

VALEUR ALIMENTAIRE DES LÉGUMINEUSES (LUZERNE ET TRÈFLE VIOLET) EN VERT ET MODIFICATIONS ENTRAÎNÉES PAR LES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE CONSERVATION

IL EXISTE DES DIFFÉRENCES RELATIVEMENT SYSTÉMATIQUES DE COMPOSITION MORPHOLOGIQUE ET DE COMPOSITION CHIMIQUE ENTRE LES LÉGUMINEUSES ET les graminées. Il en résulte des différences dans la digestibilité, la valeur nutritive, l'ingestibilité et l'aptitude à la conservation des plantes de ces deux familles. Cependant il existe aussi des différences importantes entre les espèces à l'intérieur d'une même famille. Une revue détaillée de ces différences a déjà été effectuée par DEMARQUILLY et JARRIGE (1973).

Composition morphologique et chimique

La composition morphologique des légumineuses évolue moins que celle des graminées avec le stade ou l'âge au cours du premier cycle de végétation ou avec le numéro du cycle. Quels que soient l'âge ou le numéro du cycle, les légumineuses contiennent toujours des feuilles et des tiges alors que les graminées sont exclusivement feuillues au début du premier cycle de végétation et lors des cycles de repousses pour la majorité des espèces, du moins quand les ébauches d'épis de la première pousse de

TABLEAU I
POURCENTAGE DE FEUILLES (LÉGUMINEUSES)
ET DE LIMBES (GRAMINÉES)
DES PLANTES FOURRAGÈRES A DIFFÉRENTS STADES DE CROISSANCE
(d'après Demarquilly et Weiss, 1970)

Espèces	1er cycle		2ème cycle		3ème cycle	
	Début	Floraison	1 mois	2 mois	1 mois	2 mois
Luzerne	65	30	50	35	55	45
Trèfle violet	70	35	70	40	85	65
Dactyle - ray-grass anglais - fétuque	80	25 - 30	70 - 80	70 - 80	80 - 85	80 - 85
Ray-grass italien	75	20	40	20	65	55
Fléole	75	25	60	50		65

printemps ont été éliminées soit par le pâturage, soit par la fauche. En revanche, en fin de premier cycle, les légumineuses, notamment le trèfle violet, restent plus feuillues que les graminées (tableau I).

A âge ou stade équivalent, les légumineuses sont plus riches en azote, en acides organiques (FAUCONNEAU et JARRIGE, 1954), en calcium, en carotène et sont généralement plus pauvres en sucres et en glucides solubles (JARRIGE 1954) parce qu'elles ne contiennent pas de fructosanes. La proportion de leur azote sous forme non protéique est plus importante, notamment dans les tiges (jusqu'à 40 % de l'azote des tiges de luzerne est sous forme non protéique), avec une prédominance de l'asparagine alors que la glutamine est l'amide le plus important de l'azote non protéique des graminées.

Étant plus riches en contenu cellulaire, les légumineuses sont inversement plus pauvres en constituants pariétaux et ceux-ci contiennent moins

Valeur alimentaire

TABLEAU II
VARIATIONS DES TENEURS EN MATIÈRES AZOTÉES,
EN CELLULOSE BRUTE ET EN CONSTITUANTS PARIÉTAUX
(HÉMICELLULOSES + CELLULOSE + LIGNINE) DE DEUX LÉGUMINEUSES
ET DE TROIS GRAMINÉES
(d'après Jarrige, 1963) (en p. 100 de la matière sèche)

Espèces	Matières azotées		Cellulose brute		Constituants pariétaux	
	Feuilles (limbes)	Tiges (tiges + gaines)	Feuilles (limbes)	Tiges (tiges + gaines)	Feuilles (limbes)	Tiges (tiges + gaines)
Luzerne	30 à 25	25 à 10	12 à 14	25 à 45	18 à 24	35 à 58
Trèfle violet	25 à 20	20 à 10	10 à 12	20 à 38	19 à 22	31 à 48
Dactyle, ray-grass anglais, fêtuque	25 - 30 à 10 - 15	15 à 5	15 à 27	25 à 35	28 à 50	35 à 62

d'hémicelluloses, notamment de xylanes, que les graminées mais plus de lignine (JARRIGE, 1963), de substances pectiques et d'acides uroniques.

La composition des feuilles de légumineuses, du moins tant que celles-ci sont vertes et actives, reste pratiquement constante. Elle est caractérisée par une teneur élevée en contenu cellulaire et en matières azotées (25-30 % de la M.S.) et une teneur faible en constituants pariétaux (tableau II). La teneur en constituants pariétaux des limbes de graminées est plus élevée et augmente avec l'âge de la plante. Il en résulte que la digestibilité des feuilles de légumineuses est élevée et pratiquement constante alors que celle des limbes de graminées diminue de 0,002 à 0,003 unité/jour (DEMARQUILLY et CHENOST, 1969).

La teneur en constituants pariétaux des tiges (cf. tableau II) et leur degré de lignification augmente dans les plantes des deux familles. Aussi, la digestibilité des tiges diminue avec l'âge, d'environ 0,006 unité/jour chez les légumineuses et de 0,003 à 0,007 unité selon les espèces chez les graminées. A même stade, les tiges de luzerne sont moins digestibles que

celles de trèfle violet, parce que plus riches en constituants pariétaux, et que celles de graminées parce que plus riches en lignine (cf. pour plus de détails DEMARQUILLY et JARRIGE, 1978).

Enfin, les feuilles et, à un degré moindre, les tiges de légumineuses sont plus rapidement digérées que les limbes et surtout que les tiges de graminées (cf. figure 1). La raison en est que les légumineuses sont plus pauvres en constituants pariétaux, ceux-ci étant par ailleurs plus rapidement digérés (VAN SOEST, 1965 ; CHENOST et al., 1970) que ceux des graminées. En effet, si leur lignification est plus importante, ce qui les rend moins digestibles que ceux des graminées, elle est beaucoup moins diffuse (VAN SOEST, 1964) et freine donc moins l'attaque microbienne. Il en résulte que l'ingestibilité des légumineuses est plus élevée que celle des graminées.

