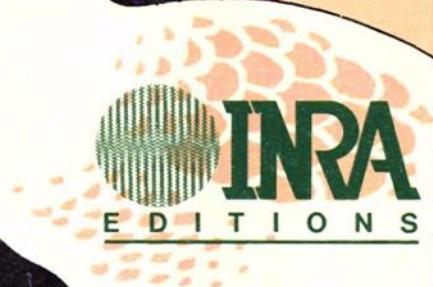


nutrition et alimentation des volailles

M. LARBIER & B. LECLERCQ

COLLECTION

DU LABO ATERRAIN



**nutrition
et alimentation
des
volailles**

COLLECTION

**nutrition
et alimentation
des
volailles**

Michel LARBIER et Bernard LECLERCQ

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
147, rue de l'Université, 75007 Paris

DU LABO AU TERRAIN

Ouvrages parus dans la même collection :

Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives

G. RIBA, Christine SILVY
1989, 230 p.

Ennemis et maladies des prairies

G. RAYNAL, J. GONDTRAN,
R. BOURNOVILLE, M. COURTILLOT éd.
1989, 252 p., 39 pl. couleur

Cultures florales de serre en zone méditerranéenne française

Eléments climatiques et physiologiques
Coédition INRA-PHM Revue Horticole
E. BERNINGER
1990, 208 p.

Cultures en pots et conteneurs

Principes agronomiques et applications
Coédition INRA-PHM Revue Horticole
F. LEMAIRE, A. DARTIGUES, L.-M. RIVIERE, S. CHARPENTIER
1990, 184 p.

Le canard de Barbarie

B. SAUVEUR, H. de CARVILLE éd.
1990, 182 p.

L'escargot *Helix aspersa*

Biologie-élevage
J.C. BONNET, P. AUPINEL, J.L. VRILLON
1990, 124 p.

Les herbicides : mode d'action et principes d'utilisation

R. SCALLA, éd.
1991, 464 p.

Les maladies des plantes maraîchères 3^e édition

C.M. MESSIAEN, D. BLANCARD, F. ROUXEL, R. LAFON
1991, 552 p.

PRÉFACE

Depuis longtemps, l’Institut National de la Recherche Agronomique s’est préoccupé de mettre à la disposition de chacun, sous une forme pratique, les résultats de ses recherches sur la nutrition et l’alimentation des animaux. Dans ce domaine comme dans tant d’autres, Robert Jarrige, prématurément disparu en 1990 au cours d’une mission de coopération technique en Algérie, a été un précurseur. C’est en 1978 qu’il publiait un ouvrage collectif intitulé « L’alimentation des bovins », plus connu sous la dénomination « Le Livre Rouge ». Cet ouvrage connut un vif succès. De ce fait, R. Jarrige et ses collègues furent conduits à étendre ce travail aux autres espèces de ruminants domestiques jusqu’à un nouveau document de synthèse, édité en 1988 sous le titre « Alimentation des bovins, ovins et caprins ».

C’est cette même tradition qui a poussé Michel Larbier et Bernard Leclercq à faire le point des connaissances acquises et à présenter les techniques actuelles de l’alimentation des volailles.

Cet ouvrage vient parfaitement à son heure. En 30 ans, l’aviiculture est passée du stade de production artisanale ou fermière à celui d’une production industrielle organisée en « filières » très structurées. Parmi les facteurs qui ont favorisé cette réussite figurent les grandes découvertes qui concernent la Nutrition. Rappelées dans le premier chapitre de cet ouvrage, elles sont à l’origine de l’essor de l’élevage et des industries de l’alimentation animale.

Les auteurs s’efforcent de mettre les résultats de ces travaux à la disposition des éleveurs et des industriels. Mais en prenant position sur certains sujets très débattus, ils montrent également que la recherche a encore du pain sur la planche.

Ce magnifique ouvrage constitue un remarquable effort de synthèse, d’illustration et de quantification. Plus de 250 tableaux et figures, des modèles d’étude, des équations, bref des apports très concrets l’illustrent et le rendent à la fois attrayant et opérationnel.

Cette réalisation vient combler une importante lacune de la littérature française dans le domaine de Nutrition des volailles. Elle renforce la place de l’Aviculture dans l’enseignement supérieur en contribuant à sa reconnaissance pleine et entière à côté des autres productions animales.

