

CHAPITRE XI

UTILISATION DES FOURRAGES

(L. HUGUET, A. MOURGUET, Y. LE MEUR)

SOMMAIRE

INFLUENCE DU COMPORTEMENT DE L'ANIMAL SUR LE VEGETAL	
Analyse de quelques facteurs du pâturage	225
Influence de la grosseur des tiges sur l'acceptabilité de la luzerne par les moutons	226
CHAINE DE PRODUCTION FOURRAGERE ET UTILISATION EN VERT	
Conduite et réalisation de l'expérimentation	227
Méthode d'interprétation des résultats	227
Influence de la nature du fourrage sur la production laitière, en pâturage	227
Etude comparative du pâturage rationné et de l'affouragement mécanisé en vert	229
INFLUENCE DES TECHNIQUES DE CONSERVATION CLASSIQUES SUR L'EFFICACITE ALIMENTAIRE DES FOURRAGES	230
PRODUCTION FOURRAGERE ET DESHYDRATATION	
Le séchage du fourrage	235
Le conditionnement du fourrage sec et les caractéristiques physiques des « bouchons »	236
La production fourragère	238
Valeur alimentaire des fourrages déshydratés et conditionnés	239
Utilisation des fourrages déshydratés comprimés, par les vaches laitières	242 223

Dès la création de la Station, l'étude des relations entre herbe et animal fut entreprise afin, d'une part, de permettre une meilleure définition du matériel végétal qu'il convient de sélectionner, d'autre part de juger de l'efficacité des techniques culturales mises au point, enfin d'améliorer les modes d'utilisation des fourrages en vert et sous forme conservée.

Les animaux interviennent soit comme « traitements », soit comme « instruments de mesure ». Dans le premier cas, ils exercent un effet mesurable sur le comportement du végétal par leur présence, dans le second ils permettent d'évaluer la production fourragère, soit de manière quantitative et qualitative par la production laitière, soit qualitative seulement par appréciation de la valeur alimentaire (digestibilité et acceptabilité par les moutons).

Les travaux ont porté tout d'abord sur l'analyse d'une chaîne de production fourragère, formée de plusieurs maillons (différentes espèces et variétés de graminées et de légumineuses : voir chapitre X) exploités en pâturage par des vaches laitières. Puis, première phase de mécanisation, l'affouragement en vert fut étudié comparativement à la pâture. Enfin le comportement des végétaux dans deux systèmes de production, l'un à base de plantes annuelles, l'autre de pérennes, utilisées en conserve intégrale sous forme de produits déshydratés, de foins et d'ensilages est devenu sujet d'intérêt principal.

Parallèlement et de manière plus fine, les valeurs alimentaires de divers fourrages sur pied (ceux utilisés dans les études ci-dessus et d'autres ensilés, fanés et déshydratés) ont été mesurées à l'aide de moutons.

Enfin, l'influence de techniques de cultures, l'effet des conséquences du pâturage, des différences entre variétés (chapitre VII et VIII) ont été étudiés avec l'un ou l'autre des types d'animaux.

L'infrastructure de travail est composée de l'unité d'exploitation décrite au chapitre X, de cinquante-cinq vaches F.F.P.N., d'une stabulation libre compartimentée, de cinquante moutons Texel constituant l'unité de mesure digestibilité et quantité consommée, de silos-tours Maryson, de silos-couloirs béton et butyl, d'une installation de ventilation en grange, d'une déshydrateuse à basse température (120-150°) de marque Scolari (A 50 K) évaporant 1 000 kg d'eau par heure, d'une presse à piston Muller débitant 400 à 600 kg de bouchons comprimés, d'installations annexes d'élevage...

Les travaux concernant l'effet de la mise en conserve furent entrepris en 1964 en liaison avec le Laboratoire de Recherche sur la Conservation et l'Efficacité des Aliments, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas. A partir de 1967, l'essentiel des études sur la valeur alimentaire des fourrages frais ou conservés et leur utilisation par les vaches laitières a été mené en action concertée avec le laboratoire précité, la chaire de zootechnie de l'E.N.S.A.A. de Dijon, la Station de l'élevage des ruminants du C.R.Z.V. de Clermont-Ferrand.

INFLUENCE DU COMPORTEMENT DE L'ANIMAL SUR LE VÉGÉTAL, DEUX ÉTUDES

ANALYSE DE QUELQUES FACTEURS DU PATURAGE (4)

L'action de la dent, du piétinement et des déjections de vaches laitières sur la production d'un dactyle « Prairial » a été étudiée de 1963 à 1967 (4).

Grâce à un dispositif spécial d'attache de l'animal sur une prairie, il a été possible d'analyser chacun des effets (dent, pied, déjections) sur la prairie installée en 1963 en sol sain, comparativement à une récolte mécanique. Après une phase préparatoire qui a duré de 1964 à 1966, les mesures ont été effectuées en 1967.

Les résultats indiquent clairement que chacun des trois facteurs a une action beaucoup moins dépressive sur la production que la récolte à la barre de coupe.

TABLEAU XXVI
PRODUCTION DE MATIERE SECHE EN 1967

<i>Facteurs de comparaison</i>	<i>t/ha de M.S.</i>
Déjections	5,165
Dent	5,140
Piétinement	5,055
Exploitation mécanique	4,270
P.p.d.s.	0,356

Bien que les interactions de ces facteurs n'aient pas été étudiées, on peut penser que dans des conditions normales de pâturage l'effet global ne doit pas être défavorable.

Si dans la pratique le pâturage est souvent considéré comme dépressif pour la plante, ceci est dû en bonne part à ce que d'autres facteurs interviennent : sols humides et portant mal, surpâturage fréquent.

INFLUENCE DE LA GROSSEUR DES TIGES SUR L'ACCEPTABILITE DE LA LUZERNE PAR LES MOUTONS

(P. GUY, Y. LE MEUR, A. SAUVION)

La densité d'un semis de luzerne influe sur l'aspect morphologique des plantes et en particulier sur la grosseur des tiges. Des différences pour ce caractère existent entre variétés et peuvent être accentuées par sélection. Il est donc important de savoir si ce facteur a une répercussion sur l'acceptabilité du fourrage.

