

l'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles



2^e édition

COLLECTION

 **INRA**

L'alimentation des animaux monogastriques

porc, lapin, volailles

collège

L'alimentation des animaux monogastriques

porc, lapin, volailles

Ouvrage collectif rédigé
par des Chercheurs et Ingénieurs
du Département de l'Élevage des Monogastriques

2^e édition revue et corrigée

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75341 PARIS Cedex 07

Plan du livre et liste des principaux auteurs

PRÉFACE

Monsieur le Professeur FERRANDO

INTRODUCTION

J. C. BLUM

I^{re} PARTIE : Données générales sur l'alimentation des animaux monogastriques

- Généralités + valeur énergétique
B. LECLERCQ, Y. HENRY, J. M. PEREZ
 - Protéines et acides aminés
M. LARBIER
 - Minéraux
B. SAUVEUR, J. M. PEREZ
 - Vitamines
J. C. BLUM
-

II^e PARTIE : Recommandations alimentaires

- Porc
Y. HENRY, J. M. PEREZ, B. SEVE
 - Lapin
F. LEBAS
 - Volailles
B. LECLERCQ, J. C. BLUM, B. SAUVEUR, P. STEVENS
-

III^e PARTIE : Les matières premières

- Commentaires
D. BOURDON, C. FEVRIER, B. LECLERCQ, M. LESSIRE, J. M. PEREZ
 - Tables de composition
D. BOURDON, C. FEVRIER, J. M. PEREZ, F. LEBAS, B. LECLERCQ,
M. LESSIRE, B. SAUVEUR
-

INDEX MULTILINGUES

- Création de l'index
B. SAUVEUR
- Traductions
M. PLOUZEAU, V. LAURY, M. C. CABRERA-SAADOUN

Adresse des auteurs

- D. BOURDON, C. FEVRIER, Y. HENRY, et B. SEVE,
Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs.
Centre I.N.R.A. de Rennes-Saint-Gilles,
35590 L'Hermitage.
Tél. 99 28 52 00.

- F. LEBAS, J. M. PEREZ,
Laboratoire de Recherches sur l'Élevage du Lapin.
Centre de Recherches de Toulouse,
B.P. 12,
31320 Castanet-Tolosan.
Tél. 61 28 50 28.

- J. C. BLUM, M. C. CABRERA-SAADOUN, M. LARBIER, V. LAURY, B. LECLERCQ, M. LESSIRE,
M. PLOUZEAU, B. SAUVEUR et P. STEVENS,
Station de Recherches Avicoles.
Centre I.N.R.A. de Tours-Nouzilly,
37380 Monnaie.
Tél. 47 42 77 00.

Table des matières

PRÉFACE	XIII
INTRODUCTION.....	XV
1 ^{re} PARTIE. — <i>Données générales sur l'alimentation des animaux monogastriques</i>	
CHAPITRE 1. — Consommation, besoins, recommandations	3
A. Régulation de la consommation alimentaire	4
1. <i>Influence de l'aliment</i>	4
2. <i>Influence de la température ambiante</i>	4
3. <i>Rationnement</i>	5
B. Notion de besoin	5
1. <i>Besoin d'un animal</i>	5
2. <i>Besoin d'une population</i>	7
C. Recommandations pratiques	7
CHAPITRE 2. — Valeur énergétique des aliments	9
A. Définition des différentes expressions de l'énergie	9
B. Mesure et possibilités d'application de chaque expression de l'énergie ...	10
1. <i>Energie brute</i>	10
2. <i>Energie digestible</i>	10
3. <i>Energie métabolisable</i>	11
4. <i>Energie nette</i>	12
C. Critique des systèmes et propositions	14
D. Prévision des besoins énergétiques	14
CHAPITRE 3. — Alimentation azotée	17
A. Notion d'acide aminé indispensable	17
B. Métabolisme des acides aminés chez les animaux monogastriques	18
1. <i>Biosynthèse des acides aminés</i>	18
2. <i>Dégradation des acides aminés</i>	18

