

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'UTILISATION DIGESTIVE DES PULPES DE BETTERAVES DESSÉCHÉES PAR LES PORCS ET LES RUMINANTS

PAR

A. M. LEROY, G. LERY, Z. ZELTER

Laboratoire de recherches de la Chaire de Zootechnie,
Institut national agronomique, Paris

Pour une récolte annuelle moyenne de betteraves sucrières, la quantité totale de pulpe qui est mise à la disposition de l'Élevage français est de 7 millions de tonnes, représentant à l'état frais 500.000 milliers d'unités fourragères, équivalant à 5 millions de quintaux de céréales. Cette pulpe est pauvre en matière sèche, et sa conservation dans le cours de l'hiver et au début du printemps pose des problèmes qui sont loin d'être tous résolus d'une manière satisfaisante. La pulpe doit être transportée de la sucrerie jusque dans les fermes, ce qui entraîne des déplacements longs et coûteux. La conservation en silos, entreprise trop souvent dans de très mauvaises conditions, s'accompagne de pertes qui peuvent atteindre à la fin de la période de conservation jusqu'à 60 % des matériaux nutritifs initiaux.

Dans d'autres pays que le nôtre, et notamment en Allemagne, en Grande-Bretagne et en Suède, ces pulpes sont séchées dans les usines, jusqu'à une teneur en matière sèche voisine de 90 %, ce qui permet de les conserver sans risquer de leur voir perdre leur valeur alimentaire, même après un stockage de plus d'une année. L'aliment ainsi obtenu se rapproche par sa composition des aliments concentrés, comme l'indique l'analyse suivante, qui provient des résultats moyens de 6 échantillons différents, examinés par la méthode de référence préconisée par l'Institut Professionnel de Contrôle et de Recherches Scientifiques des Industries de l'Alimentation animale (1), (2), (3) sur des échantillons provenant de sucreries françaises outillées spécialement pour le séchage de leurs sous-produits.

Matière sèche.....	890 ‰
— azotée	78
— grasses	29
Cellulose brute.....	198
Matière minérale	46
Extractifs non azotés	539
Matières azotées digestibles totales	40
Matières protéiques	35

Nombre d'unités fourragères par kg de produit : 0,84.

La teneur en matières azotées, bien que faible, n'est donc pas négligeable, et peut se comparer, à ce point de vue, à celles des caroubes dénoyautées.

Il existe, sur la valeur alimentaire des pulpes sèches, une importante documentation d'origine étrangère (4), (5), (6). — D'après une récente étude faite en Suède (7), la digestibilité de la matière organique contenue dans cet aliment serait, pour des vaches en lactation, de 76,7 %, tandis que la digestibilité de la matière azotée correspondante ne serait que de 43,7 %.

Afin de renseigner nos éleveurs, nous avons cherché à vérifier l'exactitude de ces données, en travaillant successivement sur des bœufs, des moutons et des porcs. L'étude de la bibliographie nous avait d'ailleurs montré l'absence presque complète de documents concernant l'utilisation de la pulpe desséchée par les porcs.

PRINCIPE ET CONDUITE DES EXPÉRIENCES

Les animaux que nous avons mis en expérience ont été d'abord soumis à une alimentation témoin, dépourvue de pulpe. Dans une deuxième phase des essais, une partie de l'aliment de référence a été remplacée par de la pulpe. La comparaison, dans chaque cas, des ingesta et des excréta solides nous a permis de calculer par différence les coefficients de digestibilité des divers constituants de la pulpe.

Nous savons évidemment que cette méthode n'est pas à l'abri des critiques, en raison de l'influence bien connue de l'introduction d'un nouvel aliment sur la digestibilité de la fraction de la ration primitive, mais la répétition des essais avec, dans la mesure du possible, des animaux d'espèces différentes, nous a permis d'éviter en grande partie ces inconvénients.

Les périodes d'études proprement dites ont été en moyenne de 10 jours, afin d'éliminer les erreurs dues aux irrégularités de l'émission des déchets digestifs. Les périodes d'adaptation aux différents régimes étudiés ont été plus ou moins longues, suivant les espèces et l'importance des variations du régime alimentaire ; nous avons fixé leur durée minimum à 6 jours pour les expériences sur porcs, et à 10 jours pour les expériences avec ruminants.

Nous avons pu étudier chez les ovins la digestion de la pulpe sèche distribuée seule, au cours d'une période de 7 jours ; il ne nous a malheureusement pas été possible de prolonger plus longtemps cet intéressant essai, à cause de l'apparition d'une diarrhée sanguinolente observée sur l'un de nos sujets, prélude de troubles plus graves.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Choix des animaux

Les porcs et les brebis ont été choisis dans des élevages inscrits aux Livres Généalogiques de leur race, pratiquant depuis longtemps la sélection, de façon

à pouvoir utiliser des animaux aussi homogènes que possible. Les bœufs nous ont été aimablement prêtés par des agriculteurs de la région parisienne, pour la durée de nos essais.

Méthode de prélèvement des matières fécales

Les porcs et les brebis ont été placés séparément dans des cages métalliques dont la description a été donnée précédemment par nous ; le protocole expérimental que nous avons utilisé a également fait l'objet d'explications détaillées(8).

Deux systèmes de collecte de matières fécales ont été utilisés pour les bœufs, basés respectivement sur l'emploi d'un harnais spécial ou sur l'aménagement de stalles appropriées.

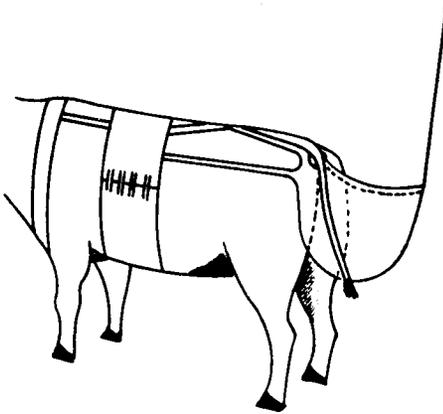


Schéma 1

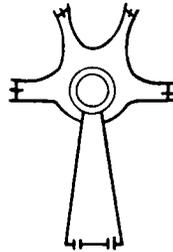


Schéma 2

Dans le système des harnais, on recueillait les matières fécales dans un sac de toile caoutchoutée résistante, portant une ouverture circulaire appliquée autour de l'anus de l'animal. Ce sac était retenu par deux courroies dorsales que l'on entrecroisait, complétées de deux courroies latérales prenant toutes les quatre appui sur une large sangle entourant la poitrine de l'animal. Un léger collier relié à la sangle empêchait cette dernière de glisser en arrière. Une large bande de toile partait du bord inférieur de l'ouverture du sac et descendait entre les cuisses de l'animal. Des courroies ventrales reliaient cette bande à la sangle de poitrine. Le sac comportait à sa partie supérieure une large fente que l'on pouvait ouvrir pour procéder à la récolte des matières fécales, et refermer au moyen d'une fermeture-éclair. Un anneau permettait de soutenir la partie postérieure du sac à une tringle fixée au plafond afin d'éviter que le poids des matières fécales soit supporté entièrement par l'animal.

Les bœufs étaient placés dans une étable du type classique « tête au mur »

que M. THIERY, Directeur du Laboratoire de recherches vétérinaires d'Alfort, avait aimablement mise à notre disposition. Ces stalles comportaient une auge et un râtelier ; les animaux étaient régulièrement abreuvés au seau.

Ce système présentait deux inconvénients. Il arrivait parfois que les animaux en remuant déplaçaient légèrement l'ouverture du sac par rapport à l'anus ; une partie des matières fécales tombait alors sur le sol ; ces matières étaient facilement récupérables, car les animaux n'avaient pas de litière.

D'autre part, le système de courroies et de sangles fatiguait les animaux. Le poids du harnais plein atteignait de 15 à 20 kg ; il fallait donc sangler très fortement les sujets pour que l'ensemble ne glisse pas vers l'arrière. Les courroies frottaient toujours aux mêmes endroits du corps et les animaux en fin d'expérience, ont présenté des blessures de la peau assez gênantes et douloureuses.