Valeur nutritive, ingestibilité et stade de récolte optimum de la plante sur pied

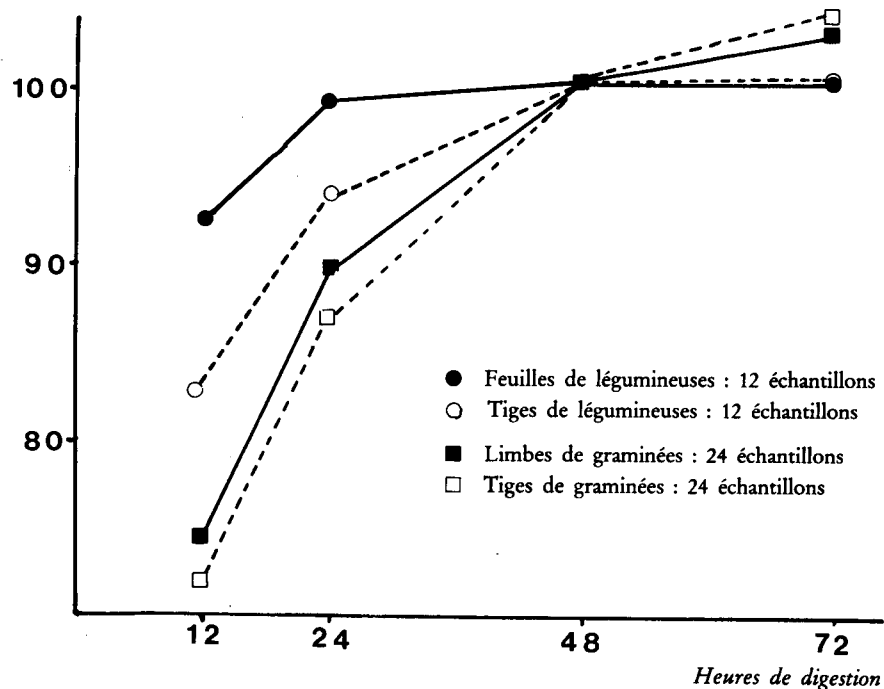
— Valeur nutritive

L'augmentation de la proportion de tiges avec l'âge et la diminution de la digestibilité de ces tiges (ainsi que celle des limbes dans le cas des graminées) par suite de l'augmentation de leurs teneurs en constituants pariétaux entraînent une diminution de la digestibilité de la plante entière.

Au cours du premier cycle cette diminution est de l'ordre de 0,004 unité/jour chez la luzerne et le trèfle violet, soit du même ordre de grandeur que chez les graminées à partir de la fin montaison mais elle est linéaire chez les légumineuses alors qu'elle est curvilinéaire chez la majorité des graminées dont la digestibilité diminue plus lentement en début de cycle.

Lors des cycles de repousses, cette diminution est moins rapide, d'autant plus que le numéro du cycle augmente, mais elle reste supérieure à celle des graminées, du moins de celles qui ne contiennent pas de tiges (repousses uniquement feuillues). En outre, à âge égal, la digestibilité des repousses de légumineuses (comme d'ailleurs celles de ray-grass italien)

FIGURE 1
COMPARAISON DES VITESSES MOYENNES DE DIGESTION DES FEUILLES
ET DES TIGES DE LÉGUMINEUSES ET DE GRAMINÉES



augmente du 2^e au 4^e cycle parce que les plantes sont de plus en plus feuillues. Signalons aussi qu'à âge égal, la digestibilité des repousses de deuxième cycle est un peu plus élevée quand elles correspondent à un premier cycle exploité à un stade précoce.

Nous avons rapporté au tableau III l'éventail des teneurs en matières azotées et des digestibilités rencontrées au premier cycle de végétation entre 185

TABLEAU III
VARIATIONS DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DE LA LUZERNE,
DU TRÈFLE ET DE QUELQUES GRAMINÉES
AU COURS DES 1^{er}, 2^e ET 3^e CYCLES DE VÉGÉTATION
(d'après Demarquilly et Weiss, 1970 et Andrieu, Demarquilly, Litré, 1981)

Numéro du cycle	1er cycle		2ème cycle		3ème cycle	
	Début	Floraison	35 jours	60 jours	40 jours	60 jours
MAT (P, Ca) (en g/kg de M.S.)						
Luzerne	26(4,5-17,0)	18(2,5-17,0)	22(3,0-16,0)	19(ND ¹)	24(3,0-18,5)	21 (ND ¹)
Trèfle violet	23(4,0-14,0)	16(2,5-13,0)	24(3,0-14,0)	18 "	23(3,0-14,0)	21 "
Dactyle	23(4,0- 4,0)	14(2,0- 2,5)	23(3,0- 5,0)	14 "	20(3,5- 6,5)	15 "
Ray-grass italien	18(3,5- 5,0)	7(2,5- 4,5)	17(3,5- 5,0)	10 "	16(3,5- 5,0)	11 "
Prairie naturelle	18(4,0- 7,0)	9(2,5- 5,5)	18(3,5- 7,5)	12 "	20(4,0- 6,5)	18 "
dMO (UFL)						
Luzerne	0,78 (0,99)	0,60 (0,67)			0,66 (0,79)	0,62 (0,71)
Trèfle violet	0,82 (1,02)	0,64 (0,73)	0,76 (0,93)	0,66 (0,76)	← 0,74 (0,87) →	
Dactyle	0,78 (0,96)	0,58 (0,61)	0,72 (0,84)	0,68 (0,77)	0,71 (0,82)	0,68 (0,77)
Ray-grass italien	0,81 (1,00)	0,64 (0,70)	0,71 (0,83)	0,61 (0,66)	← 0,73 (0,88) →	
Prairie naturelle	0,79 (1,01)	0,54 (0,59)	0,74 (0,92)	0,70 (0,84)	0,75 (0,93)	0,73 (0,89)
Ingestibilité (g/kg P^{0.75}) (UEB)						
Luzerne	85 (0,93)	73 (1,02)	80 (0,97)	74 (1,01)	← 77 (0,99) →	
Trèfle violet	85 (0,93)	72 (1,02)	88 (0,92)	84 (0,94)	← 75 (1,00) →	
Dactyle	89 (0,91)	53 (1,19)	82 (0,95)	75 (1,00)	← 76 (0,99) →	
Ray-grass italien	86 (0,93)	58 (1,14)	73 (1,02)	64 (1,09)	← 79 (0,97) →	
Prairie naturelle	85 (0,93)	47 (1,28)	82 (0,95)	73 (1,02)	79 (0,97)	68 (1,05)

(1) Non déterminé mais les teneurs en minéraux diminuent avec l'âge beaucoup moins qu'au premier cycle de végétation.

