L'ALIMENTATION PAR LA MÉTHODE DES ÉQUIVALENTS FOURRAGERS.

Application à l'allaitement des femelles nourrices allaitant
leurs petits,

par M. ANDRÉ-M. LEROY,

Chef de Travaux à l'Institut National Agronomique.

Parmi les conditions que doit remplir une ration, pour pouvoir convenir aux animaux auxquels on la distribue, il en est deux qui sont fondamentales. La première est d'ordre énergétique: l'alimentation doit, en effet, apporter à l'organisme une quantité d'énergie utile variable suivant les besoins de ce dernier. Quant à la seconde, elle se rapporte aux besoins d'azote des êtres vivants: tout animal perd chaque jour une quantité plus ou moins forte de substances azotées et doit trouver dans sa ration un apport suffisant de substances du même ordre afin de réparer ses pertes.

Les normes d'alimentation, qui ont été établies dans le but de servir de guide à l'éleveur, en lui facilitant les prévisions des rationnements destinés à ses animaux, sont presque uniquement basées sur ces conditions essentielles. Les auteurs qui les ont publiées se sont efforcés, notamment en ce qui concerne l'apport d'énergie alimentaire, de trouver une unité commode pour mesurer cet apport. L'un d'eux, le savant allemand KELLNER, a pris pour unité la valeur énergétique d'un kilogramme d'amidon, digéré par l'animal: c'est l'unité-amidon de ses tables, qui correspond à une quantité de 2.360 calories. Les zootechniciens scandinaves, d'autre part, ont adopté plus simplement la valeur énergétique utile, c'est-à-dire utilisable par l'animal, contenue dans 1 kilogramme de grain, ou encore dans 2 kg.,500 de bon foin. Ils ont ainsi imaginé un système de rationnement par équivalents fourragers, plus simple que celui de KELLNER, et qui, en pratique fournit des résultats tout à fait comparables à ceux de ce dernier. Il est d'ailleurs extrêmement facile de passer de l'un à l'autre de ces systèmes, qui ne sont dissemblables qu'à première vue, il suffit pour cela de se souvenir que l'unité fourragère scandinave apporte à l'organisme 1.650 (1) calories et équivaut par conséquent à 0,7 unité-amidon.

(1) Ce chiffre, comme le précédent relatif à l'unité amidon, exprime la valeur énergétique nette de l'unité considérée, c'est-à-dire la valeur énergétique de la partie digestible de cet apport (amidon, dans le cas des tables de KELLNER: grain ou foin, dans le cas des tables scandinaves) diminuée de l'énergie correspondant à l'accroissement du métabolisme,

Le problème de l'alimentation azotée, dont toute la complexité est apparue après la découverte de la structure chimique des albuminoïdes a été résolu jusqu'à présent d'une manière provisoire ; mais cette solution, malgré ses défauts, possède une valeur pratique incontestable. On peut énoncer simplement la règle de l'alimentation azotée en disant qu'il faut distribuer à un animal adulte de 0 gr.,6 à 1 gr. de matière azotée digestible par jour et par kilogramme de son poids, tandis que pour les jeunes animaux en période de croissance, il est prudent de porter cette quantité à 2 gr. et même à 3 gr. pour les sujets soumis à l'allaitement. Enfin, une femelle en lactation doit recevoir dans sa ration, en supplément de la protéine nécessaire à son entretien une quantité de substance azotée digestible égale à une fois et demie la somme des matières albuminoïdes contenue dans sa production laitière quotidienne. Ces chiffres constituent des minimas de sécurité, il est prudent de les respecter, sous peine de risquer de commettre des erreurs de nutrition, susceptibles d'altérer l'état de santé des sujets qu'il s'agit de nourrir. Mais il faut bien se garder de leur attribuer une valeur absolue, en raison de l'état actuel de nos connaissances sur le métabolisme azoté.

