

(III, 1954)

ANNALES DE ZOOTECHNIE

I. N. R. A.
BIBLIOTHEQUE UO 35905
DOMAINE DE CROUELLE
63039169
CLERMONT-FD CEDEX 2
712100

ÉLEVAGE ARTIFICIEL DE L'AGNEAU PRÉCOCEMENT SEVRÉ. — ESSAI DE DÉTERMINATION DE SES DÉPENSES DE CROISSANCE.

PAR

G. CHARLET-LERY, A. M. LEROY, S. Z. ZELTER

Laboratoire de Recherches de Zootechnie
Institut National Agronomique, Paris

PLAN DU MÉMOIRE

ÉTUDE GÉNÉRALE

- I. — Introduction.
- II. — Travaux antérieurs.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

PREMIÈRE PARTIE

ÉLEVAGE ARTIFICIEL DE L'AGNEAU PRÉCOCEMENT SEVRÉ

- I. — Technique expérimentale.
- II. — Résultats.
- III. — Interprétation et discussion.
- IV. — Résumé et conclusions.

DEUXIÈME PARTIE

ESSAI DE DÉTERMINATION DES DÉPENSES DE CROISSANCE

- I. — Technique expérimentale et résultats.
- II. — Interprétation.

ÉTUDE GÉNÉRALE

I. — Introduction

On connaît l'importance de l'allaitement maternel pour l'adaptation du nouveau-né à la vie extra utérine. La sécrétion lactée de la brebis est généralement réservée en totalité à l'élevage du jeune. Son intensité

et sa durée constituent des facteurs déterminants, au premier chef, pour le niveau de croissance de l'agneau. L'influence de la durée ressort en particulier des travaux de ZORN et Coll. (1) signalant qu'à l'âge de 1 an, les sujets allaités pendant 10 semaines présentent un état de développement moins satisfaisant que ceux sevrés après 13 ou 16 semaines (42,2 — 50,0 — 52,1 kg).

Dans certaines conditions, cependant, l'agneau est privé de lait maternel soit accidentellement (arrêt ou insuffisance de l'activité mammaire), soit volontairement par l'éleveur pour des considérations économiques (transformation du lait de brebis en fromage).

Ceci rend inévitable, soit le sacrifice prématuré d'un animal trop jeune dont les qualités médiocres de la viande rendent l'opération peu rémunératrice, soit l'élevage artificiel par des méthodes présentement empiriques, dont l'inefficacité compromet les aptitudes physiologiques ultérieures des sujets. Pareil état de choses gêne considérablement l'amélioration systématique des troupeaux de brebis laitières.

On sait que l'alimentation artificielle au lait de vache a été tentée parfois en bergerie sur des sujets isolés dont il a permis l'élevage. Mais l'application de ce procédé est matériellement impraticable pour l'ensemble d'une troupe.

Dans la plupart des troupeaux de brebis laitières, la pratique du sevrage précoce comporte une suppression brutale de l'allaitement maternel auquel on substitue des céréales concassées associées ou non à des légumineuses (ers p. ex.) et du foin. Ce régime, manifestement incompatible avec les exigences nutritionnelles du tout jeune ruminant occasionne parfois des accidents mortels et entraîne généralement une crise d'adaptation qui se manifeste par une perte de poids. Par la suite, le rythme de la croissance se trouve sensiblement ralenti. Ces conséquences zootecniques désastreuses, nous ont amenés à rechercher expérimentalement une solution rationnelle du problème.

II. — Travaux antérieurs

Le sevrage précoce de l'agneau, problème typiquement régional, ne semble pas avoir été étudié jusqu'à présent ; les spécialistes s'étant intéressés de préférence à celui du veau.

L'analogie structurale et physiologique du tube digestif du veau et de l'agneau, nous a fait supposer que théoriquement, il est permis de transposer au second le résultat des études concernant le sevrage précoce du premier de ces animaux. C'est à ces travaux que nous nous sommes référés pour concevoir les nôtres.

Les auteurs qui, les premiers, ont abordé ce sujet, ont pensé que le succès de l'élevage artificiel du veau exigeait un régime alimentaire

possédant des propriétés physiques et biologiques comparables à celles du lait maternel. En apparence, cette conception se justifierait par la faible différenciation du tube digestif du tout jeune ruminant et par le rôle peu important que jouerait la microflore du rumen dans les phénomènes digestifs jusqu'au moment du sevrage naturel.

A. — Alimentation liquide

1^o Les régimes liquides reconstitués avec des dérivés industriels du lait et enrichis de substances destinées à leur faire acquérir l'efficacité énergétique et biologique du lait naturel n'ont pas procuré des résultats constants. Les graves troubles digestifs qu'entraîne l'addition à ces dérivés de lipides d'origine animale ou végétale sont trop connus pour que nous insistions davantage.

L'adjonction de glucides ne donne pas toujours satisfaction. L'incorporation d'amidon pur, en particulier, ne serait pas indiquée chez le jeune ruminant qui, selon SHAW et Coll. (2) assimilerait très mal cette substance. HITCHER (3) qui reconnaît l'intérêt du traitement diastasique des substances amylacées préconisé par KELLNER (4), signale des cas fréquents de mortalité parmi des veaux nourris de cette façon. La supplémentation du lait écrémé, par des sucres de diverse nature [glucose (5), sucre de maïs (6), mélasse (7)] a rarement réussi chez le veau. LINDSEY et ARCHIBALD (8) ont, cependant, obtenu des résultats corrects avec du lactose.