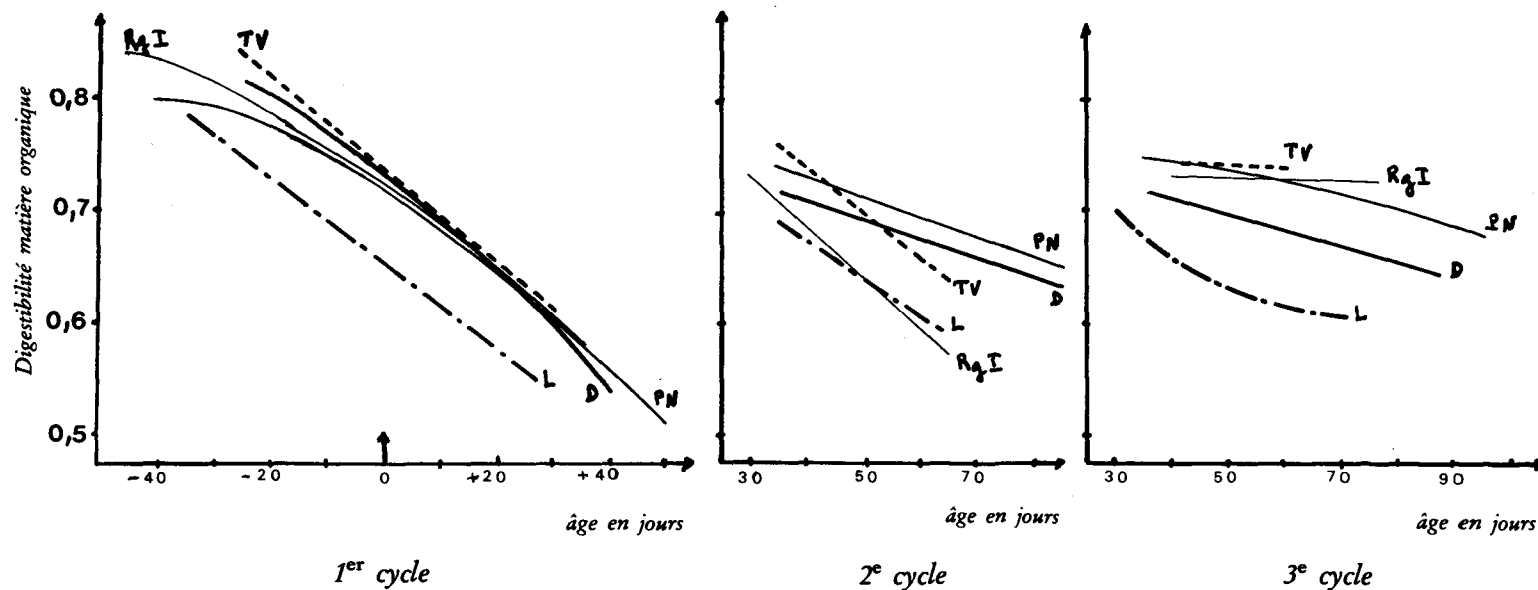
l'équivalent du stade pâture (1,5 à 2,5 tonnes de matière sèche à l'hectare) et la floraison et aux deuxième et troisième cycle de végétation entre les âges de 35 ou 40 et 60 jours de repousses pour la luzerne et le trèfle violet. Pour pouvoir comparer, nous avons également fait figurer les valeurs correspondantes pour deux des graminées les plus cultivées (le ray-grass italien, espèce remontante, à épis ; le dactyle, espèce non remontante) et la prairie naturelle dont la digestibilité est assez représentative de celle qu'ont, en moyenne, les diverses graminées. Une illustration en est donnée dans la figure 2. On constate que le trèfle violet a une digestibilité comparable et même légèrement supérieure à celle observée en moyenne pour les graminées, alors que la digestibilité de la luzerne est nettement inférieure. Cette différence importante entre trèfle violet et luzerne résulte essentiellement du fait qu'à même stade la luzerne est moins riche en feuilles (tableau I) et a des tiges plus riches en constituants pariétaux (tableau II).

Nous n'insisterons pas sur le fait que la valeur azotée des légumineuses, qu'elle soit exprimée en Matières Azotées Digestibles ou en Protéines Directement Ingestibles, est plus élevée que celle des graminées. Cela est bien connu et découle de leur teneur plus élevée en matières azotées. D'ailleurs à même teneur en matières azotées, les légumineuses ont pratiquement la même teneur en M.A.D. que les graminées et des teneurs en P.D.I. légèrement supérieures par suite d'une digestibilité réelle de leurs matières azotées un peu plus élevée (DEMARQUILLY, GRENET, ANDRIEU, 1981). C'est cette valeur azotée plus élevée qui doit être la cause principale des gains de poids vif plus élevés observés par différents auteurs (cf. revue de THOMSON, 1977) chez des animaux recevant des légumineuses par comparaison à des graminées apportant la même quantité de matière organique digestible. Cependant, la meilleure utilisation de l'énergie métabolisable pour l'engraissement (k_f) observée avec certaines légumineuses (trèfle blanc) peut, peut-être, résulter aussi d'une production accrue d'acides gras volatils dans le rumen et d'un passage plus rapide dans l'intestin grêle dont les produits terminaux de la digestion sont utilisés avec plus d'efficacité que ceux du rumen (RATTRAY et JOYCE, 1974).