Les premiers résultats obtenus en 1968 sur deux variétés de luzerne semées aux densités de 200 et 1 400 plantes au mètre carré permettent de tirer les enseignements suivants : la grosseur des tiges de luzerne n'a pas d'influence sur la valeur nutritive, ce qui confirme des résultats antérieurs, et n'a qu'une influence faible sur les niveaux de consommation.

CHAINE DE PRODUCTION FOURRAGÈRE ET UTILISATION EN VERT

(L. HUGUET, A. MOURGUET, R. TRAINÉAU)

Pendant cinq années, la valeur de différentes productions fourragères a été comparée au moyen de la production laitière de vaches conduites soit en pâturage rationné soit en affouragement mécanisé en vert. Les deux lots d'animaux ont été seulement comparables pour les campagnes 1966 et 1967. Pendant la période 1963-1965, si les vaches du lot « pâture » présentaient les caractéristiques requises pour l'expérimentation, le lot affouragement était utilisé comme simple consommateur de l'herbe fauchée, permettant ainsi de préciser les problèmes techniques liés à ce mode d'utilisation.

CONDUITE ET REALISATION DE L'EXPERIMENTATION

Les cultures fourragères étudiées étaient celles incluses dans la rotation de vingt ans, en place sur l'unité d'exploitation (*cf.* chapitre X) ; elles étaient en principe à base d'associations simples ; suivant les espèces, leur durée était variable : un à quatre ans. L'utilisation de variétés de graminées de précocités décalées, de luzerne et de quelques fourrages annuels permettait d'assurer un étalement de la production et d'exploiter au stade optimum.

Les vaches utilisées étaient des « Françaises Frisonnes Pie Noire », race présentant l'avantage d'être particulièrement sensible aux variations de régime. Des lots comparables basés sur des couples d'animaux du même âge, rang de lactation, date de vêlage... ont pu être formés à partir de 1966. Un calendrier d'utilisation des parcelles était établi, les chargements ajustés, la complémentarité calculée. D'autre part, les données suivantes étaient recueillies : production végétale, production animale, facteurs climatiques. Il est important de noter que les deux lots de vaches ont toujours consommé les fourrages *ad libitum* de façon à couvrir le maximum des besoins des animaux par l'herbe et à diminuer la part du concentré, le végétal étant exploité rationnellement en évitant tout gaspillage.

METHODE D'INTERPRETATION DES RESULTATS

Pour étudier la valeur des différentes séquences fourragères au travers des variations de la production laitière, les méthodes courantes d'interprétation n'étant pas adaptées, une méthode a été mise au point pour chiffrer les écarts (6).

L'effet « nature du fourrage » est exprimé par le rapport de deux valeurs : production laitière moyenne observée sur une séquence et production laitière moyenne théorique calculée pour cette même séquence ; cette dernière valeur est déduite d'une courbe théorique de lactation, intégrant les effets des séquences antérieures.

INFLUENCE DE LA NATURE DU FOURRAGE VERT SUR LA PRODUCTION LAITIERE, EN PATURAGE (10)

L'analyse de la variance pour les différentes années d'essai met en évidence un effet « séquence d'alimentation » hautement significatif et un effet « vache » très faible ; elle révèle en outre une précision satisfaisante et on a pu mettre en évidence des différences soit quantitatives soit qualitatives (23). 227

D'un point de vue agronomique, les observations les plus importantes concernent :

- les variations de la production laitière : elles sont importantes et souvent reproductibles. Ainsi, au cours des cinq années, il a été constaté lorsque les vaches consomment certaines séquences fourragères : une baisse de production laitière sur dactyle et fétuque élevée, une augmentation sur ray-grass d'Italie et fétuque des prés, un maintien sur luzerne-dactyle ; sur les prairies en année d'établissement, les variations sont atténuées ;
- le taux butyreux : plus élevé en général sur fétuque élevée, luzerne-dactyle et surtout dactyle que sur ray-grass d'Italie (relation inverse avec la production) ;
- l'influence défavorable de la durée d'exploitation sur la production laitière : elle est certaine pour le dactyle et la fétuque élevée utilisés plus de dix jours.

Mais au niveau de la production à l'hectare, la fétuque élevée et le dactyle permettent d'assurer des rendements importants.

Le bilan d'observation des calendriers fourragers prévisionnels fait ressortir la difficulté qu'il y a à suivre un programme d'exploitation des parcelles au stade optimum, à la fin du printemps en particulier. Premier et deuxième cycles sont décalés en moyenne comme prévu ; au-delà, tout dépend des conditions climatiques de la fin du printemps et de l'été. Luzerne et sorgho sont essentiels en année très sèche (1964-1967) pour assurer la soudure. Le maintien de l'équilibre graminée-légumineuse dans une association (luzerne-graminées pérennes, trèfle blanc-graminées) est difficile à réaliser en pratique, même avec une fumure azotée modérée. Il y a là une première limite à l'intensification, la seconde, même après séparation des espèces et conduite optimale de chacune d'elles, étant la détermination du chargement pour exploiter rationnellement la prairie. La valeur nutritive des fourrages : les teneurs en U.F. (unités fourragères), en matières azotées digestibles et surtout en cellulose permettent souvent d'expliquer les variations de la production laitière observée.

D'un point de vue méthodologique, une dizaine d'animaux par lot est
228 suffisante pour rendre compte des phénomènes.

**ETUDE COMPARATIVE DU PATURAGE RATIONNE
ET DE L'AFFOURAGEMENT MECANISE EN VERT (8)**

L'ensemble des résultats est résumé dans le tableau XXVII :

TABLEAU XXVII

<i>Technique d'utilisation du fourrage vert</i>		<i>Rendement en M.S. des cultures fourragères</i>	<i>Production laitière (lait à 4 % M.G.)</i>		<i>Temps de travail (en h/jour)</i>	
			<i>Par vache et par jour</i>	<i>A l'ha</i>	<i>U.T.H.</i>	<i>U.T.</i>
1966	Pâturage	100	100	100		
	Affourag. en vert	97,5	98	115		
1967	Pâturage	100	100	100	2 h 10 mn	0 h 10 mn
	Affourag. en vert	98,4	102	108	2 h 5 mn	0 h 55 mn

Pâturage = 100

Il est certain que cette expérimentation entraîne quelques critiques :

- la distance des parcelles (100 à 1 500 m) a défavorisé le pâturage ;
- au point de vue fumure azotée, il aurait été logique d'accroître les doses après affouragement, le pâturage bénéficiant de restitutions importantes par les excréments ;
- chaque parcelle a été exploitée au même stade (25 à 30 cm de hauteur d'herbe) c'est-à-dire celui correspondant au pâturage, mais il est certain que pour la fauche et la consommation à l'auge il serait préférable d'exploiter à un stade plus avancé (cinq à quinze jours plus tard suivant la saison) afin d'avoir le maximum de matière nutritive produite à l'hectare.

