative au seuil de 5%

$r = - 0,488$
 $y = - 11,7x + 1290$
d.d.l. = 25

largement supérieures (600 p.p.m. dans la plante entière et 1000 dans les feuilles).

Les teneurs en carotène et xanthophylles diminuent avec l'âge de la repousse pour l'ensemble des *Stylosanthes* feuilles et avec des corrélations significatives au seuil de 5% ; comme précédemment, on a dû écarter les valeurs des premières coupes car elles sont largement inférieures aux moyennes obtenues à âge de repousse équivalent.

En conclusion, la décroissance de la teneur des feuilles de *Stylosanthes* en carotène et en xanthophylles est peu marquée entre des repousses de 6 et 8 semaines mais devient très importante après la 9e semaine ; en effet, si l'on écarte les premières coupes, on remarque sur les graphiques VIII et IX, la présence de 2 nuages de points bien distincts, l'un dense en partie supérieure, correspond aux repousses âgées de 45 à 60 jours et l'autre, dense en partie inférieure, correspond aux repousses âgées de 60 à 70 jours ; le premier groupe présente en moyenne 274 p.p.m. de carotène (I.C. = 29) et 669 p.p.m. de xanthophylles (I.C. = 59) ; le second comprenant les repousses plus âgées, présente des teneurs nettement plus faibles égales à 191 p.p.m. pour le carotène (I.C. = 60) et à 463 p.p.m. pour les xanthophylles (I.C. = 128) ; la dispersion des points est plus importante pour ces repousses. La comparaison des 2 groupes par la méthode des petits échantillons, à l'aide du *t* de Student, montre une différence hautement significative au seuil de 1%, tant pour le carotène que pour les xanthophylles.

Dans le cas des *Macroptilium*, la teneur en carotène des feuilles reste assez stable quand l'âge de la repousse varie ; les teneurs en xanthophylles varient de façon très irrégulière indépendamment de l'âge de la repousse.

IV.7 - MATIERES MINERALES (M.M.)

IV.7.1. - Teneur en matières minérales totales (en %/M.S.)

On remarque d'emblée que l'insoluble chlorhydrique, correspondant à la silice, est toujours très faible, de l'ordre de quelques dixièmes de pour cent et inférieur à 1% dans la plupart des cas, ce qui est normal pour des légumineuses.

Les 4 *Stylosanthes* et le *Macroptilium atropurpureum* présentent des teneurs en matières minérales assez homogènes comprises dans la plante entière entre 8 et 10% la première année et entre 7 et 9 la seconde, et dans les feuilles entre 10 et 11 % la première année et entre 9 et 11 la seconde. Elles se situent à un niveau inférieur dans le cas du *Macroptilium lathyroïdes*, à 6,7 % dans la plante entière en première année et 7,1 en seconde et dans les feuilles, 7,75 % en première année et 8,5 en seconde.

COMPOSITION MINERALE

(pourcentages et ppm exprimés par rapport à la matière sèche).

Tableau K

		Calcium (%)	Phosphore (%)	Potassium (%)	Magnésium (%)	Sodium ppm	Fer ppm	Manganèse ppm	Cuivre ppm	Zinc ppm	Cobalt ppm
Stylosanthes guyanensis cult. Cook	Plte ent. feuilles tiges	1,01	0,215	1,67	0,43	55,2	509,5	142,4	18,5	50,6	0,48
		1,97	0,23	1,54	0,50	53,0	670,0	194,1	24,9	59,9	0,53
		0,76	0,19	2,06	0,32	69,2	299,5	50,3	13,5	35,0	0,37
Stylosanthes guyanensis cult. Schofield	Plte ent. feuilles tiges	1,67	0,23	1,70	0,45	53,7	693,0	112,5	17,3	47,6	0,60
		2,31	0,22	1,44	0,51	51,0	751,2	227,0	18,8	62,5	0,74
		0,71	0,23	1,81	0,38	54,0	402,0	49,0	10,9	28,4	0,40
Stylosanthes guyanensis cult. endeav.	Plte ent. feuilles tiges	1,41	0,22	1,53	0,50	55,7	672,0	165,7	16,5	48,4	0,54
		1,90	0,24	1,35	0,58	49,0	955,0	251,7	18,3	59,4	0,63
		0,67	0,18	1,60	0,39	59,3	403,0	59,9	15,2	35,2	0,38
Stylosanthes hamata	Plte ent. feuilles tiges	1,50	0,18	1,54	0,42	96,0	604,0	125,5	10,0	31,7	0,45
		1,94	0,21	1,57	0,51	75,3	551,0	166,1	11,6	34,2	0,54
		0,80	0,13	1,43	0,30	111,3	291,0	48,9	8,1	22,8	0,29
Macroptilium atropurpureum	Plte ent. feuilles tiges	1,18	0,21	1,14	0,57	71,3	1177,7	104,9	13,6	35,9	0,73
		1,54	0,23	1,17	0,62	62,0	1702,0	144,9	14,1	43,9	1,00
		0,70	0,19	1,42	0,45	65,3	815,0	63,1	13,9	33,5	0,51
Macroptilium lathyroides	Plte ent. feuilles tiges	1,32	0,22	1,11	0,42	180,2	235,2	116,8	10,1	32,5	0,47
		1,79	0,25	0,94	0,58	102,0	328,5	173,7	12,5	37,0	0,60
		0,79	0,17	1,14	0,33	328,7	119,0	52,5	7,1	20,2	0,36

Les feuilles sont régulièrement plus riches en M.M. que la plante entière ; on ne constate pas d'évolution marquée avec l'âge de la repousse ; en revanche, les coupes de repousses âgées de plus de 9 semaines sont en saison sèche nettement plus pauvres en M.M. que celles réalisées en saison des pluies à âge équivalent ou inférieur. Les coupes de première année d'exploitation sont plus riches en M.M. que les coupes de deuxième année. Enfin, parmi les 6 plantes analysées, seul le *Macroptilium lathyroides* présente une nette infériorité du point de vue de la teneur en M.M. alors que les meilleurs taux sont obtenus avec S.G.S.

IV.7.2. - Teneurs des différents minéraux analysés

Ces teneurs sont reportées dans le tableau K.

IV.7.2.1. - Macro-éléments :

IV.7.2.1.1. Calcium (% M.S.)

Les feuilles en sont plus riches avec 1,5 à 2,3 % contre 1 à 1,7 % dans la plante entière, pour les 6 plantes étudiées. Les *Stylosanthes* présentent des teneurs plus élevées que celles des *Macroptilium* ; on peut retenir pour les *Stylosanthes* environ 1,5 % de calcium dans la plante entière et 2% dans les feuilles.

IV.7.2.1.2. Phosphore (% M.S.)

Les feuilles en sont légèrement plus riches avec en moyenne 0,23 % contre 0,18 à 0,23 dans la plante entière. Les *Stylosanthes* et les *Macroptilium* présentent ici des teneurs équivalentes, soit environ 0,21 % dans la plante entière et 0,23 dans les feuilles.

IV.7.2.1.3. Potassium (% M.S.)

Les feuilles en sont légèrement moins riches avec 0,94 à 1,57 % contre 1,11 à 1,70 dans la plante entière. Les *Stylosanthes* présentent des teneurs supérieures, de l'ordre de 1,6 % dans la plante entière et 1,5 % dans les feuilles, comparativement aux *Macroptilium*.

IV.7.2.1.4. Magnésium (% M.S.)

Les feuilles en sont légèrement plus riches avec 0,50 à 0,62 % contre 0,42 à 0,57 dans la plante entière. Les *Stylosanthes* et les *Macroptilium* présentent des teneurs équivalentes d'environ 0,45 % dans la plante entière et 0,55 dans les feuilles.