— Ingestibilité

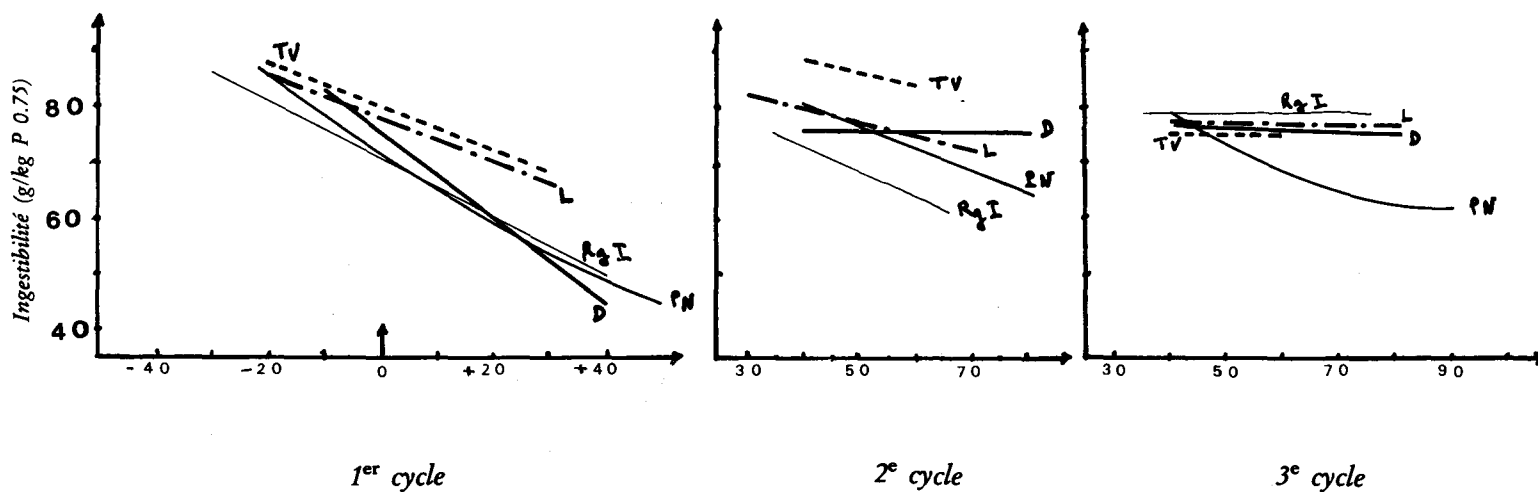
FIGURE 2

ÉVOLUTION AVEC LE STADE OU L'ÂGE DE LA DIGESTIBILITÉ
DE LA LUZERNE, DU TRÈFLE VIOLET ET DE QUELQUES GRAMINÉES
AU COURS DES 1^{er}, 2^e ET 3^e CYCLES DE VÉGÉTATION



(au premier cycle la flèche indique le début de l'épiaison des graminées
et le stade « boutons floraux » des légumineuses)

FIGURE 3
ÉVOLUTION AVEC LE STADE OU L'ÂGE DE L'INGESTIBILITÉ
DE LA LUZERNE, DU TRÈFLE VIOLET ET DE QUELQUES GRAMINÉES
AU COURS DES 1^{er}, 2^e ET 3^e CYCLES DE VÉGÉTATION



(au premier cycle la flèche indique le début de l'épiaison des graminées
et le stade « boutons floraux » des légumineuses)

Elle diminue constamment avec l'âge, notamment au cours du premier cycle de végétation par suite de la diminution de la vitesse de digestion dans le rumen entraînée par l'augmentation de la teneur en constituants pariétaux et de la lignification de ces derniers (JARRIGE, DEMARQUILLY et DULPHY, 1973).

Il y a donc une liaison étroite entre l'ingestibilité et la digestibilité mais l'ingestibilité des légumineuses diminue beaucoup moins vite (deux fois moins vite) que celle des graminées avec la digestibilité.

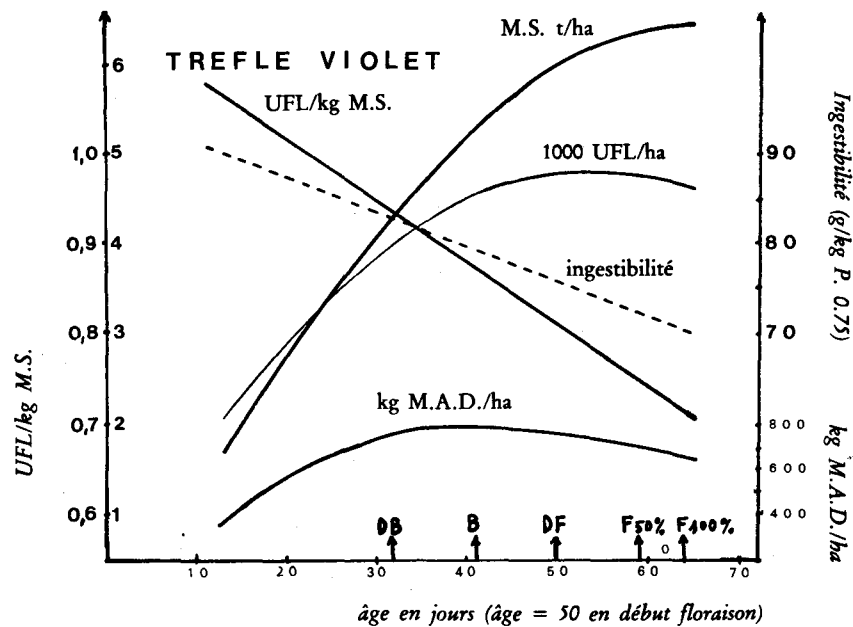
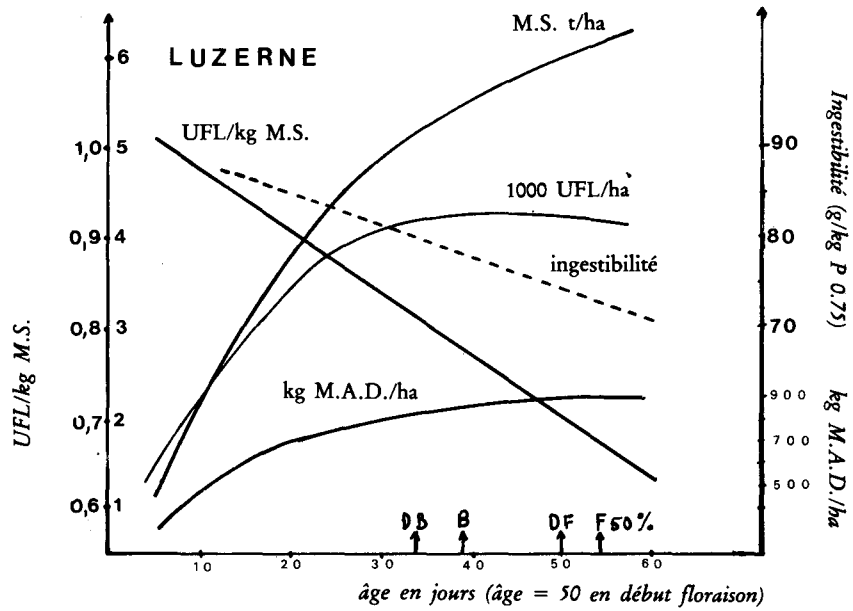
A même digestibilité, les légumineuses sont ingérées en plus grande quantité que les graminées (de 20 à 40 p. 100 en moyenne), les différences étant d'autant plus importantes que les comparaisons sont faites par des fourrages de faible digestibilité, c'est-à-dire en fin de premier cycle. Cette ingestibilité plus élevée des légumineuses résulte, nous l'avons vu précédemment, de leur vitesse de digestion plus rapide dans le rumen. Cela est illustré par les données du tableau III et par la figure 3.

— *Stade optimum de récolte*

Nous avons rapporté à la figure 4 l'évolution au cours du premier cycle de la valeur énergétique et de l'ingestibilité de la luzerne et du trèfle violet et des quantités récoltées à l'hectare que nous avons observée en moyenne dans nos essais. La production par hectare d'U.F.L. ou de M.A.D. atteint son maximum dès le stade « boutons floraux ». C'est donc à ce stade qu'il convient de récolter et même un peu plus tôt (stade « début bourgeonnement ») pour la luzerne et non au stade « début floraison » si on veut récolter un fourrage énergétique (0,80 U.F.L. pour la luzerne, 0,87 U.F.L. pour le trèfle violet) tout en tirant déjà le maximum d'éléments nutritifs à l'hectare. Une récolte à ce stade permet en outre un meilleur équilibre entre la production du premier cycle et celle du deuxième cycle.