Ces deux derniers points, s'ils avaient été respectés, devraient d'ailleurs donner un avantage plus important à l'affouragement en vert.

Les résultats montrent que la nature du fourrage vert exploité, en pâturage rationné ou en affouragement au cours de l'année, a une influence prépondérante sur les productions de lait, de matières grasses et de matières azotées. La comparaison des systèmes d'utilisation ne fait apparaître aucune différence significative pour la production de matière sèche ni pour celle de 229

lait par vache, mais par contre il en existe une pour la production laitière à l'hectare. L'affouragement mécanisé en vert permettant une meilleure utilisation du fourrage, entraîne une augmentation de rendement en lait à l'hectare. Au point de vue matériel de récolte, la remorque autochargeuse est l'appareil particulièrement adapté à l'affouragement ; une barre de coupe est en effet nécessaire, les autres engins souillent l'herbe et la quantité de fourrage consommée à l'auge en pâtit. L'augmentation notable de la production laitière devrait couvrir les investissements en matériels (d'ailleurs polyvalents) nécessités par ce mode d'alimentation.

Techniquement intéressante pour l'éleveur, l'adoption de l'alimentation en vert à l'auge sera fonction de considérations économiques, la clé du problème étant propre à chaque type d'exploitation.

INFLUENCE DES TECHNIQUES DE CONSERVATION CLASSIQUES SUR L'ÉFFICACITÉ ALLIMENTAIRE DES FOURRAGES

(L. HUGUET, Y. LE MEUR, D. PRONNIER)

Depuis 1964, des expériences ont été suivies à l'aide de moutons pour déterminer la valeur alimentaire (coefficient d'utilisation digestive et niveau de consommation) de diverses espèces et variétés fourragères conservées suivant différentes techniques, avec dans certains cas, en référence, la valeur du fourrage vert. Jusqu'en 1966, des moutons fistulés ont permis parallèlement l'étude de l'orientation des fermentations dans le rumen. Pour un certain nombre d'ensilages, des bilans quantitatifs et qualitatifs ont été réalisés sur de grands silos.

Au point de vue méthodologie expérimentale, les dispositifs utilisés (lots de quatre à huit moutons avec ou sans entrecroisement) sont classiques.

De 1964 à 1967, quatorze fourrages différents, espèces, variétés, ou cycles, ont été testés sous les formes suivantes : cinq « verts », quatre foins au sol, deux foins sur haie, onze foins ventilés, neuf ensilages directs, neuf

ensilages préfanés. Les données suivantes ont été enregistrées :

- les caractéristiques agronomiques de la production fourragère ;
- les quantités de matière sèche consommées ;
- les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de la matière organique, de la matière azotée et de la cellulose brute.

Les résultats concernant le niveau de consommation (en kg de M.S./100 kg de poids vif) et le coefficient d'utilisation digestive de la matière sèche sont récapitulés dans le tableau XXVIII.

Les quelques observations faites sur le fourrage vert (22) montrent que la conservation classique entraîne une diminution souvent importante de la valeur alimentaire, surtout très nette pour les ensilages directs.

Au point de vue niveau de consommation, les foins sont mieux consommés que les ensilages ; pour ces derniers il y a une corrélation positive significative ($r = 0,71$) entre le niveau de consommation et la teneur en matière sèche. Le préfanage est donc une technique qui permet d'augmenter les quantités ingérées, mais il entraîne des difficultés lors de la réalisation du silo (tassement difficile à réaliser). Les bons ensilages préfanés (silo bâché sous vide) permettent même des niveaux d'ingestion supérieurs aux foins ventilés.

Pour les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche et de la matière organique, les variations sont moins importantes et il est difficile de dégager l'influence bénéfique de telle ou telle technique.

L'influence de la nature du fourrage est aussi nette, les luzernes pures et les luzernes-graminées pérennes sont consommées en plus grandes quantités que les graminées (20-25 % en plus), mais elles sont moins bien digérées (trois à quatre points en moins). Il est à remarquer que la luzerne-fléole est mieux consommée et digérée que les autres associations. A noter aussi les bons résultats obtenus avec le ray-grass d'Italie ensilé en direct.

Les tableaux XXIX et XXX résument les bilans de conservation et la qualité des ensilages effectués dans des silos de grande capacité ; dans l'ensemble ils sont mauvais. La cause essentielle réside dans l'emploi de silos non appropriés à la conservation de fourrages préfanés. Le préfanage à 35-45 % de matière sèche n'améliore la conservation qu'à la condition d'obtenir une anaérobiose rapide et durable. Les silos-tours Maryson employés ne sont pas hermétiques et sont d'une hauteur insuffisante pour assurer un bon tassement de ce produit préfané (le tronçonnage trop long ne le favorise pas). 231

TABLEAU XXVIII

TABLEAU RECAPITULATIF DE LA VALEUR ALIMENTAIRE (21, 15)

(N.C. : Niveau de consommation en kg de M.S. par 100 kg de poids vif)
(C.U.D. : coefficient d'utilisation digestive de la M.S.)