IV.7.2.1.5. Sodium (p.p.m.)

Les feuilles en sont moins riches avec 49 à 102 p.p.m. contre 54 à 180 p.p.m. dans la plante entière. Le *Macroptilium lathyroides* présente des teneurs très supérieures à celles des autres plantes testées ; parmi

les *Stylosanthes*, l'espèce *hamata* est intermédiaire pour la teneur en sodium entre M.L. et les autres *Stylosanthes* dont on peut retenir des taux égaux à environ 55 p.p.m. dans la plante entière et 50 dans les feuilles. M.A. est intermédiaire entre S.H. et les 4 autres légumineuses.

IV.7.2.2. - Oligo-éléments (p.p.m.)

Les teneurs des végétaux en oligo-éléments sont extrêmement variables et dépendent de nombreux facteurs tels que composition du sol, fertilisation, pluviométrie..(A.E.C., 1978) ; les données reportées ici sont donc à relier au protocole de mise en place et d'entretien retenu et aux conditions de milieu du C.R.Z. de Minankro à Bouaké.

IV.7.2.2.1. - Fer

Les feuilles en sont plus riches avec 330 à 1700 p.p.m. contre 285 à 1180 dans la plante entière. Les *Stylosanthes* présentent des teneurs égales à environ 600 p.p.m. dans la plante entière et 700 dans les feuilles. Parmi les *Macroptilium*, les teneurs en fer de M.A. sont très supérieures et celles de M.L. très inférieures à celles des *Stylosanthes*.

IV.7.2.2.2. - Manganèse

Les feuilles en sont plus riches avec 145 à 252 p.p.m. contre 105 à 166 dans la plante entière. Le S.G.E. présente les plus fortes teneurs, viennent ensuite les autres *Stylosanthes* et le M.L. dans lesquels on en trouve environ 130 p.p.m. dans la plante entière et 200 dans les feuilles. Le M.A. présente enfin les teneurs les plus faibles.

IV.7.2.2.3. - Cuivre

Les feuilles en sont plus riches avec 11,6 à 25 p.p.m. contre 10 à 18,5 dans la plante entière. Le S.G.C. présente les plus fortes teneurs, viennent ensuite les 2 autres cultivars, S.G.S. et S.G.E. dont on peut retenir des teneurs égales à environ 17 p.p.m. dans la plante entière et 18 dans les feuilles. S.H. et les 2 *Macroptilium* présentent des teneurs inférieures.

IV.7.2.2.4. - Zinc

Les feuilles en sont légèrement plus riches avec 34 à 62,5 p.p.m. contre 32 à 50,6 dans la plante entière. Les 3 cultivars de l'espèce *Stylosanthes guyanensis* présentent les teneurs les plus élevées, de l'ordre de 50 p.p.m. dans la plante entière et 60 dans les feuilles. L'espèce *hamata* et les 2 *Macroptilium* ont des teneurs en zinc plus faibles.

IV.7.2.2.5. - Cobalt

Les feuilles en sont légèrement plus riches avec 0,53 à 1 p.p.m. contre 0,45 à 0,73 dans la plante entière. Le *Macroptilium atropurpureum*

présente les teneurs les plus élevées tandis que les 5 autres plantes testées ont des teneurs en cobalt de l'ordre de 0,50 p.p.m. dans la plante entière et de 0,60 dans les feuilles.

En conclusion, pour les différents minéraux, les feuilles sont en général plus riches que la plante entière et les *Stylosanthes* plus riches que les *Macroptilium*. Aucun problème de toxicité n'est à craindre avec les monogastriques car ces teneurs en minéraux sont très inférieures aux doses toxiques ; dans le cas des ruminants et selon les taux d'incorporation, il est à craindre un excès de cuivre chez les *Stylosanthes guyanensis*, surtout préjudiciable pour les ovins et caprins.

IV.8 - ETUDE TOXICOLOGIQUE : PRESENCE D'ACIDE OXALIQUE

A la suite de 6 analyses effectuées pour l'acide oxalique, des teneurs importantes ont été relevées : 210 p.p.m. dans la plante entière S.G.C., 480 et 500 p.p.m. pour 2 coupes différentes dans les feuilles S.G.C., 790 p.p.m. dans les feuilles S.G.S., 60 p.p.m. dans les feuilles M.A. et 40 dans les feuilles M.L. Il semble que les *Stylosanthes* soient beaucoup plus riches en acide oxalique que les *Macroptilium* et que les feuilles de *Stylosanthes* en soient beaucoup plus riches que les plantes entières.

IV.9 - CARACTERISTIQUES DE LA PREMIERE COUPE DE PREMIERE ANNEE D'EXPLOITATION CHEZ LES STYLOSANTHES

Les résultats concernant la première coupe ont dû être fréquemment écartés lors de l'étude de l'évolution de la valeur nutritive avec l'âge de la repousse car la première coupe se révèle non représentative de l'âge supposé des repousses ; en effet, compte tenu de cet âge évalué à 45-50 jours, soit le temps écoulé depuis le début de la saison des pluies et par comparaison aux valeurs moyennes obtenues en temps normal avec de telles repousses, on remarque :

- des rendements en matière verte et en matière sèche très élevés, supérieurs de 20 à 60% pour la M.V. et de 50 à 90 pour la M.S.
- des teneurs en M.S. relativement élevées, autour de 35% au lieu d'une moyenne d'environ 30%
- des pourcentages de feuilles par rapport aux plantes entières faibles à très faibles, autour de 50% au lieu de dépasser 60%.
- des teneurs en M.A.T. par rapport à la M.S. très faibles dans la plante entière, autour de 15% au lieu de 18, mais non affectées dans les feuilles (autour de 20%).

- des rendements en M.A.T. à l'hectare normaux voire supérieurs aux moyennes (7 à 800 kg contre 6 à 700) grâce aux rendements en M.S. très élevés.
- des proportions de M.A.T. apportées par les feuilles par rapport à celles apportées par les plantes entières diminuées de façon assez importantes autour de 70% au lieu de 80.
- une qualité de M.A.T. inférieure (voir chapitre IV.4.1.).
- des teneurs en cellulose brute très élevées, de 35 % au lieu de 30% dans la plante entière, mais inchangées dans les feuilles.
- des teneurs en carotène basses dans la plante entière, vers 100 p.p.m. au lieu des presque 200 attendus et dans les feuilles aussi, vers 200 p.p.m. au lieu des presque 300 p.p.m. attendus.
- des teneurs en xanthophylles très basses dépassant juste 300 p.p.m. contre les 5 à 600 attendus dans la plante entière ; des teneurs en revanche élevées dans les feuilles autour de 1000 p.p.m. au lieu des 6 à 800 attendus.

Toutes ces observations conduisent aux conclusions suivantes : en première année d'exploitation, lorsqu'on réalise la première coupe celle-ci comprend les jeunes repousses apparues depuis le début de la saison des pluies et aussi une proportion importante de repousses desséchées de l'année d'implantation, ayant passé la saison sèche ; on obtient ainsi une productivité très importante en matière sèche mais celle-ci est de qualité médiocre : la faible proportion de feuilles et la présence en quantités importantes de tiges âgées ayant passé la saison sèche, abaisse les teneurs en M.A.T., carotène et xanthophylles et augmente les teneurs en cellulose brute dans la plante entière ; en revanche, les feuilles, provenant pour la plupart des jeunes repousses, les vieilles tiges de l'année précédente ayant perdu une grande partie des leurs au cours de la saison sèche, présentent une qualité non affectée lors de la première coupe. Enfin, la très forte productivité en matière sèche compense largement la dépréciation de sa teneur en M.A.T. et le rendement en M.A.T. par hectare lors de la première coupe se situe à un niveau plus élevé que ceux obtenus en moyenne pour des repousses d'âge équivalent.