En revanche, la valeur énergétique des repousses diminuant moins vite avec l'âge, celles-ci pourront être récoltées en tout début floraison pour assurer une pérennité suffisante de la plante.

FIGURE 4
PREMIER CYCLE DE VÉGÉTATION DE LA LUZERNE
ET DU TRÈFLE VIOLET :
ÉVOLUTION DE LA VALEUR ÉNERGÉTIQUE (UFL/kg M.S.),
DE L'INGESTIBILITÉ ET DES QUANTITÉS DE MATIÈRE SÈCHE
ET D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS RÉCOLTÉS A L'HECTARE



Modifications entraînées par la récolte et la conservation

La digestibilité et l'ingestibilité d'un fourrage conservé dépendent, en premier lieu, de celles du fourrage vert au moment de la fauche. Cependant les modifications subies par le fourrage lors de la récolte et de la conservation diminuent la digestibilité de façon très variable (de 0 à 0,15 unité, correspondant à une diminution de la valeur énergétique variant de 0 à 0,30 U.F./kg M.S.) et l'ingestibilité de façon plus variable encore (de 0 à plus de 40 %).

— Déshydratation

A condition d'être effectuée dans des appareils bien réglés (température des gaz à la sortie inférieure à 120°C) la déshydratation ne modifie pas la digestibilité et l'ingestibilité des graminées. En revanche, elle diminue un peu la digestibilité (de 0,03 unité environ) et l'ingestibilité (de 10 % environ) des légumineuses par suite de la vitesse de dessiccation très différente de leurs feuilles et de leurs tiges. Pour sécher suffisamment les tiges il faut sécher un peu trop les feuilles (DEMARQUILLY, 1970).

En revanche, les légumineuses supportent le conditionnement (broyage et agglomération) qui suit la déshydratation beaucoup mieux que les graminées. La réduction du fourrage en fines particules entraîne en effet une diminution de son temps de séjour dans le rumen et, par là, une diminution de sa digestibilité. La diminution de digestibilité est cependant beaucoup moins importante chez les légumineuses car, se digérant plus rapidement, elles sont moins sensibles que les graminées à l'accélération du transit digestif. Leur valeur énergétique pour la production laitière n'est pas modifiée par le broyage et celle pour la production de viande est même augmentée alors que la valeur énergétique des graminées est plus ou moins diminuée (JARRIGE et al., 1973 ; VERMOREL, BOUVIER et DEMARQUILLY, 1974).

Enfin, bien que le broyage et l'agglomération diminuent considérablement les différences d'ingestibilité entre fourrages, les légumineuses restent ingérées en plus grande quantité que les graminées après conditionnement. Elles sont donc mieux adaptées à la déshydratation et au conditionnement que les graminées indépendamment du fait qu'elles sont plus riches en

— *Fenaison*

La fenaison entraîne une diminution très variable de la digestibilité de la matière organique des fourrages (de 0 à 0,16 unité dans nos essais). Pour les foins entièrement séchés au sol en andain, la diminution est plus importante pour les légumineuses, notamment pour le trèfle violet qui est un des fourrages les plus difficiles à faner ; respectivement — 0,055 ; — 0,078 et — 0,106 pour les graminées, la luzerne et le trèfle violet parce que les pertes en feuilles durant la fenaison sont beaucoup plus grandes pour les légumineuses. Les feuilles de légumineuses se dessèchent en effet plus rapidement que les tiges et deviennent très fragiles dès que la teneur en matière sèche de la plante entière dépasse 60 %. Cela explique que la ventilation en grange, qui permet de manipuler des fourrages plus humides (35 à 50 % contre 15 à 25 % d'humidité) entraîne une diminution de digestibilité plus faible, notamment dans le cas des légumineuses, et moins variable d'un type de plante à l'autre : respectivement en moyenne 0,042 ; 0,036 et 0,066 unité pour les graminées, la luzerne et le trèfle violet. Les diminutions sont représentées graphiquement à la figure 5. On constate que la diminution est à peu près identique d'une part pour la luzerne ventilée et les graminées ventilées ou fanées au sol par beau temps, d'autre part pour la luzerne fanée au sol (toutes conditions climatiques confondues) et les graminées fanées au sol par temps de pluie et restées plus de 10 jours au sol. Elle est de même à peu près identique d'une part pour le trèfle violet ventilé et les graminées fanées au sol par temps de pluie et restées moins de 10 jours au sol, alors qu'elle est plus élevée pour le trèfle fané au sol (toutes conditions climatiques confondues) que pour les graminées fanées au sol par temps de pluie et restées plus de 10 jours au sol (ANDRIEU et al., 1981).

La fenaison entraîne aussi une diminution de l'ingestibilité du fourrage. Cette diminution est en moyenne plus élevée pour les foins séchés entièrement au sol que pour les foins ventilés mais est du même ordre de grandeur pour les graminées et les légumineuses : respectivement pour les foins fanés au sol — 22,5 ; — 26,4 et — 15,4 % et pour les foins ventilés — 11,6 ; — 14,8 et — 12,4 % pour les graminées, la luzerne et le trèfle violet (cf. figure 6). Il en résulte qu'après la fenaison, on retrouve les mêmes différences d'ingestibilité, à digestibilité égale, entre les légumineuses et les graminées (DEMARQUILLY, ANDRIEU et WEISS.