Pour ce qui est de l'agneau, les tentatives d'élevage artificiel à l'aide de procédés analogues, entreprises par deux d'entre nous (9) ont échoué. En effet, la plupart (80 %) des 10 sujets de race Ile-de-France sevrés à l'âge moyen de 9 jours, sont morts par suite de troubles digestifs au cours du premier mois d'une expérience durant laquelle ils ont consommé du lait de vache pasteurisé additionné, par litre, de 50 g de lait en poudre et de 35 g de sucre de betterave. Une autre expérience a entraîné des accidents analogues (mortalité 65 %) chez 14 sujets de race Lacaune, privés de lait maternel vers l'âge de 12 jours et élevés avec un lait reconstitué à partir de poudre de lait et de sucre roux de betterave, mélange dont la composition se rapprochait de celle du lait de brebis.

2^o Les bouillies à base d'eau et préparées à partir des mélanges concentrés dits « lactines », comportant principalement des farines de céréales, des issues et des produits fortement azotés, donnent des résultats satisfaisants lorsque leur équilibre protidique et leur qualité biologique les rapprochent du lait maternel.

3^o Signalons — vu son intérêt théorique — l'élevage entrepris en laboratoire avec des laits synthétiques d'un parfait équilibre nutritif.

On connaît l'insuccès de JONHSON, LOOSLI et MAYNARD (10) chez le veau. Cependant, d'autres (11) ont réussi par la suite à élever normalement pendant 3 mois des veaux pris à l'âge de 2 jours, avec un lait synthétique ingéré à la température du corps et composé de caséine, saindoux, « cerelese », germe de blé, sels minéraux et de la plupart des vitamines réputées indispensables. Tout dernièrement enfin, HAROLD et Coll. (12) sont parvenus à alimenter pendant 10 à 13 semaines des agneaux séparés de leur mère à 1 ou 3 jours d'âge, avec un lait synthétique dosant 19,5 % de matière sèche et enrichi de toutes les vitamines hydrosolubles. Une administration parentale de vitamines liposolubles effectuée tous les mois complétait ce régime.

B. — Alimentation sèche

Afin d'améliorer les conditions d'élevage artificiel du veau, MEAD, REGAN et BARTLETT (13) ont mis au point une méthode basée sur l'alimentation sèche.

Celle-ci consiste à donner quotidiennement au jeune veau 3 litres de lait entier jusqu'à l'âge de 3 semaines (les animaux recevant davantage de lait acceptent plus difficilement le régime sec). Par la suite, le lait est remplacé progressivement par de l'eau, de sorte qu'à 30 jours, l'animal ne reçoit plus que du concentré sec, du foin et de l'eau. L'aliment de sevrage « Calf-Starter » est mis à la disposition de l'animal quelques jours après sa naissance ainsi que du bon foin de luzerne. Pour l'y accoutumer rapidement, on lui introduit les premiers temps un peu de concentré dans la gueule après qu'il ait fini d'absorber son lait.

Le foin et le concentré sont distribués en quantité convenable pour 24 h et l'animal y accède librement. L'eau de boisson est très propre, saine et renouvelée journallement.

Les accidents digestifs sont très peu fréquents. Après un léger arrêt de croissance observé au départ, l'animal reprend rapidement du poids et se développe de telle sorte qu'après 6 mois de ce régime, le retard de croissance est généralement rattrapé.

De nombreux chercheurs (14) (15) (16) (17) ont étudié diverses variantes de la formule du « Calf-Starter », utilisée par les auteurs précédemment mentionnés, en essayant soit de supprimer, soit de modifier le taux et l'origine des protéines animales qu'il comporte. D'autres, tels que SAVAGE et GRAWFORD (18) considèrent que la proportion de poudre de lait écrémé figurant dans le mélange ne doit pas dépasser 20 %, des doses supérieures ne sont pas rentables.

Les diverses formules expérimentées montrent que des mélanges ali-

mentaires dont la composition centésimale varie dans les limites ci-après :

Matières azotées	18-22
Matières grasses	4- 5
Matières cellulosiques	3- 9
Extractifs non azotés	50-58
Matières minérales	5- 7

procurent des croissances comparables et convenables.

L'étude critique de l'ensemble de ces données concernant le veau nous a conduits à écarter le procédé d'alimentation liquide qui, pour fournir de bons résultats, exige des manipulations effectuées dans des conditions de propreté difficiles à respecter dans une bergerie. Le sevrage à l'aide d'un régime sec nous a paru une solution d'autant mieux appropriée à l'alimentation de l'agneau, que ses succès chez le veau sont, à l'heure actuelle, indiscutables.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

PREMIÈRE PARTIE

ÉLEVAGE ARTIFICIEL DE L'AGNEAU PRÉCOCEMENT SEVRÉ

Le sevrage constitue un phénomène de rupture d'équilibre physiologique pour le jeune mammifère. La première question qui se pose de savoir si la suppression progressive de l'allaitement maternel atténuerait chez l'agneau la crise d'adaptation que le sevrage brutal entraîne chez le jeune.

Deux méthodes d'élevage artificiel sont étudiées pour la résoudre : la première (expérience a) comporte un sevrage progressif exécuté en l'espace d'une semaine ; la seconde (expérience b), un sevrage brutal effectué du jour au lendemain.