Je lui souhaite le même succès que le « Livre Rouge » de Robert Jarrige. Elle le mérite.

Hervé BICHAT

AVANT-PROPOS

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'aviculture s'est partout développée pour devenir dans de nombreux pays la première production animale tant par le volume des viandes produites que par le tonnage des aliments composés. La consommation des produits avicoles a régulièrement augmenté sans être nulle part entravée ni par des interdits religieux, ni par des traditions culinaires.

Le dynamisme de l'aviculture s'explique par la conjugaison de nombreux facteurs. La nature même des espèces concernées, dont les cycles de production sont relativement courts, assure la souplesse nécessaire pour adapter en permanence l'offre à la demande. Le progrès génétique permet d'améliorer sans cesse les performances zootechniques et les qualités des productions. L'organisation économique, souvent intégrée ou en filières puissantes, favorise les investissements pour rapidement mettre en application toutes les innovations technologiques. Enfin l'alimentation, qui est le premier poste intervenant dans le prix de revient, a beaucoup évolué grâce d'une part à une meilleure connaissance de la physiologie et du métabolisme des oiseaux, d'autre part par une évaluation plus précise de la qualité des matières premières alimentaires.

Aujourd'hui, l'alimentation est le moyen le plus puissant pour maîtriser les coûts de production et la qualité des produits. Adaptée aux conditions d'élevage, elle permet de corriger, au moins partiellement, les effets dépressifs dus à l'environnement.

Paradoxalement, les ouvrages de base traitant de la nutrition et de l'alimentation des volailles sont rares, anciens et souvent écrits en anglais. Il s'agit généralement soit de documents techniques destinés aux hommes de « terrain », soit de publications sur des questions théoriques intéressant davantage le chercheur que le praticien.

En écrivant cet ouvrage, nous avons voulu intéresser le plus grand nombre. L'étudiant pourra y trouver exposés les fonctions physiologiques liées à la nutrition ainsi que les principaux mécanismes de régulation du métabolisme. Le technicien aura à sa disposition les principales données lui permettant de formuler les aliments ou de décider de la conduite de son élevage. Il s'agit des modalités d'alimentation, des besoins ou recommandations nutritionnelles et des caractéristiques analytiques et nutritionnelles des principales matières premières utilisées en aviculture. Pour faciliter la compréhension du texte, nous n'avons pas hésité à illustrer abondamment le propos de schémas, figures et tableaux de résultats. Ces derniers sont, le plus souvent, le fruit de nos propres recherches en nutrition et en alimentation avicoles.

Ce livre n'est cependant pas un traité de biochimie ou de physiologie. Nous n'avons fait appel aux grandes disciplines scientifiques que dans la mesure où leur contribution est indispensable à la compréhension des mécanismes contrôlant la nutrition animale ; que les spécialistes nous pardonnent !

Cet ouvrage, enfin, n'est pas un catalogue de normes nutritionnelles. En portant notre effort sur l'exposé des mécanismes qui expliquent les grandes

fonctions impliquées dans la nutrition, nous proposons en fait non pas des recettes mais des bases de raisonnement. Il reste qu'aujourd'hui bien des inconnues demeurent. Le rôle de la recherche n'est-il pas d'approfondir l'analyse des mécanismes et de proposer de nouvelles théories ?

Quoi qu'il en soit, nous espérons par ces pages, ces tableaux et ces illustrations, aider tous ceux qui cherchent à mieux comprendre la nutrition moderne des espèces avicoles et à pratiquer leur alimentation en utilisant les données les plus récentes.

Nous avons enfin le plaisir d'adresser nos plus vifs remerciements à tous ceux qui nous ont aidé et encouragé dans notre tâche. Tout d'abord M.Hervé Bichat, Directeur Général de l'I.N.R.A., en préfaçant l'ouvrage, nous a apporté son témoignage à notre effort de valorisation de la Recherche et de transfert des connaissances. Le Professeur Daniel Sauvant de l'Institut National Agronomique a lu le texte avec beaucoup d'attention en nous faisant part de ses critiques pertinentes et de ses suggestions. M. Etienne Trémolières de la Société UFAC, nous a fait largement bénéficier de son expérience de professionnel de l'Aviculture et d'homme de terrain. Nous remercions aussi le Service des Publications de l'I.N.R.A pour la qualité des illustrations et la réalisation de l'ouvrage.