ANNÉE	Nature du fourrage		N° du cycle	Vert		Foin			Ensilage direct			Ensilage préfané					
						Sol		Haie		Ventilé		Silo 1 m ³		Maryson		Sous vide (bâche)	
	Espèces	Variétés		NC	CUD	NC	CUD	NC	CUD	NC	CUD	NC	CUD	NC	CUD	NC	CUD
1964	Luzerne dactyle ..	+ Du Puits + Prairial	2 ^e			2,47	53,0	2,66	55,1			2,06	53,9			2,42	57,7
	Luzerne féole ...	+ Du Puits + Mélusine		2 ^e			2,70	56,7	3,02	55,0			2,44	55,5			2,45
1965	Luzerne dactyle ..	+ Du Puits + Prairial	1 ^{er}							2,38	54,2	0,94	62,2			1,40	58,4
	Luzerne féole ...	+ Du Puits + Mélusine	1 ^{er}							2,32	59,1	1,46	67,4			1,52	57,4
	Dactyle .	Prairial	2 ^e			2,78	56,4			2,55	56,4	1,43	58,9				
	Ray-grass hybride ..	Io	1 ^{er}			2,19	60,7			2,27	60,8	1,35	64,5				
1966	Ray-grass d'Italie ..	Rita	1 ^{er}									1,65	64,3	1,51	60,3		
	Luzerne fétuque ..	+ Du Puits + Luciole + Ludion	1 ^{er}							2,06	58,8					1,84	51,0
	Luzerne fétuque ..	+ Du Puits + Luciole + Ludion	2 ^e							2,00	58,6					2,08	59,8
1967	Ray-grass d'Italie ..	Tétrone	1 ^{er}	1,75	71,4					1,63	65,8		1,48	70,8			
	Luzerne fétuque ..	+ Du Puits + Luciole + Ludion	1 ^{er}	2,00	66,2					1,84	61,8					1,59	60,1
	Luzerne fétuque ..	+ Du Puits + Luciole + Ludion	2 ^e	2,45	67,3					1,93	62,6					2,43	62,1
	Luzerne .	+ Du Puits + Luciole	1 ^{er}	2,15	64,6					2,00	56,7					2,34	55,6
	Luzerne .	+ Du Puits	2 ^e	2,73	63,5					1,93	57,4						

L'utilisation de ces silos doit être réservée à des fourrages s'ensilant aisément en direct : ray-grass, fléole, maïs.

L'ensilage sous bâche et sous vide améliore les résultats qualitatifs et quantitatifs, mais la porosité du polyéthylène permet le développement des moisissures à la surface, en particulier lorsqu'il s'agit d'un ensilage préfané. Par contre, l'enveloppe butyl semble garantir une bonne étanchéité et éliminer les pertes par moisissures.

Seules les études commencées en 1968 sur l'emploi de silos-couloirs en béton, étanchés avec une couverture de butyl et mis sous vide au moins partiel, seront poursuivies.

TABLEAU XXIX
QUALITE DES ENSILAGES EN SILOS DE GRANDE CAPACITE

Année	Silo	Nature du fourrage	Traitement du fourrage	% M.S. à la mise en silo	pH	N-NH ₃ % N Total	En % sec non corrigé	
							Acide acétique	Acide butyrique
1965	Maryson 1 ..	Luzerne+dactyle	Préfané	34,4	5,77	32,01	2,99	6,04
	Maryson 2 ..	Luzerne+fléole	Préfané	35,8	5,28	17,0	1,19	3,21
1966	Maryson 2 ..	Ray-grass d'Italie	Direct	21,7	3,99	8,9	4,79	0,55
	Sous bâche plastique II..	Ray-grass d'Italie	Direct	19,7	4,06	10,0	3,29	0,39
	Maryson 1 ..	Luzerne+fétuque	Préfané	28,9	5,52	34,2	2,70	9,65
	Sous bâche plastique IV .	Luzerne+fétuque	Préfané	33,5	5,47	18,7	2,52	2,07
1967	Maryson 3 ..	Ray-grass d'Italie	Direct	26,0	4,29	8,9	3,77	0,04
	Maryson 2 ..	Luzerne+fétuque	Préfané	31,4	5,51	21,9	2,79	2,74
	Butyl sous vide I	Luzerne	Préfané	34,1	5,24	19,0	2,81	1,99
	Butyl sous vide II	Luzerne+fétuque	Préfané	50,8	6,03	3,8	0,56	1,07

Les résultats sont la moyenne des échantillons prélevés pendant le désilage.

TABLEAU XXX

BILAN QUANTITATIF : PERTES DE MATIERE SECHE, D'AZOTE
ET D'EXTRACTIF NON AZOTE DANS LES SILOS DE GRANDE CAPACITE

Année	Silo	Nature du fourrage	Traitement du fourrage	Total M.S. ensilé (en tonnes)	Pertes de M.S. (en %)	Pertes de N (en %)	Pertes d'E.N.A. (en %)
1965	Maryson 1 ..	Luzerne+dactyle	Préfané	16,20	17,6	13,0	32,7
	Maryson 2 ..	Luzerne+fléole	Préfané	17,00	15,3	13,0	24,6
1966	Maryson 2 ..	Ray-grass d'Italie	Direct	19,40	20,8	27,2	31,8
	Sous bâche plastique II..	Ray-grass d'Italie	Direct	6,70	29,7	24,6	37,2
	Maryson 1 ..	Luzerne+fétuque	Préfané	18,70	10,2	7,4	28,9
	Sous bâche plastique IV.	Luzerne+fétuque	Préfané	7,55	26,1	22,7	34,1
1967	Maryson 3 ..	Ray-grass d'Italie	Direct	16,40	16,4	11,2	29,4
	Maryson 2 ..	Luzerne+fétuque	Préfané	17,60	51,5	41,7	59,6
	Butyl sous vide I	Luzerne	Préfané	13,80	12,8	0	15,2
	Butyl sous vide II	Luzerne+fétuque	Préfané	1,75	—	—	—

- Les résultats sont obtenus en prenant les M.S. journalières et les analyses fourragères sur les échantillons cumulés.
- La M.S. des ensilages a été corrigée pour les pertes de NH₃ et d'acides gras volatils pendant le séchage, à partir des résultats de l'analyse qualitative.

PRODUCTION FOURRAGÈRE ET DÉSHYDRATATION

L'étude de cette technique tient compte du fait que cette industrie en France s'est considérablement développée au cours de ces dernières années et que sa transposition à l'échelle agricole en tant que moyen de conservation des fourrages pose des problèmes ; ces derniers sont d'ordre agronomique (choix des espèces et définition d'une chaîne d'approvisionnement), mécanique (choix du type de séchoir et de presse), zootechnique (influence des aliments déshydratés conditionnés sur les animaux et leur niveau de production) et économique (investissements et frais de fonctionnement élevés).