I. — Technique expérimentale

A. — Choix des sujets et méthodes de sevrage

Les agneaux mis en observation au cours des deux essais étaient de race Ile-de-France, pris dans des troupeaux inscrits au Flock-Book. Leur nombre était de 6 (4 mâles et 2 femelles) dans chacune de ces expériences ; ils provenaient tous d'agnelages doubles. L'un des jumeaux était laissé avec sa mère, il disposait ainsi d'une quantité de lait destinée normalement à assurer la croissance de deux jeunes (19). Il ne pouvait donc pas servir de témoin, puisque son niveau nutritionnel n'était aucunement comparable à celui de l'agneau élevé artificiellement.

Les animaux de l'expérience « a » (1) nés entre le 3 et le 16 novembre 1952, furent choisis dans un élevage dont la croissance des sujets a été rigoureusement suivie, par nos soins, à l'occasion de nombreuses expériences de nutrition. Ils ont été amenés au laboratoire avec leur mère dont ils furent séparés progressivement dans la première semaine de décembre 1952. Le nombre des tétées a été réduit peu à peu et les animaux totalement sevrés à l'âge moyen de 33 jours. L'expérience a été poursuivie jusqu'à ce que les agneaux aient atteint l'âge moyen de 82 jours.

Ceux de l'expérience « b » nés tous le 17 avril 1953 étaient issus d'un autre élevage. Arrivés au laboratoire avec leur mère, six jours après l'agnelage, ils en furent séparés brutalement à l'âge de 17 jours. L'expérience a cessé lorsqu'ils ont eu 100 jours.

B. — Etablissement du régime d'expérience

Il nous a paru logique de concevoir un régime renfermant du foin, qui apporte des substances indispensables à la rumination et un mélange concentré, qui, assurant sous un faible volume un apport énergétique important, évite une surcharge du tube digestif. L'ensemble doit posséder une efficacité biologique telle que son équilibre protidique, minéral et vitaminique puisse procurer une croissance voisine de celle que fournirait un allaitement naturel.

Des travaux antérieurs (19) ont permis de déterminer la composition moyenne du lait de brebis Ile-de-France : (extrait sec 203 ‰, dont protides 57,5, lipides 89, glucides 47, cendres 9,5). Ce lait contient environ 900 calories d'énergie nette par litre soit 0,45 u. f. La concentration en protides digestibles est de 120 g. par unité fourragère.

Le choix du support énergétique d'un régime de sevrage pour agneau ne suscite pas de difficultés. Les céréales secondaires et les issues de meunerie employées depuis toujours avec succès pour l'alimentation de cet animal, représentent une source d'énergie toute indiquée.

Les sources protidiques susceptibles de réaliser un équilibre adéquat en amino-acides sont plus délicates à choisir. KUIKEN et PEARSON (20) ont montré que 50 % des protides totaux du lait de brebis sont constitués par 9 acides aminés essentiels : méthionine, arginine, thréonine, histidine, isoleucine, phénylalanine, valine, leucine, lysine. Signalons également la corrélation étroite qui existe entre le niveau nutritionnel du jeune agneau allaité, l'utilisation digestive des protides du lait et l'efficacité biologique, qui peut atteindre des valeurs extrêmement élevées (21).

(1) Voir *C. R. Acad. d'Agric.*, Paris, 39, p. 353, 1953.

Le remplacement intégral de ces protides par des protides végétaux dont la valeur biologique est nettement moindre nécessiterait une concentration protidique approximative de 200 g. par unité fourragère, dans le régime de sevrage.

La présence, d'une certaine proportion de protides de haute valeur biologique étant reconnue indispensable (17), nous a conduit à les introduire dans le régime en supposant qu'en l'occurrence, un taux voisin de 150 g. par u. f. devrait suffire à satisfaire les besoins azotés de nos animaux. Parmi les sources protidiques d'origine animale, nous avons préféré la poudre de lait écrémé, dont l'efficacité pour l'élevage du veau est comparable à celle des farines de viande et de poisson (14) et dont l'appétence semble meilleure (17).

Nous avons incorporé également des levures sèches de distillerie susceptibles d'assurer à l'agneau, en même temps que des acides aminés de qualité, un apport appréciable de facteurs du complexe vitaminique B, dont la synthèse chez le tout jeune ruminant reste problématique et des substances de croissance qui, selon JACQUOT et ROUX (22) seraient particulièrement favorables à la prolifération de la flore du rumen.

Les protides d'origine végétale sont apportés par le tourteau de lin, qui a fait ses preuves pour l'élevage de l'agneau précoce (23), le tourteau de soja, qui possède une efficacité comparable à celle de la farine de poisson (23) et une valeur biologique à peine inférieure à celle de farine de viande (22). Enfin, le foin de luzerne fournit à la fois des protides de très bonne qualité et les éléments qu'exigent la rumination et le fonctionnement normal du tube digestif.

Sachant que le lait de brebis renferme par litre 10 à 11 g. de cendres dont le rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ oscille entre 1,4 et 2 et celui de $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$ voisine 10, nous avons complété les éléments minéraux présents dans le régime et insuffisants à satisfaire les besoins des animaux, par un mélange salin (sel iodé 10, sel ordinaire 10, poudre d'os dégelatinés 40, carbonate de calcium 32, sulfate de magnésie 3,5, carbonate de magnésie 4,2). Du fer, du cuivre, du manganèse et du cobalt introduits dans une solution aqueuse renfermant p. 1000 : Fe SO₄ — 100 g, Cu SO₄ — 10 g, Mn SO₄ — 20 g, CO (NO₃)₂ — 1 g, ont été incorporés dans l'eau de boisson, à raison de 0,4 cc par animal et par jour.