Pour des raisons de commodité, on admet généralement que la ration énergétique ainsi que la ration azotée d'un animal donné comportent deux parties : une ration dite d'entretien, qui peut-être considérée comme une fonction du poids du sujet considéré, et qui correspond aux besoins de l'animal supposé à l'état de repos physiologique, accompagnée d'une ration de production, variable avec la quantité des produits zootechniques fournis. Ces produits zootechniques sont, suivant les cas, soit de l'énergie mécanique (animaux de trait), soit de la viande (jeunes animaux en croissance et animaux à l'engrais), soit de la laine, soit du lait (cas spécial des femelles laitières), et il est logique d'admettre que la ration de production doit être directement proportionnelle à leur importance quotidienne.

Il est facile de représenter sous forme graphique la variation, en fonction du poids vif, de la ration d'entretien nécessaire aux divers animaux de ferme, exprimée en unités fourragères, d'une part, et en grammes de matières azotées, d'autre part. Les courbes ci-jointes, qui se rapportent aux cas du bœuf et du cheval, et à ceux du mouton, de la chèvre et du porc, permettent de résoudre facilement tous les problèmes d'ordre pratique relatifs à l'alimentation des animaux à l'entretien.

improprement dénommé par KELLNER travail de la digestion. On sait, en effet, que le passage des fractions digérées d'un aliment dans l'organisme excite le travail cellulaire et provoque un dégagement calorifique supplémentaire, qu'on doit considérer comme une sorte de déchet.

En ce qui concerne la production de la viande, nous rappellerons que les études théoriques entreprises sur la croissance des animaux domestiques ont nettement montré que la valeur énergétique du croît quotidien, pour un animal déterminé, varie avec l'âge du sujet considéré. Pour obtenir le même effet utile, au point de vue pratique, c'est-à-dire la fixation supplémentaire dans l'organisme d'un même poids de chair, d'os, de tendons, etc., l'expérience montre qu'il faut dépenser plus d'énergie lorsque l'animal est âgé de quelques mois que lorsqu'il vient de naître.

On peut aisément traduire cette loi de la physiologie générale dans le langage des équivalents fourragères, et déterminer également sous la forme graphique les variations, pour chaque espèce, de la ration de croissance exprimée en unités fourragères, par rapport à l'âge des sujets. En dehors de son utilité pratique, le document ci-dessous, relatif à ces variations, présente un incontestable intérêt au point de vue de la physiologie comparée : cette série de courbes montre que de notables différences existent, à ce point de vue, entre les espèces domestiques. C'est chez les bovidés que la variation considérée est la plus faible, de très grandes analogies semblent exister, du moins pendant le premier âge, entre la croissance des chevaux et celle des moutons et des chèvres. Enfin, le porc est l'animal chez lequel la ration de croissance varie le plus rapidement en fonction du temps.

(1) Au sujet de l'établissement de ces courbes, voir dans la *Revue de Zootechnie* (n° 12, année 1922 et n° 2, année 1923) les articles de A.-M. LEROY sur l'emploi d'un procédé graphique pour le calcul du rationnement des bovidés et des moutons.

Les 3 graphiques ci-dessus permettent d'établir, dans tous les cas, la valeur énergétique et l'importance de l'apport azoté que doit représenter la ration d'un jeune animal, au cours de sa première année d'existence ; il suffit, pour pouvoir effectuer ces calculs prévisionnels, de connaître à l'avance l'âge du sujet, son poids, et l'importance de son croît quotidien. Deux exemples vont nous montrer la facilité d'emploi de ces documents, que nous préférons, pour notre compte, aux tableaux des normes courantes actuellement en usage.

Soit à établir une ration pour un poulain âgé de trois mois, pesant 140 kg. et gagnant environ un kilogramme par jour.

La ration d'entretien de cet animal (graphique 1) est de 1,7 unités fourragères. Quant à sa ration de production, le graphique 3 nous apprend qu'elle doit être de 1,8 unité. Au total, le poulain devra recevoir 3,5 unités. Par ailleurs, nous savons que sa ration azotée devra comporter $2 \times 140 = 280$ gr. de protéine digestible.

