

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'UTILISATION DU LAIT PAR LES JEUNES ANIMAUX

PAR

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

Laboratoire de recherches de Zootechnie de l'Institut National Agronomique

PLAN DU MÉMOIRE

Première partie : Utilisation de l'énergie du lait. Exposé de la méthode expérimentale utilisée. Mesure des ingesta et excreta. Interprétation des résultats obtenus. Application pratique de ces résultats à la détermination des quantités de lait nécessaires à de jeunes animaux dont on connaît le poids et le gain de poids quotidien.

Seconde partie : Utilisation de l'azote du lait. Variabilité du coefficient de rétention et de la valeur biologique de l'azote du lait, en fonction de l'énergie empruntée aux matières azotées pour équilibrer les dépenses de l'organisme. Valeurs limites de ces coefficients.

PREMIÈRE PARTIE :

UTILISATION DE L'ÉNERGIE DU LAIT

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE UTILISÉE

Au cours d'une série de 18 expériences, poursuivies sur des agneaux, des porcelets et un veau, nous avons eu l'occasion d'étudier les échanges nutritionnels d'énergie de nos animaux, par l'emploi combiné des deux méthodes de calorimétrie indirecte, la méthode des bilans azote — carbone et la méthode des échanges gazeux.

Pendant les essais, dont la durée était d'une semaine environ, les animaux étaient placés dans des cages métalliques, munies d'un double grillage, permettant de recueillir sans pertes notables et séparément les excréments solides et les urines. Pour l'analyse des gaz de la respiration, nous nous sommes servis

d'un appareil à confinement, formé d'une cloche métallique mobile qui pouvait être placée à volonté sur les cages, en assurant une étanchéité parfaite au moyen d'une rainure contenant de l'eau aiguisée d'acide sulfurique. La durée de chaque expérience de confinement variait avec la taille des animaux. Elle a pu atteindre jusqu'à 2 heures, pour les agneaux. L'analyse des gaz de la cloche immédiatement au début et à la fin de chaque expérience permettait de calculer les quantités d'oxygène consommé et de gaz carbonique rejeté au cours de l'essai. A la condition de multiplier les mesures, de jour comme de nuit, aux différentes heures, et de construire pour chaque semaine d'expérience les courbes exprimant les variations des échanges gazeux en fonction du temps pour une période témoin moyenne allant de 0 à 24 heures, nous avons pu calculer les consommations journalières d'oxygène et les émissions correspondantes de gaz carbonique avec une approximation suffisante, ainsi que nous pouvions en juger par la concordance satisfaisante des mesures effectuées aux mêmes heures, à des jours différents.

On sait, en effet, que si l'on connaît la consommation d'oxygène d'un animal en un temps donné, exprimée en litres, à 0° et sous 760 mm de pression, d'une part, et le quotient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$, d'autre part, la dépense d'énergie exprimée en calories, pendant le même temps est égale au volume v d'oxygène ainsi mesuré multiplié par un coefficient déduit par interpolation du tableau ci-après :