M. Larbier
B. Leclercq

SOMMAIRE

CHAPITRE 1. – Alimentation des volailles. Progrès scientifique. Évolution économique.	9
– Les grandes étapes de la nutrition avicole	9
– Evolution des productions et de la consommation.....	11
CHAPITRE 2. – Consommation d'aliment et d'eau	17
– Consommation d'aliment	17
– Régulation de la consommation d'eau	24
CHAPITRE 3 – Physiologie digestive	27
– Anatomie et activités sécrétoires du tube digestif	27
– Irrigation sanguine de l'appareil digestif.....	36
– Fonction motrice et tube digestif.....	36
– Absorption des nutriments	38
– Rôle de la flore digestive.....	47
– Action des parasites sur la physiologie digestive	50
– Diarrhées aviaires.....	53
– Syndrôme de malabsorption	54
– Notion de digestibilité.....	56
– Examen post-mortem du tube digestif	58
CHAPITRE 4. – Métabolisme énergétique.....	63
– Schéma général.....	63
– Rappels sur les métabolismes des oiseaux	65
– Besoin d'entretien	72
– Besoin de production.....	80
– Valeur énergétique des aliments	83
– Energie nette	90
– Influence du taux énergétique sur les performances	90
CHAPITRE 5. – Métabolisme protéique.....	91
– Propriétés physico-chimiques des acides aminés.....	91
– Métabolisme des acides aminés.....	95
– Facteurs d'efficacité protidique.	109
CHAPITRE 6. – Métabolisme de l'eau et des minéraux	119
– Eau	119
– Sodium, potassium et chlore	123
– Calcium	127
– Phosphore	130
– Magnésium	132
– Oligo-éléments.	133

CHAPITRE 7 – Rôle physiologique et nutritionnel des vitamines	139
– Vitamines liposolubles	139
– Vitamines hydrosolubles	150
– La choline : une vitamine particulière	166
– Besoins et recommandations vitaminiques	167
CHAPITRE 8 – Alimentation des oiseaux en croissance	171
– Description de la croissance	171
– Besoins nutritionnels	171
– Effets de la température ambiante sur la croissance	192
CHAPITRE 9 – L’œuf et l’alimentation des poules pondeuses	195
– Physiologie de la ponte	196
– Composition de l’œuf et qualité de ses constituants	205
– L’œuf : un aliment pour l’homme	212
– Alimentation des poules pondeuses	217
CHAPITRE 10 – Alimentation des reproducteurs.....	227
– Rationnement des coqs	228
– Nutrition des femelles reproductrices	230
– Influence de l’alimentation maternelle sur la descendance....	240
– Recommandations pratiques	252
CHAPITRE 11 – Matières premières utilisées en aviculture.....	255
– Caractéristiques analytiques des matières premières	255
– Description des principales matières premières	257
– Principaux facteurs antinutritionnels	289
– Tables de composition	302
CHAPITRE 12 – Technologie des aliments. Conséquences nutritionnelles....	313
– Traitements thermiques des matières premières	314
– Technologie de fabrication des aliments composés	315
– Traitements technologiques et qualité nutritionnelle	321
CHAPITRE 13 – Modélisation des besoins et formulation des aliments	329
– Notion de besoin	329
– Formulation des mélanges alimentaires	335
– Multiformulation	338
Index	341
Table des matières	349

ALIMENTATION DES VOLAILLES PROGRÈS SCIENTIFIQUE ÉVOLUTION ÉCONOMIQUE

La Nutrition, au sens général, est une science récente, puisqu'elle est apparue un peu avant le milieu du XX^e siècle. Elle est, en fait, la résultante de plusieurs disciplines de base, telles que la biochimie et la physiologie, permettant la définition et la compréhension des besoins alimentaires des espèces animales, homme inclus. Le besoin est compris ici au sens très large, comme étant la quantité nécessaire de nutriments à apporter dans l'alimentation pour assurer la croissance du jeune ou l'équilibre physiologique et sanitaire de l'adulte.