FIGURE 5

DIMINUTION DE DIGESTIBILITÉ
ENTRAÎNÉE PAR LA FENAISON

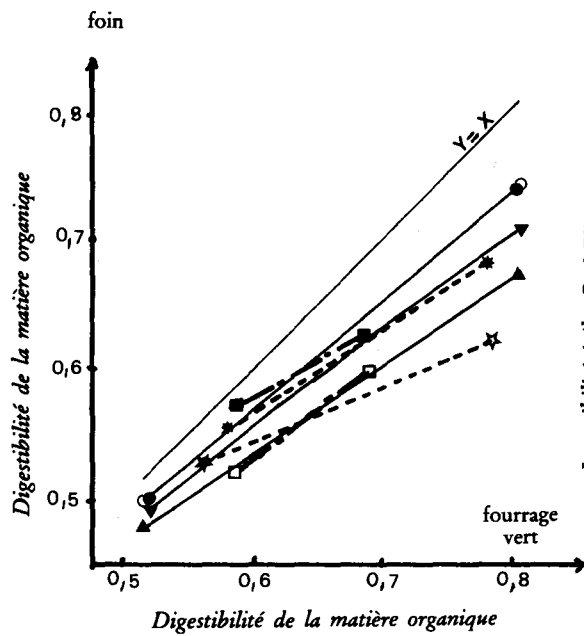
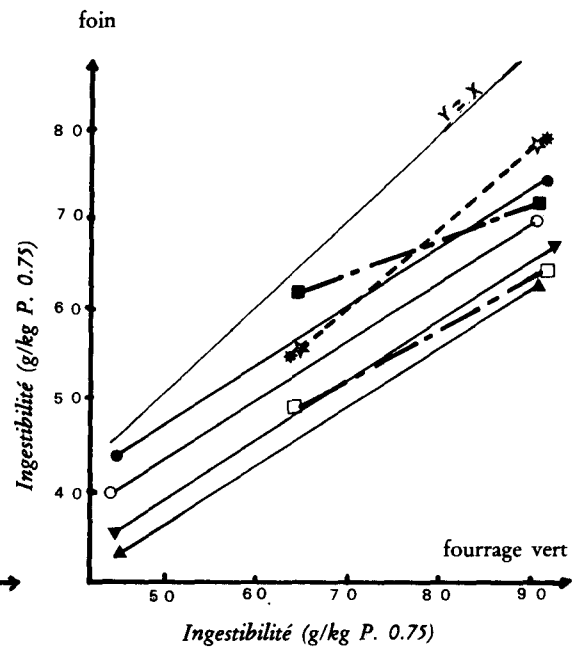


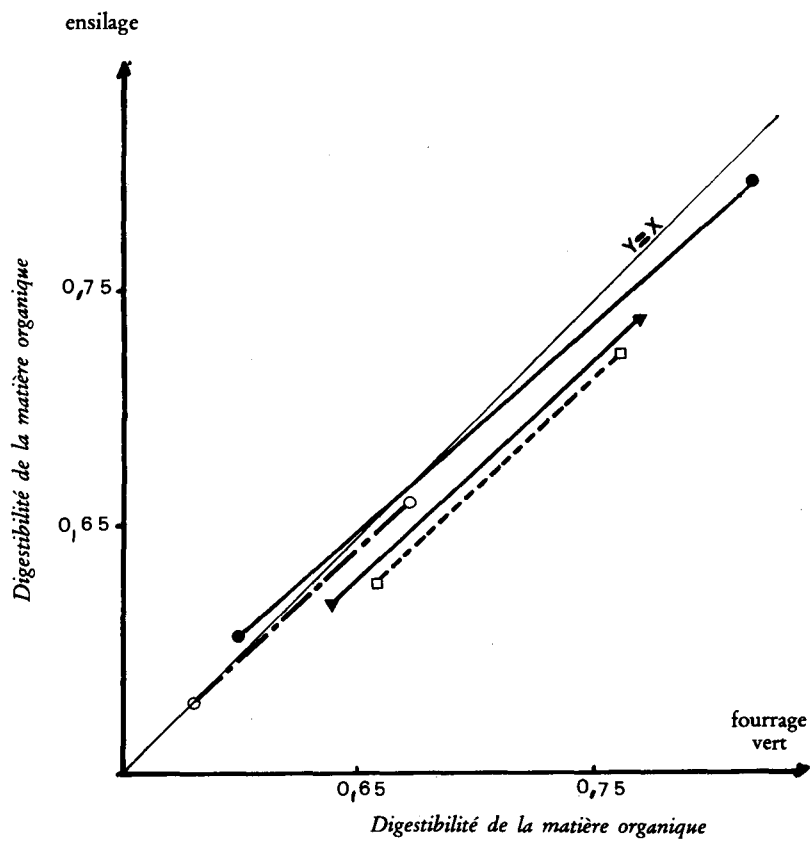
FIGURE 6

DIMINUTION D'INGESTIBILITÉ
ENTRAÎNÉE PAR LA FENAISON



- Graminées ventilées
- Graminées fanées au sol par beau temps
- ▼ Graminées fanées au sol par temps de pluie et étant restées moins de 10 jours au sol
- ▲ Graminées fanées au sol par temps de pluie et restées plus de 10 jours au sol
- Luzernes ventilées
- Luzernes fanées au sol (toutes conditions climatiques)
- * Trèfles violets ventilés
- ☆ Trèfles violets fanés au sol (toutes conditions climatiques)

FIGURE 7
 DIMINUTION DE DIGESTIBILITÉ DE LA MATIÈRE ORGANIQUE
 ENTRAÎNÉE PAR L'ENSILAGE



*Valeur alimentaire
 de la luzerne et du trèfle*

- ensilages directs de graminées
- ▼ ensilages préfanés de graminées
- ensilages directs de luzerne
- ensilages directs de trèfle violet

— *Ensilage*

Les ensilages préparés dans de bonnes conditions (silos étanches, hachage fin, remplissage rapide, absence de terre...) ont une digestibilité de la matière organique pratiquement identique à celle du fourrage vert de départ (cf. figure 7), exception faite des ensilages très mal conservés et de ceux préparés à partir de fourrages très humides par suite de la perte dans les jus de constituants solubles très digestibles. Les diminutions éventuelles de digestibilité entraînées par l'ensilage en coupe directe (comme c'est le cas pour le trèfle violet : — 0,04 unité en moyenne, cf. figure 7) traduisant donc des différences de teneur en matière sèche entre plantes et non des différences liées à la famille botanique. Quant aux faibles diminutions de digestibilité entraînées par l'ensilage préfané (de 0,02 à 0,04 unité selon l'intensité et les conditions du préfanage), elles correspondent aux pertes par respiration lors du préfanage et non aux pertes liées aux fermentations dans le silo et sont, elles aussi, indépendantes de la famille botanique. En revanche, l'ensilage peut entraîner une diminution importante de la valeur azotée réelle et de l'ingestibilité du fourrage.