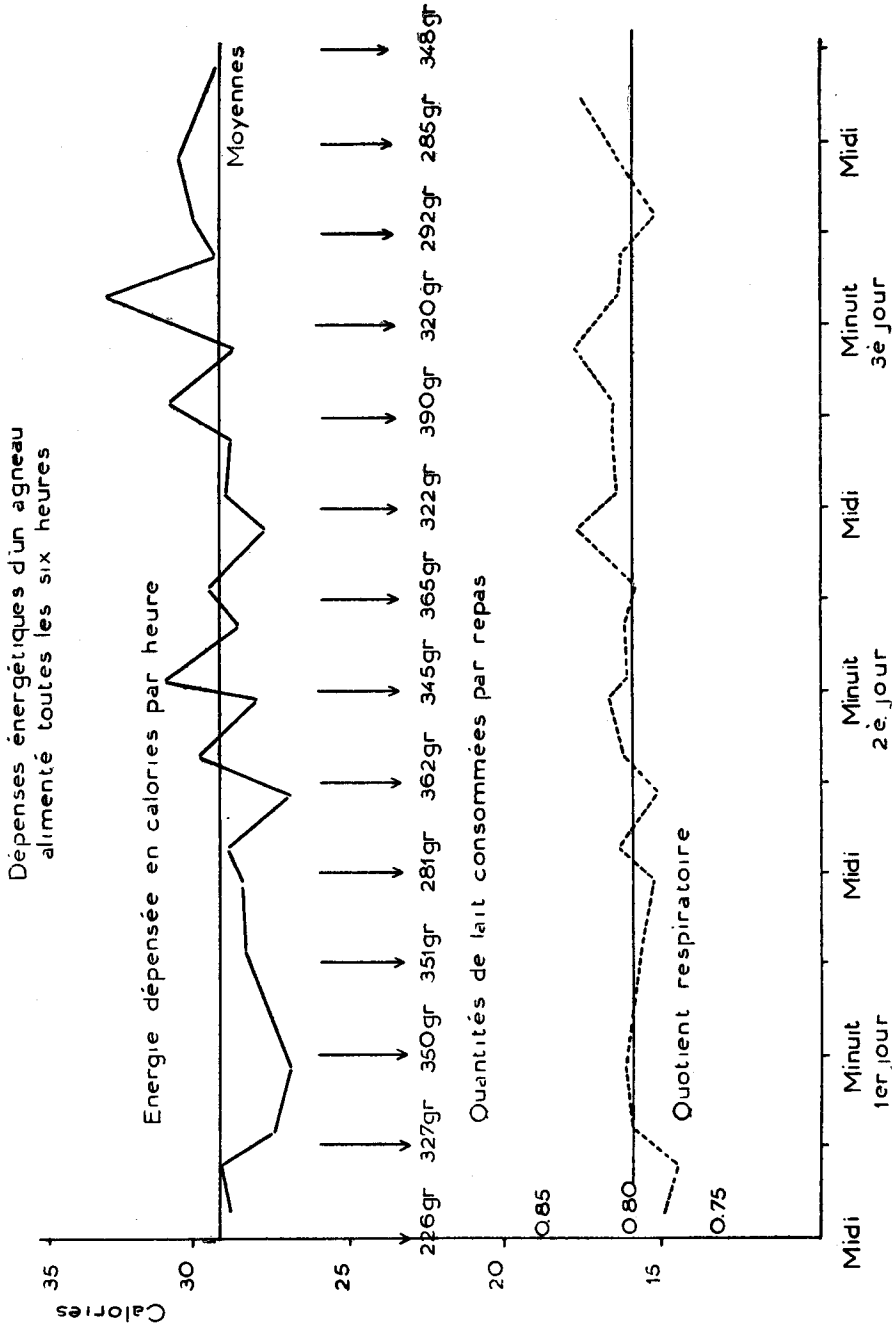
TABLEAU I

Coefficients calorifiques de l'oxygène, en fonction du quotient

	$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$ respiratoire						
Valeurs de $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
Calories dépensées par litre d'oxygène consommé	4,68	4,74	4,80	4,86	4,92	4,98	5,05

La figure 1 ci-jointe, donnée à titre d'exemple, correspond au cas d'un agneau régulièrement alimenté toutes les six heures, observé pendant trois fois 24 heures. La courbe en traits pleins correspond aux dépenses exprimées en calories par heure, calculées d'après la consommation d'oxygène mesurée au cours de chaque essai. La courbe en pointillé montre la variation du coefficient respiratoire $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$. Enfin, les flèches correspondent aux heures de début des repas, et les nombres inscrits au-dessous de chacune d'elles indiquent la quantité de lait absorbée par repas, exprimée en grammes.

D'après ces résultats, la dépense d'énergie de l'animal, s'est élevée à 697 calories par 24 heures.



(Fig. 1.)

Tous les résultats figurant à la fin du présent travail ont été obtenus de cette manière.

Mesure des Ingesta

Les agneaux ont été nourris par leurs mères. Pour la détermination aussi précise que possible de leurs ingestas, nous avons utilisé le dispositif expérimental ci-après :

Les agneaux ont été pesés avant et après chaque repas, en prenant le soin d'éviter entre les pesées la défécation ou l'émission d'urine, opération relativement facile à condition de surveiller attentivement les sujets.

Afin d'établir pour chaque repas et avec le maximum d'exactitude la composition du lait ingéré, nous avons prélevé des échantillons avant et après chaque traite, sur chaque quartier de mamelle, et mélangé ces derniers à volumes égaux avant de les analyser. Pour justifier cette façon d'opérer, nous avons procédé, plusieurs fois de suite, à la traite continue de trois brebis en opérant quartier par quartier, et nous avons analysé séparément les échantillons récoltés aux différents moments de la traite. Voici les résultats de ces déterminations :

TABLEAU II

Résultats de l'analyse séparée du lait extrait au cours d'une traite, fractionnée en quatre parties égales

1° Détermination du taux de matière grasse :

Chaque détermination correspond aux moyennes de quatre opérations successives, au cours d'une période de 48 heures. Elle indique la quantité de matière grasse par kg de lait.

N° de la brebis.		1 ^{er} quart.	2 ^e quart.	3 ^e quart.	4 ^e quart.	Moyenne de la traite.	Moyenne début et fin.
		g	g	g	g	g	g
1	sujet calme :						
	mamelle gauche	68	87	119	136	102,5	102
152	sujet calme :						
	mamelle droite	55	81	104	132	93,0	93,5
1609	sujet nerveux difficile à traire						
	mamelle gauche	66	87	105	124	95,5	95
	mamelle droite	86	101	108	118	103	102
	mamelle gauche	45	52	63	93	63	69
	mamelle droite	56	57	65	91	67	73

2° Détermination du taux de matière azotée :

N° de la brebis.		1 ^{er} quart.	2 ^e quart.	3 ^e quart.	4 ^e quart.	Moyenne de la traite.	Moyenne début et fin.
		g	g	g	g	g	g
1	mamelle gauche	62	59	56	55	58,0	58,5
	mamelle droite	63	61	59	55	59,5	59,0
152	mamelle gauche	67	64	59	56	61,5	61,5
	mamelle droite	69	67	65,5	62	66,0	65,5
1609	mamelle gauche	56	55	53	52	54,0	54,0
	mamelle droite	52	53	54	51	52,5	51,5

3° Détermination du taux d'extrait sec à 100° :

N° de la brebis.		1 ^{er} quart.	2 ^e quart.	3 ^e quart.	4 ^e quart.	Moyenne de la traite.	Moyenne début et fin.
		g	g	g	g	g	g
1	mamelle gauche	186	203	232	245	216,5	215,5
	mamelle droite	174	194	217	241	206,5	207,5
152	mamelle gauche	182	195	214	229	205	205,5
	mamelle droite	206	210	218	226	215	216
1609	mamelle gauche	158	162	177	196	173	177
	mamelle droite	167	169	173	195	176	181
Moyennes générales		Moyennes entre les taux des laits de l'ensemble de la traite.			Moyennes entre les taux des mélanges de lait du début et de la fin de la traite.		
Matière grasse.....		87,3 g			89,2 g		
Matière azotée		58,6 g			58,3 g		
Extrait sec		198,7 g			200,4 g		

La concordance entre les taux de matière grasse, de matière azotée et d'extrait sec de l'ensemble de la traite et les taux correspondants d'un mélange du début et de la fin de cette traite s'étant montrée très satisfaisante, nous avons calculé, par la suite, les ingesta avec l'aide de l'analyse d'un échantillon moyen prélevé dans les conditions précitées. L'erreur relative ainsi commise, dont l'ordre de grandeur était au maximum de 2 %, pouvait être négligée sans inconvénient.