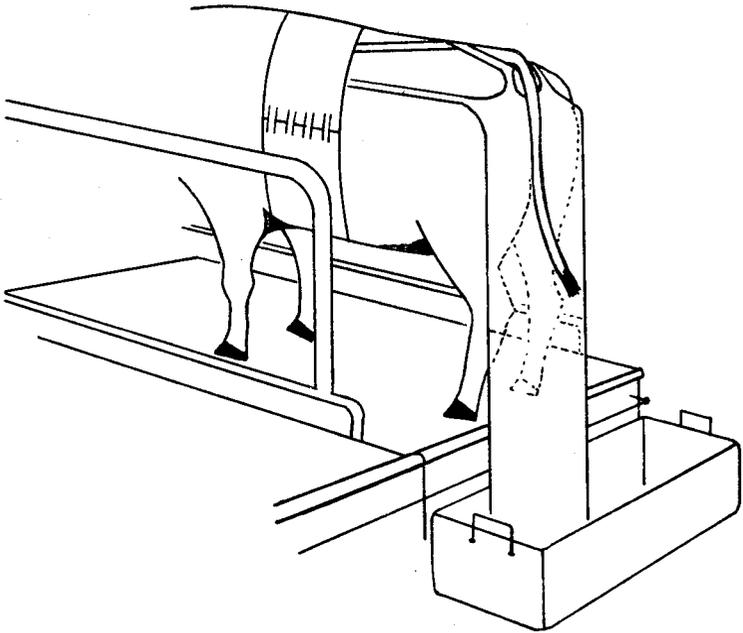


Schéma 3

Pour améliorer les conditions de vie de nos sujets, nous avons mis au point un système de stalles courtes, étroites et surélevées. Le schéma n° 3 ci-annexé montre comment a été conçue cette installation. Pour recueillir sans la moindre perte les matières fécales nous avons fixé à la partie postérieure de nos bœufs, au lieu d'un harnais, un grand tablier de caoutchouc qui conduisait les fèces directement dans un bac. Les sangles étaient nettement moins serrées que dans le système précédent puisqu'elles ne supportaient que le poids du tablier.

Nous avons placé, de plus, pour protéger le garrot de l'animal du frottement de la sangle, un coussinet protecteur. Les bœufs n'avaient pas de litière ; les parties antérieure et postérieure de la stalle étaient recouvertes de briques creuses rainées (briques Z E B). La partie centrale en ciment était légèrement creusée en forme de cuvette, afin de permettre la récolte de l'urine.

Un grand bouclier de tôle d'aluminium prévenait les projections horizontales de matières fécales, toujours possibles avec des régimes émoullients, et permettait de les récupérer sans perte.

Une grille mobile autour de son axe inférieur était placée entre l'animal et son auge, et servait à régler à volonté la position du corps de l'animal. L'utilité de ce dispositif était de maintenir l'arrière-train de l'animal aussi près que possible du bord postérieur de la stalle. Un léger rebord arrondi empêchait l'animal de déraper et de glisser en arrière. Une barre métallique scellée dans la paroi prévenait par sa saillie la chute accidentelle de l'animal dans le bac de récolte. Les sujets étaient attachés par l'encolure au moyen d'un collier métallique du type américain, et la largeur des stalles avait été calculée de manière à limiter le plus possible les mouvements latéraux de nos animaux, conditions indispensables à la récolte convenable des fèces.

Ajoutons, enfin, que des abreuvoirs automatiques leur permettaient de boire à volonté.

Après une période d'adaptation, nous avons reconnu la nécessité de faire circuler chaque jour les animaux pendant un quart d'heure au moins, afin de leur éviter l'ankylose par un léger exercice. Un dressage rapide leur a permis de quitter leur stalle et de la rejoindre sans difficulté, à l'aide d'un plan incliné mobile spécialement aménagé à cet effet. Une récupération aussi complète que possible des matières fécales émises exceptionnellement en dehors des stalles a permis d'éviter les pertes qui auraient pu se produire dans cette éventualité.

La distribution des repas

Les porcs recevaient deux repas par jour, le matin vers 10 heures, après le nettoyage des cages, et le soir vers 18 heures. Les deux repas étaient identiques et toujours présentés sous forme d'une bouillie liquide.

Les repas des brebis étaient composés de foin et de pulpe. Pendant les essais avec pulpe, cet aliment était distribué le matin, ce qui permettait de surveiller les sujets et d'éliminer les refus pour les peser. Le foin était donné en une ou deux fois, selon l'importance de la ration consommée, qui variait avec le taux de pulpe dans la ration. La plus forte ration de foin ou la ration unique de ce fourrage était distribuée le soir, de manière à permettre aux bêtes de manger à leur guise pendant la nuit. Les refus étaient ainsi recueillis et pesés le matin.

Pour éviter le gaspillage et récupérer plus facilement les refus, nous avons coupé le foin au hachoir, de manière à obtenir des tronçons de 3 à 4 cm de

longueur. Cette façon de procéder nous a permis une récolte complète, ainsi qu'un bon échantillonnage des refus.

Le rythme de distribution était le même pour les bœufs que pour les brebis. La seule différence provenait de ce que le foin destiné aux bœufs était distribué sans hachage préalable.

Les échantillons

Pour tous les animaux, les récoltes étaient effectuées tous les matins. Les matières fécales et l'urine étaient échantillonnées, proportionnellement, pour les premières à leur poids, et pour la seconde, à son volume. Les échantillons de matières fécales étaient immédiatement séchés jusqu'à poids constant à l'étuve à 100° et à partir d'octobre 1949, avec l'aide d'un séchoir à rayons infra-rouges. Après séchage, elles étaient conservées et formaient ainsi en fin d'expérience un échantillon global moyen destiné à l'analyse. L'urine était mise en glacière avec quelques gouttes de chloroforme jusqu'au moment de son examen au laboratoire.

Sur tous les aliments distribués, on effectuait journallement un prélèvement pour le dosage de la matière sèche et les échantillons ainsi prélevés étaient réunis en un échantillon moyen soumis à l'analyse complète.

En faisant usage de leurs abreuvoirs automatiques, les bœufs mouillaient leurs refus de foin, ce qui nous a obligés à effectuer journallement les dosages de la matière sèche sur lesdits refus ; d'autre part, nos animaux triaient leur foin pour en consommer les parties les plus fines, ce qui nous a obligés à effectuer une analyse spéciale de ces refus, afin de tenir compte des particularités de leur composition dans nos calculs. Toutes les analyses ont été effectuées par les méthodes précédemment indiquées (1), (2), (3), sous la direction de A. FRANÇOIS, Chargé de Recherches.

EXPÉRIENCES SUR PORCS

Trois porcs Large White, âgés de 3 mois 1/2 au début de l'expérience, ont été observés depuis octobre 1945 jusqu'à janvier 1946.

En raison de la teneur en matières cellulosiques de la pulpe, qui est plus élevée que celle des aliments ordinaires du porc, nous avons été amenés à concevoir un régime de comparaison de richesse cellulosique identique à celui qui comportait des pulpes, en incorporant à un aliment de base formé d'aliments concentrés (céréales, tourteaux, farine de viande) de la paille de blé finement broyée.

Nous avons tenté d'incorporer dans le régime expérimental une quantité de pulpe sèche aussi élevée que possible. Après avoir constaté des accidents de diarrhée pour des teneurs supérieures à 20 %, nous avons maintenu ce pour-

centage à 16,8 % ⁽¹⁾ pendant les deux périodes expérimentales. Au cours de la première période, la pulpe a été utilisée après un broyage simple, tandis que pour la seconde période, nous avons poussé le broyage jusqu'à éclatement des parois cellulaires ⁽²⁾. Tous les animaux ont été soumis ensemble et successivement aux différents régimes, distribués dans l'ordre ci-après : régime témoin, régime avec pulpe broyée E₁, régime avec pulpe éclatée E₂.

La croissance a été régulière et constante au cours des essais. Le gain moyen de poids vif a été de 450 g par jour pour les porcs n° 1 et n° 2, et de 580 g, pour le porc n° 3.

Le tableau I *bis*, ci-après donne les résultats d'analyses des aliments utilisés au cours des expériences, ainsi que celles des fèces émises pendant les périodes correspondantes.

TABLEAU I

	Matière sèche	Mat. minérale	Mat. organique	Azote	Mat. grasse	Cellulose	Extractifs non azotés
Aliment témoin T	1 000	66,9	933,1	29,7	41,0	143,5	570,6
Fèces porc n° 1	1 000	108,6	891,4	19,1	38,3	344,0	395,1
— — n° 2	1 000	97,0	903,0	19,1	36,2	342,2	410,4
— — n° 3	1 000	105,2	894,8	19,6	38,0	316,7	423,0
Pulpe	1 000	60,7	939,3	24,7	30,9	217,4	542,6
Aliment expérimental E ₁ ⁽³⁾	1 000	60,7	939,3	27,6	42,6	177,8	553,4
Fèces porc n° 1	1 000	104,6	895,4	20,1	39,9	317,2	417,7
— — n° 2	1 000	89,3	910,7	19,8	34,0	357,1	401,1
— — n° 3	1 000	104,8	893,9	22,9	46,1	315,1	395,1
Aliment expérimental E ₂ ⁽³⁾	1 000	65,4	934,5	28,0	41,8	175,4	549,2
Fèces porc n° 1	1 000	107,6	892,4	22,0	38,3	319,5	402,7
— — n° 2	1 000	99,2	900,8	22,4	40,5	319,5	406,2
— — n° 3	1 000	104,8	895,2	23,6	37,4	318,0	398,0
Eau de lavage moyenne ‰	7,1	1,1	6,0	0,4			

Nous avons été amenés à apporter une correction aux quantités de matières fécales recueillies afin de tenir compte des éléments les plus fins de ces matières entraînés avec les eaux de lavage. Pour effectuer cette correction, le volume quotidien de ces eaux a été ajusté à 6 litres.