En résumé, notre régime comportait :

— du foin de luzerne d'excellente qualité,

— un aliment concentré de sevrage sous forme de granules (présentation physique appréciée par les ovins) et renfermant les composants ci-après : orge-48,4, avoine-11,4, son de blé-7,6, tourteau de lin-9,1, tourteau de soja-5,3, levure sèche de distillerie-7,6, poudre de lait écrémé-7,6, mélange minéral-3.

Pendant les 15 derniers jours de l'expérience « a », il a été adjoint de la pulpe de betterave sèche mélassée, réhumidifiée avec quatre fois son poids d'eau.

De l'eau de boisson renouvelée journallement a été laissée en permanence à la disposition des animaux.

Les agneaux rationnés selon leur appétit, disposaient continuellement de mangeoires renfermant séparément des quantités connues de concentré et de foin. Les refus étaient éliminés journallement pour raison d'hygiène et pesés. Pour assurer la précision de la mesure des ingesta de foin, celui-ci était distribué haché. Les quantités distribuées aux animaux dépassaient nettement leurs besoins, afin de leur offrir la possibilité de choisir les parties les plus appétissantes.

Pour éviter, pendant la semaine d'alimentation mixte avec lait maternel (expérience « a ») un excès de matières protéiques dans la ration, nous avons incorporé à l'aliment concentré de sevrage 25 % d'orge aplatie.

Avant chaque expérience et pour procurer à nos sujets une réserve de vitamines A et D accroissant leur résistance il a été administré à chacun par voie buccale, soit en une seule fois (expérience « a »), soit en trois fois (expérience « b ») 30 000 U. I. de A et 5 400 U. I. de D₃ sous forme d'huile de poisson. Par la suite, une ingestion bi-hebdomadaire de cette même huile leur apportait journallement 1 200 U. I. de A et 216 U. I. de D₃.

Pour ce qui est facteurs du complexe B (plus particulièrement riboflavine et acide folique) nous avons présumé qu'ils étaient présents en quantités suffisantes dans le foin de luzerne, la levure de distillerie, la poudre de lait écrémé et le tourteau de soja.

Le Tableau I indique la composition chimique des aliments consommés au cours des deux expériences. Les dosages ont été effectués selon les techniques classiques adoptées pour l'analyse des aliments du bétail (25).

TABLEAU I

Composition p. 1 000 de produit réellement ingéré.

	Foin de Luzerne		Aliment de Sevrage		Pulpe Sèche mélassée exp. « a »
	Exp. « a »	Exp. « b »	Exp. « a »	Exp. « b »	
Matières sèches.....	870,0	878,0	899,0	885,6	919,0
Matières minérales.....	58,3	64,5	44,5	48,5	41,6
Mat. azotées totales.....	123,7	171,2	178,5	180,1	98,9
Matières grasses.....	35,1	39,2	41,2	41,3	30,0
Matières cellulosiques.....	250,4	240,6	64,6	60,7	172,1
Extractifs non azotés.....	402,5	362,5	570,2	555,0	576,4
P.....	3,2	3,2	6,5	7,3	1,2
Ca.....	20,1	24,9	6,7	10,2	7,9
U. F. par Kg.....	0,510	0,547	0,956	0,950	0,820
Matières protéiques dig.	63,0	85,1	131,1	133,5	45,0

C. — Mesure de la croissance

Les croissances sont mesurées par des pesées individuelles hebdomadaires, effectuées dans des conditions identiques.

II. — Résultats

A. — Consommation

Le tableau II indique les consommations moyennes d'aliments par animal et par jour, en fonction de l'âge.

TABLEAU II
Consommation moyenne par jour et par animal

Age (jours)	Foin de luzerne (1) g	Aliment sevrage g	Pulpe g	U.F.	M.P.D. g	M.P.D./ U.F. g	Cellulose % mat. sèche
<i>Expérience « a »</i>							
26-32	à volonté	11	et lait maternel				
33-39	env. 100	89					
40-46	à volonté	205					
47-53	env. 200	368		0,457	60,8	133	
54-60	à volonté	467					
61-67	à volonté	499					
68-74	320	720	17	0,872	114	131	13,9
75-81	435	732	47	0,966	125	130	15,3
<i>Expérience « b »</i>							
10-16	lait maternel						
17-23	env. 30	env. 13	—	0,028	4,3	148	21,7
24-30	env. 80	env. 73	—	0,113	16,5	142	17,9
31-38	193	145	—	0,244	35,8	145	14,3
39-44	240	283	—	0,399	58,2	143	16,5
45-51	359	384	—	0,560	82,2	145	17,1
52-58	442	447	—	0,667	97,4	140	17,4
59-65	505	549	—	0,779	116,4	147	17,0
66-72	560	589	—	0,865	126,4	144	17,2
73-79	592	598	—	0,892	130,3	144	17,3
80-86	628	649	—	0,960	140,2	144	17,2
87-93	593	658	—	0,948	138,4	144	16,9
94-100	618	707	—	1,009	147,1	144	16,7

(1) Il a été matériellement impossible de mesurer systématiquement avec la précision voulue les ingesta réels de foin, surtout au cours de l'expérience « a ».

Nous précisons en outre que le taux de phosphore contenu dans la matière sèche ingérée, qui oscillait, au cours de l'expérience « b » entre 0,42 % et 0,61 %, est en moyenne de 0,58 % ; ce taux nous paraît convenable. Les valeurs correspondantes pour le calcium sont de 1,58 % à 2,33 % avec une moyenne de 1,96 %. Le rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ se situe aux environs de 3,4.