Le veau a été alimenté au seau, et les porcelets au biberon ; nous n'avons donc pas éprouvé dans ces cas particuliers de difficultés spéciales pour la mesure exacte des quantités de matériaux ingérés. Toutes ces expériences ont été effectuées dans un local à la température moyenne de 18°.

Résultats expérimentaux

D'après les résultats détaillés de la première expérience sur agneau, voici de quelle manière ont été effectués les calculs pour arriver à la détermination de la perte d'énergie par 24 heures, provenant du jeu des métabolismes. Nous avons ainsi combiné les deux méthodes de mesure, et pris la valeur moyenne des données fournies par chacune d'elles.

TABLEAU III

Essais du 6 au 11 décembre

Agneau D, âgé de 41 jours, pesant 8,9 kilogrammes.

1° Mesure des ingesta par 24 heures :

Quantité de lait.	Mat. azotées.	Mat. grasses.	Lactose.	Mat. minérales.	Mat. sèche.
g	g	g	g	g	g
851	48,21	74,14	39,91	8,44	170,7

2° *Mesure des excreta par 24 heures :*

Fèces.		Quantité.	Urine.	
Mat. sèche.	Mat. Organique.		Mat. Sèche.	Mat. organique.
9,63 g	6,58 g	403 g	13,31 g	11,30 g

3° *Balance de l'Azote :*

Azote des ingesta.	Azote fécal.	Azote urinaire.	Azote du croît, retenu dans l'organisme.
7,71 g	0,31 g	3,38 g	4,02 g

4° *Balance du Carbone :*

Carbone des ingesta.	Carbone fécal.	Carbone urinaire	Carbone du gaz carbonique.	Carbone retenu dans l'organisme.
98,2 g	5,3 g	1,7 g	60,2 g	31 g

5° *Balance de l'Energie :*

Energie brute des ingesta.	Energie des fèces.	Energie de l'urine.	Energie perdue mesurable par calorimétrie.	Energie retenue sous forme de tissus de croissance.
1117 cal	56 cal	30 cal	710 cal	351 cal

6° *Détermination des éléments du croît :*

a) Matières azotées retenues	
N retenu $\times 6,25$	4,02 + 6,25 = 25,1 g
Carbone correspondant	25,1 $\times 0,53$ = 13,3 g
Quantité d'énergie correspondante.....	25,1 $\times 5,55$ = 139 cal
b) Matières grasses retenues.	
Carbone des matières grasses.....	31 — 13,3 = 17,7 g
Matière grasse correspondante	$\frac{17,7 \times 100}{76,5}$ = 23,1 g
Quantité d'énergie correspondante.....	23,1 $\times 9,2$ = 213 cal

Le lecteur trouvera à la fin de cet article les données les plus caractéristiques, correspondant à chacune des 18 expériences que nous avons effectuées.

Interprétation des résultats obtenus

En groupant nos résultats d'après le tableau 4 ci-après, nous avons partagé dans chaque cas la quantité d'énergie perdue par le jeu des métabolismes en deux fractions : la première correspond à la dépense de fond, ou dépense dite du métabolisme basal, qui correspond comme nous le savons, à la dépense théorique de l'animal supposé dans l'état de jeûne et au repos complet ; la seconde est une dépense supplémentaire entraînée par la consommation des aliments, sous l'influence excitante des matériaux ingérés et des produits de leur métabolisme.

TABLEAU IV

N°	Poids du sujet kg	Energie métabolisable cal	Energie des tissus de croissance.		Energie perdue		Matière sèche ingérée g	Energie suppl. par g de mat. sèche.
			Mat. azotées cal	Mat. grasses cal	Fraction corr. au métabolisme basal cal	Energie supplément cal		
Expériences avec agneaux								
1	8,9	1 031	139	212	498	182	170,7	1,07
2	9,7	936	105	152	521	158	151,5	1,05
3	11,2	1 680	172	674	565	268	250	1,07
4	7,4	880	130	132	448	170	143	1,19
5	8,6	796	125	37	490	144	134,5	1,07
6	8,2	850	111	121	474	144	136	1,00
7	5,2	1 037	189	315	368	165	166,5	0,99
8	5,8	904	132	222	392	158	146	1,08
9	6,6	909	114	221	423	151	145,5	1,04
10	6,0	734	116	48	400	170	124,0	1,37
11	6,7	938	158	224	424	132	152,5	0,87
12	7,4	582	62	69	448	127	101	1,26
13	10,3	1 286	271	257	540	218	232	1,09
Expériences avec veau								
14	43,0	4 771	816	1 643	1 520	792	938	0,85
15	44,0	3 420	520	604	1 530	766	680	1,12
16	48,6	4 882	1 122	973	1 710	1 017	1 200	0,85
17	53,0	6 731	1 103	2 575	1 770	1 283	1 251	1,02
Expérience avec porcelets (6 porcelets observés ensemble) — données moyennes par porcelet								
18	5,8	1 272	308	329	360	275	280	0,98