La teneur en matières sèches des matières fécales récoltées a été de 20 %. Elle s'est maintenue relativement constante pour tous les animaux et pour tous les régimes.

Le tableau II donne les coefficients de digestibilité des matériaux ingérés pour les différents régimes. Nous publions en annexe à la fin du rapport les détails des calculs qui ont permis d'arriver à ces résultats.

Les erreurs-types permettent de s'assurer de la précision des principaux résultats.

(1) Ce pourcentage correspond à l'expression $\frac{\text{matière sèche de la pulpe ingérée}}{\text{matière sèche totale ingérée}} \times 100$.

(2) Cet éclatement a été obtenu par hydratation du produit et passage entre des rouleaux compresseurs et sécheurs (procédé Doitteau).

(3) Les aliments E₁ et E₂ contiennent 16,8 % de pulpe.

TABLEAU II

Coefficients moyens de digestibilité pour les différents régimes expérience.

Éléments	Régime témoin (moyenne de 3 résultats)	Régime mixte (moyenne de 3 résultats)	Pulpe (calculée par différence) (moyenne de 6 résultats)
Matière sèche.....	53,9 ± 0,3 ⁽¹⁾	60,7 ± 0,6	92,7 ± 3,1
— minérale.....	26,6 ± 2,1	35,0 ± 1,4	74,9 ± 7,2
— organique.....	55,9 ± 0,4	62,4 ± 0,65	93,5 ± 3,2
Azote.....	67,3 ± 0,4	67,2 ± 0,8	66,8 ± 3,9
Matière grasse.....	59,6 ± 1	64,3 ± 1,6	86,5 ± 9,0
— cellulosique.....	0,2	29,7 ± 9,1	(169,9) ± 12,0
Extractif non azoté.....	68,0 ± 0,8	72,1 ± 0,4	91,1 ± 3,6

$$^{(1)} \text{ Erreur-type} = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N(N-1)}}$$

En raison des faibles quantités de cellulose ingérée et de l'imperfection relative de la méthode empirique de dosage (méthode WEENDE) utilisée pour cet élément, les résultats correspondants sont évidemment entachés d'erreurs et l'application à ce cas particulier de la méthode par différence fait apparaître pour la cellulose de la pulpe une digestibilité supérieure à 100 %.

Il est d'ailleurs vraisemblable que la faible digestibilité de la cellulose observée au cours de l'expérience témoin correspondait à une insuffisante adaptation de l'appareil digestif de nos animaux à l'utilisation d'une dose anormalement élevée de cellulose. Notons, cependant que les régimes contenant de la pulpe de betterave étaient légèrement plus chargés de cellulose que le régime témoin : nous sommes amenés ainsi à conclure à l'amélioration de l'attaque des matières cellulosiques de la ration au cours de nos périodes expérimentales.

Le calcul de la valeur fourragère de la pulpe donne d'après la méthode mise au point par l'un de nous (9) avec les coefficients de digestibilité ci-après :

matières azotées.....	67 %
matières grasses.....	86
matières cellulosiques.....	100
extractifs non azotés.....	91

les valeurs suivantes :

a) pour la pulpe utilisée au cours de cette expérience (considérée à 890/100 de matière sèche) valeur fourragère par kg = 1,03 u. f.

b) pour la pulpe de composition moyenne citée au début de ce mémoire valeur fourragère par kg = 1,07 u. f.

La pulpe sèche de betteraves s'est donc révélée comme un excellent aliment pour le porc, à la condition de ne pas être introduite dans les rations à des taux supérieurs à 15 %. En raison de sa teneur en cellulose, cette pulpe doit être considérée comme un excellent aliment de lest, à la condition expresse de la faire tremper avant de la distribuer, afin d'éviter des accidents d'indigestion par surcharge.

EXPÉRIENCES SUR BOVINS ET OVINS

Il nous a semblé plus logique, après examen des données, de présenter ensemble tous les résultats que nous avons obtenus en expérimentant avec des ruminants.

De mars à juin 1946, nous avons étudié sur 3 brebis, âgées de 2 et 3 ans, de race Ile-de-France, la digestibilité d'un régime mixte de foin de luzerne et de pulpe, dans lequel le pourcentage de pulpe atteignait 46,1 % (rapport de la matière sèche de la pulpe ingérée à la matière sèche totale ingérée), et nous l'avons comparée à celle d'un régime de foin pur (groupe d'expériences n° 2).

Ces expériences ont été reprises de février à mai 1947, avec 3 autres brebis, de même race, âgées de 3 ans. Dans le régime mixte, le pourcentage de pulpe a été abaissé à 33,6 % (groupe d'expériences n° 3).

Au cours de l'expérience n° 4, qui a été conduite après le dernier essai du groupe 3, les brebis ont reçu un régime composé exclusivement de pulpe.

Les premières expériences sur bovins ont été effectuées à l'Ecole Vétérinaire d'Alfort, de décembre 1947 à mai 1948 (groupe d'expériences n° 5). Quatre bœufs de race normande, âgés de 18 mois, ont reçu d'abord du foin seul, puis un mélange du même foin et de pulpe. Nous avons cherché à incorporer dans l'alimentation de ces animaux la plus forte quantité possible de pulpe. Après avoir constaté des accidents digestifs pour des pourcentages supérieurs à 50 %, nous avons fixé le taux de pulpe dans le régime expérimental à 42 %.

Puis, de novembre 1949 à mars 1950, nous avons effectué à l'Institut National Agronomique la série d'expériences du groupe 6, sur 2 bœufs de race Maine-Anjou, âgés de 20 à 24 mois. Le régime mixte expérimenté ne contenait que 29,5 % de pulpe.

Tous les animaux ont maintenu leur poids sans gain ni perte, pendant la durée de ces expériences, sauf pendant l'expérience n° 4, au cours de laquelle les brebis consommaient exclusivement de la pulpe en quantités simplement limitées par leur propre appétit.

Le tableau III fait connaître les résultats des analyses des foins, des refus de foin, des pulpes et des fèces correspondant à ces diverses expériences. Celles-ci ayant été effectuées à des époques différentes, nous avons utilisé pour chacune d'elles des foins et des pulpes de diverses origines, ce qui explique la variabilité des données de ce tableau.

Pour toutes ces expériences, les précautions prises pour la récolte des fèces et leur consistance nous a permis de les recueillir sans pertes.

Les teneurs en matières sèches des matières fécales des brebis ont montré des variations assez considérables avec le régime et avec l'animal étudié, et parfois au cours d'un même régime, d'un jour à l'autre.