B. — Croissance

Le Tableau III et les figures a et b indiquent les croissances moyennes et individuelles.

TABLEAU III

Expérience « a »

<i>Moyenne générale</i>			<i>Croissance (g/j). Variations individuelles</i>				
Age (j)	Poids (kg)	Croissance g/j	sexe et N° du sujet	Age au début sevrage (j)	Période d'adaptation (14 j)	Période élevage artificiel (40 j)	Période naissance-fin expérience (1) (81 j)
26	10,3		M 188	28	7	284	237
33	10,6	43	F 192	28	121	222	225
40	10,8	29	F 197	27	107	220	189
47	12,0	171	M 209	26	— 7	220	186
54	13,8	257	M 215	24	0	234	196
61	15,6	257	M 252	22	14	267	226
68	17,5	271					
75	18,9	200	Moyenne	26	+ 36	241	210
82	20,9	286					

Expérience « b »

<i>Moyenne générale</i>			<i>Variations individuelles</i> <i>Croissance (g/j)</i>				
Age (j)	Poids (kg)	Croissance g/j	sexe et N° du sujet	Age au début sevrage (j)	Période d'adaptation (14 j)	Période élevage artificiel (70 j)	Période naissance-fin expérience (1) (100 j)
17	8,1		F 70	17	7	249	225
24	7,3	— 114	M 71	17	— 29	253	208
31	7,6	43	M 72	17	— 36	276	242
39	9,1	187	F 74	17	— 50	269	235
45	10,2	183	M 75	17	— 86	206	175
52	12,3	300	M 79	17	0	179	146
59	13,9	229					
66	15,6	243	Moyenne	17	— 36	239	205
73	17,7	300					
80	19,2	214					
87	21,1	271					
94	22,4	186					
101	24,3	271					

(1) Pour effectuer ce calcul, on a admis à la suite de nombreuses observations faites dans les troupeaux Ile-de-France, que le poids à la naissance d'un agneau issu de naissance gemellaire est de 3,8 kg.

III. — Interprétation et Discussion

A. — Régime alimentaire

Nos résultats contredisent les affirmations des auteurs partisans de l'alimentation liquide, prétendant que le succès de l'élevage artificiel du jeune ruminant exige un régime alimentaire dont la constitution physico-chimique soit analogue à celle du lait maternel. La présence, dans notre régime d'expérience, d'un taux élevé d'éléments celluloseux (17 %) provenant du foin, n'exerce pas d'effets dépressifs sur la croissance et semble même influencer favorablement sur le fonctionnement de l'appareil digestif. L'absence totale, au cours des essais, de troubles digestifs — phénomène fréquent avec l'alimentation liquide — le prouve. L'ingestion d'un foin, d'excellente qualité qui a coïncidé avec le déclenchement de la rumination chez nos sujets, pourrait avoir contribué pour beaucoup du développement précoce d'une flore bactérienne nécessaire au fonctionnement du rumen, comme semblent l'affirmer POUNDEN et HIBBS (27) et assuré la réussite des expériences.

La teneur de ce régime en matières protéiques digestibles est de 13,1 % dans l'expérience « a » et de 14,4 dans l'expérience « b ». Elle est en accord avec les normes théoriques prises comme base.

Par contre, la richesse anormalement élevée du foin de luzerne en calcium fait que le rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ du régime d'expérience (3,43) est au-dessus des normes admises. Le travail récent de CAUSERET (26) expliquerait pourquoi ce rapport n'a pas eu d'action nocive sur nos sujets qui absorbaient régulièrement des doses suffisantes de facteurs A et D.

B. — Croissance

Faisons d'abord remarquer que si, au cours de l'expérience « a » (sevrage progressif), les agneaux paraissaient chétifs pendant les 15 premiers jours, semblable phénomène n'est pas observé au cours de l'expérience « b » (sevrage brutal). Dans l'ensemble, les animaux présentent un aspect vigoureux.

L'examen du Tableau III et des figures a et b fait ressortir l'existence d'une crise d'adaptation d'une durée de 2 semaines. Elle se manifeste au début du sevrage et se traduit au cours de l'expérience « a » par une croissance excessivement ralentie (+ 36 g par jour), au cours de l'expérience « b » par une légère perte de poids (— 36 g par jour). Ce phénomène est attribuable, en grande partie au fait que nos sujets,

inhabitués à l'alimentation sèche, ingèrent des quantités minimales de nourriture et d'eau pendant la quinzaine qui suit le début du sevrage. Bien que le sevrage brutal paraisse, à la lumière de ces observations, moins favorable au développement de l'animal que le sevrage progressif, il faut cependant insister sur la facilité de son application pratique en bergerie. Toutefois, il semblerait préférable, moyennant quelques difficultés passagères, de procéder à une suppression moins brutale de l'allaitement maternel, en laissant aux agneaux la liberté de téter une fois par jour au cours des 48 heures qui précèdent le sevrage définitif.

Après cette crise d'adaptation, les consommations de nourriture progressant rapidement, la croissance prend un rythme normal ; elle atteint 240 g par jour et par agneau dans l'expérience « a », et 239 g dans l'expérience « b ». Soulignons la parfaite concordance entre ces données malgré des modalités de sevrage différentes. Ces valeurs ne sont pas significativement différentes de celles régulièrement enregistrées chez l'ensemble des jumeaux d'un élevage Ile-de-France : 265 g à proportion analogue de mâles et de femelles (23).