Si nous comparons dans chaque cas le supplément d'énergie provenant de cette action excitante à la quantité correspondante de matière sèche ingérée, les résultats obtenus paraissent assez sensiblement constants, surtout si l'on tient compte des erreurs expérimentales possibles. La dépense supplémentaire ainsi définie est en moyenne de 1,06 calories par gramme de matière sèche ingérée, pour les agneaux, de 0,95 cal pour le veau et de 0,98 cal pour les porcelets. Pour une première approximation, nous pouvons en fixer la valeur à une calorie par gramme. Cette conclusion, à la fois simple et importante, est en parfaite harmonie avec la théorie exposée à maintes reprises par l'un de nous, et qui a fait l'objet d'une communication de DELAGE et GASNIER publiée dans les comptes rendus du Ve Congrès International de Zootechnie, tenu à Paris en novembre 1949.

Des conséquences pratiques utiles aux éleveurs découlent de nos observations. Il est possible, en effet, à l'aide de ce qui précède, de calculer rapidement la quantité de lait indispensable à un animal d'une espèce donnée dont on connaît à la fois le poids et le gain quotidien. Rappelons d'abord quels sont, pour les bovins, ovins et porcins, les besoins d'entretien et de production, évalués en calories d'énergie nette :

TABLEAU V

1° Besoins d'entretien, en fonction du poids vif.

Veaux		Agneaux		Porcelets	
Poids	Entretien, en cal par jour	Poids	Entretien, en cal. par jour	Poids	Entretien, en cal. par jour
50	1 700	5	360	2	200
60	1 800	6	400	4	290
70	1 900	7	440	6	370
80	2 000	8	475	8	460
90	2 100	9	505	10	550
100	2 200	10	535	12	610
110	2 300	11	560	14	680
120	2 400	12	585		
		13	605		
		14	625		
		15	645		

2° Besoins de production, en fonction de l'âge et de la vitesse de croissance.

Veaux :

Besoins par kg de gain de poids vif

	Gain par jour			
	500 g	750 g	1 000 g	1 250 g
Animaux de moins d'un mois 1/2	2 200 c	2 300 c	3 200 c	3 600 c
Animaux de plus d'un mois 1/2	2 500 c	3 200 c	3 600 c	4 200 c

Agneaux :

Besoins par 100 g de gain de poids vif.

	Gain par jour			
	150 g	200 g	250 g	350 g
Animaux âgés d'une semaine	180 c	200 c	220 c	250 c
Animaux âgés de deux semaines	200 c	220 c	240 c	275 c
Animaux âgés de trois semaines	220 c	245 c	270 c	300 c
Animaux âgés de quatre semaines	225 c	260 c	300 c	350 c

Porcelets :

Besoins par 100 g de gain de poids vit.

	Gain par jour		
	100 g	150 g	200 g
Animaux âgés de moins de 15 jours	100 c	140 c	200 c
Animaux âgés de plus de 15 jours	125 c	180 c	240 c

D'après leur composition moyenne, les laits de brebis et de truie ont une valeur calorifique de 1 200 calories par kg pour 8 % de matière grasse avec une teneur en matière sèche correspondante de 190 g, ce qui correspond à 1 120 calories d'énergie métabolisable.

Quant au lait de vache, pour une teneur moyenne de 4% de matière grasse, sa valeur calorifique par kg est de 750 calories, avec 130 g de matière sèche, et 700 calories d'énergie métabolisable.

Pour un animal donné, dont le besoin d'énergie nette est de $e + p$, l'équation à résoudre faisant connaître la quantité de lait nécessaire prend la forme suivante :

1° Energie métabolisable provenant du lait = $e + p + ms \times 1$ cal, dans laquelle ms correspond à la masse de matière sèche du lait ingéré.

Désignons maintenant par X la quantité de lait cherchée, et supposons que l'animal qu'il s'agit de nourrir est un agneau ou un porcelet. Dans ce cas, l'équation 1) devient :

$$2^{\circ} \quad 1120 \times X = e + p + 190 X,$$

équation dans laquelle X est exprimé en kg.

La résolution de l'équation donne :

$$X = \frac{e + p}{930}.$$

On trouverait de même, en appliquant cette formule au cas du lait de vache, pour la valeur correspondante de X :

$$X = \frac{e + p}{570}.$$

Voici, par exemple, comment il faut calculer la ration de lait nécessaire à un agneau de 2 semaines, qui pèse 8 kg et gagne 250 g par jour :

Besoin d'entretien e	475 cal
Besoin de production p : $240 \times 2,5$	600 cal
Valeur de $e + p$	1 075 cal
Quantité de lait à 1 200 cal brutes par kg $\frac{1\ 075}{930} = 1$ kg, 15.	

Pour un veau de 80 kg âgé de 40 jours, qui gagne 1 kg de poids vif par jour, le besoin de lait à 4 % de matière grasse se calcule ainsi :

Besoin d'entretien e	2 000 cal
Besoin de production p : $3\ 200 \times 1$	3 200 cal
Valeur de $e + p$	5 200 cal
Quantité de lait nécessaire : $\frac{5\ 200}{570} = 9$ kg, 1.	