TABLEAU III

Composition des divers aliments et des fèces des expériences sur ruminants

	Matière sèche	Mat. minérale	Mat. organique	Azote	Mat. grasse	Cellulose	Extractifs non azotés
<i>Groupe d'expériences n° 2 :</i>							
<i>Brebis — 3 sujets</i>							
Période témoin							
Foin	1 000	80,1	919,9	29,8	32,0	308,1	406,4
Refus	1 000	52,9	947,0	18,6	45,1	439,6	350,6
Fèces brebis 11	1 000	122,9	877,1	18,7	41,7	425,2	298,1
— — 12	1 000	105,7	894,3	20,7	39,1	358,3	372,5
— — 13	1 000	120,4	879,6	21,5	44,1	330,1	376,3
Période expérimentale							
Foin (1)	1 000	89,8	910,1	28,1	35,5	276,4	432,4
Pulpe	1 000	40,9	959,1	17,7	40,6	187,1	624,9
Fèces brebis 11	1 000	126,9	783,1	27,4	52,0	395,9	350,9
— — 12	1 000	126,3	873,7	25,8	52,6	397,4	358,9
— — 13	1 000	123,2	876,8	29,2	50,1	319,4	338,2
<i>Groupe d'expériences n° 3 :</i>							
<i>Brebis — 3 sujets</i>							
Période témoin							
Foin	1 000	87,0	913,0	32,4	36,1	318,1	364,3
Refus	1 000	54,0	945,0	15,5	24,8	509,0	319,3
Fèces brebis 1	1 000	158,5	841,5	21,3	53,5	374,2	285,9
— — 2	1 000	164,1	835,9	23,0	55,5	332,3	309,8
— — 3	1 000	148,6	851,3	20,1	56,7	377,3	297,0
Période expérimentale							
Foin	1 000	78,8	921,2	32,2	30,1	312,9	384,9
Refus	1 000	55,4	944,6	16,3	23,7	479,1	344,2
Pulpe	1 000	69,5	930,5	17,4	36,9	210,6	578,7
Fèces brebis 1	1 000	179,2	820,8	27,5	65,6	251,0	339,2
— — 2	1 000	172,2	824,8	25,9	57,7	235,0	376,4
— — 3	1 000	146,8	853,2	25,1	57,9	254,4	390,1
<i>Groupe d'expériences n° 4 :</i>							
<i>Brebis — 3 sujets</i>							
Pulpe	1 000	65,1	934,9	16,1	34,8	223,0	580,5
Fèces brebis 1	1 000	212,0	788,0	34,5	55,7	213,8	311,7
— — 2	1 000	202,1	797,9	32,5	65,2	225,7	311,9
— — 3	1 000	219,3	780,7	35,0	63,6	192,8	314,6
<i>Groupe d'expériences n° 5 :</i>							
<i>Bœufs — 4 sujets</i>							
Période témoin							
Foin	1 000	58,2	941,8	24,8	55,2	395,9	341,8
Refus	1 000	59,0	941,0	20,2	32,6	489,4	298,9
Fèces bœuf 715	1 000	118,8	881,2	16,2	48,8	401,7	273,3
— — 716	1 000	107,7	892,3	15,1	47,0	485,7	269,2
— — 717	1 000	127,4	872,6	16,8	50,1	464,6	257,2
— — 718	1 000	102,2	897,8	16,0	44,3	454,0	303,3
Période expérimentale							
Foin	1 000	44,2	955,8	22,1	38,6	429,0	355,7
Refus	1 000	70,8	929,2	25,7	30,6	400,2	344,1
Pulpe	1 000	105,0	895,0	16,1	40,5	229,4	528,8
Fèces bœuf 715	1 000	136,6	863,4	24,8	41,5	391,7	281,4
— — 716	1 000	133,1	866,9	22,9	40,9	412,0	276,0
— — 717	1 000	141,2	858,8	25,3	41,1	382,4	283,5
— — 718	1 000	131,4	868,6	22,8	43,6	416,0	272,0

(1) Les animaux n'ont pas laissé de refus en quantité suffisante pour effectuer une analyse complète.

TABLEAU III (suite)

Période expérimentale

	Matière sèche	Mat. minérale	Mat. organique	Azote	Mat. grasse	Cellulose	Extractifs non azotés
<i>Groupe d'expériences n° 6 :</i>							
<i>Bœufs — 2 sujets</i>							
Période témoin							
Foin	1 000	73,9	926,1	24,0	44,1	401,3	396,3
Refus bœuf noir	1 000	56,5	943,5	18,0	34,9	498,9	302,1
— — roux	1 000	50,3	949,7	16,8	22,3	497,2	329,6
Fèces bœuf noir	1 000	129,6	870,4	15,9	53,1	403,3	258,2
— — roux	1 000	135,4	864,6	16,2	63,4	455,2	248,9
Période expérimentale							
Foin	1 000	76,7	923,3	28,4	37,3	360,9	355,0
Refus bœuf noir	1 000	65,4	934,6	20,4	35,3	448,6	328,5
Refus bœuf roux	1 000	57,8	942,2	20,1	33,7	460,1	328,1
Pulpe	1 000	70,5	929,5	18,0	30,4	223,4	567,9
Fèces bœuf noir	1 000	149,8	850,2	18,6	76,1	420,3	242,4
— — roux	1 000	152,5	847,5	18,8	74,7	430,7	229,4

Les variances pour chaque animal, au cours d'une même période, se sont toujours montrées importantes. En fonction des aliments étudiés, nous avons constaté la prédominance, tantôt des influences individuelles, et tantôt des influences dépendant du régime distribué.

Le tableau IV ci-après, montre l'importance de cette variation dans les résultats d'observations.

TABLEAU IV

Teneur en matière sèches des matières fécales des brebis suivant les régimes et les animaux

Régime	Brebis 11	Brebis 12	Brebis 13	Moyenne
Foin + 46 % pulpe	36,6	40,8	35,4	37,6
Pulpe ensilée + 5 % balles	—	43,7	55,5	49,6
Pulpe ensilée + 7 % balles	46,7	48,5	38,6	44,5
Foin	41,1	50,5	42,8	44,6
	Brebis 1	Brebis 2	Brebis 3	Moyenne
Foin	32,0	35,8	38,2	35,3
Foin + 34 % pulpe	38,4	43,1	38,9	40,1
Pulpe	28,1	52,4	41,3	40,6
Foin	33,0	43,6	39,6	38,7
Foin	44,9	43,8	41,0	43,2
Paille	39,7	43,2	44,9	42,6
Marc de pomme sec	56,9	55,2	57,1	56,4

Chez les bœufs, les variations des teneurs en matières sèches des matières fécales se sont montrées très faibles. Le tableau V donne ces teneurs. Nous avons joint aux résultats des expériences ci-rapportées, ceux d'autres expériences effectuées sur ces mêmes animaux.

TABLEAU V

Teneur en matière sèche des matières fécales des bœufs suivant les régimes et les animaux

Régime	Bœuf 715	Bœuf 716	Bœuf 717	Bœuf 718
Foin + 43 % de pulpe sèche.....	15,8	16,6	17,1	18,0
Foin	18,3	19,6	17,3	19,2
Foin + 13 % de pulpe sèche.....	18,1	20,0	17,8	17,7
Pulpe ensilée + foin	15,8	17,7	17,4	18,7
	Bœuf noir	Bœuf roux		
Foin	18,7	17,3		
Foin + 29 % de pulpe sèche.....	19,1	17,0		
Foin + 50 % de son	19,5	17,3		
Foin + 25 % de son	17,9	16,7		
Foin	19,0	—		
Foin + pulpe sèche + son	17,8	15,8		

Le tableau VI donne les coefficients de digestibilité des composants des divers régimes témoins et expérimentaux, avec les résultats obtenus pour la pulpe, calculés par différence.

TABLEAU VI

Coefficients de digestibilités des divers régimes chez les ruminants

	Matière sèche	Matière organique	Azote
Foin de luzerne : moyenne de 12 résultats...	54,8 ± 0,8	57,4 ± 0,9	71,2 ± 0,8
Pulpe :			
a) Déduite par calcul à partir d'un régime mixte, moyenne de 12 résultats	73,0 ± 4,9	76,1 ± 4,4	36,2 ± 10,0
b) Observée directement, moyenne de 3 résultats	70,7 ± 0,9	76,9 ± 0,6	38,3 ± 1,7
	Matières grasses	Matières cellulosiques	Extractifs non azotés
Foin de luzerne : moyenne de 12 résultats...	46,0 ± 11,6	43,9 ± 1,3	63,7 ± 1,3
Pulpe de betterave :			
a) Déduite par calcul à partir d'un régime mixte, moyenne de 12 résultats	28,2 ± 14,2	80,0 ± 7,5	84,0 ± 4,8
b) Observée directement, moyenne de 3 résultats	45,1 ± 2,1	73,2 ± 1,7	84,2 ± 0,4

Nous constatons ainsi que la méthode par différence utilisée avec les données d'un nombre d'observations suffisamment grand, fournit des résultats pratiquement en bon accord avec ceux de la méthode directe.

Il faut mettre en évidence le parfait accord de nos résultats avec les plus récents travaux publiés en Suède, qui donnent comme coefficients de digestibilité de la pulpe mesurés avec des vaches laitières :

pour la matière organique.....	76,7 %
pour les matières azotées	43,7 %

La recherche des causes de variation observées d'une expérience à l'autre s'avère délicate car les différents facteurs à envisager ont été modifiés simultanément : qualité du foin, qualité de la pulpe, pourcentage de pulpe dans le régime mixte ; l'insuffisance du nombre de données pour chacun de ces facteurs n'en permet pas une étude statistique.

La très forte dispersion des coefficients de digestibilité obtenus pour les matières grasses, s'explique par les difficultés particulières du dosage de ces substances dans les aliments comme dans les matières fécales (1).

Le calcul de la valeur fourragère de la pulpe de composition moyenne effectué à l'aide des coefficients de digestibilité de l'expérience directe : matières azotées : 38 ; matières grasses : 45 ; matières cellulosiques : 73 ; extractifs non azotés : 84 donne le résultat suivant :

valeur fourragère par kg = 0,804.