Considérons, d'autre part, un porcelet sevré de 25 kilogrammes, âgé de trois mois, qui s'accroît d'environ 250 gr. par jour. Nous trouvons (d'après le graphique 2) qu'il doit recevoir, pour son entretien, 0,45 unité fourragère. Quant à sa ration de production, elle serait, pour un gain de 1 kg. de 2,2 unités, mais le sujet considéré

ne s'accroît que de 250 gr., et, par conséquent, il ne doit recevoir pour les besoins de sa croissance que $2,2 \times 0,25 = 0,55$ unité. Au total, le nombre cherché est $0,45 + 0,55$, c'est-à-dire une unité fourragère, ou encore l'équivalent d'un kilogramme d'orge.

Pendant la période de l'allaitement, il est possible d'utiliser ces courbes à la détermination du rationnement de la mère. Cette observation n'est pas sans intérêt au point de vue pratique, lorsqu'il s'agit pour l'éleveur de calculer la valeur alimentaire de la ration d'une femelle qui allaite directement son petit.

Quelques exemples précis, qui serviront en quelque sorte de vérification pour notre méthode, montreront en même temps que l'alimentation de la nourrice peut être considérée comme un *simple cas particulier du problème général de l'alimentation du jeune*, pendant sa période de croissance. Il semble, en effet, logique d'admettre que la ration de production de la mère, qui lui permet de faire face aux dépenses résultant du fonctionnement de la mamelle, doit être équivalente à la ration totale du jeune, puisque l'alimentation exclusive de ce dernier est constituée par le lait maternel.

PREMIER EXEMPLE.

Calcul de la ration d'une vache laitière de grande taille (Race Charolaise, par exemple), qui allaite un veau de 70 kg., âgé d'un mois, lequel gagne 1 kg. par jour. Poids de la vache : 650 kilogrammes.

Le graphique 1 nous indique que la ration d'entretien de la vache doit comporter 4,75 unités fourragères et 390 gr. de protéine digestible.

D'autre part, sa ration de production, considérée comme la ration totale du jeune, peut se diviser en deux parties :

a) Ration d'entretien du jeune..... 1 unité (graphique 1).

b) Ration de croissance du jeune... 1,6 — (graphique 3).

Quant à la ration azotée du veau, elle doit être de $70 \times 3 = 210$ gr. de protéine.

Au total, la ration maternelle devra comporter $4,75 + 1 + 16$, c'est-à-dire 7 unités 35, et, au moins $390 + 210 \times 1,5 = 705$ gr. de protéine (1).

Le rationnement ci-dessous répond à ces conditions :

	Valeur fourragère	Quantité de protéine digestible
10 kg. de foin de pré.	4 unités	540 gr.
5 kg. de paille.....	1 —	40 gr.
30 kg. de betteraves	2,4 —	300 gr.
	<u>7,4 unités</u>	<u>880 gr.</u>

Or, la pratique démontre que l'alimentation qui précède constitue pour des vaches d'élevage, pendant la période hivernale de séjour à l'étable, un régime convenable à tous les points de vue.

DEUXIÈME EXEMPLE.

Calcul de la ration d'une poulinière pur-sang, pendant la période de l'allaitement.

Dans une exploitation des environs de Paris, où l'on entreprend l'élevage du pur-sang, les juments pèsent environ 500 kilogrammes. Leurs poulains gagnent à peu près 1 kilogramme par jour, pendant la période de l'allaitement. Ils pèsent, à l'âge de 15 jours, environ 50 kilogrammes.

Si nous calculons par le moyen des graphiques 1 et 3 la valeur fourragère de la ration nécessaire à ces poulinières, nous obtenons les résultats ci-dessous :

(1) Nous avons dit précédemment que la ration azotée du jeune doit être de 3 gr. par kg. de poids vif, et que la ration azotée de production, pour la femelle laitière, doit être égale à 1 fois et demi la teneur en protéines du lait sécrété.