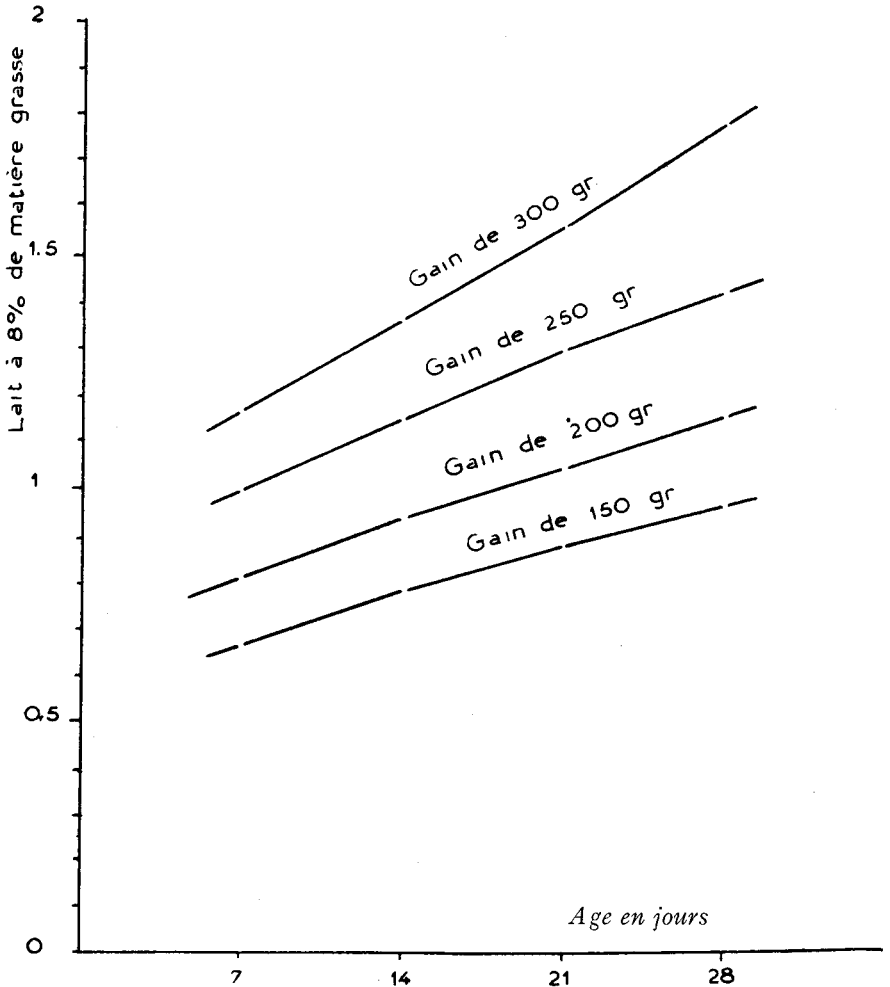
L'un des principaux avantages de cette méthode est de permettre d'évaluer, en quantité de lait ayant la composition moyenne conventionnelle, la production journalière d'une femelle qui allaite sa progéniture. Voici, en effet, de quelle manière il convient d'opérer pour connaître la production laitière d'une truie dont les 8 porcelets, âgés de trois semaines, pèsent en moyenne chacun 5 kg, et gagnent 180 g par jour :

Besoins d'un porcelet e	330 cal
p : $210 \times 1,8$	378 cal
Valeur de $e + p$	708 cal
Quantité de lait à 1 200 cal correspond. $\frac{708}{930} = 0$ kg, 760	
Production de la truie, pour la portée entière : 6 kg, 1.	

En nous servant des données précédentes, nous avons établi les graphiques de la figure 2, qui fournissent par simple lecture la production laitière d'une

brebis, en fonction de l'âge et du gain journalier de poids vif de son agneau. Ces graphiques montrent que, pour les bonnes laitières, la production, exprimée

Progression des besoins de l'agneau
exprimés en quantités de lait
à 1200 cal brutes et 180 gr de mat sèche par Kg.



(Fig. 2.)

en lait à 8 % de matière grasse, s'élève régulièrement jusqu'à la fin du premier mois, c'est-à-dire à l'âge où l'agneau va commencer à consommer la nourriture mise à sa disposition pour compléter le lait maternel.

DEUXIÈME PARTIE :

UTILISATIONS DE L'AZOTE DU LAIT

Au cours des 18 expériences précitées de métabolisme effectuées sur des veaux, des agneaux et des porcelets, nous avons mesuré avec exactitude, pour chaque essai, les quantités d'azote ingérées par nos sujets, en même temps que les quantités correspondantes d'azote fécal et d'azote urinaire. Il a donc été possible, dans chaque cas, de calculer le coefficient de rétention de l'azote alimentaire, au moyen de la formule :

$$\frac{N \text{ ingéré} - (N \text{ fécal} + N \text{ urinaire})}{N \text{ ingéré}}$$

D'autre part, en tenant compte à la fois des pertes d'azote d'origine endogène, provenant du tube digestif et des reins, nous avons également tenté d'évaluer dans chaque cas la valeur biologique de l'azote ingéré, en nous servant de la formule classique :

$$\frac{N \text{ ingéré} - [(N \text{ fécal total} - N \text{ fécal métabolique}) + (N \text{ urinaire total} - N \text{ urinaire métabolique})]}{N \text{ ingéré} - (N \text{ fécal total} - N \text{ fécal métabolique})}$$

Pour l'application de cette formule, nous avons admis que la perte d'azote fécal métabolique était dans tous les cas de 0,64 g par kilogramme de matière sèche ingérée. En ce qui concerne l'évaluation de l'azote urinaire d'origine endogène, nous avons admis que cette dépense était proportionnelle à la dépense calorifique quotidienne des animaux supposés placés dans les conditions de la mesure du métabolisme basal. Les coefficients utilisés pour ces calculs figurent au tableau ci-après :

TABLEAU VI

Coefficients pour le calcul de la dépense azotée d'origine endogène, en grammes par 1 000 calories du métabolisme basal

Agneaux.....	1,5 g
Veaux et porcs.....	1,95 g

La connaissance du poids des animaux, complétée dans quelques cas par la mesure directe du métabolisme basal sur des sujets à jeun et au repos nous a permis d'effectuer les calculs indiqués ci-dessus. Nous avons ainsi obtenu les résultats expérimentaux du tableau VII.