Les croissances journalières moyennes de nos sujets depuis la naissance jusqu'à la fin de l'expérience sont respectivement, pour les 2 essais, de 210 et 205 g. Ces valeurs représentent respectivement 79 % et 77 % de celles que l'on observe couramment dans les conditions de l'élevage naturel. Cette réduction résulte presque uniquement de l'arrêt du croît pendant la période d'adaptation.

Il est toutefois possible que ces différences se seraient atténuées ultérieurement, si nous avions pu prolonger plus longtemps les expériences. Les résultats rapportés par MEADE et Coll. (13) et par STOECKEL (29) pour le veau, ainsi que ceux signalés par PLATKANOV (28) pour l'agneau au moment où se déroulaient nos essais permettent de le supposer.

Il est intéressant de signaler que, durant la période d'adaptation, les réactions des sujets d'expérience diffèrent d'après leur sexe. Ces différences disparaissent lors de la période d'élevage artificiel proprement dit. Ceci ressort des données ci-après :

TABLEAU IV

	Mâles	Femelles
Croissance durant la période d'adaptation	— 17	+ 46
Croissance durant la période d'élevage artificiel.	+ 240	+ 241
Croissance totale depuis la naissance	+ 200	+ 218
Croissance observée en élevage naturel (23)	+ 278	+ 240

Par rapport aux valeurs citées pour l'élevage naturel (23) on constate que la croissance des mâles sevrés précocement n'est que de 73 % pour la période allant de la naissance à la fin de l'expérience, et de 86,5 %

pour la seule période d'élevage artificiel ; celle des femelles est respectivement de 91 % et de 100 %.

Ceci indiquerait que l'élevage artificiel assure un bon développement corporel à l'agneau femelle, tandis que la suppression prématurée de lait maternel handicape celui du futur reproducteur mâle. Cette constatation, jointe à celle empiriquement observée chez les jeunes taurillons, montre l'intérêt de prolonger l'élevage naturel des agneaux mâles destinés à la reproduction.

Résumé et Conclusion

Nos essais, entrepris sur 12 agneaux de race Ile-de-France, sevrés au cours de leurs 3^e et 4^e semaines d'âge montrent que l'élevage artificiel de l'agneau, privé précocement de lait maternel, à l'aide d'une alimentation sèche, procure une croissance satisfaisante.

Le régime expérimental comporte :

— du fourrage sec (luzerne) d'excellente qualité, aliment indispensable pour la réussite de ce mode d'élevage,

— un aliment concentré de sevrage, en granulés, dosant 6 % de cellulose Weende et 13 % de matières protéiques digestibles, dont 40 % sont d'origine animale.

— des vitamines lipo et hydro-solubles et des substances minérales en doses convenables,

— de l'eau potable.

L'ensemble du régime renferme environ 15 % de matières protéiques digestibles par unité fourragère et sa matière sèche contient 0,6 % de P. et 1,96 % de Ca.

Il existe une crise d'adaptation de 2 semaines au cours de laquelle la croissance est quasiment nulle. Cette dernière reprend un rythme normal par la suite.

Le sevrage progressif semble donner, au cours de la période d'adaptation, des résultats légèrement plus favorables que celui du sevrage brutal. Le choix de l'une ou l'autre de ces méthodes dépend des possibilités pratiques de leur application dans la bergerie.

Le comportement des animaux mâles paraît moins satisfaisant que celui des femelles. Lorsque la lactation d'une brebis ne suffit pas à assurer une croissance satisfaisante de jumeaux, il nous paraît recommandable d'élever artificiellement la femelle et laisser avec la mère le mâle réservé à la reproduction. Notre technique alimentaire convient, en revanche, parfaitement à des mâles destinés à la production d'agneaux de boucherie.

DEUXIÈME PARTIE

ESSAI DE DÉTERMINATION DES DÉPENSES DE CROISSANCE

La technique de calorimétrie indirecte (bilan azote-carbone, mesures des échanges gazeux) que nous avons utilisée dans d'autres expériences, permet d'évaluer avec une précision satisfaisante les besoins d'énergie de l'organisme du jeune agneau (21). Dans l'impossibilité d'employer cette méthode de travail pendant la présente expérience, nous avons eu recours à un procédé moins rigoureux afin d'avoir une idée de ces besoins chez l'agneau élevé artificiellement. L'intérêt pratique d'une telle estimation est de voir si les dépenses de croissance de cet animal sont différentes de celles que rapportent les normes actuellement admises pour l'agneau soumis à un régime mixte naturel (lait, fourrage et concentré). Remarquons que ces normes ne sont pas exemptes d'erreurs, car la mesure des ingesta est particulièrement malaisée avec un pareil régime, du fait que le volume et la composition du lait absorbé directement sous la mère par l'agneau sont difficiles à évaluer avec exactitude.

En revanche, la connaissance précise des consommations de nourriture d'un animal élevé artificiellement peut servir de base au calcul des dépenses de croissance, déduction faite des besoins d'entretien prévus dans les normes et qui — soulignons-le — sont dans une certaine mesure conventionnelles.

I. — Technique expérimentale et résultats

Au cours de l'expérience « b » rapportée dans la première partie, nous avons pesé avec précision les aliments (foin de luzerne et aliment de sevrage) distribués journallement, ainsi que les refus laissés par les 6 animaux en observation de la sixième à la quatorzième semaine d'âge. Il n'a pas été possible de procéder à des mesures individuelles, de sorte que nos données constituent des moyennes calculées pour l'ensemble du groupe.