C. Valeur nutritionnelle des protéines alimentaires	19
1. <i>Notion de disponibilité des acides aminés</i>	19
2. <i>Mesure de la disponibilité des acides aminés</i>	20
D. Conséquences pratiques	22
1. <i>Estimation des besoins azotés</i>	22
2. <i>Connaissance de la valeur des protéines</i>	22
CHAPITRE 4. — Alimentation minérale.	23
A. Application de la notion de besoin au cas des minéraux	23
B. Détermination des besoins en minéraux	24
C. Problèmes soulevés par les principaux minéraux et leurs sources	25
1. <i>Calcium</i>	25
2. <i>Phosphore</i>	26
3. <i>Magnésium</i>	28
4. <i>Sodium, Potassium, Chlore</i>	28
5. <i>Oligo-éléments</i>	29
CHAPITRE 5. — Alimentation vitaminique.	33
A. Caractéristiques et rôle des différentes vitamines	33
1. <i>Vitamines liposolubles</i>	34
2. <i>Vitamines hydrosolubles</i>	37
B. Besoins en vitamines et formulation des régimes	40
1. <i>Vitamines liposolubles</i>	41
2. <i>Vitamines hydrosolubles</i>	43
2^e PARTIE. — Recommandations alimentaires	
CHAPITRE 6. — Porcs en croissance	49
A. Généralités et recommandations moyennes	49
B. Alimentation énergétique	51
1. <i>Concentration énergétique des régimes</i>	52
2. <i>Normes d'apports journaliers d'énergie. Plans de rationnement</i>	53
C. Protéines et acides aminés	57
1. <i>Recommandations moyennes</i>	57
2. <i>Facteurs de variation des besoins azotés</i>	59
D. Minéraux et vitamines	62
1. <i>Calcium et phosphore</i>	62
2. <i>Magnésium, Sodium et Oligo-éléments</i>	65
3. <i>Vitamines</i>	65
E. Eau	66
CHAPITRE 7. — Porcs futurs reproducteurs et reproducteurs	67
A. Pors futurs reproducteurs et verrats	67
1. <i>Cochettes</i>	67
2. <i>Verrats, jeunes et adultes</i>	68

B. Alimentation des truies	69
1. <i>Energie</i>	69
2. <i>Protéines et acides aminés</i>	72
3. <i>Minéraux, vitamines et eau</i>	75
CHAPITRE 8. — Lapins	77
A. Composition optimale des aliments	77
1. <i>Apport énergétique</i>	78
2. <i>Rôle du lest</i>	80
3. <i>Protéines et acides aminés</i>	80
4. <i>Minéraux et vitamines</i>	81
5. <i>Effets de modifications du régime à partir des normes</i>	82
B. Pratique de l'alimentation	82
1. <i>Présentation des aliments</i>	82
2. <i>Choix de l'aliment et niveaux de consommation</i>	84
CHAPITRE 9. — Poulets de chair à croissance rapide	85
A. Présentation de l'aliment et niveau énergétique	85
B. Protéines et acides aminés	86
C. Particularités de chaque production	89
D. Minéraux, vitamines et additifs	91
CHAPITRE 10. — Poules pondeuses	95
A. Types d'animaux considérés	95
B. Alimentation des poulettes en période d'élevage	97
C. Alimentation des poules en ponte	99
1. <i>Besoins énergétiques</i>	99
2. <i>Besoins en protéines et acides aminés</i>	100
3. <i>Minéraux et vitamines</i>	101
4. <i>Rationnement des poules pendant la ponte</i>	103
5. <i>Pigmentation du jaune de l'œuf</i>	104
CHAPITRE 11. — Dindons	105
A. Dindonneaux de chair	105
1. <i>Choix du niveau énergétique</i>	105
2. <i>Protéines et acides aminés</i>	105
3. <i>Minéraux et vitamines</i>	107
B. Dindes futures reproductrices	107
C. Dindes reproductrices	112
CHAPITRE 12. — Pintades	115
A. Pintadeaux de chair	115
1. <i>Présentation et niveau énergétique</i>	115
2. <i>Protéines et acides aminés</i>	116
3. <i>Minéraux et vitamines</i>	119