Dans le monde scientifique anglo-saxon, pour des raisons de commodité expérimentale, le poulet sert très souvent, et depuis longtemps, d'animal de laboratoire au même titre que le rat. Aussi, plusieurs découvertes ont été réalisées à l'occasion de tels travaux, en particulier dans le domaine des vitamines. Citons, par exemple, les travaux de Eijkman sur la thiamine (vitamine B1) en 1897, utilisant la poule pondeuse. Heuser et ses collaborateurs de l'Université de Cornell (USA) développèrent sur le poulet leurs travaux sur l'acide pantothénique, la riboflavine (vitamine B2) et l'acide folique. Il en fut de même de Almquist (Californie) à propos de la vitamine K. Sur le plan chronologique, la Nutrition en tant que science permettant la mise en évidence de besoins spécifiques en certaines molécules et l'étude du métabolisme de ces dernières est, le plus souvent, apparue avant l'Alimentation (quantification des besoins et moyens pratiques de les satisfaire). Ainsi la découverte des vitamines ou des acides aminés indispensables est née d'observations de carence, de l'isolation des molécules responsables et de l'analyse de leur mode d'action. Ensuite, seulement, on a cherché à définir la quantité minimum, puis optimum, les zones éventuelles de toxicité, enfin à formuler des aliments composés équilibrés.

I. Les grandes étapes de la nutrition avicole

Si la découverte de l'oxygène et les bases de l'énergétique reviennent à un français, Lavoisier, la plupart des découvertes ultérieures sur lesquelles s'appuient la nutrition et l'alimentation avicoles sont d'abord d'origine américaine. Ce n'est qu'après 1945 que l'alimentation rationnelle des volailles se

développe en Europe et en France, accompagnée par une recherche qui est devenue peu à peu majeure. Les grandes étapes de la nutrition avicole sont donc à rechercher principalement aux USA et au Canada :

- 1909 : apparition de la notion de « vitamine » pour définir des facteurs alimentaires secondaires. Découverte de la vitamine A et de sa parenté avec le carotène.
- 1910 : découverte des besoins en phosphore et en calcium pour le poulet et la poule pondeuse.
- 1913 : distinction entre vitamines hydrosolubles et vitamines liposolubles.
- 1916 : la lysine est reconnue comme molécule indispensable à la croissance du poulet.
- 1922 : la vitamine D est identifiée comme étant le facteur actif de l'huile de foie de morue.
- 1928 : on soupçonne l'existence de plusieurs vitamines du groupe B.
- 1930 : découverte de la riboflavine, facteur contenu dans les produits laitiers et nécessaire pour prévenir les « doigts tordus » chez le poulet en croissance.
- 1934 : notion d'équilibre entre phosphore et calcium.
- 1935 : découverte de la vitamine K.
- 1936 : le pérosis est dû à une carence en manganèse. Isolement de la vitamine B1 (thiamine). Début des travaux sur l'amélioration du tourteau de soja en vue de son utilisation en alimentation animale. Découverte de la thréonine comme dernier acide aminé indispensable.
- 1937 : développement de l'usage de la farine de poisson.
- 1938 : isolement de l'acide pantothénique.
- 1939 : synthèse de la pyridoxine (vitamine B6). Mise en vente de la riboflavine de synthèse, de la niacine, de la vitamine E, de la vitamine K, de la choline et de la biotine.
- 1942 : mise en évidence de carences en biotine. Premières définitions des besoins des volailles.
- 1944 : développement de la granulation des aliments. Premières tables NRC. Dosages microbiologiques des vitamines et des acides aminés.
- 1945 : mise en vente de la méthionine de synthèse.
- 1946 : découverte de l'acide folique. Commercialisation de la vitamine A de synthèse.
- 1947 : apparition des premiers coccidiostatiques efficaces. Fabrication des aliments riches en énergie pour poulets de chair.
- 1948 : découverte de la cyanocobalamine (vitamine B12) appelée auparavant « animal protein factor ».
- 1950 : utilisation des premiers antibiotiques en aviculture.
- 1954 : généralisation de l'emploi de méthionine de synthèse.
- 1955 : premiers calculateurs analogiques utilisés pour formulation des aliments au moindre coût (optimisation).
- 1957 : découverte du zinc comme oligo-minéral chez les volailles.
- 1958 : première commercialisation de la lysine d'origine industrielle. Généralisation de l'usage de la notion d'énergie métabolisable en aviculture.
- 1968 : premiers programmes de calcul des formules d'aliment par programmation linéaire sur mini-ordinateurs. Première commercialisation de reproductrices naines.

- 1970-1980 : équations de prédiction des besoins. Modélisation des besoins des oiseaux. Développement de la digestibilité vraie chez les oiseaux. Nutrition des espèces secondaires (dinde, pintade, canard...).
Emploi du proche-infrarouge pour l'analyse rapide des matières premières.
- 1980-1990 : commercialisation du tryptophane et de la thréonine industriels.