Les mesures sont effectuées durant 8 semaines réparties en 4 périodes égales de 14 jours. Des échantillons proportionnels d'aliments et de refus sont constitués séparément pour chacune de ces périodes. On détermine leur contenu en divers constituants chimiques à l'aide des méthodes déjà signalées (25).

A. — Composition des ingesta

La composition chimique exacte des ingesta réels, rapportée dans le Tableau V, est calculée à partir des mesures des aliments distribués, des refus et des analyses correspondantes.

TABLEAU V

Composition en g. p. 1000 d'ingesta réels.

	Matières sèches	Matières minérales	Matières azotées totales	Matières grasses	Cellulose brute	Extractifs non azotés	P	Ca	Valeur nutritive (U.F.)	Matières protéiques digestibles
<i>Foin de luzerne distribué</i>	884,5	61,0	153,0	36,5	269,5	364,5	3,0	23,0	0,530	76,5
<i>Ingéré</i>										
Période 1	877,7	64,1	169,3	39,9	242,3	362,1	3,2	25,2	0,547	84,0
— 2	885,3	65,2	165,4	38,7	251,1	364,9	3,2	24,6	0,547	82,1
— 3	878,6	66,2	167,1	39,2	238,6	367,5	3,3	24,8	0,546	83,2
— 4	870,4	62,6	183,1	39,1	230,5	355,1	3,1	24,9	0,548	91,0
<i>Aliment de sevrage distribué</i>	885,8	47,2	172,5	40,5	59,5	566,0	7,1	10,0	0,950	128,0
<i>Ingéré</i>										
Période 1	883,8	49,3	183,1	42,3	59,7	549,4	7,7	10,3	0,951	136,0
— 2	886,5	48,1	178,3	40,9	60,3	558,9	7,5	10,2	0,956	132,0
— 3	888,1	48,3	179,6	41,9	61,6	556,7	7,2	10,1	0,956	133,0
— 4	884,1	48,1	179,5	40,3	61,4	554,8	7,0	10,1	0,946	133,0

B. — Mesure des consommations réelles

Le Tableau VI donne les moyennes de poids vif et de croissance quotidienne, ainsi que l'évaluation des consommations journalières de nourriture par animal pour chacune des 4 périodes, calculée à partir des données des Tableaux II (expérience b) et V.

TABLEAU VI

A. croissance

Période	Age	Poids moyen	Croissance journalière
		— — kg	— — g
1	45-58	12,0	265
2	59-72	15,8	272
3	73-86	19,4	252
4	87-100	22,7	219

B. Consommation — Animal / Jour

Période	Matière sèche g	Matières protéiques digestibles g	P. g	Ca g	T. D. N. g	Énergie métabolisable cal	Valeur nutritive U. F.
1	719,0	90,5	4,5	14,4	506,5	1 855	0,615
2	971,0	117,1	5,9	18,8	701,2	2 524	0,834
3	1 087,0	133,4	6,5	21,4	780,0	2 810	0,930
4	1 137,0	155,4	6,7	22,0	813,3	2 930	0,976

Précisons que la somme des principes digestibles totaux (T. D. N.) est calculée à l'aide de coefficients de digestibilité normalement admis pour les ruminants adultes. L'énergie métabolisable est obtenue par application à cette somme, du coefficient calorifique 3,6 préconisé par FORBES et KRISS pour les ruminants (36). Cette manière de procéder nous semble justifiée du fait que nos jeunes agneaux sont soumis à un régime d'adulte. La valeur nutritive (U. F.) est déduite des données précédentes au moyen de la formule recommandée par l'un de nous (31) et modifiée par DELAGE et GASNIER (32).

C. — Calcul des dépenses de croissance

Nous calculons l'énergie dépensée pour la croissance en défalquant de la valeur énergétique globale de la ration consommée, les besoins d'entretien tels qu'ils sont indiqués par les normes (19). Le tableau suivant (VII) résume le résultat de ces calculs.

TABLEAU VII

Période	Age j.	Poids moyen kg	Gain moyen journalier g	Valeur énergétique de la ration (U. F.)	Besoins énergétiques d'entretien (U. F.)	Energie disponible pour la crois- sance (U. F.)	Dépenses énergétiques par 100 g. de croît (U. F.)
1	45- 58	12,0	265	0,615	0,296	0,319	0,112
2	59- 72	15,8	272	0,834	0,363	0,471	0,173
3	73- 86	19,4	252	0,930	0,420	0,510	0,202
4	87-100	22,7	229	0,976	0,478	0,498	0,218

II. — Interprétation

La méthode de calcul que nous avons utilisée et le recours à des coefficients de digestibilité pour adultes lors du calcul du contenu énergétique des ingesta, appellent des réserves quant à la signification exacte de nos résultats. Ces derniers confirment que, quel que soit le mode d'élevage, l'âge du sujet représente une des variables des besoins de croissance de l'agneau ; en l'absence de données individuelles, il n'est pas possible d'apprécier l'interdépendance de l'intensité du croît et de ces dépenses. Ils indiqueraient, par ailleurs, que les dépenses de croissance du jeune agneau élevé artificiellement seraient du même ordre, sinon inférieures, à celles de l'agneau nourri naturellement. Des recherches ultérieures à l'aide de méthodes plus précises nous permettront de vérifier l'exactitude de ces observations.

(Reçu pour publication le 8 décembre 1953).