Parmi les 4 *Stylosanthes* étudiés ici, seul le *Stylosanthes hamata* fait exception, car sa première coupe en première année d'exploitation présente les mêmes caractéristiques que les autres coupes d'âge équivalent. Aucune particularité du protocole d'exploitation n'a été signalée et la raison de cette différence reste obscure. De même, dans le cas des *Macropodium*, la première coupe diffère peu des suivantes à âge de repousse identique.

IV.10 - PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR LA VALEUR NUTRITIVE DES LEGUMINEUSES TROPICALES TESTÉES

Cette étude de la valeur nutritive de 6 légumineuses tropicales permet la mise en évidence de certains points : les feuilles présentent

une qualité très supérieure à celle des plantes entières sur pratiquement tous les paramètres étudiés, ce qui justifie leur séparation avant incorporation aux rations des monogastriques ; d'une manière générale, les *Stylosanthes* sont de meilleure qualité que les *Macroptilium* du point de vue de la valeur nutritive ; on remarque toutefois quelques performances intéressantes du *Macroptilium lathyroides*, notamment ses teneurs élevées de M.A.T. dans les feuilles et de carotène, xanthophylles et sodium, et ses teneurs basses en cellulose brute dans la plante entière comme dans les feuilles. Ces avantages compensent largement ses défauts, d'ailleurs peu nombreux, soit une faible teneur en matière sèche et en fer. Parmi les 6 légumineuses étudiées, c'est le *Macroptilium atropurpureum* qui semble la moins intéressante de par sa valeur nutritive, surtout par ses teneurs élevées en cellulose brute et faibles en carotène et xanthophylles. Elle n'a pour seul intérêt que sa teneur élevé en fer.

Les 4 *Stylosanthes* présentent peu de différences au plan de leur valeur nutritive ; on remarque pour l'espèce *hamata* une richesse en feuilles de la plante entière, des teneurs élevées en matière sèche et en sodium et des teneurs faibles en lignine. S.G.S. se distingue par ses teneurs élevées en carotène et en cuivre, et faibles en cellulose brute, S.G.E. par ses teneurs élevées en manganèse et S.G.C. par son pourcentage de feuilles dans la plante entière assez faible. Enfin, la présence d'acide oxalique semble au vu des 6 analyses pratiquées être un problème important pour les *Stylosanthes* beaucoup plus que pour les *Macroptilium*. L'évolution de la valeur nutritive avec l'âge des repousses correspond pour l'ensemble des légumineuses étudiées à une dépréciation, mais généralement peu marquée entre 6 et 8 semaines, ce qui conduit à recommander un rythme de coupe égal à environ 8 semaines pour bénéficier d'un surplus de productivité.

V - COMPARAISON ENTRE LA LUZERNE ET LES SIX LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES

Cette comparaison vise à mettre en évidence les éventuels avantages présentés par les légumineuses tropicales vis à vis de la luzerne ; cette dernière, sous forme de plante entière déshydratée est, en pays tempérés, souvent incorporée aux rations alimentaires des monogastriques en vue d'apporter des M.A.T. de qualité et pour les volailles, des carotènes et xanthophylles destinés à l'obtention de la coloration jaune des poulets et des oeufs.

Initialement, ce sont aussi ces qualités que l'on recherchait chez les six légumineuses tropicales étudiées ici et considérées comme étant les plus susceptibles de se rapprocher avantageusement de la luzerne tant au plan agronomique qu'au plan de la valeur alimentaire. Il faut signaler qu'au moment de la conception de ce projet d'étude, l'un des objectifs était d'explorer les nouvelles sources de M.A.T. de qualité, capables de rivaliser dans certaines conditions avec le tourteau de soja et donc de diversifier les origines des protéines mises en oeuvre dans l'alimentation des monogastriques.

A cette époque, les calories étaient peu couteuses et la déshydratation était souvent mise en oeuvre dans la fabrication des provendes.

Mais à la suite des chocs pétroliers, le coût de la luzerne déshydratée s'est élevé de façon importante ; par ailleurs, la synthèse industrielle d'acides aminés indispensables, tels que la lysine et la méthionine, et de pigments tels que le Béta apocaroténal ou l'apocarotène ester, permet pour un faible coût supplémentaire, de valoriser des aliments de qualité légèrement inférieure à celle de la luzerne déshydratée mais d'un prix plus intéressant.

V.1 - CARACTERISTIQUES AGRONOMIQUES COMPAREES SUCCINCTEMENT

V.1.1. - Implantation

La luzerne est implantée par semis de la même manière que les légumineuses tropicales étudiées. Les difficultés de l'implantation semblent, dans le cas de la luzerne en milieu tempéré, bien maîtrisées grâce à la mise en oeuvre de programmes de désherbages chimiques sélectifs et à l'ajustement des écartements permettant de limiter le développement des adventices ; en revanche, chez les légumineuses tropicales étudiées ces paramètres n'ont encore pas fait l'objet d'études poussées et il est notoire que dans la majorité des cas, l'implantation se révèle difficile, gênée par l'envahissement des adventices. Il faut alors, pour contrer celui-ci, réaliser de nombreux sarclages et donc augmenter la main-d'oeuvre de façon importante.

V.1.2. - Rendement en matière sèche

Les rendements en M.S. par hectare et par an varient dans les luzernières de 10 à 15 tonnes selon les années et la variété mise en oeuvre et 3 à 4 années d'exploitation sont possibles avant d'observer des chutes importantes de rendement (Pontailler, 1978).

Pour les légumineuses tropicales étudiées ici et dans le mode d'exploitation retenu, soit une première année d'implantation et les deux suivantes d'exploitation, les rendements en M.S. par hectare et par an sont très élevés en première année, autour de 17 tonnes pour les *Stylosanthes* mais très diminués en deuxième année, de 6 à 10 tonnes. Il faudra donc en tenir compte lors de l'organisation des assolements pour parvenir à un approvisionnement régulier de l'industrie de déshydratation. Dans l'éventualité où l'exploitation est menée différemment c'est à dire dès la première année, après une implantation réalisée au tout début de saison des pluies, les rendements sont alors compris entre 10 et 12 tonnes de M.S. à l'hectare et par an en première comme en deuxième année d'exploitation et par ailleurs dans les mêmes conditions que précédemment, soit en sec et fertilisé. En troisième année, les rendements en M.S. baissent de façon importante (C.R.Z. - M.B., 1973).

Parmi les 2 *Macroptilium* étudiés, seule l'espèce *lathyroides* s'approche des résultats obtenus avec les *Stylosanthes*, l'espèce *atropurpureum* se situant à un niveau nettement inférieur.

Les résultats présentés par les *Stylosanthes* sur le plan de la productivité en M.S. sont donc en soit proches de ceux obtenus avec la luzerne à cela près que dans le cas des *Stylosanthes*, l'exploitation ne peut se faire que sur 2 ans et donc que la difficile opération de l'implantation devra être réalisée plus souvent.

V.1.3. - Rendement en matières azotées totales

Les rendements en M.A.T. par hectare et par an varient pour la luzerne selon les années et la variété mise en oeuvre de 2 à 4 tonnes (Pontailler, 1978 ; Gastineau, 1968).