A première vue, la variabilité et la faible valeur moyenne des indices ainsi calculés est surprenante, si l'on se souvient que la valeur biologique des protéines du lait, mesurée sur des animaux de laboratoire parvenus à l'âge adulte, est de 85. Mais l'étude attentive des échanges énergétiques de nos sujets

TABLEAU VII

Valeurs expérimentales du coefficient de rétention et de la valeur biologique de l'azote ingéré correspondant à chaque cas

N° de l'essai.	Poids du sujet. kg	N ingéré. g	N fécal.		N urinaire		C. de rétention. %	V. biologique %
			total. g	métabolique. g	total. g	métabolique. g		
<i>Agneaux.</i>								
1	8,9	7,71	0,31	0,11	3,38	0,75	52	65
2	9,7	6,38	0,20	0,10	3,15	0,75	49	61
3	11,2	9,36	0,35	0,16	4,04	0,82	55	65
4	7,4	6,36	0,14	0,09	2,47	0,66	60	71
5	8,6	6,27	0,14	0,09	2,53	0,75	59	71
6	8,2	5,50	0,28	0,09	2,02	0,70	61	75
7	5,2	7,59	0,30	0,11	1,83	0,52	75	82
8	5,8	6,10	0,30	0,09	1,99	0,60	66	77
9	6,6	5,90	0,30	0,09	2,30	0,64	59	71
10	6,0	5,40	0,17	0,08	1,88	0,60	64	76
11	6,7	6,57	0,17	0,10	1,85	0,64	71	81
12	7,4	4,69	0,28	0,06	2,50	0,66	43	59
13	10,3	11,03	0,35	0,15	2,86	0,79	73	81
<i>Veaux</i>								
14	43,0	40,12	3,32	0,60	13,30	3,36	64	73
15	44,0	28,24	2,89	0,43	10,35	3,33	59	73
16	48,6	72,12	22,52	0,77	22,34	3,72	55	63
17	53,0	53,16	1,99	0,80	19,37	3,84	62	70
<i>Porcelets</i>								
18		13,9	0,6	0,2	4,2	0,7	68	74

nous montre que les jeunes animaux exclusivement nourris de lait utilisent pour leur régulation thermique, ainsi que pour le fonctionnement de leurs organismes, c'est à dire et pour les réactions qui sont la condition de la vie cellulaire, une fraction importante de l'énergie métabolisable provenant des matières azotées ingérées. Les données recueillies par nos soins nous ont permis dans chaque cas de mesurer la valeur de cette fraction. Pour ne pas compliquer notre exposé, nous nous sommes bornés à reproduire en détail les résultats de deux expériences (expérience n° 1, sur agneau, et expérience n° 14, sur veau).

TABLEAU VIII

Bilans d'utilisation de l'Energie Métabolisable

Expérience N° 1 sur agneau		Utilisation de l'énergie métabolisable :	
Sources de l'énergie métabolisable :	calories.		calories.
Emprunt au lactose	158	Formation de tissus azotés	139
— aux matières grasses	640	— de tissus gras	212
— aux matières azotées	233	Energie mesurée par calorimétrie	680
Total.....	1 031		1 031

Particularités de l'utilisation de l'énergie métabolisable des matières azotées :

	calories.
Energie retenue sous forme de tissus de croissance.....	139
Energie utilisée pour le jeu des métabolismes	94
Total de l'énergie métabolisable provenant des matières azotées ...	233
Fraction de l'énergie des matières azotées utilisée pour le jeu des métabolismes	40,3 %

Expérience N° 14 sur veau

Sources de l'énergie métabolisable :

	calories.		calories.
Emprunt au lactose	1 463	Formation de tissus azotés	816
— aux matières grasses	2 138	— de tissus gras	1 643
— aux matières azotées	1 170	Energie mesurée par calorimétrie	2 312
Total.....	4 771		4 771

Particularités de l'utilisation de l'énergie métabolisable des matières azotées :

	calories.
Energie retenue sous forme de tissus de croissance.....	816
Energie utilisée pour le jeu des métabolismes	354
Total de l'énergie métabolisable provenant des matières azotées ...	1 170
Fraction de l'énergie des matières azotées utilisée pour le jeu des métabolismes	30,3 %