En nous basant sur les coefficients déterminés par différence : matières azotées : 36 ; matières grasses : 28 ; matières cellulosiques : 80 ; extractifs non azotés : 84 ; nous arrivons au résultat ci-après :

valeur fourragère par kg = 0,807.

qui peut être considérée comme pratiquement équivalente à la première.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

1) La pulpe sèche de betteraves se classe parmi les aliments concentrés peu riches en matières azotées. Le séchage fournit une excellente solution du problème de la conservation de la pulpe qui est toujours délicat à réaliser par le procédé de l'ensilage, plus couramment utilisé en France. Mais les techniques du séchage exigent malheureusement un appareillage coûteux et une très forte dépense de combustible.

2) Nous avons procédé à l'étude de la digestibilité de la pulpe sèche sur les espèces suivantes : porcins; ovins, bovins.

3) La digestibilité de la pulpe sèche a été calculée par différence entre un régime témoin et un régime expérimental, différant du premier uniquement par la présence de pulpe.

4) Les coefficients de digestibilité de la pulpe sèche chez le porc sont pour chacun des composants :

matière sèche	93	%
— minérale.....	75	
— organique	93,5	
Azote	67	
Matière grasse.....	86	
Cellulose	100	
Extract. non azotés	91	

(1) Pour l'explication de ces faits, nous prions les lecteurs de vouloir bien se reporter au travail de MM. FRANÇOIS et LEROY sur le dosage de ces matières grasses publié dans ce fascicule.

5) La valeur fourragère correspondante est de 1,13 u. f. par kg si l'on considère la pulpe utilisée au cours de cette expérience et de 1,07 u. f. si l'on prend en considération la composition de la pulpe moyenne citée en référence au début de ce travail.

6) Les coefficients de digestibilité de la pulpe sèche, mesurés sur des bovins et des ovins soit directement, soit calculés par différence, sont entièrement comparables les uns aux autres et en accord avec les résultats publiés récemment en Suède.

	par calcul	par observation directe	résultats Suédois
Matière sèche	73,0 %	70,7 %	
— organique	76,1	76,9	76,7 %
Azote	36,2	38,3	43,7
Matières cellulosiques	80,0	73,2	
Extractifs non azotés	84,0	84,2	

7) La valeur fourragère correspondante s'élève, selon les coefficients de digestibilité choisis à 0,804 et 0,807, résultats qui peuvent être pratiquement confondus.

8) Limites de tolérance.

Nos observations expérimentales nous permettent d'affirmer qu'il existe un seuil maximum de tolérance pour la pulpe sèche, qui n'est pas le même pour les trois espèces animales que nous avons étudiées.

Pour les porcins, l'apparition de troubles intestinaux se produit lorsque le pourcentage de pulpe atteint 20 % de la ration, ce qui donne à penser que le seuil d'utilisation ne doit pas dépasser 15 %.

Chez les bovins, les troubles n'apparaissent que pour un pourcentage supérieur à 45 % ; le seuil d'utilisation se place donc aux environs de 35 %.

Pour les ovins qui paraissent présenter une tolérance plus grande que les bovins, ils convient également de limiter l'utilisation de la pulpe sèche, afin de ne pas déséquilibrer l'ensemble du régime. Nous pensons qu'il convient aussi de respecter cette même limite maximum de 35 %.

Ces indications correspondent au rapport existant entre la matière sèche de la pulpe et la matière sèche totale de la ration distribuée.

L'existence d'une limite de tolérance, qui est en relation avec la forte teneur des pulpes en matières pectiques, se trouve implicitement expliquée par les travaux de MICHAUX, sur l'utilisation digestive de ces substances (10) (11).

TABLEAUX ANNEXES

Calcul des coefficients de digestibilité

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières celluloseuses	Extractifs non azotés
<i>Expérience n° 1. — Porcs. — Régime témoin</i>							
<i>Porc n° 1</i>							
Aliment ingéré	2 090,0	139,8	1 950,2	62,1	85,7	299,9	1 192,6
Fèces.....	951,6	105,9	845,7	19,1	35,2	310,5	360,5
Retenus	1 138,4	33,9	1 104,5	42,2	50,5	—	826,1
Coefficient de digestibilité.	54,5	24,2	56,6	67,9	58,9	0	69,3
<i>Porc n° 2</i>							
Aliment ingéré	1 980,0	132,5	1 847,5	58,8	81,2	284,1	1 129,8
Fèces.....	911,6	91,6	820,2	19,1	31,2	301,1	361,6
Retenus	1 068,4	40,9	1 027,3	39,7	50,0	—	768,3
Coefficient de digestibilité.	53,9	30,9	55,6	67,5	61,6	0	68,0
<i>Porc n° 3</i>							
Aliment ingéré	2 020,0	135,1	1 884,9	60,0	82,8	289,9	1 152,6
Fèces.....	941,6	101,7	839,9	20,1	34,6	288,2	384,9
Retenus	1 078,4	33,4	1 045,0	39,9	48,2	1,7	767,7
Coefficient de digestibilité.	53,4	24,7	55,4	66,5	58,2	0,6	66,6
<i>Expérience n° 1. — Porcs. — Régime mixte 16 % pulpe broyée</i>							
<i>Porc n° 1</i>							
Aliment témoin	2 131,8	129,4	2 002,4	58,8	90,8	379,0	1 179,8
Pulpe	448,2	27,2	421,0	12,4	19,1	79,7	248,0
Total ingéré.....	2 580,0	156,6	2 423,4	71,2	109,9	458,7	1 427,8
Fèces.....	981,6	105,4	876,2	21,4	37,9	301,3	396,8
Retenus	1 598,4	51,2	1 547,2	49,8	72,0	157,4	1 031,0
Coefficient de digestibilité.	61,9	32,7	63,8	69,9	65,5	34,3	72,2
Retenus témoin	1 161,8	31,3	1 133,4	39,9	53,5	0	817,6
Retenus pulpe.....	436,6	19,9	413,8	9,9	18,5	157,4	213,4
Coefficient de pulpe.....	97,4	73,2	98,3	79,8	96,8	197,5	80,3
<i>Porc n° 2</i>							
Aliment témoin	2 131,8	129,4	2 002,4	58,8	90,8	379,0	1 179,8
Pulpe	448,2	27,2	421,0	12,4	19,1	79,7	248,0
Total ingéré.....	2 580,0	156,6	2 423,4	71,2	109,9	458,7	1 427,8
Fèces.....	1 051,6	97,1	954,5	22,5	34,7	304,2	409,1
Retenus	1 528,4	59,5	1 468,9	48,7	75,2	94,5	1 018,7
Coefficient de digestibilité.	59,2	38,0	60,6	68,4	68,4	20,6	71,3
Retenus témoin	1 149,0	40,0	1 113,3	39,7	19,3	0	802,3
Retenus pulpe.....	379,4	19,5	355,6	9,0	19,1	94,5	216,4
Coefficient pulpe.....	84,6	71,6	84,5	72,6	100,0	118,6	87,2
<i>Porc n° 3</i>							
Aliment témoin	2 173,2	131,9	2 041,2	60,0	92,5	386,4	1 202,6
Pulpe	456,8	27,7	429,1	12,6	19,5	81,2	252,8
Total ingéré.....	2 630,0	159,6	2 470,3	72,6	112,0	467,6	1 455,4
Fèces.....	1 041,6	113,2	928,4	25,4	46,6	318,2	399,2
Retenus	1 588,4	46,4	1 541,9	47,2	65,4	149,4	1 056,3
Coefficient de digestibilité.	60,4	29,1	62,4	65,0	58,4	31,9	72,6
Retenus témoin	1 160,5	32,6	1 130,8	39,9	53,8	2,3	801,0
Retenus pulpe.....	427,9	13,8	411,1	7,3	11,6	147,1	255,3
Coefficient pulpe.....	93,7	49,8	95,8	57,9	59,5	181,1	101,0

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières celluloseuses	Extractifs non azotés
---------------	---------------	------------------	-------------------	-------	----------------	------------------------	-----------------------

Expérience n° 1. — Porcs. — Régime mixte 16,8 % pulpe éclatée

Porc n° 1

Aliment témoin	2 859,0	187,2	2 671,8	80,1	119,5	501,5	1 570,1
Pulpe	601,0	39,4	561,6	16,8	25,1	105,4	330,1
Total ingéré.....	3 460,0	226,6	3 233,4	96,9	144,6	606,9	1 900,2
Fèces.....	1 311,6	143,7	1 167,9	30,5	49,0	409,0	515,5
Retenus	2 148,4	82,9	2 065,5	66,4	95,6	197,9	1 384,7
Coefficient de digestibilité.	62,1	36,6	63,9	68,5	66,1	32,6	72,9
Retenus témoin	1 558,1	45,3	1 512,2	54,4	70,4	—	1 088,1
Retenus de la pulpe.....	590,3	37,0	553,3	12,0	25,2	197,9	296,6
Coefficient de la pulpe....	98,2	95,4	98,5	71,4	100,0	187,8	89,8