1 ^o Ration d'entretien de la mère.....	4 unités (graph. 1)
2 ^o Ration d'entretien du poulain.....	0.75 unité (graph. 1)
3 ^o Ration de production du poulain pour un gain de 1 kg. à 15 jours.....	1.5 unité (graph. 3)
Total.....	6.25 unités

La richesse en protéine digestible de cette même ration devra posséder, en outre, la valeur suivante, considérée, bien entendu, comme un minimum :

1 ^o Pour l'entretien de la mère.....	$500 \times 0,6 \dots = 300$ gr.
2 ^o Pour la production du jeune.....	$50 \times 3 \times 1,5 \dots = 225$ gr.
Total.....	525 gr.

Or, nous avons appris que, dans l'exploitation considérée, les poulinières reçoivent par jour, quelque temps après la mise-bas, la ration suivante, qui donne, d'après l'éleveur de qui nous avons ces renseignements, de très bons résultats :

	Valeur fourragère	Matière protéique digestible
5 kg. de foin de luzerne.....	2	320 gr.
0 kg.,800 de chaff (paille et foin hachés).....	0,25	8 gr.
2 kg.,700 d'avoine.....	2,4	195 gr.
0 kg.,500 de tourbe mélassée.....	0,25	»
5 kg. de carottes fourragères.....	0,5	20 gr.
1 botte de paille, soit 5 kg.....	1	»
	6.40	543 gr. (1).

La concordance entre la valeur prévue et la valeur effective de la ration alimentaire peut être considérée, d'après l'étude de ce cas particulier, comme très satisfaisante.

TROISIÈME EXEMPLE.

Application à l'alimentation des brebis.

Une brebis de taille moyenne (race berrichonne), pesant 40 kilogrammes, peut allaiter un agneau qui gagne environ 150 gr. par jour et pèse 8 kilogrammes vers un mois.

Nous devons donc prévoir pour un pareil animal une ration répondant aux conditions ci-après :

(1) Voir la table ci-annexée.

	Valeur fourragère	Protéine digestible
1 ^o Ration d'entretien de la mère.....	0,43 unité	24 gr.
2 ^o Ration d'entretien du jeune.....	0,12 unité	} 36 gr.
3 ^o Ration de production du jeune :		
1,7 $\times$ 0,150.....	0,25 unité	
Total.....	0,80 unité	60 gr.

Or, nous trouvons dans une publication de M. le Professeur DECHAMBRE (Les Aliments du bétail) la ration suivante, pour brebis berrichonnes, pendant l'allaitement :

	Valeur fourragère	Protéine digestible
2 kg.,600 de betteraves et menue-paille	0,26 unité	26 gr.
1 kg.,100 de foin de sainfoin.....	0,44 unité	105 gr.
0 kg.,300 de paille d'avoine.....	0,08 unité	3 gr.
Total.....	0,78 unité	134 gr.

L'accord, sur ce point, entre la théorie et la pratique est ici remarquablement frappant, en ce qui concerne la valeur fourragère de la ration.

QUATRIÈME EXEMPLE.

Application à l'alimentation de la truie.

Une truie, d'un poids de 150 à 175 kilogrammes, qui nourrit en moyenne une portée de 7 petits. Chaque porcelet gagne régulièrement depuis sa naissance de 200 à 250 gr. par jour. Pendant la plus grande partie du mois qui suit la parturition, les petits se nourrissent pour ainsi dire exclusivement avec le lait maternel. La ration de la truie peut donc se calculer ainsi :

	Valeur fourragère	Protéine digestible
1 ^o Ration d'entretien de la mère....	1,4 à 1,6 unité	90 à 105 gr.
2 ^o Ration d'entretien des 7 porcelets, qui pèsent de 4 à 5 kg. vers 15 jours.....	1 unité	} 150 gr.
3 ^o Ration de production des 7 por- celets.....	1,3 à 1,6 unité	
Total.....	3,7 à 4,2 unité	environ 250 gr.

Dans l'ouvrage bien connu de M. R. GOUIN, intitulé *Le Porc* (1), nous relevons la composition de quelques rations pour truies pendant l'allaitement, préconisées par différents auteurs :

(1) *Le Porc*. Races. Elevage. Exploitation (Troisième édition), par R. GOUIN, Librairie agricole de la Maison Rustique, 26, rue Jacob, à Paris.