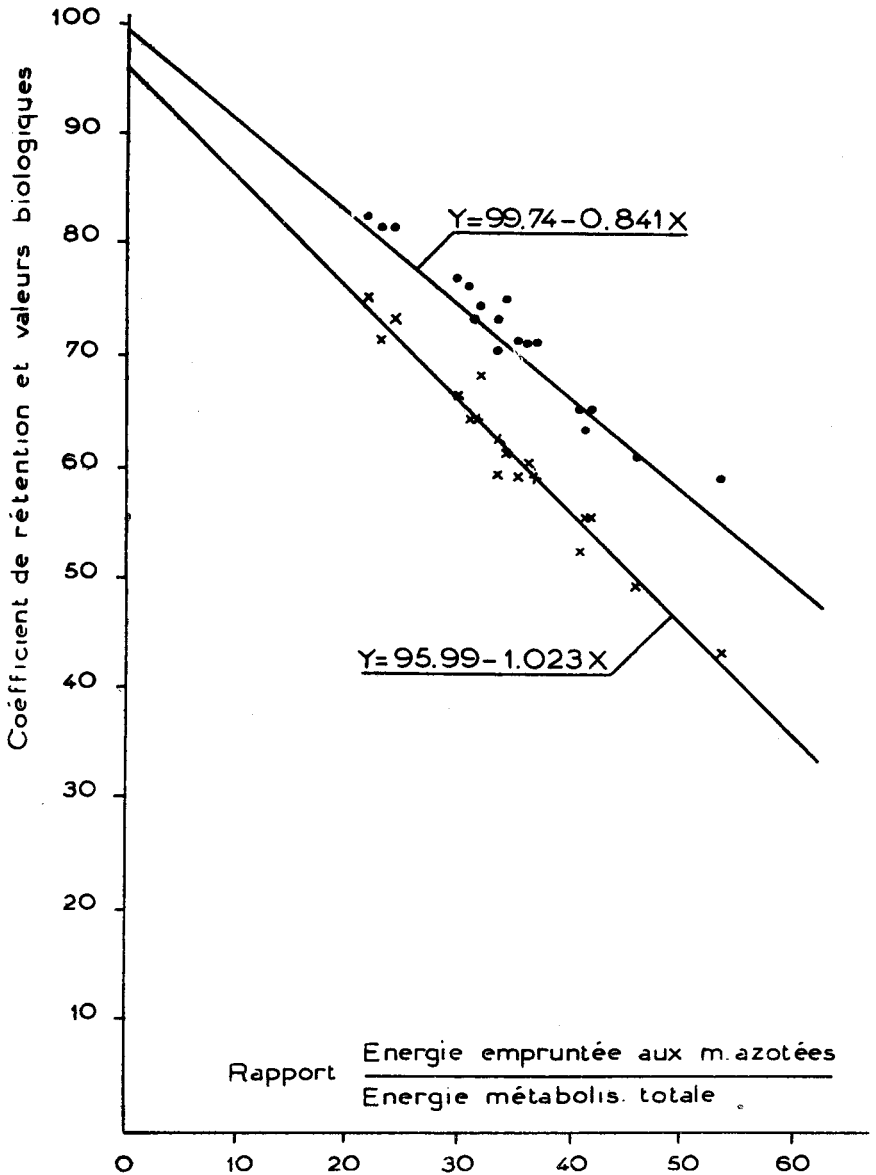
Le tableau IX ci-joint montre quelle a été, pour chacune des 18 expériences, la répartition de l'énergie métabolisable provenant des matières azotées entre l'énergie mise en réserve sous forme de tissus de croissance, d'une part, et l'énergie dissipée à l'extérieur à la suite du jeu des métabolismes, d'autre part.

TABLEAU IX

Répartition de l'énergie métabolisable provenant des matières azotées

N° de l'essai.	Energie métabolisable provenant des matières azotées.	Energie retenue sous forme de tissus de croissance.	Energie dissipée par le jeu des métabolismes.	Rapport $\left(\frac{c}{a} \times 100\right)$.
	(a) calories.	(b) calories	(c) calories.	—
1	233	139	94	40,4
2	193	105	88	45,5
3	294	172	122	41,5
4	203	130	73	36,0
5	191	125	66	34,6
6	167	111	56	33,5
7	242	189	53	21,7
8	186	132	54	29,1
9	180	114	66	36,7
10	167	116	51	30,7
11	205	158	47	22,9
12	132	62	70	53,0
13	356	271	85	23,9
14	1 170	816	354	30,3
15	777	520	257	33,1
16	1 626	947	679	41,7
17	1 646	1 103	543	33,0
18	447	308	139	31,1

En nous servant des données des tableaux précédents, nous avons construit les graphiques de la fig. 3, en portant en abscisses les rapports de la dernière



(Fig. 3.)

colonne du tableau IX, d'une part, et d'autre part, les valeurs correspondantes des coefficients de rétention (représentées par des croix) et des valeurs biologiques (représentées par des points).

Il suffit d'un simple examen de ces graphiques pour se rendre compte que

les deux séries de points et de croix sont alignées sur des droites dont il est aisé de calculer les paramètres par la méthode des moindres carrés. Nous trouvons ainsi pour la première de ces droites, qui se rapporte aux valeurs biologiques, l'équation :

$$1) \quad y = 99,74 - 0,841x$$

et pour la seconde, qui correspond aux coefficients de rétention :

$$2) \quad y = 95,99 - 1,023x$$

Nous en concluons que dans l'hypothèse où les besoins énergétiques de l'animal pourraient être satisfaits en totalité par des glucides et des lipides, la transformation de la matière azotée du lait en matière azotée des tissus de croissance pourrait se faire avec un coefficient de perte insignifiant, ce qui revient à dire que la valeur biologique mesurée dans ces conditions devrait être très voisine de 100. De son côté, le coefficient de rétention, qui se rapproche de la valeur biologique à mesure que l'énergie empruntée aux matières azotées pour le jeu des métabolismes diminue, prend une valeur limite de 96, dans l'hypothèse de la suppression de cet emprunt.

CONCLUSIONS

De l'ensemble de ces travaux, il est possible de déduire les conclusions suivantes :

1° La connaissance du mécanisme de l'utilisation de l'énergie contenue dans les matériaux ingérés avec le lait permet de calculer avec une approximation suffisante les quantités de lait nécessaires à de jeunes animaux d'un poids donné dont on veut obtenir un gain quotidien déterminé. L'emploi de la méthode ainsi définie permet également de connaître la production laitière d'une femelle allaitant ses petits, en fonction de la vitesse de croissance de ces derniers.