Porc n° 2

Aliment témoin	2 809,4	184,0	2 625,4	78,7	117,4	492,8	1 540,2
Pulpe	590,6	38,7	551,9	16,5	24,7	103,6	323,7
Total ingéré.....	3 400,0	222,7	3 177,3	95,2	142,1	596,4	1 863,9
Fèces.....	1 401,6	141,9	1 259,7	33,0	55,5	437,7	550,5
Retenus	1 998,4	80,8	1 917,6	62,2	86,6	158,7	1 307,4
Coefficient de digestibilité.	58,8	36,3	60,4	65,3	60,9	26,6	70,5
Retenus témoin	1 514,3	56,9	1 459,7	53,1	72,3	—	1 047,3
Retenus de la pulpe.....	484,1	23,8	457,9	9,1	14,3	158,7	260,1
Coefficient de la pulpe....	82,0	61,7	83,0	55,2	57,9	153,1	80,4

Porc n° 3

Aliment témoin	2 974,7	194,8	2 779,8	83,3	124,4	521,7	1 633,7
Pulpe	625,3	41,0	584,4	17,5	26,1	109,7	343,4
Total ingéré.....	3 600,0	235,8	3 364,2	100,8	150,5	631,4	1 977,1
Fèces.....	1 381,6	147,5	1 234,1	34,2	50,5	429,3	537,3
Retenus	2 218,4	88,3	2 130,1	66,6	100,0	202,1	1 439,8
Coefficient de digestibilité.	61,6	37,4	63,3	66,1	66,4	32,0	73,0
Retenus témoin	1 588,5	48,1	1 540,0	55,4	72,4	3,1	1 088,0
Retenus de la pulpe.....	629,9	40,2	590,1	11,2	27,6	199,0	351,8
Coefficient de la pulpe....	100,5	98,0	101,0	64,0	105,0	181,4	102,3

Expérience n° 2. — Brebis. — Régime témoin

Brebis n° 11

Foin distribué	1 761,7	141,2	1 620,4	50,8	56,5	542,8	716
Refus	287,4	15,3	272,2	5,3	13	126,4	100,8
Ingéré	1 474,3	125,9	1 348,2	45,5	43,5	416,4	615,2
Fèces.....	654,8	80,5	574,3	12,2	27,3	278,4	195,2
Retenus	819,5	45,4	773,9	33,3	16,2	138,0	420,0
Coefficient de digestibilité.	55,5	36,1	57,4	73,2	37,2	33,1	68,2

Brebis n° 12

Foin distribué	1 746	140	1 606	50,4	56,0	538	709,6
Refus	232,4	12,3	220,1	4,3	10,5	102,2	81,5
Ingéré	1 513,6	127,7	1 385,9	46,1	45,5	435,8	628,1
Fèces.....	740,8	78,3	662,5	15,3	29,0	265,4	276,0
Retenus	772,8	49,4	723,4	30,8	16,5	170,4	352,1
Coefficient de digestibilité.	51,0	38,6	52,2	66,3	36,3	39,0	56,1

Brebis n° 13

Foin distribué	1 722,4	138,1	1 584,3	49,7	55,2	530,7	700,0
Refus	299,8	15,9	283,9	5,6	13,5	131,8	105,1
Ingéré	1 422,6	122,2	1 300,4	44,1	41,7	398,9	594,9
Fèces.....	676,5	81,4	595,0	14,5	29,8	223,3	254,6
Retenus	746,1	40,8	705,4	29,0	11,9	175,6	340,3
Coefficient de digestibilité.	52,5	33,4	54,2	67,0	28,6	43,9	57,2

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières cellulose-siques	Extractifs non azotés
---------------	---------------	------------------	-------------------	-------	----------------	---------------------------	-----------------------

Expérience n° 2. — Brebis. — Régime mixte 46,1 % pulpe

Brebis n° 11

Foin ingéré.....	800,0	71,8	728,2	22,5	25,0	221,1	345,9
Pulpe ingérée.....	708,0	29,0	679,0	12,1	28,7	132,4	442,4
Total ingéré.....	I 508,0	100,8	I 407,2	34,6	53,7	353,5	788,3
Fèces.....	382,0	48,5	333,5	10,5	19,9	116,8	134,0
Retenus.....	I 120,0	52,3	I 073,7	24,1	33,8	236,7	654,3
Coefficient de digestibilité.	75,0	51,8	76,3	69,5	63,0	67,1	83,2
Retenus du foin.....	444,0	25,9	418,0	16,5	9,3	73,2	235,9
Retenus de la pulpe.....	682,0	26,4	655,7	7,6	24,5	163,5	418,4
Coefficient de la pulpe....	96,2	91,0	94,0	62,8	85,4	123,0	94,5

Brebis n° 12

Foin ingéré.....	860,0	77,2	782,7	24,2	30,6	229,0	372,0
Pulpe ingérée.....	712,5	29,1	683,4	12,2	28,9	133,2	445,2
Total ingéré.....	I 572,5	106,3	I 466,1	36,4	59,5	262,2	817,2
Fèces.....	439,7	55,4	384,2	11,3	23,1	135,2	157,8
Retenus.....	I 132,8	50,9	I 081,9	25,1	36,4	227,0	659,4
Coefficient de digestibilité.	72,0	47,8	73,9	69,0	61,2	62,8	80,7
Retenus du foin.....	438,6	29,8	408,6	16,0	11,1	89,3	208,7
Retenus de la pulpe.....	694,2	21,1	673,3	9,1	25,3	137,7	450,7
Coefficient de la pulpe....	97,5	72,6	98,5	74,6	87,5	103,0	101,0

Brebis n° 13

Foin ingéré.....	800,0	71,8	728,2	22,5	25,0	221,1	345,9
Pulpe ingérée.....	694,0	28,4	665,6	11,9	28,2	129,8	433,7
Total ingéré.....	I 494,0	100,2	I 393,8	34,4	53,2	350,9	779,6
Fèces.....	404,1	49,8	354,3	11,8	20,2	129,1	137,6
Retenus.....	I 089,9	50,4	I 039,5	22,6	33,0	221,8	642,9
Coefficient de digestibilité.	73,0	50,1	74,7	65,6	62,1	61,9	82,9
Retenus du foin.....	420,0	24,0	394,7	15,1	7,2	97,1	197,9
Retenus de la pulpe.....	669,9	26,4	644,8	7,5	25,8	124,7	445,0
Coefficient de la pulpe....	96,5	92,9	96,7	63,0	91,5	96,0	103,0

Expérience n° 3. — Brebis. — Régime témoin

Brebis n° 1

Foin.....	I 293,0	112,5	I 180,5	42,0	46,5	411,0	471,0
Refus.....	214,6	11,6	203,0	3,3	5,3	109,2	68,5
Ingérés.....	I 078,4	100,9	977,5	38,7	41,2	301,8	402,5
Fèces.....	424,1	67,2	356,9	9,0	22,7	158,7	121,2
Retenus.....	654,3	33,7	620,6	29,7	18,5	143,1	281,3
Coefficient de digestibilité.	60,7	33,4	63,5	76,7	44,9	47,4	69,9

Brebis n° 2

Foin.....	I 293,0	112,5	I 180,5	42,0	46,5	411,0	471,0
Refus.....	192,4	19,4	182,0	3,0	4,8	97,9	61,4
Ingérés.....	I 100,6	102,1	998,5	39,0	41,7	313,1	409,6
Fèces.....	488,8	80,2	408,6	11,2	27,1	162,4	151,4
Retenus.....	611,8	21,9	589,9	27,8	14,6	150,7	258,2
Coefficient de digestibilité.	55,6	21,4	59,1	71,3	35,0	48,1	63,0

Brebis n° 3

Foin.....	I 293,0	112,5	I 180,5	42,0	46,5	411,0	471,0
Refus.....	128,7	7,0	121,7	2,0	3,2	65,5	41,1
Ingérés.....	I 164,3	105,5	I 058,8	40,0	43,3	345,5	429,9
Fèces.....	515,3	76,6	438,7	10,4	29,2	194,4	153,0
Retenus.....	649,0	28,9	620,1	29,6	14,1	151,1	276,9
Coefficient de digestibilité.	55,7	27,4	58,6	74,0	32,6	43,7	64,4

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières celluloseuses	Extractifs non azotés
---------------	---------------	------------------	-------------------	-------	----------------	------------------------	-----------------------