En France, comme en Europe, l'alimentation rationnelle et industrielle des volailles a suivi avec un certain retard les progrès des Etats-Unis; le retard diminuant avec le temps parallèlement à l'accélération des moyens de communication et de transport. Ce n'est que vers 1950 qu'apparaissent les premiers élevages industriels et les premiers ateliers de fabrication d'aliments complets pour volailles, regroupés progressivement autour de firmes-services. Celles-ci se chargent du transfert des informations scientifiques des laboratoires vers les ateliers de fabrication. Elles mettent en place les moyens de calcul des formules, de contrôles des matières premières et des aliments finis. Enfin elles fournissent les « premix », prémélanges contenant minéraux, vitamines et additifs.

En aviculture, plus que dans toute autre production animale, les progrès de la nutrition sont intimement liés à ceux qui apparaissent en génétique et en pathologie. La nutrition correctement établie permet aux génotypes d'extérioriser pleinement leur potentiel, favorisant ainsi la sélection. Les progrès génétiques, en retour, relancent les recherches en nutrition puisque les animaux les plus performants sont aussi les plus exigeants. C'est ainsi que des techniques particulières d'alimentation doivent être définies pour les reproducteurs de type « chair » aux capacités de croissance très élevées pour leur permettre d'atteindre l'âge adulte sans problèmes (troubles locomoteurs, obésité...).

Une alimentation équilibrée fait aussi disparaître un certain nombre de risques pathologiques dus à des carences en protéines, vitamines et minéraux. En revanche l'intensification de l'élevage, en particulier les densités d'animaux par unité de surface et de volume, créent de nouvelles pathologies. Par l'aliment un certain nombre de ces troubles peuvent être enrayers, surtout ce qui concerne le parasitisme. Citons le cas très démonstratif des coccidies, menace permanente des élevages avant 1950, lorsque n'existaient pas de molécules efficaces contre ces parasites. Les coccidioses demeurent encore aujourd'hui un problème, moins crucial mais tout aussi pénalisant par ses effets négatifs sur l'efficacité alimentaire (augmentation de l'indice de consommation) et la qualité des produits animaux. Une meilleure maîtrise de la pathologie a donc permis, elle aussi, le progrès génétique et, globalement, une économie toujours plus performante des élevages avicoles.

II. Evolution des productions et de la consommation

La production avicole d'œufs et de viande est demeurée très longtemps fermière, comme la plupart des productions agricoles jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Toutefois, aux USA, on assiste à un début d'intensification et de rationalisation de l'élevage avicole au cours des années qui

précèdent cette guerre. En effet, un peu avant 1940, les statistiques de la production américaine distinguent les « farm chickens » (poulets de ferme) des « broilers » (poulets à griller d'élevages spécialisés); en 1939, ces derniers représentaient 16 p.100 de la production nationale de poulets dans ce pays. En Europe et en France cette spécialisation des élevages avicoles apparaît après la guerre. Dans les statistiques figurent, comme aux USA, une estimation de l'autoconsommation. Celle-ci disparaîtra assez vite du fait de la généralisation des élevages rationnels. Cependant elle demeurera importante en production d'œufs. Les statistiques de production d'œufs et de viande de volailles remontent donc plus loin dans le temps que celles de la production des aliments composés, puisqu'en élevage fermier l'emploi des ressources céréalières locales n'a pu être comptabilisé. L'apparition progressive d'une industrie de l'alimentation animale de plus en plus structurée a rendu les statistiques plus fiables et plus précises.

Nous avons rapporté dans le tableau 1-1 l'évolution depuis 1935 des volumes de production de viande de volailles aux USA et depuis 1950 dans quelques pays européens. Il s'agit d'une compilation de sources statistiques (FAO, ouvrages américains, SCEES...) qui se recoupent avec plus ou moins de bonheur. Dans certains cas on ne dispose pas du tonnage mais des effectifs d'animaux. Le tonnage a été obtenu en multipliant par 1,8 kg le nombre de têtes.