B. Pintades futures reproductrices	119
C. Pintades reproductrices	122
CHAPITRE 13. — Canards	123
A. Types de carnards à rôtir élevés en France	123
B. Alimentation des canards à rôtir	124
1. <i>Énergie</i>	124
2. <i>Protéines et acides aminés</i>	125
3. <i>Minéraux et vitamines</i>	128
4. <i>Présentation</i>	128
C. Canes futures reproductrices	128
D. Canes reproductrices	129
1. <i>Énergie</i>	129
2. <i>Protéines et acides aminés</i>	131
CHAPITRE 14. — Oies	133
A. Oisons à rôtir	133
B. Oisons à gaver et futurs reproducteurs	134
C. Oies et jars reproducteurs	134
CHAPITRE 15. — Cailles	137
A. Cailleteaux en croissance	137
B. Cailles reproductrices	138
CHAPITRE 16. — Faisans et perdrix	141
A. Faisans	141
B. Perdrix	141
3 ^e PARTIE. — <i>Composition des matières premières</i>	
CHAPITRE 17. — Commentaires sur les matières premières	149
A. Valeurs analytiques des matières premières	149
1. <i>Généralités</i>	149
2. <i>Références analytiques</i>	149
3. <i>Valeurs énergétiques</i>	150
4. <i>Protéines et acides aminés</i>	151
5. <i>Minéraux et vitamines</i>	151
6. <i>Autres caractéristiques</i>	152
B. Qualités et défauts des principales matières premières	153
1. <i>Céréales</i>	153
2. <i>Issues de céréales</i>	155
3. <i>Céréales conservées humides</i>	155
4. <i>Mélasses</i>	156
5. <i>Graisses alimentaires</i>	156

6. <i>Racines et tubercules</i>	157
7. <i>Sous-produits industriels divers</i>	158
8. <i>Tourteaux</i>	158
9. <i>Protéagineux</i>	159
10. <i>Organismes unicellulaires et algues</i>	159
11. <i>Farines animales</i>	160
12. <i>Sous-produits laitiers</i>	161
CHAPITRE 18. — Tables de composition des matières premières	163
LEXIQUE MULTILINGUE DES MATIÈRES PREMIÈRES	242
DEUTSCHEN ROHSTOFFE INDEX	253
ENGLISH INDEX OF FEED INGREDIENTS	259
INDICE ESPAÑOL DE LAS MATERIAS PRIMAS	265
INDEX GÉNÉRAL FRANÇAIS	271



Préface

Le rationnement des animaux de ferme, en particulier celui des porcs et plus encore des volailles, a acquis une grande importance avec l'augmentation du nombre de sujets par exploitation. Dans le cas des volailles on peut affirmer que jadis, en élevage fermier, le rationnement était inconnu. Poulets de chair et poules pondeuses allaient, çà et là, à l'aventure. Ils trouvaient ainsi, à travers les cours de ferme et les champs, une maigre subsistance que venaient compléter en plus ou moins grande abondance, suivant l'humeur et les ressources de la fermière, quelques grains et parfois des pâtées dont la composition apparaît assez étonnante aux spécialistes actuels.

Il est bien évident qu'il n'était pas question de calories, de protéines, de minéraux et de vitamines. Les choses ont fort heureusement beaucoup changé. Les nécessités de l'économie, de l'équilibre et de l'hygiène alimentaires obligent à connaître en détail la valeur des rations et, par conséquent, celle de chacun de leurs constituants. La réglementation contraint d'ailleurs d'indiquer sur les étiquettes des emballages des aliments complets et complémentaires tout ce qui a trait à leur composition. De la valeur énergétique aux vitamines, en passant par les additifs, rien n'est omis. Tout est vérifié par les Services compétents.

Il convient cependant de reconnaître l'existence de fluctuations dans les résultats analytiques qui tiennent à la nature même des matières premières. Nous aimerions attirer l'attention sur ce point important.

Il existe en effet pour un même aliment simple, qu'il s'agisse de céréales, d'issues de meunerie, de tourteaux, de farines de viande, de sang ou de poisson, des variations dans les éléments qui le constituent. Ils tiennent aux conditions de culture et de récolte quand il s'agit de produits ou de sous-produits végétaux; à l'origine très hétérogène des matières premières quand il s'agit de farines de viande et de poisson.

La mesure de l'énergie brute s'en ressent, comme le reste, mais les écarts observés dans le cas de l'énergie métabolisable, habituellement utilisée chez les volailles, s'élargissent par suite des différences qui existent entre races, souches et individus, voire même méthodes d'évaluation.

Évitons d'être prisonniers des chiffres et des pourcentages. Ils indiquent des moyennes et ne sont que des guides qu'il ne convient pas de suivre aveuglément. Il faut savoir interpréter, adapter, corriger le cas échéant ces données grâce à une observation attentive des animaux et de leurs performances. Un récent travail de

Mateos et Sell ⁽¹⁾ montre par exemple qu'une adjonction supplémentaire de graisse à des rations exerce un effet extramétabolique sur l'énergie métabolisable, bien que la grandeur de cette action varie suivant l'approche mathématique utilisée.