*Expérience n° 3. — Brebis. — Régime mixte 33,6 % pulpe**Brebis n° 1*

Foin	863,0	68,0	795,0	27,8	26,0	270,0	332,2
Refus	224,9	12,5	212,4	3,7	5,3	107,7	77,4
Ingéré foin.....	638,1	55,5	582,6	24,1	20,7	162,3	254,8
Pulpe	349,4	24,3	325,1	6,1	12,9	73,6	202,2
Ingéré total	987,5	79,8	907,7	30,2	33,6	235,9	457,0
Fèces.....	365,9	65,6	300,3	10,1	24,0	91,8	124,1
Retenus.....	621,6	14,2	607,4	20,1	9,6	144,1	332,9
Coefficient de digestibilité.	62,9	17,8	66,9	66,6	28,6	61,1	72,8
Retenus foin	387,3	18,5	370,0	18,5	9,3	76,9	178,1
Retenus pulpe.....	234,3	— 4,3	237,4	1,6	0,3	67,2	144,8
Coefficient de la pulpe....	67,1	— 17,7	73,0	26,2	2,3	91,3	71,6

Brebis n° 2

Foin	863	68,0	795	27,8	26,0	270,0	332,2
Refus	168,1	9,3	158,8	2,7	4,0	80,5	57,8
Ingéré foin.....	694,9	58,7	636,2	25,1	22,0	189,5	274,4
Pulpe	346,1	24,1	322,0	6,0	12,8	72,9	200,3
Ingéré total	1 041,0	82,8	958,2	31,1	34,8	262,4	474,7
Fèces.....	420,0	73,6	346,4	10,9	24,2	98,7	158,1
Retenus.....	621,0	9,2	611,8	20,2	10,6	163,7	316,6
Coefficient de digestibilité.	59,7	11,1	63,8	65,0	30,5	62,4	66,7
Retenus foin	386,4	12,6	376,0	17,9	7,7	91,1	172,9
Retenus pulpe.....	234,6	— 3,4	235,8	2,3	2,9	72,6	143,7
Coefficient de la pulpe....	67,8	— 14,1	73,2	38,3	22,6	99,7	71,7

Brebis n° 3

Foin	863,0	68,0	795,0	27,8	26,0	270,0	332,2
Refus	126,6	7,0	119,6	2,1	3,0	66,6	43,6
Ingéré foin.....	736,4	61,0	675,4	25,7	23,0	209,4	288,6
Pulpe	349,4	24,3	325,1	6,1	12,9	73,6	202,2
Ingéré total	1 085,8	85,3	1 000,5	31,8	35,9	283,0	490,8
Fèces.....	445,3	65,4	379,9	11,2	25,8	113,3	173,7
Retenus.....	640,5	19,9	620,6	20,6	10,1	169,7	317,1
Coefficient de digestibilité.	59,0	23,3	62,0	64,8	28,1	60,0	64,6
Retenus foin	410,2	16,7	396,0	19,0	7,5	91,5	185,9
Retenus pulpe.....	230,3	3,2	224,6	1,6	2,6	78,2	131,2
Coefficient de la pulpe....	65,9	13,2	69,1	26,2	20,1	106,2	64,9

*Expérience n° 4. — Brebis. — Pulpe pure**Brebis n° 1*

Pulpe	377,2	24,6	352,6	6,1	13,1	84,1	219,0
Fèces.....	120,9	25,6	95,3	4,2	6,7	25,8	37,7
Retenus.....	256,3	— 1,0	257,3	1,9	6,4	58,3	181,3
Coefficient de digestibilité.	67,9	— 4,0	77,8	31,1	48,8	69,3	82,8

Brebis n° 2

Pulpe	292,0	19,0	273,0	4,7	10,2	65,1	169,5
Fèces.....	86,6	17,5	69,1	2,8	5,6	19,5	27,0
Retenus.....	205,4	1,5	203,9	1,9	4,6	45,6	142,5
Coefficient de digestibilité.	70,3	7,9	74,7	40,4	45,1	70,0	84,1

Brebis n° 3

Pulpe	472,2	30,7	441,5	7,6	16,4	105,3	274,1
Fèces.....	123,3	27,0	96,3	4,3	7,8	23,8	38,8
Retenus.....	348,9	3,7	345,2	3,3	8,6	84,5	235,3
Coefficient de digestibilité.	73,9	12,0	78,2	43,4	41,5	80,2	85,8

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières cellulose-siques	Extractifs non azotés
---------------	---------------	------------------	-------------------	-------	----------------	---------------------------	-----------------------

*Expérience n° 5. — Bœufs. — Régime témoin**Bœuf n° 715*

Foin	7 385,0	429,8	6 955,0	183,3	407,7	2 923,7	2 524,2
Refus	756,0	44,6	711,0	15,0	24,6	370,0	220,0
Foin ingéré	6 629,0	385,2	6 244,0	168,2	383,1	2 553,7	2 298,2
Fèces.....	3 071,0	364,8	2 706,0	49,9	149,9	1 417,9	839,3
Retenus	3 558,0	20,4	3 528,0	118,3	233,2	1 135,8	1 458,9
Coefficient de digestibilité.	53,7	5,3	56,7	70,4	60,9	44,5	63,5

Bœuf n° 716

Foin	7 281,0	423,6	6 857,0	180,7	401,9	2 882,5	2 488,6
Refus	821,0	48,4	773,0	16,4	26,8	401,8	245,4
Foin ingéré	6 460,0	375,2	6 084,0	164,3	375,1	2 480,7	2 243,2
Fèces.....	3 022,0	325,5	2 697,0	45,5	142,0	1 407,8	813,5
Retenus	3 438,0	49,7	3 387,0	118,8	233,1	1 012,9	1 429,7
Coefficient de digestibilité.	53,2	13,3	55,7	72,3	62,1	40,8	63,7

Bœuf n° 717

Foin	7 906,0	460,1	7 446,0	196,2	436,4	3 130,0	2 702,3
Refus	632,0	37,3	595,0	12,6	20,6	309,3	188,9
Foin ingéré	7 274,0	422,8	6 851,0	183,6	415,8	2 820,7	2 513,4
Fèces.....	3 334,0	426,8	2 909,0	55,9	167,0	1 549,0	857,5
Retenus	3 940,0	— 2,0	3 942,0	127,7	248,8	1 241,7	1 655,9
Coefficient de digestibilité.	54,2	— 0,5	57,6	69,6	59,8	44,0	65,9

Bœuf n° 718

Foin	8 113,0	472,2	7 641,0	201,3	447,8	3 211,9	2 773,0
Refus	358,0	21,1	337,0	7,2	11,7	175,2	107,0
Foin ingéré	7 755,0	451,1	7 304,0	194,1	436,1	3 036,7	2 666,0
Fèces.....	3 709,0	379,1	3 330,0	59,4	104,3	1 683,9	1 124,9
Retenus	4 046,0	72,0	3 974,0	134,7	271,8	1 352,8	1 541,1
Coefficient de digestibilité.	52,5	16,0	54,4	69,4	62,3	44,6	57,8

*Expérience n° 5. — Régime mixte 42 % pulpe sèche**Bœuf n° 715*

Foin	3 836,0	169,6	3 666,4	84,7	148,1	1 645,1	1 364,5
Refus	61,0	4,3	56,7	1,6	1,9	24,4	21,0
Foin ingéré	3 775,0	165,3	3 609,7	63,1	146,2	1 620,7	1 343,5
Pulpe	2 652,0	278,5	2 373,5	42,6	107,1	608,4	1 402,4
Total ingéré.....	6 427,0	443,8	5 983,2	125,7	253,3	2 229,1	2 745,9
Fèces.....	2 844,0	388,5	2 455,5	70,5	118,0	1 114,0	800,3
Retenus	3 583,0	55,3	3 527,7	55,3	135,3	1 115,1	1 945,6
Coefficient de digestibilité.	55,8	12,5	59,0	43,9	53,4	52,7	70,9
Retenus foin.....	2 027,2	8,8	2 046,7	58,5	89,0	721,2	853,1
Retenus pulpe.....	1 555,8	46,5	1 481,0	— 3,3	46,3	393,9	1 092,5
Coefficient de la pulpe....	58,7	16,7	62,4	— 7,7	43,2	64,8	77,9

Bœuf n° 716

Foin	3 313,0	146,4	3 166,6	73,2	127,9	1 421,3	1 178,4
Refus	46,0	3,3	42,7	1,2	1,4	18,4	15,8
Foin ingéré	3 267,0	143,1	3 123,9	72,0	126,5	1 402,9	1 162,6
Pulpe	2 888,0	303,2	2 584,8	46,4	116,7	662,5	1 527,2
Total ingéré.....	6 155,0	446,3	5 709,7	118,4	243,2	2 065,4	2 689,8
Fèces.....	2 541,0	338,2	2 202,8	58,2	103,9	1 046,9	702,8
Retenus	3 614,0	108,1	3 506,9	60,2	139,3	1 018,5	1 987,0
Coefficient de digestibilité.	58,7	24,2	61,4	50,9	57,3	49,3	73,9
Retenus foin.....	1 738,0	19,0	1 740,0	52,1	78,6	572,4	740,6
Retenus pulpe.....	1 876,0	89,1	1 766,9	8,1	40,7	446,1	1 246,4
Coefficient de la pulpe....	64,9	29,4	68,4	17,5	34,9	67,3	81,6