L'ingestibilité des ensilages est d'autant plus proche de celle des fourrages sur pied que les fourrages sont hachés finement et que les ensilages sont moins fermentés et contiennent notamment moins d'ammoniac et d'acides gras volatils (acides acétique, propionique, butyrique...). Il est nécessaire pour cela que la fermentation lactique démarre rapidement et soit suffisante pour inhiber, par l'abaissement du pH qu'elle entraîne, les autres fermentations, notamment les fermentations butyriques. On peut considérer qu'un ensilage en coupe directe haché finement et contenant de l'ordre de 5 % de son azote sous forme ammoniacale et moins de 20-25 g d'acides gras volatils par kg de matière sèche a une ingestibilité pour le bovin comprise entre 92 et 100 %, selon sa teneur en matière sèche et celle du fourrage vert de départ. En revanche, l'ingestibilité d'un ensilage haché grossièrement et de qualité moyenne ne représente que 68 à 76 % de celle du fourrage vert (DULPHY et MICHALET-DOREAU, 1981). Notons cependant que toutes conditions égales par ailleurs (qualité de conservation constante) la finesse de hachage a moins d'importance sur l'ingestibilité des ensilages de légumineuses que sur celle des ensilages de graminées et que, pour les ensilages de ces deux types de plantes, l'influence de la finesse de

hachage diminue au fur et à mesure que la teneur en matière sèche de l'ensilage augmente et devient nulle pour les ensilages mi-fanés (de 45 à 55 % de matière sèche).

De même, la valeur azotée réelle de l'ensilage est d'autant plus faible que ses protéines auront été dégradées en azote soluble et en ammoniac et que ses glucides solubles auront été transformés en acide lactique, en acides gras volatils et en alcools.

En définitive, l'ingestibilité et la valeur azotée réelle d'un ensilage sont d'autant plus proches de celles du fourrage vert de départ que sa qualité de conservation est bonne. Certes, pour un fourrage donné, la qualité de conservation peut être considérablement améliorée par un préfanage à 35 % ou plus de matière sèche ou par l'addition d'un conservateur efficace, mais elle dépend aussi beaucoup de l'aptitude de la plante à l'ensilage.

Un fourrage s'ensile facilement dans la mesure où :

— Il contient suffisamment de glucides solubles (teneur de 10-12 % de la matière sèche), constituants nécessaires à la fermentation lactique.

— Il a un pouvoir tampon faible, c'est-à-dire qu'il nécessite moins d'acide formé naturellement (acide lactique) ou ajouté artificiellement (acide formique) pour abaisser son pH en dessous de la valeur inhibant la fermentation butyrique. Le pouvoir tampon est d'autant plus élevé que la plante est riche en azote, en acides organiques et en minéraux, ce qui est le cas des légumineuses.

— Il a une teneur en matière sèche plus élevée puisque le pH inhibant la fermentation butyrique augmente en même temps que la teneur en matière sèche.

Les valeurs de ces différents paramètres sont données au tableau IV pour la luzerne, le trèfle violet et divers fourrages. On constate que si c'est le maïs qui a la meilleure aptitude à l'ensilage, c'est la luzerne qui a la plus mauvaise aptitude. Elle a, à la fois, une faible teneur en glucides solubles (en moyenne 7 % au premier cycle et 5 % pour les repousses) et un pouvoir tampon élevé. Le trèfle violet, de par sa teneur en glucides solubles plus élevée et son pouvoir tampon vraisemblablement inférieur à celui de la luzerne, a une meilleure aptitude à l'ensilage que la luzerne. La difficulté de

TABLEAU IV
VARIATIONS DE TENEURS EN MATIÈRE SÈCHE, EN GLUCIDES SOLUBLES
ET DU POUVOIR TAMPON DE QUELQUES LÉGUMINEUSES
ET GRAMINÉES AU STADE DE RÉCOLTE OPTIMUM
DU PREMIER CYCLE DE VÉGÉTATION
(Laboratoire des Aliments)

Espèces	Stade de récolte	Teneur en matière sèche	Teneur en glucides solubles	Pouvoir tampon (1)
Luzerne	Début bourgeonnement	17 (16 - 18)	7 (4 - 10)	150 (120 - 180)
Trèfle violet	Bourgeonnement	14 (11 - 17)	10 (8 - 12)	ND
Ray-grass anglais	Début épiaison	18 (14 - 23)	15 (12 - 20)	90 (70 - 105)
Ray-grass italien	" "	18 (14 - 20)	17 (15 - 20)	95 (75 - 115)
Dactyle	" "	17 (15 - 19)	8 (5 - 10)	85 (70 - 95)
Fétuque élevée	" "	19 (16 - 22)	10 (8 - 12)	80 (70 - 90)
Maïs	Début vitreux	32 (30 - 35)	10 (7 - 12)	50 (45 - 55)

(1) Nombre de mg d'acide lactique pour abaisser à 4,0 le pH d'un gramme de matière sèche de fourrage séché et broyé.

réussir son ensilage résulte surtout de sa faible teneur en matière sèche, mais qui doit être du même ordre que celle des graminées (autres que les ray-grass) fortement fertilisées et récoltées à un stade jeune (la teneur en glucides solubles est alors plus faible et le pouvoir tampon plus élevé qu'en début épiaison). On peut cependant réussir les ensilages de luzerne, soit en préfanant correctement (≥ 35 % M.S.), soit en augmentant, par comparaison au trèfle violet et aux graminées, les doses de conservateur. C'est ce que montrent les résultats présentés au tableau V, dans lequel on peut également voir que les ensilages de trèfle violet sont, avec ou sans conserva-

TABLEAU V
QUALITÉ DE CONSERVATION, DIGESTIBILITÉ DE LA MATIÈRE
ORGANIQUE (dMO) ET INGESTIBILITÉ (QI) CHEZ LE MOUTON
DES ENSILAGES DE LÉGUMINEUSES ET DE GRAMINÉES
(Demarquilly)

Espèce	Mode de conservation	n	% MS	pH	% N total		Acides organiques et alcool (g/kg MS)					dMO	QI g/kg ^{0,75}
					N-NH ₃	N soluble	lactique	acétique	propionique	butyrique	alcools		
Graminées	Sans conservateur	21	19,3	4,16	9,6	55,7	92,2	34,2	1,1	0,9	16,8	0,718	53,2
	3,5 l acide formique par tonne	21	19,2	3,95	6,6	52,2	69,3	18,6	0,2	1,1	8,8	0,723	54,4
Trèfle violet et sainfoin	Sans conservateur	3	16,3	4,07	7,9	ND	99,2	35,0	1,3	0,4	7,9	0,666	52,2
	3,5 l acide formique par tonne	3	18,1	3,93	6,6	ND	76,2	17,2	0	0,4	6,6	0,678	56,8
Luzerne	Sans conservateur	18	20,7	4,85	14,5	65,7	62,5	45,6	2,9	10,2	17,8	0,634	66,3
	5,0 l acide formique par tonne	18	21,4	4,28	9,5	55,9	57,3	27,0	1,0	3,0	9,1	0,637	73,4
	Préfané	4	38,8	4,64	7,7	ND	52,6	15,9	0	0,6	ND	0,629	65,0
	3,5 l acide formique par tonne	4	22,1	4,48	9,6	ND	51,9	36,0	1,8	2,7	ND	0,618	67,3

teur, d'aussi bonne qualité que ceux de graminées, pourtant représentées essentiellement par des ray-grass anglais et italien.