Le programme de travail a débuté en 1968, après quelques manipulations en fin 1967. Il comprend l'étude :

a) de la valeur alimentaire de différents fourrages déshydratés, non conditionnés, comprimés, et compactés, ceci en comparaison avec les fourrages frais, les foins et parfois les ensilages ;

b) des qualités physiques des différents types d'agglomérés ;

c) de l'influence sur les vaches laitières de certains fourrages déshydratés comprimés consommés par périodes successives de vingt à trente jours en 1968 ;

d) de l'influence de deux régimes à base de fourrages déshydratés comprimés (les aliments de chaque régime sont issus des deux systèmes de production : voir chapitre X) sur la production laitière, l'état sanitaire et le comportement des vaches (ce thème sera étudié pendant trois ans à partir de 1969) ;

e) du bilan de fonctionnement du séchoir et de la presse.

Les termes condensé, compacté et comprimé sont ceux définis par JARRIGE (Journées I.T.C.F., janvier 1968).

Les premiers résultats et observations enregistrés concernent :

LE SECHAGE DU FOURRAGE

(G. BERTIN, L. HUGUET, R. TRAINÉAU)

Différents appareils de contrôle : compteurs de fuel, compteurs d'électricité, thermomètres, hygromètres, ont permis d'étudier avec précision le fonctionnement de la déshydrateuse à basse température « Scolari » (éva- 235

porant 1 000 kg d'eau/heure) ; en outre des prélèvements et des pesées systématiques à l'entrée et à la sortie du séchoir, à la sortie de la presse ont été faits pour mesurer la teneur en humidité des différents produits et le débit du séchoir. Cet ensemble de données permet de dresser un bilan pour les différentes espèces étudiées (voir tableau XXXI) (3).

Le séchage des différents végétaux n'a pas posé de problèmes particuliers, le débit du séchoir étant surtout fonction de la teneur en matière sèche du fourrage initial.

Pour ce qui est de l'installation, il apparaît en ce qui concerne la déshydrateuse :

- qu'elle a un rendement thermique certainement un peu faible (10 kg d'eau évaporée par kg de fuel) ;
- que, par suite, sa consommation de fuel est relativement élevée (10 à 15 % supérieure à celle enregistrée avec des séchoirs haute température) ;
- par contre, sa consommation d'électricité est très faible.

Une meilleure conduite du séchoir (couche de fourrage plus épaisse, température de fonctionnement plus basse...) permettrait sans doute d'améliorer ces caractéristiques, mais ceci est délicat à réaliser régulièrement.

LE CONDITIONNEMENT DU FOURRAGE SEC ET LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES « BOUCHONS »

(G. BERTIN, L. HUGUET, R. TRAINÉAU)

La presse à piston Muller permet d'agglomérer le produit sec, non broyé, en bouchons de 5 cm de diamètre. Le débit et le conditionnement sont plus ou moins satisfaisants et dépendent des facteurs suivants :

- la nature du fourrage : la luzerne s'agglomère mieux que les graminées ; parmi celles-ci il est possible de faire le classement suivant : le ray-grass d'Italie se tient mieux que le dactyle et la fétuque ; le maïs et le blé immature se conditionnent plus difficilement encore ;
- la teneur en humidité du fourrage sec : une teneur en eau de 10-12 % est l'optimum ;
- la température du fourrage sec : le produit froid s'agglomère mieux (le transfert de l'eau à l'intérieur des particules a pu s'effectuer).

TABLEAU XXXI

BILAN DE FONCTIONNEMENT DU SECHOIR (3)

<i>Nature des fourrages :</i> <i>Données enregistrées :</i>	<i>Sorgho 1^{re} coupe</i>	<i>Maïs plante entière</i>	<i>Luzerne 4^e cycle</i>	<i>Luzerne 4^e cycle</i>	<i>Sorgho 2^e coupe</i>	<i>Luzerne 3^e cycle</i>	<i>Fétuque élevée 4^e cycle</i>	<i>Dactyle 3^e cycle</i>
Matière sèche en % :								
— entrée séchoir ..	14,6	32,7	23,1	20,9	14,1	19,7	20,3	22,0
— sortie séchoir ..	90,6	83,4	91,2	89,3	92,0	92,3	92,4	92,0
— sortie presse ...	92,9	84,7	91,3	90,6	92,7	93,1	93,0	94,0
Débit horaire, en kg de produit sec	200	466	311	279	171	303	316	286
Quantité d'eau éva- porée :								
— en kg/heure ...	1.009	725	918	905	940	1.114	1.118	944
— en kg/kg de fuel	9,7	9,9	10,2	9,7	9,2	11,0	10,7	10,0
Consommation horaire :								
— de fuel, en kg ..	103,6	72,8	90,1	93,2	103,0	101,0	104,2	94,7
— d'électricité sé- choir, en kW ..	14,7	16,4	15,6	15,2	16,2	16,3	15,5	15,9
— d'électricité presse en kW	5,7	7,7	7,1	6,8	6,5	7,9	7,2	7,2
Consommation de fuel, en g/kg de produit sec	519	156	290	334	601	333	329	331
Consommation d'élec- tricité en kW/kg de produit sec	0,115	0,063	0,080	0,090	0,144	0,086	0,078	0,090

TABLEAU XXXII

**RESULTATS DES TESTS PHYSIQUES
SUR FOURRAGES COMPRIMES (Ø 5 cm) ET COMPACTES (Ø 7 mm)**

Tests physiques Fourrages étudiés	Friabilité % de fines (1)		Dureté kg/cm ² par mm (2)		Granulométrie % de particules (3) à 10 mm
	Bouchons Ø = 5 cm comprimé	Bouchons Ø = 7 mm	Ø = 5 cm comprimé	Ø = 7 mm	Bouchons Ø = 5 cm comprimé
Luzerne (4 échantillons)	63,9	6,1	15,4	64,3	37,47
Ray-grass d'Italie (4 échantillons) .	75,5	5,6	14,5	75,5	46,93
Fétuque élevée (1 échantillon) . . .	81,2	8,1	18,7	47,3	42,00
Dactyle (2 échantillons)	90,2	9,0	8,7	35,5	46,06

Ces tests ont été effectués au Moulin de La Minière (C.N.R.Z).