La zootechnie, discipline résultant à la fois des Sciences fondamentales et de la pratique, ne saurait se dispenser de l'attention quotidienne du comportement animal. Elle seule permet d'adapter les résultats d'analyses chimiques et d'évaluations physiologiques partielles aux réalités fluctuantes du contexte biologique général. Oublier ces principes expose à des déboires et entraîne des inconvénients.

Ces tables françaises nous dispenseront d'utiliser des données étrangères. Les variations susceptibles d'exister dans les produits récoltés ou préparés dans différents pays ajoutent en effet une cause d'erreur à celles déjà mentionnées. C'est pourquoi il convient de complimenter les auteurs d'un travail qu'ils ont su accomplir avec compétence et ténacité malgré les nombreuses difficultés qu'il comportait.

R. FERRANDO

⁽¹⁾ *Poult. Sci.*, 1981, **60**, 1509-1515.

Introduction

Les animaux domestiques monogastriques : définition et caractéristiques

Le terme de « monogastriques » est bien sûr apparu par opposition à celui de « polygastriques ». Ainsi la comparaison s'impose lorsqu'on recherche une définition.

Chez le Ruminant, les aliments sont considérablement modifiés par la flore du rumen avant de subir les dégradations déterminées par la machinerie digestive propre à l'animal. Chez le Monogastrique, cette machinerie intervient en premier; abondante seulement dans les dernières portions du tube digestif, la flore a un rôle restreint, fondé sur l'utilisation des résidus (indigestibles + endogènes) laissés par la digestion et l'absorption. Rapidement traversé par les aliments, le jabot des oiseaux n'exerce qu'une faible influence (flore amylolytique) qui n'est en rien comparable à celle du rumen. En bref, les espèces qui nous intéressent sont moins réunies par une caractéristique morphologique (un seul estomac) que par une physiologie digestive qui les oppose aux ruminants parce qu'elle attribue un rôle majeur dans l'utilisation des aliments aux capacités propres à l'animal et un rôle secondaire à la flore. L'utilisation de techniques voisines pour élever et alimenter les animaux constitue un autre point de convergence entre les espèces monogastriques à intérêt zootechnique : distribution de régimes complets et équilibrés obtenus par mélange des matières premières, élevage hors-sol et en groupes, rationnement strict à certaines périodes de vie, etc...

Objectifs

Nous avons voulu combler une déficience. Il n'existe aucun ouvrage en langue française traitant de l'alimentation des animaux monogastriques élevés à des fins zootechniques. L'évolution des conditions d'élevage et les progrès de la méthodologie (mesure précise des énergies digestible et métabolisable) ont rendu tout à fait caduques les premiers résultats rassemblés par Leroy. Il existe bien sûr quelques publications récentes sur la composition des matières premières

(A.E.C., Protector) et des recommandations alimentaires (A.E.C.) en français; mais la présentation en est extrêmement succincte et les données retenues trop souvent inspirées des travaux anglo-saxons ou nordiques.

Ni traité de nutrition, ni recueil de recettes, cet ouvrage est destiné à tous ceux qui s'intéressent à l'alimentation du Porc, du Lapin ou des Volailles, à ceux qui recherchent les données techniques nécessaires à la formulation de régimes complets et équilibrés, à ceux également qui veulent suivre un programme rationnel adapté à l'évolution des besoins alimentaires en cours d'élevage.

Nous avons supposé acquises les connaissances fondamentales sur la physiologie digestive et le métabolisme des monogastriques. L'Homme étant lui-même un monogastrique, ces connaissances sont largement diffusées dans les manuels les plus classiques (physiologie, biochimie). En revanche, il nous a semblé indispensable de rappeler brièvement quelques *données générales sur la nutrition* des monogastriques dans la *première partie* de cet ouvrage, en insistant sur les caractéristiques liées aux contraintes créées par les conditions d'élevage : recherches des meilleures performances zootechniques et, plus encore, des performances économiques maximales.

Dans les deux dernières parties du livre qui constituent le dossier technique, donc la fraction la plus importante, nous avons réuni un grand nombre d'informations nouvelles, absentes des livres anglo-saxons et parfois inédites, avec le désir de répondre aux besoins particuliers des élevages français (conditions d'élevage, marché des matières premières). Qu'il s'agisse des *recommandations alimentaires* (2^e partie) ou de la *composition des aliments* (3^e partie) nous nous sommes efforcés d'être aussi précis que possible, en nous appuyant d'abord sur nos propres résultats, sur ceux de nos correspondants et, systématiquement, sur la bibliographie. Pour permettre un choix rationnel adapté à chaque contexte économique, nous indiquons parfois la possibilité d'utiliser des niveaux alimentaires différents avec les conséquences à attendre sur les performances. Le même souci d'une information complète nous a fait ajouter à la composition des matières premières les plus usuelles des indices (écart-types) de la variabilité de cette composition.