2° L'utilisation de l'azote du lait est limitée par la nécessité dans laquelle se trouve l'organisme de faire appel aux protides de sa ration pour couvrir partiellement ses besoins énergétiques. Le coefficient de rétention et la valeur biologique de cet azote dépendent du niveau de nutrition de l'animal et sont d'autant plus éloignés de leurs valeurs limites que le sujet est moins bien alimenté.

TABLEAU A

Ingesta, Excreta, Balance de l'azote

No	Sujet.	Lait ingéré g	Energie du Lait Cal	Fèces		Urine		Azote			
				Mat. sèche g	Energie Cal	Quantité g	Energie Cal	ingéré g	fécal g	urinaire g	retenu g
Expériences sur agneaux											
1 ..	D	851	1 117	9,63	56	403	30	7,71	0,31	3,38	4,02
2 ..	G	137	993	5,42	20	347	27	0,38	0,20	3,15	3,03
3 ..	O	1 137	1 729	4,12	19	434	28	9,36	0,35	4,04	4,97
4 ..	28M	815	915	3,01	13	606	21	6,36	0,14	2,47	3,75
5 ..	28M	736	836	3,01	13	393	27	6,27	0,14	2,53	3,60
6 ..	28F	710	900	6,10	30	297	20	7,50	0,28	2,02	3,20
7 ..	28M	875	1 075	3,89	17	567	19	5,59	0,30	1,83	5,46
8 ..	28M	784	942	3,89	17	399	21	6,10	0,30	1,99	3,81
9 ..	28M	775	947	3,89	17	399	21	5,90	0,30	2,30	3,30
10 ..	28F	705	766	2,58	13	421	19	5,40	0,17	1,88	3,35
11 ..	28F	835	970	2,58	13	433	21	6,57	0,17	1,85	4,55
12 ..	28F	610	630	6,10	30	528	25	4,69	0,28	2,50	1,91
13 ..	28F	1 327	1 328	10,61	53	772	24	11,03	0,35	2,86	7,82
Expériences sur veau											
14		7 683	5 356	—	442	—	143	40,12	3,32	13,30	23,50
15		5 400	3 866	—	320	—	126	28,24	2,89	10,35	15,00
16	Lait écrémé	8 000	5 296	—	269	—	145	72,16	22,52	22,34	27,30
17	Lait sec	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17		10 000	7 155	—	242	—	182	53,16	1,99	19,37	31,80
Expériences sur porcelets											
18	Mat. sèche	280	1 360	12,4	58	639	30	15,11	0,39	4,08	10,64

TABLEAU B

Bilans du Carbone et de l'Energie

No	Sujet	Carbone					Energie				
		ingéré g	fécal g	urinaire g	du CO ₂ g	retenu g	Aliments cal	Fèces cal	Urine cal	Croît cal	Disparue cal
Expériences sur agneaux											
1	D	98,2	5,3	1,7	60,2	31,0	1 117	56	30	351	710
2	G	87,2	2,4	1,6	60,5	22,7	993	20	27	257	689
3	O	150,4	1,9	2,0	73,5	73,0	1 729	19	28	847	835
4	28M	80,9	1,4	1,2	55,0	23,3	915	13	21	262	619
5	28M	74,4	1,4	1,3	56,5	15,2	836	13	27	162	634
6	28F	78,9	2,7	1,0	54,2	21,0	900	30	20	235	615
7	28M	94,9	1,7	0,9	47,9	44,4	1 075	17	19	504	535
8	28M	83,1	1,7	1,0	49,2	31,2	942	17	21	354	554
9	28M	83,3	1,7	1,7	50,5	29,4	947	17	21	335	574
10	28F	68,1	1,2	0,9	50,8	15,2	766	13	19	164	570
11	28F	85,8	1,2	0,9	50,1	33,6	970	13	21	382	554
12	28F	55,9	2,7	1,2	52,4	— 0,2	630	30	25	— 7	583
13	28F	118,9	4,8	1,4	65,3	47,4	1 328	53	24	528	723
Expériences sur veau											
14	v	485	32	15	221	217	5 356	442	143	2 459	2 312
15	v	349	22	12	215	100	3 866	320	126	1 124	2 288
16	v	516	9	38	283	186	5 296	269	143	2 095	2 787
17	v	647	17	27	283	320	7 155	242	182	3 678	3 053
Expériences sur porcelets											
18		—	—	—	—	—	1 360	58	30	637	635

TABLEAU C

Analyse des Eléments du croît

N°	Sujet	Matières azotées du croît		Matières grasses du croît	
		Gain journalier	Energie	Gain journalier	Energie
		g	cal	g	cal
Expériences sur agneaux					
1	D	25,1	139	23,0	212
2	G	18,9	105	16,5	152
3	O	31,1	173	73,3	674
4	28M	23,4	130	14,3	132
5	28M	22,5	125	4,0	37
6	28F	20,0	111	13,1	121
7	28M	34,1	189	34,2	315
8	28M	23,8	132	24,1	222
9	28M	20,6	114	24,0	221
10	28F	20,9	116	5,2	48
11	28F	28,4	158	24,3	224
12	28F	11,9	66	- 7,5	- 69
13	28F	48,9	271	28,0	257
Expériences sur veau					
14	v	147	815	178	1 643
15	v	94	520	66	604
16	v	171	1 122	106	973
17	v	199	1 103	279	2 575
Expériences sur porcelets					
18		66,5	369	29,2	268