- (1) Des échantillons de 100 g sont placés dans les caissons rotatifs d'un appareil à friabilité (50 tours/mn pendant dix minutes).
- (2) L'aggloméré est placé dans un logement cylindrique, il est soumis en son centre à la pénétration d'un piston de 1 cm² de section.
- (3) Tamisage sur plansichter de laboratoire (MLU 300 Buhler) de 200 g de fourrage pendant six minutes. Les bouchons sont au préalable dilacérés à sec.

Les résultats des tests physiques : friabilité, dureté et granulométrie (tableau XXXII) montrent l'influence nette de la nature du fourrage, la luzerne présentant des caractéristiques physiques meilleures que les graminées.

Les premières observations faites fin 1968 sur l'adjonction de liants par pulvérisation (mélasse, eau, wafolin, ligno-sulfite) sont très encourageantes, la tenue des bouchons est nettement améliorée, surtout avec la mélasse.

L'eau suffit sur luzerne et parfois sur graminée feuillue.

Il est intéressant de signaler la faible part de la presse dans la consommation d'énergie (tableau XXXI).

**LA PRODUCTION FOURRAGERE
(G. BERTIN, L. HUGUET, R. TRAINÉAU)**

Les différentes techniques de conservation et en particulier la déshydratation, en exploitant les premiers cycles au stade début épiaison pour les

graminées et bourgeonnement pour les luzernes, permettent d'augmenter les rendements annuels de matières nutritives à l'hectare. Le gaspillage souvent observé avec le pâturage ne se posant plus, la fumure azotée des graminées peut atteindre des niveaux plus élevés (400 à 500 unités/ha/an contre 150 à 250). Ainsi les fourrages pérennes ont tous dépassé en rendement 15 tonnes de matière sèche par hectare (luzerne : 16,8, fétuque : 17,5), alors qu'en année comparable pour l'utilisation en pâture, les rendements étaient de l'ordre de 10-12 tonnes de matière sèche en moyenne pour ces mêmes plantes.

Grâce à la déshydratation, les quatrièmes coupes d'octobre et novembre sont récoltées et conservées dans de bonnes conditions.

L'utilisation de la déshydratation peut donc permettre une intensification maximum des prairies (19).

Si techniquement tous les fourrages peuvent être séchés convenablement, d'un point de vue économique (frais de fonctionnement) certaines espèces ont plus ou moins d'intérêt. Deux séries de faits sont à prendre en considération pour l'élaboration d'une chaîne de production :

a) l'époque de production de chacun des végétaux en vue d'un étalement du fonctionnement de la machine. En ce sens, les graminées prairiales au printemps, le sorgho qui pousse en été, offrent des possibilités intéressantes ;

b) le rendement en matière sèche, mais aussi la teneur en matière sèche à un stade donné : ainsi le même sorgho fourrager a une teneur faible, 15-20 % à épiaison, les cultivars tétraploïdes sont plus riches en eau que les diploïdes, le maïs contient 30-35 % de matière sèche.

VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES DESHYDRATES ET CONDITIONNES

(L. HUGUET, Y. LE MEUR)

En 1967 et 1968, dix-huit fourrages (tableau XXXIII) ont été testés sous forme : vert (18), déshydraté long (9), déshydraté comprimé (13) et déshydraté compacté (8).

Les résultats du niveau de consommation de la matière sèche et du coefficient d'utilisation digestive de la matière organique et de la matière azotée sont récapitulés dans le tableau XXXIII.

Pour le niveau de consommation de la matière sèche, l'analyse des résultats comparativement à la valeur du fourrage vert fait ressortir pour :

a) *le déshydraté long* : une diminution de 9 % pour les graminées, alors que la luzerne est ingérée en quantité équivalente ;

b) *le déshydraté comprimé* : une augmentation de 10 % pour les graminées, l'ingestion de luzerne n'étant pas modifiée ;

c) *le déshydraté compacté* : une augmentation respectivement de 23 % pour les graminées et 28 % pour la luzerne.

La digestibilité de la matière organique est diminuée dans tous les cas : cinq à sept points pour le déshydraté long et le comprimé, dix à douze points pour le compacté.

La digestibilité de la matière azotée est aussi diminuée de l'ordre de neuf à onze points. A noter que le ray-grass d'Italie semble plus affecté que les autres espèces.

Au point de vue de la « matière organique digestible ingérée », véritable critère de la valeur alimentaire des fourrages, il y a des différences nettes entre les graminées et la luzerne, le conditionnement apparaissant moins intéressant pour cette dernière (tableau XXXIV).

La variation observée peut être expliquée d'une part par une maîtrise insuffisante du fonctionnement du séchoir entraînant des modifications plus ou moins importantes suivant les fourrages (comparaison vert-déshydraté long) et d'autre part par l'influence d'un conditionnement non optimal (les qualités physiques des agglomérés étant très différentes suivant les fourrages sans emploi de liants) sur la vitesse de transit et l'orientation des fermentations dans le rumen (comparaison comprimé-compacté).

En résumé, ces premières observations montrent donc une baisse générale de la digestibilité des fourrages déshydratés, plus ou moins importante suivant les espèces ; par contre, il est possible d'améliorer nettement le niveau de consommation par le compactage ; le comprimage semble surtout intéressant pour les graminées.

L'application systématique de liants permettra une meilleure présentation, mais il reste en fait à définir : quelle dureté est souhaitable pour l'animal, quelle friabilité peut être tolérée pour la manutention

Ces études seront poursuivies d'une part sous l'aspect technologique de la présentation en relation avec la valeur alimentaire et d'autre part sous l'aspect végétal pour définir la valeur des différentes espèces et variétés.