Bien conservés, les ensilages de légumineuses, notamment ceux de luzerne, sont ingérés en plus grande quantité que ceux de graminées de même digestibilité. En revanche, les ensilages de luzerne mal conservés peuvent avoir une ingestibilité inférieure à ceux de graminées mieux conservés. Ils ont surtout une valeur azotée réelle bien inférieure à celle que laisse supposer leur teneur en matières azotées digestibles, qui peut même être inférieure à celle d'ensilages de graminées beaucoup moins riches en azote (tableau VI). C'est du moins le cas en l'absence de complémentation énergétique importante, seule capable de valoriser les teneurs élevées en ammoniac et en azote soluble qu'ils contiennent alors. Ils sont alors essentiellement une source d'azote non protéique (comme l'urée) et non de protéines (comme les tourteaux).

TABLEAU VI
QUANTITÉ D'AZOTE RETENUE PAR DES MOUTONS EN CROISSANCE
RECEVANT DES FOURRAGES VERTS DE LUZERNE
ET DE RAY-GRASS D'ITALIE ET LES ENSILAGES CORRESPONDANTS
AVEC OU SANS CONSERVATEUR
(E. Grenet)

Fourrages	Nombre de comparai- sons		Teneur en MAT (% MS)	Matière sèche ingérée (g/jour) (g/kg P ^{0.75})		Azote ingéré (g/jour)	Azote retenu (g/jour) (% N ingéré)	
Luzerne	3	Vert	19,5	1800	85,2	56,0	12,9	23,0
		Sans conser- vateur	17,9	1239	65,1	35,4	2,3	6,5
		5 l acide formique/tonne	18,4	1416	73,8	42,3	6,8	16,1
Ray-grass italien	5	Vert	13,3	1381	74,1	30,1	6,1	20,3
		Sans conser- vateur	13,9	1029	57,2	23,4	3,6	15,4
		3,5 l acide formique/tonne	13,5	1067	59,2	23,8	4,6	19,3

Compte tenu de ces différences de composition, de valeur nutritive et d'aptitude à la conservation entre les graminées et les légumineuses, l'utilisation de ces dernières pour l'alimentation des ruminants va entraîner, par comparaison aux graminées, des avantages et éventuellement des inconvénients qui seront traités dans les exposés qui suivent.

C. DEMARQUILLY,
Laboratoire des Aliments,
I.N.R.A. - C.R.Z.V. de Theix
(Puy-de-Dôme)

Valeur alimentaire

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C. et WEGAT-LITRE E. (1981) : « Tables de prévision de la valeur alimentaire des fourrages », in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 345-592.
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C., WEGAT-LITRE E. et WEISS Ph. (1981) : « Prévision de la valeur énergétique des foins », in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 119-127.
- CHENOST M., GRENET E., DEMARQUILLY C. et JARRIGE R. (1970) : « The use of nylon bag technique for the study digestion in the rumen and for predicting feed value », *Proc. 11th Intern. Grassl. Congr.*, 697-701.
- DEMARQUILLY C. (1970) : « Influence de la déshydratation à basse température sur la valeur alimentaire des fourrages », *Ann. Zootech.*, 19, 45-51.
- DEMARQUILLY C. et CHENOST M. (1969) : « Étude de la digestion des fourrages dans le rumen par la méthode des sachets de nylon - Liaisons avec la valeur alimentaire », *Ann. Zootech.*, 18, 419-436.
- DEMARQUILLY C. et WEISS Ph. (1970) : « Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages », I.N.R.A., *Étude SEI* n° 42.
- DEMARQUILLY C. et JARRIGE R. (1973) : « The comparative nutritive value of grasses and legumes », *5th Gen. Meeting of European Grassl. Assoc.*, Uppsala, Växtodling, 28, 33-41.
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J. et WEISS Ph. (1981) : « L'ingestibilité des fourrages verts et des foins et sa prévision », in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 119-127.
- DEMARQUILLY C., GRENET E. et ANDRIEU J. (1981) : « Les constituants azotés des fourrages et la prévision de la valeur azotée des fourrages », in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 129-154.
- DULPHY J.P. et MICHALET-DOREAU B. (1981) : « Prévision de l'ingestibilité des ensilages d'herbe », in *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 169-187.
- FAUCONNEAU G. et JARRIGE R. (1954) : « Les acides organiques des plantes fourragères. Variations et essais d'identification », *Conférence Européenne des Herbages*, Paris, 302-304.
- JARRIGE R. (1954) : « Nature et importance des glucides solubles dans les plantes fourragères en croissance », *Conférence Européenne des Herbages*, Paris, 293-298.

- JARRIGE R. (1963) : « Les constituants membranaires des plantes fourragères », *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 3, 143-190.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., JOURNET M. et BERANGER C. (1973) : « The nutritive value of processed dehydrated forages with special reference to the influence of physical form and particle size », *Proc. 1st Intern. Green Crop Drying Congr.*, Oxford, p. 99-118.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C. et DULPHY J.-P. (1973) : « The voluntary intake of forages », *5th Gen. Meeting of European Grassl. Assoc.*, Uppsala, Växtodling, 28, 98-106.
- MICHALET-DOREAU B. et DEMARQUILLY C. (1981) : « Prévion de la valeur énergétique des ensilages d'herbe », in *Prévion de la valeur nutritive des aliments des ruminants*, Ed. I.N.R.A. Publications, Versailles, p. 105-117.
- RATTRAY P.V. et JOYCE J.-P. (1974) : « Nutritive value of white clover and perennial rye-grass. IV - Utilisation of dietary energy », *N.Z.J. Agric. Res.*, 17, 401-406.
- THOMSON D.J. : « The role of legumes in improving the quality of forage diets », *Proc. 1st Int. Meeting Animal Prod. from temperate Grassland*, Dublin, p. 131-13.
- VAN SOEST P.J. (1964) : « Symposium on nutrition and forage and pastures : new chemical procedures for evaluating forages », *J. Anim. Sci.*, 23, 838-845.
- VAN SOEST P.J. (1965) : « Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility », *J. Animal Sci.*, 24, 834-843.
- VERMOREL M., BOUVIER J.C. et DEMARQUILLY C. (1974) : « Influence du mode de conditionnement des fourrages déshydratés sur leur valeur énergétique nette pour le mouton en croissance », *Proc. 6th Symp. Energy Metabol. of Farms animals*, Ed. H.J. Menke, p. 213-216.