Les *Stylosanthes* sont sur ce point tout à fait compétitifs avec la luzerne mais seulement en première année d'exploitation pour le protocole retenu dans l'étude ; ils approchent tous 3 tonnes de M.A.T. par hectare pour cette première année. En seconde année et parallèlement à la chute des rendements en M.S., les rendements en M.A.T. tombent entre 1 et 1,5 tonnes à l'hectare.

Dans le cas d'une implantation en tout début de saison des pluies et d'une exploitation dès la première année, on pourra compter sur des rendements en M.A.T. par hectare et par an dépassant tout juste 2 tonnes mais en première comme en deuxième année d'exploitation.

Parmi les 2 *Macroptilium* étudiés, c'est bien sûr toujours l'espèce *lathyroïdes* qui s'approche des résultats obtenus par les *Stylosanthes*, l'espèce *atropurpureum* se situant à un niveau bien inférieur.

En conclusion, parmi les légumineuses tropicales étudiées ici, les *Stylosanthes* présentent en première année d'exploitation et en deuxième année si le protocole prévoit une implantation précoce et une exploitation dès la première année, des rendements en M.S. et M.A.T. par hectare et par an, proches de ceux de la luzerne. Cependant, leur durée d'exploitation est limitée à 2 ans ; pour chaque surface cultivée, une année sur 2 ou 3 sera donc une année d'implantation et demandera un surcroît important de travail.

En outre, nous verrons ultérieurement que la plante entière est pour les *Stylosanthes*, du point de vue de la valeur nutritive, de qualité très inférieure à celle de la luzerne ; ainsi pour obtenir un aliment compétitif avec la plante entière de luzerne sur le plan de la qualité et donc des emplois, il faut obligatoirement écarter les tiges des *Stylosanthes* et n'utiliser que leurs feuilles ; cette opération est responsable d'un abaissement d'environ 40 % du rendement en M.S. et d'environ 25% du rendement en M.A.T. quand on ne considère que la M.S. et la M.A.T. foliaires, c'est à dire exploitables rationnellement dans l'alimentation des monogastriques. Ceci pénalise donc lourdement ces légumineuses tropicales en majorant leur coût par l'intervention d'une opération technologique supplémentaire et par l'abaissement des rendements qui s'ensuit, les tiges n'ayant, de par leur qualité très médiocre, peu de chance d'être employées de façon rentable.

Enfin, parmi les 2 *Macroptilium* étudiés, l'espèce *atropurpureum* peut être abandonnée dans le cadre des objectifs retenus, tandis que l'espèce *lathyroïdes* pénalisée pour les mêmes raisons que les *Stylosanthes* n'obtient que des résultats inférieurs du point de vue des rendements.

V.2 - COMPARAISON ENTRE LES VALEURS NUTRITIVES

Pour chaque paramètre, une comparaison sera d'abord établie entre la plante entière des légumineuses tropicales étudiées ici et celle de la luzerne, puis entre les feuilles des légumineuses tropicales et la plante entière de la luzerne, afin de mettre en évidence entre ces deux dernières entités, le rapprochement au plan de la valeur nutritive. Enfin dans le cas des M.A.T. et des acides aminés, une comparaison sera établie entre les feuilles des légumineuses tropicales et celles de la luzerne.

Les valeurs de référence prises en compte dans ces comparaisons sont dans le cas des légumineuses tropicales celles obtenues lors de la première année d'exploitation pour le protocole retenu dans les études de 1979 et 1980. Dans le cas de la luzerne, les données ont été fournies d'une part par la société France luzerne et proviennent par ailleurs de différentes origines bibliographiques référencées.

Tableau L - Composition moyenne des matières azotées totales en acides aminés chez la luzerne

	Plante entière selon 3 sources différentes			Feuilles (F.A.O. 1970)		
	Harvey 1970	France luzerne 1966	A.E.C. 1978	Effectif	Moyenne	I.C.
Acide aspartique	10,8	9,78	-	16	10,62	0,74
Acide glutamique	8,0	9,78	-	16	9,90	0,95
Alanine	4,7	5,12	-	16	5,81	0,32
Arginine	3,3	4,19	4,00	16	5,71	0,92
Cystine	1,0	-	-	15	1,23	0,21
Glycine	4,1	4,66	4,71	16	5,41	0,52
Histidine	1,4	1,86	1,88	16	2,22	0,23
Isoleucine	3,2	3,72	4,29	16	4,64	0,48
Leucine	5,6	6,98	6,94	16	7,90	0,86
Lysine	4,2	4,19	4,18	16	5,89	0,79
Méthionine	-	1,40	1,47	16	1,54	0,34
Ornithine	-	-	-	0	-	-
Phénylalanine	4,0	5,12	4,59	16	4,91	0,62
Proline	6,3	4,66	-	16	4,72	0,22
Sérine	3,9	4,19	-	16	4,59	0,42
Thréonine	3,7	4,19	4,06	16	4,64	0,46
Tryptophane	-	2,33	1,59	16	1,73	0,17
Tyrosine	2,9	3,26	-	16	3,71	0,59
Valine	4,3	4,66	5,24	16	5,70	0,47

V.2.1. - Matière organique (en % de la M.S.)

La teneur en matière organique de la luzerne est généralement comprise entre 90 et 92 % ; les mêmes valeurs sont obtenues pour les légumineuses tropicales étudiées en plante entière, le *Macroptilium lathyroides* étant cependant légèrement plus riche en matière organique (93 %). Leurs feuilles présentent des teneurs en matière organique inférieures d'environ 1% par rapport aux plantes entières.

V.2.2. - Matières azotées totales (en % de la M.S.)

Les teneurs en M.A.T. sont assez variables dans le cas de la plante entière de luzerne : elles s'échelonnent en général de 15 à plus de 22% selon le blutage et les variétés mais sont situées dans la plupart des cas autour de 20% (Harvey, 1970 ; I.N.R.A., 1984 ; Blouard et Thuriaux, 1962).

La plante entière des *Stylosanthes* et des *Macroptilium* présente des teneurs inférieures, situées autour de 17% ; en revanche, leurs feuilles sont de bien meilleure qualité avec des teneurs en M.A.T. variant de 20 à 22% et dépassant 25% pour le *Macroptilium lathyroides*. Quant aux feuilles de luzerne, elles présentent des teneurs en M.A.T. plus irrégulières, variant de 16 à 25% (Harvey, 1970 ; F.A.O., 1970).

En conclusion, sur le plan de la teneur en M.A.T., les légumineuses tropicales étudiées ici ne sont compétitives avec la plante entière de luzerne que si l'on ne considère que leurs feuilles.

V.2.3. - Composition des matières azotées totales en acides aminés

Les données concernant la luzerne sont reportées au tableau L. D'une manière générale, on peut retenir des teneurs en lysine et en acides aminés soufrés équivalentes pour la luzerne et les *Stylosanthes* que l'on compare les plantes entières ou les feuilles entre elles. Les *Stylosanthes* présentent des teneurs plus élevées en leucine et phénylalanine et sont globalement mieux pourvus en acides aminés indispensables (Roberge, 1976)

Les *Macroptilium*, ayant déjà fait l'objet d'une comparaison avec les *Stylosanthes* sur le plan de la composition des M.A.T. en acides aminés, ne seront pas pris en compte ici, car leurs M.A.T. s'étaient révélées de qualité inférieure.

Les feuilles de *Stylosanthes* comparées à la plante entière de luzerne, présentent des teneurs supérieures en valine, leucine, arginine et lysine mais inférieures en tryptophane, avec cependant la réserve suivante : l'analyse de la teneur en tryptophane se fait isolément et est difficile, aussi dans le cas de *Stylosanthes*, peu de valeurs sont disponibles et leur dispersion est importante, allant de 0,4 à 1,4% ; toutefois, même 1,4% reste inférieur aux teneurs citées chez la luzerne (1,5 à 2,3%) (Gaulier, 1978).