TABLEAU XXXIII

VALEUR ALIMENTAIRE DES DIFFERENTS FOURRAGES (24)

ANNEES	Forme de présentation	Vert			Déshydraté long			Déshydraté comprimé			Déshydraté compacté		
		Résultats			N.C. M.S. (1)	C.U.D. M.O.	C.U.D. M.A.	N.C. M.S. (1)	C.U.D. M.O.	C.U.D. M.A.	N.C. M.S. (1)	C.U.D. M.O.	C.U.D. M.A.
1967	Fourrages et cycles												
	Tétrone (2) 1°	52,8	73,1	54,6	42,7	63,6	23,7						
	Luciole + Ludion 1°	62,1	67,8	71,3	64,5	65,1	59,8						
	Luciole + Ludion 2°	76,7	69,8	75,6	75,4	64,8	69,8						
	Luciole, Du Puits 1°	69,9	66,1	74,0	70,6	59,5	66,9						
Luciole, Du Puits 2°	78,6	64,4	77,5	70,4	59,9	62,1							
1968	Manade 1°	51,4	70,9	70,3				62,5	66,3	62,4			
	Manade 2°	62,0	68,4	72,1	56,2	67,9	64,3	64,9	66,5	66,9	71,6	64,3	66,5
	Tétrone 1°	54,3	72,6	68,6	62,2	66,4	49,9	65,9	65,1	49,9			
	Barenza 1°	64,9	68,5	62,9				71,3	64,2	45,8	82,4	60,3	49,3
	Prairial 1°	60,9	65,9	64,2				62,9	59,8	52,6	81,0	54,5	49,2
	Prairial 2°	71,6	66,9	65,4	58,1	62,5	61,7	73,0	61,7	60,6	84,7	57,0	59,3
	Luciole 1°	82,0	69,5	81,4				76,4	62,4	65,2	96,9	57,3	64,4
	Luciole 2°	75,8	63,2	77,3				72,2	55,5	65,8	103,6	53,1	69,6
	Luciole 3°	73,1	63,7	80,7	74,0	61,5	73,2	71,5	59,0	70,8			
	Europe 1°	80,8	67,3	76,8				92,5	61,3	67,6	105,5	54,3	71,6
	Europe 2°	75,8	68,5	81,0				72,4	58,5	72,9			
	Sordan 1°	54,4	70,5	71,6				54,0	62,9	64,8	73,7	58,1	60,6
	Sordan 2°	63,4	73,0	78,0				58,7	66,9	69,6			

Barenza } Ray-grass d'Italie
 Tétrone }
 Ludion }
 Manade }
 Prairial : Dactyle
 Sordan : Sorgho
 Du Puits }
 Europe }
 Luciole } Luzerne

(1) Les quantités sont données en g de M.S. par kg de poids métabolique (P.O.75).

(2) Fourrage déshydraté dans de mauvaises conditions (exposition trop prolongée à une température élevée).

TABLEAU XXXIV

**VARIATION DE LA QUANTITE DE MATIERE ORGANIQUE
DIGESTIBLE INGEREE**

<i>Nature du fourrage</i>	<i>Vert</i>	<i>Déshydraté long</i>	<i>Déshydraté comprimé</i>	<i>Déshydraté compacté</i>
Graminée	37,1 —	33,0 — 11 %	38,8 + 5 %	42,6 + 15 %
Luzerne	45,2 —	39,2 — 13 %	41,1 — 9 %	49,8 + 10 %

Les pourcentages sont exprimés par rapport au vert.

**UTILISATION DES FOURRAGES DESHYDRATES
COMPRIMES PAR LES VACHES LAITIERES**

(L. HUGUET, A. MOURGUET)

En 1968, deux lots de douze vaches laitières comparables nous ont permis de faire une étude analytique. Les fourrages suivants ont été testés successivement par périodes de vingt à trente jours.

	Féтуque élevée	Ray-grass d'Italie	Blé + Luzerne	
Féтуque élevée Manade +	Manade	Tétrone	Capelle	Luciole
Ray-grass d'Italie Barenza	Ray-grass d'Italie	Luzerne	Dactyle	
	Barenza	Luciole	Prairial	
				Sorgho Luzerne
				Sordan Du Puits

Les productions laitières enregistrées ainsi que les niveaux de consommation des différents fourrages sont présentés dans le tableau XXXV. (Il convient de tenir compte de l'évolution normale de la lactation.)

Les principales observations à retenir sont les suivantes (1) :

— les courbes de production laitière des vaches ont une persistance normale ;

TABLEAU XXXV

PRODUCTIONS LAITIÈRES ET NIVEAUX DE CONSOMMATION

LOT N° 1			LOT N° 2		
<i>Nature du fourrage étudié</i>	<i>Quantité consommée en kg M.S./100 kg de poids vif</i>	<i>Production laitière moyenne par jour en kg de lait à 4 % M.G.</i>	<i>Production laitière moyenne par jour en kg de lait à 4 % M.G.</i>	<i>Quantité consommée en kg M.S./100 kg de poids vif</i>	<i>Nature du fourrage étudié</i>
Barenza + Manade		15,9	15,7		Barenza + Manade
Manade	2,04	14,9	14,9	2,25	Barenza
Tétrone	2,42	13,1	14,4	2,50	Luciole
Capelle					
+ Luciole	2,65	11,4	11,7	1,93	Prairial
Sordan	2,00	11,4	11,5	1,98	Sordan
Du Puits	2,33	11,0	11,0	2,25	Du Puits

Ces productions ont été obtenues avec peu d'aliment concentré (0,5 kg à 1 kg par vache et par jour, en moyenne).

- les variations de production enregistrées sur les différents fourrages sont analogues à celles observées lors de l'utilisation en frais ; par exemple baisse de production laitière sur dactyle, mais augmentation du taux butyreux ;
- d'un point de vue niveau de consommation, les luzernes sont ingérées en plus grande quantité que les graminées : 2,5 kg de M.S./100 kg de poids vif pour les luzernes, 2,33 pour le ray-grass d'Italie, 2,00 pour la fétuque élevée, le dactyle et le sorgho. Ces niveaux d'ingestion de fourrage permettent de réduire notablement la ration de concentré ;
- le comportement des animaux a été normal, ils font pratiquement deux repas par jour comme dans l'affouragement en vert, cependant nous avons constaté quelques engorgements du feuillet sans gravité, surtout avec le ray-grass d'Italie ;
- l'état sanitaire et l'état d'entretien des animaux ont été excellents ; il faut noter que pendant la séquence où les animaux ont consommé du dactyle Prairial, toutes les vaches de ce lot ont pris du poids. 243

Les résultats satisfaisants de cette étude préliminaire nous permettront à partir de 1969 d'étudier avec des lots de vaches comparables deux régimes à base de fourrages déshydratés comprimés, constitués avec les fourrages de deux systèmes de production végétale.