Nom de l'auteur	AYBAUD	BOUSSINGAULT	SANSON	Marcel VACHER
Pommes de terre.....	4 kg.	6 kg.	4 kg.	4 kg.
Lait écrémé.....	»	6 kg.	2 kg.	»
Babeurre.....	6 kg.	»	»	»
Eaux grasses.....	»	»	6 kg.	6 kg.
Choux ou carottes.....	3 kg.	»	»	»
Son.....	1 kg.,500	»	1 kg.	»
Farine de seigle ou d'orge.	»	1 kg.,225	»	2 kg.
Viande cuite.....	»	»	0 kg.,500	»
Valeur fourragère.....	3,6 unités	3,8 unités	3,65 unités	4 unités
Teneur en matières azotées.	436 gr.	398 gr.	400 gr.	324 gr.

D'après ces nouveaux résultats, nous pouvons être en droit de conclure à la valeur pratique du système que nous préconisons, et nous sommes fondé à admettre que les problèmes d'alimentation, pour le cas des femelles allaitant leurs petits, peuvent se traiter, d'après nos courbes, comme de simples cas particuliers du problème général de l'alimentation pendant la période de croissance.

Au point de vue de l'éleveur, il faut retenir de cette étude que la ration d'une femelle qui allaite doit augmenter de valeur alimentaire à mesure qu'on s'éloigne de la mise-bas et cela, jusqu'au moment où le jeune animal devient susceptible d'assimiler en supplément du lait maternel une quantité notable de fourrages spécialement mise à sa disposition.

ANNEXE.

Résumé de la méthode d'alimentation par équivalents fourragers.

A. — Détermination de la valeur fourragère et de la teneur en protéine de la ration nécessaire à un animal.

1^o Entretien (voir les graphiques 1 et 2).

2^o Production. Cas de la croissance (voir le graphique 3).

Cas de la production laitière :

Espèce animale	Vache	Brebis	Chèvre
Valeur fourragère de la ration de production par litre de lait.....	0,33 unité	0,5 unité	0,4 unité
Teneur en protéine de la ration de production par litre de lait.....	60 gr.	80 gr.	65 gr.

EXEMPLES.

1^o Ration pour vache laitière de 600 kg. donnant 18 litres de lait.

	Unités fourragères	Protéine
Entretien.....	4,5	360 gr.
Production.....	6	1.080 gr.
Besoins totaux.....	10,5	1.440 gr.

2^o Ration pour brebis de 40 kg. donnant 1,5 de lait.

	Unités fourragères	Protéine
Entretien.....	0,43	24 gr.
Production.....	0,75	120 gr.
Besoins totaux.....	1,18	144 gr.

B. — Table relative à la valeur fourragère et à la teneur en substance azotée digestible utilisable par les animaux.

1^o Table valable pour les bovins, les équidés, les ovins et les caprins.

		Valeur fourragère. L'unité fourragère est représentée par	Matière azotée utilisable dans un kilogramme par les bovins ovins et caprinés		par les équidés (1)
Fourrages verts..	Herbe de prairie	8 kg.	25 gr.	17 gr.	
—	Luzerne.....	8 kg.	27 gr.	15 gr.	
—	Sainfoin.....	8 kg.	23 gr.	16 gr.	
—	Maïs.....	12 kg.	8 gr.	5 gr.	
Fourrages secs...	Foin de pré....	2 kg.,500	54 gr.	38 gr.	
—	Foin de luzerne.	2 kg.,500	97 gr.	62 gr.	
—	Foin de sainfoin.	2 kg.,500	96 gr.	75 gr.	
—	Paille d'avoine..	4 kg.	13 gr.	10 gr.	
—	Paille de blé d'hiver	5 kg.	8 gr.	4 gr.	
—	Balles de céréales..	4 kg.	14 gr.	9 gr.	

		Valeur fourragère L'unité fourragère est représentée par	Matière azotée utilisable dans 1 kg.	
			Bovins, ovins, caprins	Equidés
Racines et tubercules.	Pommes de terre..	4 kg.	11 gr.	1 gr.
—	Topinambours....	5	10	4
—	Betteraves.....	10 à 12	8	1
—	Rutabagas.....	10	12	2
—	Carottes.....	10	8	4

(1) Les chevaux n'utilisent que les matières albuminoïdes de la ration, les herbivores polygastriques utilisent en plus les substances non albuminoïdes (amides).