Enfin, d'après les données recueillies à propos des feuilles de luzerne dans les tables de composition des aliments en acides aminés réalisées par la F.A.O. (1970) et celles obtenues ici à propos des feuilles des *Stylosanthes* étudiés, il est possible de réaliser une comparaison statistique par la méthode des petits échantillons, à l'aide du *t* de Student. Les compositions des M.A.T. se révèlent proches pour les deux plantes, les feuilles des *Stylosanthes* étant cependant au seuil de 5%, significativement plus riches en leucine mais moins en tryptophane et sérine que celles de la luzerne, la réserve précédente s'appliquant à nouveau ici pour le tryptophane.

En conclusion, sachant que la lysine, les acides aminés soufrés et le tryptophane sont des acides aminés importants à considérer dans le rationnement des monogastriques et tout particulièrement chez les volailles, on constate l'équivalence entre les feuilles de luzerne et celles de *Stylosanthes* sauf dans le cas du tryptophane dont la luzerne est mieux pourvue.

En revanche, si l'on compare les feuilles de *Stylosanthes* à la plante entière de luzerne, la teneur en tryptophane est toujours inférieure dans les feuilles de *Stylosanthes* mais la teneur en lysine y est supérieure. On peut rappeler ici qu'une supplémentation peut être effectuée facilement à l'aide de lysine synthétique alors que pour le tryptophane, il faut faire appel par exemple à des farines de poisson ce qui est plus coûteux.

V.2.4. - Cellulose brute

La teneur en cellulose brute de la luzerne varie selon les variétés et le blutage de 20 à 30% (I.N.R.A., 1984 ; A.E.C., 1978).

Les légumineuses tropicales étudiées ici présentent des teneurs supérieures allant de 30 à 34% dans la plante entière des *Stylosanthes* et du *Macroptilium lathyroides* et dépassant 35% dans la plante entière du *Macroptilium atropurpureum*. Ce sont ces teneurs élevées qui rendent inintéressante leur incorporation en plante entière dans les rations des monogastriques.

Leurs feuilles sont en revanche compétitives avec la plante entière de luzerne ; leur teneur en C.B. se situe entre 18 et 25% chez les *Stylosanthes* aux alentours de 25% chez le *Macroptilium atropurpureum* et de 16% chez le *Macroptilium lathyroides*. Ce dernier se révèle donc plus intéressant sur ce point que les meilleures luzernes.

V.2.5. - Lignine

La teneur en lignine pour une luzerne à 25% de C.B. est d'environ 8% (Protector, 1980). Dans la plante entière des légumineuses tropicales étudiées ici, elle varie de 6,5 à 8,5 % ; sur ce point, les légumineuses tropicales sont donc tout à fait compétitives avec la luzerne ; quant à leurs feuilles, elles présentent des teneurs en lignine encore plus basses comprises entre 5 et 6,3 % et de seulement 4,65 % dans le cas du *Stylosanthes hamata* ce qui présente un avantage dans l'objectif de leur incorporation aux rations des monogastriques.

V.2.6. - Matières minérales

Dans la luzerne comme dans les légumineuses tropicales étudiées, le taux d'insoluble chlorhydrique (silice) est toujours très faible ; il peut donc être intéressant de comparer les matières minérales totales, cette comparaison correspondant cependant à l'inverse de celle déjà établie pour les teneurs en matière organique. Les teneurs en matières minérales totales sont donc pour la luzerne et les légumineuses tropicales étudiées en plante entière, comprises dans les 2 cas entre 8 et 10%, le *Macroptilium lathyroides* en étant plus pauvre (7%). Leurs feuilles présentent des teneurs supérieures d'environ 1%.

V.2.6.1. - Macro-éléments

V.2.6.1.1. - Calcium (en % de la M.S.)

Les teneurs en calcium de la luzerne sont comprises entre 1,4 et 2% selon les variétés et le blutage (I.N.R.A., 1984 - A.E.C., 1978). Elles sont dans la plante entière des *Stylosanthes* d'environ 1,5 % et légèrement inférieures pour les *Macroptilium*. Les feuilles des *Stylosanthes* en présentent environ 2% et concurrencent sur ce point les meilleures luzernes.

V.2.6.1.2. - Phosphore (% de la M.S.)

Les teneurs en phosphore de la luzerne sont comprises entre 0,24 et 0,3% selon les variétés et le blutage (A.E.C., 1978 ; I.N.R.A., 1984). Les légumineuses tropicales restent à un niveau inférieur autour de 0,21% dans la plante entière et de 0,23 % dans les feuilles. Dans la mesure où il est assimilable en totalité ici, ces teneurs ne sont pas excessivement basses mais contribueront de toute façon à la carence fréquente en phosphore des rations en milieu tropical ; Cet apport de phosphore pose toujours davantage de problèmes que celui du calcium, en particulier du fait du prix des matières premières (I.N.R.A., 1984).

V.2.6.1.3. - Potassium (% de la M.S.)

Les teneurs en potassium de la luzerne sont comprises entre 1,7 et 2,5 % selon les variétés et le blutage (I.N.R.A., 1984 ; A.E.C., 1978 ; Protector, 1980). Elles sont d'environ 1,6 % dans la plante entière des *Stylosanthes* étudiés et d'environ 1,5 % dans les feuilles ; pour les *Macroptilium*, elles se situent à un niveau inférieur, autour de 1,1 %. Les moindres teneurs en potassium, par rapport à celles de la luzerne pour les légumineuses tropicales étudiées ne sont pas dommageables sur le plan de l'incorporation aux rations de monogastriques car le potassium est pratiquement toujours présent en quantités suffisantes dans les matières premières de ces rations (A.E.C., 1978).

V.2.6.1.4. - Magnésium (% de la M.S.)

Les teneurs en magnésium de la luzerne sont comprises entre 0,15% et 0,35% selon les variétés et le blutage ; pour des luzernes de qualité moyenne, on peut retenir environ 0,3 % de magnésium. Les légumineuses tropicales étudiées ici présentent des teneurs supérieures, égales à environ 0,45 % dans la plante entière et à 0,55% dans les feuilles. Ces teneurs élevées en magnésium chez les légumineuses tropicales ne constituent pas un avantage important par rapport à la luzerne, car le magnésium est pratiquement toujours présent en quantités suffisantes dans les matières premières des rations de monogastriques, céréales et tourteaux par exemple (A.E.C., 1978). D'ailleurs, les problèmes éventuels relèvent plutôt du domaine des excès qui, d'une part provoquent des diarrhées et d'autre part tendent à réduire l'utilisation du calcium et du phosphore (I.N.R.A., 1984).

V.2.6.1.5. - Sodium (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en sodium de la luzerne sont comprises entre 500 et 1300 p.p.m. selon les variétés et le blutage (I.N.R.A., 1984 ; A.E.C., 1978). Les légumineuses tropicales étudiées ici présentent des teneurs très inférieures, égales à environ 55 p.p.m. dans la plante entière et 50 p.p.m. dans les feuilles pour les *Stylosanthes* et à 180 p.p.m. dans la plante entière et 100 p.p.m. dans les feuilles pour le *Macroptilium lathyroides*, le *Macroptilium atropurpureum* étant intermédiaire. Ces très faibles teneurs en sodium observées chez les légumineuses tropicales aggravent lors de leur incorporation aux rations, la carence qui y est déjà observée pour cet élément, la majorité des matières premières utilisées présentant des teneurs très inférieures aux besoins. Toutefois, ces carences sont facilement supprimées par incorporation d'un C.M.V. dont la composante sodium est très bon marché.