<i>Animal</i>	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières celluloseuses	Extractifs non azotés
---------------	---------------	------------------	-------------------	-------	----------------	------------------------	-----------------------

*Expérience n° 5. — Régime mixte 42 % pulpe sèche (suite)**Bœuf n° 717*

Foin	3 836,0	169,6	3 666,4	84,7	148,1	1 645,6	1 364,5
Refus	9,0	0,6	8,4	0,2	0,3	3,6	3,1
Foin ingéré	3 827,0	169,0	3 658,0	84,5	147,8	1 642,0	1 361,4
Pulpe	2 740,0	287,7	2 452,8	44,0	110,7	628,6	1 448,9
Total ingéré.....	6 567,0	456,7	6 110,3	128,5	258,5	2 270,6	2 810,3
Fèces.....	3 112,0	439,4	2 672,0	78,7	127,9	1 190,0	882,3
Retenus	3 455,0	117,3	3 437,7	49,8	130,6	1 080,6	1 928,0
Coefficient de digestibilité.	52,6	25,7	50,3	38,7	50,5	47,6	68,6
Retenus foin	2 074,2	—	2 107,3	58,8	28,4	722,5	897,2
Retenus pulpe.....	1 380,8	117,3	1 330,7	— 9,0	39,5	358,1	1 030,8
Coefficient de la pulpe....	50,4	41,1	54,4	— 20,4	35,7	56,9	71,2

Bœuf n° 718

Foin	4 097,0	181,1	3 915,9	90,5	158,1	1 757,6	1 457,3
Refus	12,0	0,8	11,2	0,3	0,4	4,8	4,1
Foin ingéré	4 085,0	180,3	3 904,7	90,2	157,7	1 752,8	1 453,2
Pulpe	2 904,0	304,9	2 599,3	46,7	117,3	666,2	1 536,6
Total ingéré.....	6 989,0	485,2	6 504,0	136,9	275,0	2 419,0	2 989,8
Fèces.....	3 329,0	437,4	2 891,6	76,0	145,1	1 384,9	905,5
Retenus	3 660,0	47,8	3 612,4	60,9	129,9	1 034,1	2 084,3
Coefficient de digestibilité.	52,4	9,9	55,5	60,8	47,2	42,8	69,7
Retenus foin	2 132,4	28,8	2 124,2	62,6	98,2	781,7	839,9
Retenus pulpe.....	1 527,6	19,0	1 488,2	— 1,7	31,7	252,4	1 243,4
Coefficient de la pulpe....	52,7	62,0	57,2	— 3,6	26,9	38,0	81,0

*Expérience n° 6. — Bœufs. — Période témoin**Bœuf noir*

Foin distribué	10 200,0	753,1	9 446,2	244,8	449,8	4 093,3	3 430,3
Foin refusé	967,0	54,6	912,4	17,4	33,7	482,4	392,1
Foin ingéré	9 233,0	699,2	8 533,8	227,4	416,1	3 610,9	3 138,2
Fèces.....	3 801,0	492,6	3 308,4	60,4	201,9	1 761,2	981,6
Retenus	5 432,0	206,6	5 225,4	167,0	214,2	1 849,7	2 156,6
Coefficient de digestibilité.	58,8	29,5	61,2	73,4	51,5	51,2	68,7

Bœuf roux

Foin distribué	10 200,0	753,8	9 446,2	244,8	449,8	4 093,3	3 430,3
Foin refusé	1 511,0	76,0	1 435,0	25,4	33,7	751,3	498,0
Foin ingéré	8 689,0	677,8	8 011,2	219,4	416,1	3 342,0	2 932,3
Fèces.....	3 917,0	530,4	3 386,6	63,5	248,3	1 783,0	974,9
Retenus	4 772,2	147,4	4 624,6	155,9	167,8	1 559,0	1 957,4
Coefficient de digestibilité.	54,9	21,7	57,7	71,1	40,3	46,6	66,8

*Expérience n° 6. — Bœufs. — Régime mixte 29,5 % pulpe**Bœuf noir*

Foin	6 867,0	526,7	6 340,3	195,0	256,1	2 478,3	2 437,8
Refus	454,0	29,7	424,3	9,3	16,9	203,7	149,1
Foin ingéré	6 413,0	497,0	5 916,0	185,7	40,1	274,6	2 288,7
Pulpe	2 575,0	181,5	2 393,5	46,3	78,3	575,2	1 462,3
Total ingéré.....	8 988,0	678,5	8 309,5	232,0	318,4	2 849,8	3 751,0
Fèces.....	3 313,0	496,3	2 816,7	61,6	252,1	1 392,4	803,1
Retenus	5 675,0	182,2	5 492,8	170,4	66,3	1 457,4	2 947,9
Coefficient de digestibilité.	63,1	26,8	66,1	73,4	20,8	51,1	78,5
Retenus foin.....	3 770,8	146,6	3 620,6	136,3	123,6	1 164,6	1 572,3
Retenus pulpe.....	1 904,2	35,6	1 872,2	34,1	— 57,3	282,8	1 375,6
Coefficient de la pulpe....	74,1	19,6	78,2	73,4	— 72,3	50,9	94,2

Animal	Matière sèche	Matière minérale	Matière organique	Azote	Matière grasse	Matières celluloseuses	Extractifs non azotés
<i>Expérience n° 6. — Bœufs. — Régime mixte 29,5 % pulpe (suite)</i>							
<i>Bœuf roux.</i>							
Foin	6 867,0	527,7	6 340,3	195,0	256,1	2 472,3	2 437,8
Refus	719,0	41,6	677,4	14,4	24,2	330,8	235,9
Foin ingéré	6 148,0	485,1	5 662,9	180,6	231,9	2 147,5	2 201,9
Pulpe	2 548,0	179,6	2 368,4	45,8	77,5	569,2	1 447,0
Total ingéré.....	8 696,0	664,7	8 031,3	226,4	309,4	2 716,7	3 648,9
Fèces.....	3 162,0	482,2	2 680,0	59,4	236,2	1 361,9	725,4
Retenus	5 534,0	182,5	5 351,3	167,0	63,2	1 354,8	2 923,5
Coefficient de digestibilité.	63,6	27,4	60,6	73,7	20,4	49,9	80,1
Retenus foin.....	3 375,0	105,3	3 267,5	128,4	93,5	1 000,7	1 470,9
Retenus pulpe.....	2 159,0	77,2	2 083,8	38,6	— 30,3	354,1	1 452,6
Coefficient de la pulpe....	84,7	43,0	88,0	84,3	— 39,0	62,2	100,0

BIBLIOGRAPHIE — RÉFÉRENCES

- (1) *Journal Officiel*, Paris, 5 avril 1948.
- (2) LEROY (A. M.). Normes pour l'alimentation énergétique. Rapports généraux du 5^e congrès international de zootechnie. Paris 1949, p. 7.
- (3) LEROY (A.-M.), MICHAUX (A.), FRANÇOIS (A.). Notes de laboratoire sur le dosage des matières celluloseuses par la méthode Weende. *Congrès international des Industries Agricoles*, Paris, 1948.
- (4) SAYLOR (Ch.-F.). — Sugar beet pulp as animal food. *Progress of Beet : Sugar Industry* 1902.
- (5) PFEIFFER (Th.). — Die Verdaulichkeit getrockneter Rübenschnitzel sowie die Bestimmung der Verdauungs coefficienten stickstoffhaltiger Futterbestandtheile im Allgemeinen. *J. F. Landwirts.*, **34**, p. 425, 1886.
- (6) FINGERLING (G.). — Einfluss fettreicher und fettarmer Kraftfuttermittel auf die milchsecretion bei verschiedenem grundfutter. *Landw. Versuchst.*, **64**, p. 299, 1906.
- (7) FOLKE JARI. — Utfodringsförsök med ensilerad och terkad betmassa samt sulfittjästill mjölkkor. *Lantbrukshögskolan. Husdjursförsöksanstalten. Meddelande n. r.*, **31**, p. 1, 1938.
- (8) LEROY (A.-M.), LÉRY (G.). — Utilisation des déchets de corne hydrolysés pour l'alimentation du porc. *Annales Agronomiques*, **2**, p. 264, 1947.
- (9) LEROY (A.-M.), LUCAS (J.). — Les équivalents fourragers.
- (10) LEROY (A.-M.), MICHAUX (A.). — L'utilisation des matières pectiques par l'organisme animal. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **229**, p. 1034, 1950.
- (11) MICHAUX (A.). — Les substances réductrices d'origine pectique au cours de la digestion chez les ruminants. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **230**, p. 2051, 1950.