Nous n'avons pas cherché à innover systématiquement. Nous n'apportons pas de critères nouveaux au service de la formulation. Mais il nous a fallu choisir entre ceux actuellement existants et rejeter comme prématuré l'usage de modes d'expression pourtant intéressants. Il nous paraît nécessaire d'apporter quelques justifications à ces choix.

Commentaires sur les critères retenus pour la formulation des régimes

Dépendant étroitement des apports alimentaires pour assurer sa subsistance, l'animal monogastrique doit y trouver *tous* les constituants indispensables sous une forme disponible. Ainsi la formulation doit être complète prenant en compte

tous les besoins et toutes les caractéristiques de l'aliment (composition mais aussi utilisations digestive et métabolique). C'est pourquoi il nous est apparu nécessaire de réunir dans le même livre recommandations alimentaires et caractéristiques des matières premières utilisées pour la fabrication des aliments. Parmi ces caractéristiques, on peut distinguer des constituants dont la teneur est facile à déterminer par une simple analyse et des indices de la valeur alimentaire plus difficiles à mesurer parce qu'ils dépendent à la fois de l'aliment et de son utilisation par l'animal.

Ainsi en est-il de la *valeur énergétique* exprimée différemment pour chaque espèce ou groupe zoologique (valeur volailles appliquée à tous les oiseaux faute de données précises pour chaque espèce). Chez le Porc, comme chez le Lapin, l'énergie digestible est celle qui a été réellement mesurée; celle qui constitue la base de référence la plus sûre pour équilibrer une ration. L'énergie digestible a cependant un inconvénient : elle surestime la valeur énergétique des protéines, surtout pour la fraction qui n'est pas retenue dans les synthèses et se retrouve incomplètement dégradée dans les urines. Prenant en compte cette dégradation incomplète, l'énergie métabolisable mesure mieux la valeur énergétique réelle des matières premières riches en protéines et permet de ce fait une meilleure estimation de leur prix d'intérêt dans les formulations au moindre coût. Cependant, l'énergie métabolisable n'est pas encore tout à fait satisfaisante; elle place tous les nutriments sur un pied, d'égalité pour couvrir des besoins énergétiques différents (quantitativement et qualitativement) selon l'état physiologique de l'animal et la nature des constituants néoformés. Tous les zootechniciens caressent donc un espoir, celui d'utiliser une valeur énergétique intégrant toutes les dépenses liées à une production, autrement dit de faire appel à « l'énergie nette » pour exprimer les besoins et la valeur énergétique des matières premières. Malheureusement, l'énergie nette a l'inconvénient de dépendre beaucoup de l'animal et de son état nutritionnel. Ainsi les conditions expérimentales influencent les résultats obtenus avec pour conséquence des mesures discordantes selon les auteurs. En fait, il n'y a pas une, mais des énergies nettes différentes pour chaque type de production; chez le porc, par exemple, en admettant que l'on dispose de données fiables (ce qui n'est pas le cas actuellement) l'énergie nette dite « d'engraissement » ne saurait être utilisée valablement pendant toute la croissance et encore moins pendant les autres périodes de vie. Enfin, la complexité est encore accrue par les interactions entre nutriments et métabolites qui aboutissent à une non-additivité des différents apports énergétiques. Au total, il apparaît actuellement impossible de construire un système d'énergie nette cohérent à partir des données éparses et contradictoires trouvées dans la littérature. Les modes d'expression qui ont été retenus dans cet ouvrage ont, au contraire, l'avantage de fournir des valeurs fiables. Pour le Porc on a fait mention à la fois de l'énergie digestible (la seule mesurée) et de l'énergie métabolisable (déduite par calcul), cette dernière pouvant être préférée pour déterminer le prix d'intérêt.

Les besoins et compositions en *acides aminés* sont présentés sans mention de leur disponibilité. On sait pourtant qu'il existe de nombreux facteurs de variation, les uns liés à l'animal (espèce, âge...), les autres à l'aliment (origine des matières