V.2.6.2. - Oligo-éléments

On peut à nouveau rappeler que les teneurs des végétaux en oligo-éléments sont extrêmement variables et dépendent de nombreux facteurs tels que composition du sol, fertilisation, pluviométrie... (A.E.C., 1978) ; les comparaisons ne sont donc ici qu'indicatives, les valeurs retenues pour les légumineuses tropicales étant celles de l'étude qui correspondent donc à des conditions de milieu bien déterminées.

V.2.6.2.1. - Fer (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en fer de la luzerne sont comprises entre 230 et 400 p.p.m. selon les variétés et le blutage. Les légumineuses tropicales étudiées présentent des teneurs supérieures, égales pour les *Stylosanthes* à environ 600 p.p.m. dans la plante entière et 700 dans les feuilles, et 2 fois supérieures pour le *Macroptilium atropurpureum* tandis que le *Macroptilium lathyroides* présente les mêmes teneurs que la luzerne. Ces teneurs dépassent largement les besoins des monogastriques, permettant d'éviter les carences en fer dans leurs rations ; ces dernières en effet n'assurent pas toujours les apports recommandés pour certains états physiologiques.

V.2.6.2.2. - Manganèse (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en manganèse de la luzerne sont comprises entre 30 et 40 p.p.m. selon les variétés et le blutage (I.N.R.A., 1984). Les légumineuses tropicales présentent des teneurs très supérieures égales à environ 130 p.p.m. dans la plante entière et 200 p.p.m. dans les feuilles ; ces teneurs élevées sont intéressantes car les apports réalisés par les matières premières des rations sont souvent inférieurs aux besoins.

V.2.6.2.3. - Cuivre (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en cuivre de la luzerne sont comprises entre 7 et 10 p.p.m. (I.N.R.A., 1984) ; les légumineuses tropicales étudiées présentent des teneurs légèrement supérieures, égales à environ 17 p.p.m. dans la plante entière et 18 p.p.m. dans les feuilles ; ces teneurs élevées sont intéressantes car les apports réalisés par les matières premières des rations sont souvent inférieur aux besoins.

V.2.6.2.4. - Zinc (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en zinc de la luzerne sont comprises entre 18 et 25 p.p.m. ; les légumineuses tropicales étudiées présentent à nouveau des teneurs supérieures, égales à environ 50 p.p.m. dans la plante entière et 60 dans les feuilles pour les *Stylosanthes guyanensis*, les autres ayant des teneurs intermédiaires avec la luzerne. Ces teneurs élevées sont intéressantes car à nouveau les apports réalisés par les matières premières des rations sont souvent inférieurs aux besoins.

V.2.6.2.5. - Cobalt (en p.p.m./M.S.)

Les teneurs en cobalt de la luzerne sont d'environ 0,1 p.p.m. (I.N.R.A., 1984) ; France Luzerne signale des teneurs en cobalt dépassant 0,3 p.p.m. pour les meilleures luzernes mais cela reste exceptionnel et non signalé dans les tables classiques de valeurs alimentaires. De toute façon, les légumineuses tropicales étudiées présentent des teneurs supérieures, égales à environ 0,5 p.p.m. dans la plante entière et à environ 0,6 dans les feuilles ; ces teneurs élevées sont particulièrement intéressantes car les autres matières premières de la ration sont loin de satisfaire les besoins moyens en cobalt des monogastriques.

V.2.6.3. - Principales conclusions sur les matières minérales

Les légumineuses tropicales étudiées ici, en plante entière, comme en feuilles s'avèrent inférieures à la luzerne pour deux macro-éléments importants, le phosphore et le sodium. En revanche, elles présentent des teneurs très supérieures à celles de la luzerne pour l'ensemble des oligo-éléments ayant fait l'objet d'analyses.

V.2.7. - Pigments : carotène et xanthophylles

V.2.7.1. - Carotène

Les teneurs en carotène de la luzerne sont comprises entre 50 et 200 p.p.m. selon les variétés et le blutage ; pour une luzerne de qualité moyenne, à 18% de M.A.T., on obtient environ 130 p.p.m. de carotène (Protector, 1980). Les légumineuses tropicales étudiées présentent des teneurs voisines chez les *Stylosanthes* plante entière, variant de 110 à 170 p.p.m. , supérieures dans leurs feuilles variant de 150 à 280 p.p.m. et très supérieures chez le *Macroptilium lathyroïdes*, dépassant 220 p.p.m. dans la plante entière et 400 p.p.m. dans les feuilles.

V.2.7.2. - Xanthophylles

Les teneurs en xanthophylles de la luzerne sont comprises entre 140 et 330 p.p.m. selon les variétés et le blutage ; pour une luzerne de qualité moyenne, à 18% de M.A.T., on obtient environ 200 p.p.m. de xanthophylles (Protector, 1980). Les légumineuses tropicales étudiées présentent des teneurs nettement supérieures variant chez les *Stylosanthes* de 400 à 500 p.p.m. dans la plante entière et de 500 à plus de 750 p.p.m. dans les feuilles, tandis que le *Macroptilium lathyroïdes* approche de 600 p.p.m. dans la plante entière et de 1000 dans les feuilles.

L'intérêt essentiel des xanthophylles et des carotènes est de donner une coloration jaune prononcée aux poulets et aux jaunes d'oeufs et d'obtenir ainsi des produits plus prisés des consommateurs ; ce but est atteint pour des concentrations de 20 à 30 p.p.m. de xanthophylles dans la ration ; mais pour ce taux, l'efficacité peut varier : elle est de 0,8 pour la luzerne et de 1,4 pour l'apocarotène ester et de 1 pour le maïs et le gluten (I.N.R.A., 1984) ; l'efficacité des carotènes et xanthophylles n'a pas fait ici l'objet d'études pour les légumineuses tropicales analysées. Si cette efficacité est voisine de celle de la luzerne, on constate une supériorité des légumineuses tropicales sur la luzerne, car elles réalisent à taux d'incorporation égal des apports plus importants en carotène et xanthophylles ; il faut enfin préciser que la maîtrise de la coloration jaune des poulets et des jaunes d'oeufs est aujourd'hui permise par les pigments synthétiques tels que l'apocarotène ester dont l'efficacité est supérieure à celle des pigments naturels ; de plus, si la ration contient insuffisamment de pigments jaunes, l'addition de traces de pigments rouges (1 à 2 p.p.m. de canthaxanthine pure) intensifie considérablement la coloration du jaune en lui donnant une nuance orangée appréciée des consommateurs (I.N.R.A., 1984).

V.2.8. - Toxicité

Des teneurs importantes en acide oxalique ont été trouvées dans les légumineuses tropicales testées et surtout dans les *Stylosanthes*, leurs feuilles en présentant 500 à 800 p.p.m. et la plante entière à peine plus de 200 p.p.m. Les feuilles des *Macroptilium* en sont moins riches (40 à 60 p.p.m.). Ces valeurs restent toutefois très supérieures à celles obtenues avec de la luzerne blutée de référence qui comporte 10 p.p.m. d'acide oxalique.

V.3. - ETUDE COMPARATIVE DES COEFFICIENTS D'EFFICACITE PROTEIQUE

Les plantes entières des *Stylosanthes* se sont révélées inaptes à satisfaire les besoins des rats ; donc, seules, leurs feuilles ont été comparées à la luzerne entière et à la luzerne blutée. Des régimes ont été distribués d'une part en *ad libitum* et d'autre part en pair feeding. Les régimes témoins étaient à base de caséine, une ration comprenant 2% de cellulose brute, l'autre 4% pour correspondre à la teneur en cellulose des régimes comprenant 1/3 de M.A.T. sous forme de *Stylosanthes*.