Graines.....	Orge.....	1	66	61
—	Maïs.....	0 kg.,9	71	66
—	Avoine.....	1 kg.,1	80	72
—	Seigle.....	1	96	87
—	Fèverole.....	1	221	193
Déchets industriels...	Pulpe de betterave.	15 à 18	3	3
—	Mélasse.....	1 kg.,5	54	»
—	Lait écrémé.....	10	38	38
—	Son de blé.....	1 kg.,2	120	100
—	Tourteau d'arachide	0 kg.,8	400	380
—	— de coprah..	0 kg.,8	167	163
—	— de lin....	0 kg.,8	288	272
—	— de palmiste..	0 kg.,8	150	146
—	— de maïs..	0 kg.,8	183	144
—	Farine de manioc..	0 kg.,8	20	18

2^e Table variable pour les porcs.

Les porcs n'assimilent pas leurs aliments de la même manière que les herbivores. Ils ne digèrent que les matières azotées albuminoïdes de leur ration.

		Valeur fourragère. 1 unité fourragère est représentée par	Matière albuminoïde digestible par kilogramme
Fourrages verts.....	Herbe de prairie jeune.	7 kg.,5	15 gr.
—	Jeunes pousses d. trèfle ou de luzerne.....	7 kg.,5	15 à 20
—	Choux.....	7 kg.,5	12
Racines et tubercules.	Pommes de terre.....	4	1
—	Topinambours.....	4 kg.,500 à 5	4
—	Betteraves, rutabagas ou carottes.....	9	4
Grains.....	Orge.....	1	61
—	Seigle.....	1	87
—	Avoine, sorgho.....	1 kg.,1	70
—	Maïs.....	0 kg.,9	66
Résidus industriels...	Son de blé.....	1 kg.,3	42
—	Recoupes de blé.....	1	90
—	Lait écrémé.....	6 kg.,500	38
—	Babeurre.....	6 kg.,500	38
—	Petit-lait de fromagerie	11	9
—	Tourteau d'arachide..	1	380
—	— de coprah..	1	163
—	— de palmiste..	1	146
—	— de lin.....	1	272

Résidus industriels....	Farine de cossettes de manioc.....	1	18
—	Farine de poisson....	1 à 1 kg.,5	400 à 450
—	— de viande.....	1	600 à 650
—	Sang desséché.....	0 kg.,9	772
—	Eaux-grasses.....	6	environ 20 (très variable)
—	Viande cuite.....	2 à 2 kg.,500	200

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ARMSBY. — Principles of Animal nutrition, 1918. Librairie Mac Millan, New-York.
- DECHAMBRE. — Les aliments du bétail. Librairie Amat, Paris.
- A. GOUIN et P. ANDOUARD. — Elevage intensif. Librairie de la Maison rustique, Paris.
- R. GOUIN. — Le Porc. Librairie de la Maison rustique, Paris.
- HENRY. — Feeds and Feeding, 1915. Edité par l'Auteur (Madison U. S. A.).
- MALLÈVRE. — Notes prises au cours de zootechnie, recueillies par J.-E. LUCAS. Librairie Lefrançois, Paris.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

- A.-M. LEROY. — Sur l'emploi des tables de rationnement pour le calcul des rations destinées aux vaches laitières. *Revue de Zootechnie*, n° 3, déc. 1921.
- A.-M. LEROY. — Emploi d'un procédé graphique pour le calcul du rationnement des bovidés en voie de croissance. *Revue de Zootechnie*, n° 12, sept. 1922.
- A.-M. LEROY. — Emploi d'un procédé graphique pour le calcul du rationnement des moutons pendant leur période de croissance. *Revue de Zootechnie*, n° 2, février 1923.
- A.-M. LEROY et G.-A.-M. — Notes d'élevage. *Revue des éleveurs de chevaux de pur-sang*, 1922.