La déshydratation et le conditionnement des fourrages semblent donc être des techniques très séduisantes, permettant d'utiliser, dans de bonnes conditions, une production fourragère intensifiée (mécanisation intégrale, pertes quantitatives et qualitatives limitées...) mais il est indispensable de considérer le point de vue économique. Le laboratoire de Grignon utilisera nos données pour cette étude ; une analyse des coûts élémentaires a été tentée (3).

Conclusion.

L'un des problèmes clés de l'élevage, première industrie nationale, est l'alimentation. Celle-ci, selon les étapes successives d'évolution générale, peut être réalisée par la pâture, par l'affouragement en vert mécanisé (tous deux accompagnés de conserve hivernale et d'appoint), par la conserve intégrale. Façon de produire et mode d'utilisation sont dépendants. Aussi, en fonction des progrès possibles de production (16), il convient de prévoir d'un point de vue technique comment les divers systèmes de production et d'utilisation, imaginables actuellement, peuvent être intégrés à court et plus ou moins long terme selon la vocation agricole des diverses régions (12), (13), (15), (17), (18). En retour, les recherches à effectuer seront définies.

La déshydratation et le conditionnement du fourrage déshydraté qui en est part intégrante, est l'un des éléments moteurs, déterminants de la production fourragère. Les problèmes liés à la définition de chaînes de production adaptées et à l'utilisation des agglomérés pour les ruminants doivent être résolus rapidement.

Certains équipements en matériel de recherche ont pu être acquis grâce à l'aide de la Fondation des Amis de Xavier-BERNARD ; la Station lui en est reconnaissante.

PUBLICATIONS :

- (1) ATEKWANA J. (1969) : « Agglomération des fourrages déshydratés et utilisation par les vaches laitières ». Mémoire de stage, 3^e année, E.N.S.A., Grignon.
- (2) BERTIN G., GUY P. et HUGUET L. (1968) : « Culture et utilisation de la luzerne ». *Revue Agricole de France*, n° 72, p. 7-15.

- (3) BOURGOIN B. (1969) : « Déshydratation à basse température et conditionnement des fourrages : aspects techniques et économiques ». *Mémoire de stage*, 3^e année, E.N.S.A., Grignon.
- (4) CROISIER L. et DEMARLY Y. (1968) : « Action de la dent, du piétinement et des déjections sur la production d'un dactyle ». *Fourrages*, 35, 39-50.
- (5) DEMARLY Y. (1965) : « Les problèmes de la prairie dans le Centre-Ouest ». A.N.P.E.A. Ronéo.
- (6) HUGUET L., DEMARLY Y. et JACQUARD P. (1966) : « Management of dairy cows for qualitative evaluation of forage production ». Proc. IXth Int. Grassld Cong., 475-8.
- (7) HUGUET L. et JACQUARD P. (1967) : « Déshydratation et chaîne d'affouragement ». *Assolements fourragers en Bretagne*, A.B.P.F., p. 15.
- (8) HUGUET L., MOURGUET A. et TRAINEAU R. (1969) : « Affouragement mécanisé en vert et pâturage rationné pour les vaches laitières ». *Fourrages*, 37, p. 1-27.
- (9) HUGUET L. (1969) : « Calendrier de production et techniques d'exploitation de la prairie ». *L'herbe et les bovins*. Ministère de l'Agriculture.
- (10) HUGUET L., JACQUARD P. et MOURGUET A. (1969) : « Valeur comparée de différentes productions fourragères au moyen de la production laitière ». *Ann. Amél. Pl.*, (à l'impression).
- (11) JACQUARD P. et BERTIN G. (1966) : « Production fourragère et contraintes agronomiques : caractéristiques de quelques types de culture ». *Revue élevage*, 40, numéro spécial, 11-26.
- (12) JACQUARD P. (1967) : « Les systèmes de production fourragère, présent et avenir ». Journées d'information, I.T.C.F., 89-106.
- (13) JACQUARD P. (1966) : « Perspectives d'évolution des systèmes de production fourragère ». Ronéo, 31 p.
- (14) LE MEUR Y. (1968) : « Influence de la technique de conservation de divers fourrages sur le niveau de consommation et l'utilisation digestive chez le mouton ». *Mémoire de fin d'études*, I.T.P.A.
- (15) LE POGAM J. (1967) : « Comparaison des niveaux de consommation et de l'utilisation digestive de trois fourrages conservés de différentes manières. Etude de l'orientation des fermentations dans le rumen ». *Mémoire de fin d'études*, I.T.P.A.
- (16) MANSAT P. (1965) : « Production des fourrages ». *La viande de bœuf*, étude S.E.I., n° 26.
- (17) MANSAT P. (1968) : « Etat actuel des techniques de la production fourragère ». *Fourrages*, 33, p. 8-21.

- (18) MANSAT P. (1968) : « La production fourragère, ses possibilités, ses perspectives ». F.N.C.E.T.A., *Vers l'entreprise agricole de 1975*, étude n° 1344.
- (19) MANSAT P. (1968) : « Les fourrages à déshydrater : la prairie temporaire ». *Fourrages*, 36, p. 107-116.
- (20) RAZAKABOANA F. (1968) : « Production et utilisation des fourrages : les aspects du chargement ». Mémoire de stage de fin d'études, E.N.S.A., Grignon.
- (21) ROBION C. (1966) : « Influence de la technique de conservation de divers fourrages sur leur consommation, leur utilisation digestive et l'orientation des fermentations dans le rumen chez le mouton ». Mémoire de fin d'études, I.T.P.A.
- (22) ROUX M. (1969) : « Influence de la technique de conservation des fourrages sur leur consommation et leur digestibilité chez le mouton ». Mémoire d'étude, E.N.S.S.A.A, Dijon, I.E.A., 2° année.
- (23) SEGALIN F. (1965) : « Comparaison de différentes méthodes de correction des données laitières brutes pour l'évaluation de la variation de production des pâturages ». Mémoire de stage, 3° année, E.N.S.A., Grignon.
- (24) VINCENT J.-N. (1969) : « Influence du conditionnement et de la nature du fourrage déshydraté sur le niveau d'ingestion et la digestibilité ». Mémoire de fin d'études. I.T.P.A.
- (25) WYCKAERT S. (1966) : « Quelques aspects de l'utilisation de la production fourragère ». Stage de fin d'études, I.S.A., Lille.