Pour les régimes à 2% de C.B., les C.E.P. de la luzerne blutée et des *Stylosanthes* feuilles sont identiques, égaux à 2,69 (C.E.P. témoin caséine = 2,87).

Pour les régimes à 4% de C.B., les différences sont plus importantes :

témoin caséine	:	2,64
luzerne blutée	:	2,45
luzerne entière	:	2,44
<i>Stylosanthes</i>	:	2,29

V.4 - PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR LA COMPARAISON ENTRE LA LUZERNE ET LES SIX LEGUMINEUSES TROPICALES TESTEES

Seules les feuilles des légumineuses tropicales étudiées ici sont susceptibles d'avoir les mêmes emplois que la luzerne dans l'alimentation des monogastriques, leurs plantes entières ayant des teneurs en C.B. trop élevées en particulier.

D'un point de vue agronomique, si l'on obtient des rendements en M.S. et en M.A.T. à l'hectare et par an, peu éloignés pour les 2 types de plantes, il faut rappeler la non-utilisation des tiges dans le cas des légumineuses tropicales étudiées, leur difficulté d'implantation et la brièveté de leur durée d'exploitation (2 années au maximum).

Les rendements obtenus avec le M.A. sont trop faibles pour permettre de rentabiliser sa culture.

Au plan de la valeur nutritive, les feuilles des légumineuses tropicales étudiées égalent les meilleures luzernes par leurs teneurs élevées en M.A.T. et en calcium et basses en C.B. et lignine ; les luzernes leur sont supérieures pour leurs teneurs en tryptophane par rapport aux M.A.T. et en phosphore et sodium ; quant aux feuilles des légumineuses tropicales étudiées, elles dépassent les meilleures luzernes par leurs teneurs en lysine par rapport aux M.A.T. et en oligo-éléments et pigments caroténoïdes.

En conclusion, les inconvénients agronomiques présentés par les légumineuses tropicales étudiées, le coût de la séparation feuilles tiges et le non-emploi des tiges en alimentation animale, les faibles teneurs des feuilles en tryptophane et macro-éléments importants, leur teneur élevée en acide oxalique sont autant de problèmes qui ne sont pas contrebalancés par les quelques qualités de ces feuilles, à savoir, richesse en lysine, oligo-éléments et pigments caroténoïdes ; en effet, sur ces trois derniers points, il est facile aujourd'hui de recourir à des compléments synthétisés industriellement qui, incorporés à la ration à peu de frais, permettent de mieux maîtriser les teneurs.

Les légumineuses tropicales étudiées ici dépassent donc la luzerne au plan du coût de production, sans donner lieu cependant à un produit de qualité nettement supérieure ; son emploi en alimentation des monogastriques sera donc d'un point de vue économique moins intéressant que celui de la luzerne.

CONCLUSION GENERALE

Parmi les 6 légumineuses tropicales étudiées, 5 seulement peuvent présenter un intérêt en alimentation des monogastriques, la sixième, *Macroptilium atropurpureum* ayant été écartée au vu de ses faibles performances agronomiques et de sa médiocre valeur nutritive.

Les 5 légumineuses retenues ne pourront cependant pas bénéficier d'une gamme d'emploi dans les rations animales identique à celle de la luzerne ; en effet, pour obtenir un produit de qualité équivalente, il faudra faire face à des coûts de production supérieurs imputables aux difficultés d'implantation et à la nécessité de séparer les feuilles des tiges, celles-ci restant sans emploi. Enfin, les quelques qualités des feuilles des légumineuses tropicales étudiées vis-à-vis de la luzerne, telles que teneurs en lysine, en oligo-éléments et en pigments caroténoïdes, sont aujourd'hui beaucoup moins recherchées étant donné le développement de produits de substitution de synthèse industrielle et leur utilisation courante dans les rations. On peut rappeler aussi, qu'à la suite des chocs pétroliers, la déshydratation est devenue une transformation onéreuse qu'il ne convient de mettre en jeu que dans le cas de produits de qualité s'incorporant en proportions importantes aux rations animales.

Or, dans le cas des volailles, une farine de légumineuses tropicales, étant donné sa teneur en cellulose brute, ne peut être incorporée dans les rations alimentaires à plus de 5 à 6 % ; à ce taux, les qualités de ces farines ne peuvent s'exprimer de façon intéressante et leur coût semble donc ici prohibitif.

Quand une étude toxicologique aura éclairé les risques encourus par les différentes espèces animales lors de l'ingestion de ces farines, étant donné leurs teneurs en acide oxalique, on pourra le cas échéant préconiser leur incorporation aux rations alimentaires des porcs et des ruminants à des taux pouvant atteindre 10% chez les premiers, en association avec du manioc par exemple et dépassant largement 10% chez les seconds, les teneurs en cellulose brute étant des facteurs moins limitants pour ces deux espèces.

Enfin, il faut rappeler que les espoirs fondés sur le développement des *Stylosanthes* ont été remis en question depuis 1980 avec l'apparition de l'antracnose, maladie entraînant des dégâts de grande ampleur dans les cultures, et pour laquelle le *Stylosanthes guyanensis* Schofield présente une sensibilité aiguë. Le cultivar Cook semble être le plus résistant (Pugliese, 1982). Il faut donc poursuivre les efforts de sélection des variétés résistantes avant d'en préconiser éventuellement l'incorporation dans les rations alimentaires animales sous forme de farines de feuilles.

RESUME

Cette étude réunit les résultats des recherches menées de 1978 à 1980 entre le C.R.Z. de Minankro à Bouaké en Côte d'Ivoire et le siège central de l'I.E.M.V.T. Il s'agissait de mettre en évidence l'intérêt de la fabrication de farines de légumineuses tropicales en vue de les incorporer aux rations des Monogastriques. Six légumineuses tropicales ont été mises en place sur un ensemble de parcelles, en sec, fertilisé et sans répétitions ; elles appartiennent aux genres *Stylosanthes* et *Macroptilium* :

- *Stylosanthes guyanensis* cultivar Schofield
- *Stylosanthes guyanensis* cultivar Cook
- *Stylosanthes guyanensis* cultivar Endeavour
- *Stylosanthes hamata*
- *Macroptilium lathyroides*
- *Macroptilium atropurpureum*

Durant la 2ème et la 3ème année de végétation, des coupes ont été réalisées et ont permis d'une part, d'obtenir les rendements en matière sèche à l'hectare et d'autre part la composition chimique moyenne de chaque légumineuse en plante entière, en feuilles et en tiges à la suite des analyses réalisées selon des méthodes classiques au laboratoire d'alimentation de l'I.E.M.V.T.

Des expérimentations sur rats ont été effectuées en vue d'obtenir les coefficients d'efficacité protéique des farines de ces légumineuses. Enfin, des essais de séparation des feuilles et des tiges par blutage ont été réalisés.

Les principales qualités recherchées pour les légumineuses testées étaient teneur en M.A.T. élevée, richesse en acides aminés indispensables et en caroténoïdes et faibles teneurs en cellulose et lignine ; elles devaient sur ces points concurrencer les farines de luzerne pour prétendre à une incorporation intéressante dans les rations des Monogastriques.