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ZORN (W.), KRALLINGER (H.) et HUNDT (H. W.). — Untersuchungen über die Zweckmäßige Dauer der Säugezeit. Weiblichen Züchtlammer *Züchtungskunde* 1932, **7**, 257.
- (2) SHAW (R. H.), WOODWARD (T. E.) et NORTON (R. P.). — Digestion of Starch by the young calf. *J. Agric. Res.*, 1918, **12**, 575.
- (3) HITTCHEK (K.). — Kälber-fütterungsversuche. *Landw. Jahrb.*, 1909, **38**, 871.
- (4) KELLNER (O.). — *Tierernähr. Landw. Nutztiere*, (Berlin), 1910.
- (5) GOLF (A.) et SCHWABE (H. C.). — Aufzuchtversuche mit Kälbemaïszucker *Züchtungskunde*, 1928, **3**, 182.
- (6) LANDIS (J.). — *Landw. Jahrb. Schw.*, 1935, **49**, 887, in n° 23.
- (7) WOODWARD (T. E.) et LEE (J. G.). — Feeding blackstrop molasses to young calves. *La. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1908, n° 104, p. 3.
- (8) LINDSEY (J. B.) et ARCHIBALD (J. G.). — Milk substitutes in the rearing of young calves. *Mass. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1925, n° 223, 41.
- (9) CHARLET-LERY (G.) et LEROY (A. M.). — Travaux non publiés.
- (10) JOHNSON (P. E.), LOOSLI (J. K.) et MAYNARD (L. A.). — Purified diet Studies with calves. *J. Dairy Sci.*, 1940, **23**, 553.
- (11) WIESE (A. C.), JOHNSON (B. C.), MITCHELL (H. H.) et NEVENS (W. B.). — Riboflavin deficiency in the dairy calf. *J. Nutrition*, 1947, **33**, 263.
- (12) DRAPER (H. H.) et JOHNSON (B. C.). — Folic acid deficiency in the lamb. *J. Nutr.*, 1952, **46**, 123.
- (13) MEAD (S. W.), REGAN (W. M.) et BARTLETT (J. W.). — A study of the factors affecting the Growth of dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, 1924, **7**, 440.
- (14) KRAUSS (W. E.), MONROE (C. F.) et HAYDEN (C. C.). — Dry feed systems of raising calves. *Ohio Stat. Bimo. Bull.*, 1935, n° 173, p. 45.
- (15) RUPEL (I. W.). — Raising the dairy calf. *Wis. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1929, n° 404, p. 23.
- (16) HERMAN (H. A.). — Raising the dairy calf. *Miss. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1937, n° 377, p. 28.
- (17) NORTON (C. L.) et EATON (H. D.). — Dry Calf Starters for dairy calves. *Corn. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1946, n° 835, p. 32.
- (18) SAVAGE (E. S.) et GRAWFORD (C. H.). — Dry concentrates as a partial substitutes for whole milk in calf rations. *Conn. Agric. Exp. Stat. Bull.*, 1935, n° 622, p. 29.
- (19) LEROY (A. M.). — *Le Mouton* 1948 (Hachette), Paris, p. 209.
- (20) KUIKEN (R. A.) et PEARSON (P. B.). — The essential amino-acid (except tryptophan) content of colostrum and milk of the cow and ewe. *J. Nutr.*, 1949, **39**, 167.
- (21) LEROY (A. M.), LERY (G.) et ZELTER (S. Z.). — Contribution à l'étude de l'utilisation du lait par les jeunes ruminants. *Ann. Zootechnie*, 1952, **1**, 61.
- (22) JACQUOT (R.) et ROUX (P.). — Le sevrage précoce du veau et les aliments économiseurs de lait. *Ann. Nutr. et Alim.*, 1951, **5**, 251.
- (23) LEROY (A. M.). — Expériences concernant la production précoce de la viande d'agneau. Rapports d'expériences faites sur l'alimentation du bétail. Conseil supérieur de l'Élevage (Paris), 1935, p. 57.
- (24) MAC KINTOSH (J.). — *J. Brit. Dairy Farm. Assoc.*, **43**, in n° 23.
- (25) LEROY (A. M.). — Normes pour l'alimentation énergétique. Rapports généraux V^e Congrès Int. Zoot., Paris, 1949, p. 7.
- (26) CAUSERET (J.). — Recherches sur l'utilisation physiologique du calcium chez le rat au cours de la croissance. Nouveaux aspects du rôle biologique de la vitamine D (en cours de publication), Paris.

- (27) POUNDEN (W. D.), HIBBS (J. W.) in JARRIGE (R.). — L'utilisation des glucides alimentaires par les ruminants. *Ann. Nutr. et Alim.*, 1953, 7, 339.
- (28) PLATKANOV (N. D.). — Forschungen über die Möglichkeit einer Abkürzung der Säugezeit der Lämmer. *Bull. Inst. Zoot. Acad. Bulg. Sci.*, 1952, 3-4, 78.
- (29) STOECKEL (R.). — Sevrage précoce des veaux par alimentation sèche. *C. R. Acad. Agric.*, Paris, 1952, 39, 212.
- (30) FORBES (E. B.) et KRIS (M.). — The nutritive requirements of the dairy cows expressed in accord with a new method of application of the net-energy conception. *Proc. Am. Soc. An. product.*, 1931, p. 113.
- (31) LEROY (A. M.). — L'utilisation de l'énergie des aliments par les animaux. *Reprinted Bull. Europ.*, F. A. O., n° 4, févr-mars 1948.
- (32) DELAGE (J.) et GASNIER (A.). — L'Alimentation énergétique et azotée des animaux domestiques. Rapports particuliers, V^e Cong. Int. Zoot., Paris, 1949, p. 45.
-