Or, autant par leur composition chimique moyenne que par leurs C.E.P., les plantes entières ont dû être écartées et seules les feuilles peuvent être retenues. La valeur nutritive de ces dernières est relativement proche de celle des farines de luzerne, supérieure pour les teneurs en lysine, oligo-éléments et pigments caroténoïdes mais inférieure pour les teneurs en tryptophane, phosphore et sodium. Cependant, d'un point de vue agronomique, l'implantation des légumineuses tropicales étudiées est difficile, la durée totale d'exploitation est inférieure à celle des luzernières et enfin l'indispensable séparation des feuilles et des tiges, en plus de son prix de revient propre, est responsable d'une baisse notable du rendement en M.A.T. à l'hectare (25%) et conduit sur ce point à une supériorité de la luzerne.

Cet ensemble de remarques conduit à constater que les farines de légumineuses tropicales sont d'un point de vue économique moins intéressantes que les farines de luzerne et donc que leur incorporation aux rations des volailles n'est pas souhaitable ; les porcs seraient éventuellement susceptibles de valoriser ces farines car celles-ci peuvent être incorporées à leur ration en plus grande quantité que dans le cas des volailles, les porcs tolérant des teneurs en C.B. supérieures.

BIBLIOGRAPHIE

- A.E.C. - Développement Alimentation Animale Rhône Poulenc - Tables d'Alimentation.- Document n°4 - Commeny, 1978 : 86 p.
- A.F.N.O.R. - Aliments des animaux, méthodes d'analyse.- Paris, A.F.N.O.R., 1981.
- A.O.A.C. - Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.- 13e ed. - Washington, William Horwitz, 1980 : 1018 p.
- AUDRU (J.) - *Stylosanthes gracilis*.- Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1971 : 119 p.
- BLOUARD (R.) et THURIAUX (L.) - *Stylosanthes gracilis*, son comportement et son utilisation au Congo.- Bull. Inf. I.N.E.A.C., 1962, 11, n°4-6 : 339-355.
- BOGDAN (A.V.) - Tropical pasture and fodder plants.-London and New-York, Longman, 1977 : 475 p.
- BOUDET (G.) - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. 4e éd., Paris, Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement, 1984 : 266 p.
- CADOT (R.), LETENNEUR (L.) et ROBERGE (G.) - Essai d'orientation 1966-1969.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970, 19 p.
- CADOT (R.), LETENNEUR (L.), RAFFIN (Y.) et coll. - Ferme des cultures irriguées de Tombokro. Note provisoire n° 5 - Bilan de 3 années d'exploitation - Productivité. Bouaké, C.R.Z., I.E.M.V.T., 1973 : 31 p.
- CARRE (J.) - Documentation *Stylosanthes gracilis*.- Institut de Recherches agronomiques à Madagascar, août 1961, Document n° 20.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké.- Rapport annuel 1968, Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1969.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Comité Technique du 13 novembre 1969.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Rapport succinct 1970.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1971.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Rapport de synthèse 1971 - Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Rapport succinct 1972 - Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1973.

- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Comité Technique, Octobre 1973.-Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1974.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Rapport annuel 1975.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1976.
- Centre de Recherches Zootechniques de Minankro-Bouaké - Rapport succinct 1976.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1977.
- COLONNA (F.) - Levures d'alcanes : examen de l'efficacité protéique.- Maisons-Alfort, Thèse Doct. vét. n° 54, 1976 : 69 p.
- F.A.O. - Amino-acid content of foods and biological data on proteins.- F.A.O. Nutritional Studies by the Food Policy and Food Science Service, Nutrition Division.- F.A.O. Rome, 1970 : 285 p.
- France Luzerne - Composition analytique de la luzerne.- Note, Juillet 1966.
- GASTINEAU (C.) - La déshydratation industrielle de la luzerne. Journées de la déshydratation. - Theix, 26-27-28 mars 1968 - France Luzerne, 1968.
- GAULIER (R.) - Composition en acides aminés des principales légumineuses fourragères de Madagascar.- Rev. Elev.Méd.vét.Pays trop., 1968, 21, n°1 : 103-112.
- GUERIN (H.) - Exploitation de pâturages de *Stylosanthes* et de *Brachiaria* en culture sèche. Résultats acquis. Campagnes 1975-1976.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1977.
- HARVEY (D.) - Tables of the amino-acids in foods and feedingstuffs.- 2e ed. - London, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1970 : 105 p.
- I.E.M.V.T. - Manuel d'aviculture en zone tropicale.- 2e ed. - Paris, Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement, 1983 : 186 p.
- I.N.R.A. - L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles. Paris, I.N.R.A., 1984 : 282 p.
- KOUAME (K.A.) - Exploitation et gestion des pâturages tropicaux : résultats acquis en Côte d'Ivoire.- Mémoire de stage de fin d'études agronomiques.- E.N.S.A., Rennes, Septembre 1976.
- LETENNEUR (L.) et ROBERGE (G.) - Fiche technique de *Stylosanthes gracilis*.- 1ère fiche. - Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970.
- LETENNEUR (L.) et ROBERGE (G.) - Expérimentation cultures fourragères irriguées. Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1970 : 23 p.

- LETENNEUR (L.) - Le *Stylosanthes gracilis* : synthèse des travaux effectués en Côte d'Ivoire. Ses possibilités d'extension.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1971 : 6 p.
- LETENNEUR (L.), RAFFIN (Y.) et ROBERGE (G.) - Ferme des cultures irriguées de Tombokro. Expérimentations fourragères après un an d'exploitation. Notes provisoires 1, 2 et 3.- Minankro-Bouaké, I.E.M.V.T., 1972 : 50 p.
- MESSAGER (J.L.) - Fiche technique du *Stylosanthes guyanensis*. Journées de la recherche scientifique en région de savane - Elevage pâturage. C.R.Z. Korhogo, 12-15 avril 1976.- C.R.Z. de Minankro-Bouaké, 1976 : 6 p.
- MESSAGER (J.L.) et HAAS (B.) - Etude du comportement de quelques légumineuses fourragères en Côte d'Ivoire. Intérêt agronomique.- C.R.Z. de Minankro-Bouaké, 1977 : 38 p.
- MONGODIN (B.) et BEAUGENDRE (.) - Etude pour l'implantation d'une unité de fabrication de farine déshydratée de *Stylosanthes* en Côte d'Ivoire.- Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1978 : 102 p.
- PONTAILLER (S.) - La luzerne a des atouts. L'élevage, 1978, n° 72 : 47-49 p.
- Protector - Tables de composition des matières premières destinées à l'alimentation animale. 1 - Valeurs chimiques - Bruxelles, Aliments Protector, 1980 : 84 p.
- PUGLIESE (P.L.) - Etude technico-économique de la production et de l'utilisation pour l'alimentation animale des farines de légumineuses tropicales. - Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1982 : 103 p.
- PUGLIESE (P.L.) - Compte-rendu de la réunion tenue et des essais conduits au C.E.E.M.A.T. d'Antony le 15 décembre 1982 concernant le traitement des *Stylosanthes* par blutage.- Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1983 : 7 p.
- RICHARD (D.) - Rapport scientifique annuel (Années : 1979, 1980). Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1981 : 16 p.
- ROBERGE (G.) - Résultats acquis sur la production fourragère en régions tropicales humides (cas de la moyenne Côte d'Ivoire). Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1976 : 87 p.
- ROBERGE (G.) - Note réunion C.E.E.M.A.T.-G.E.R.D.A.T. du 4 février 1976.- Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1976 : 11 p.
- ROBERGE (G.) et RAFFIN (Y.) - Ferme des cultures irriguées de Tombokro. Essais Fourrage. Note n°7.- Maisons-Alfort, I.E.M.V.T., 1976 : 28 p.