Tableau 1-1. Production de viande de volailles dans quelques pays
(Entre parenthèses les projections pour 1990).
(milliers de tonnes)

	USA	France	G.B.	Hollande	R.F.A.
1935	1515				
1940	1600				
1945	2700				
1950	2740	247	95	8,8	42
1955	3600	295	155	35	68
1960	4440	345	260	60	96
1965	4500	554	380	170	180
1970	4700	638	500	280	260
1975	5060	824	615	329	282
1980	6710	1121	748	376	374
1985	7830	1272	883	728	357
(1990)	(8400)	(1500)	(950)	(760)	(390)

Sources : F.A.O., S.C.E.E.S., statistiques américaines.

Quelle que soit l'imprécision de ces estimations, surtout les plus anciennes (avant 1960), elles montrent une progression spectaculaire de la production, sans que dans aucun pays on ne parvienne à un palier. En France, la production aura été multipliée par 6 entre 1950 et 1990. Des évolutions tout à fait semblables sont observées en Allemagne Fédérale, au Royaume Uni et aux Pays-Bas. Parallèlement à cette évolution des tonnages on constate également une diversification des espèces avicoles. Pour les USA, il s'agit surtout de la dinde qui représentait dès 1939, 4,5 p.100 de la production du poulet (en nombre de têtes). La situation est particulièrement nette en France, comme l'illustre

le tableau 1-2 où l'on peut observer qu'en 1988 la viande de poulet représentait un peu moins de 60 p.100 du tonnage de viande de volailles. La seconde place était occupée par la viande de dindonneau. Cette diversification s'est produite entre 1965 et 1988 et correspond en grande partie au développement de la découpe des carcasses et aux transformations en produits de plus en plus élaborés dans les abattoirs.

Tableau 1-2. Proportion des différentes viandes de volailles produites en France (p. 100).

	1965	1988
Poulets	66,4	58,8
Dindonneaux	2,3	23,2
Pintadeaux	2,7	3,7
Canards	7,6	6,6
Animaux de réforme	18,1	6,8

La production d'œufs a subi, elle aussi, de profondes transformations au cours de ces 40 à 50 dernières années (tabl. 1-3). Toutefois la progression des volumes produits a été moins spectaculaire que pour les viandes. La principale raison vient de ce que les volailles se substituent peu à peu aux autres viandes (porc, veau, bœuf), alors que l'œuf, déjà bien consommé après la guerre, n'a pas de possibilités d'extension aussi grandes auprès des consommateurs. La production n'a fait que doubler en France entre 1950 et 1990.

Tableau 1-3. Production d'œufs (milliards d'unités) dans un certain nombre de pays.
(Entre parenthèses les projections pour 1990).

	USA	France	G.B.	Hollande	R.F.A.
1935					
1940	39,0		6,7		
1945	57,9				
1950	64,6	7,5	7,2		3,9
1955	64,5	8,5	9,6	3,8	5,9
1960	65,5	8,8	12,9	5,3	7,9
1965	59,6	10,0	14,5	4,2	11,9
1970	59,0	11,5	15,1	4,6	15,4
1975	58,9	12,5	14,4	5,3	15,9
1980	63,4	14,4	14,0	9,0	13,3
1985	62,1	15,0	13,2	11,1	13,2
(1990)	(61,0)	(16,5)	(13,2)	(10,5)	(12,2)

Ces évolutions des volumes produits ont été accompagnées d'une progression nette de la consommation et, pour certains produits, d'exportations. En France la consommation de viande de volailles est passée de 10,7 kg par habitant et par an en 1965 à plus de 16 kg en 1980 et plus de 18 kg en 1988. Celle des œufs s'est accrue dans le même temps de 200 à 230 unités par

habitant et par an. Dans tous les pays, si la consommation de volailles progresse régulièrement, celle des œufs se stabilise et même régresse un peu vers 1980 ; l'œuf souffre un peu des suspicions formulées abusivement à son égard à propos de sa teneur en cholestérol, molécule responsable en partie des maladies cardio-vasculaires chez l'homme.

Les progressions spectaculaires des productions et consommations de produits avicoles dans les pays développés se retrouvent dans tous les continents. Ce succès récent de l'aviculture s'explique de plusieurs façons. Il s'agit d'élevages à faible inertie du fait de cycles de production beaucoup plus courts que ceux du porc et des ruminants. Les produits sont facilement et universellement acceptés par les consommateurs. Enfin les modestes coûts de production et l'efficacité biologique élevée des transformations de produits végétaux en produits animaux ont largement contribué aussi à ce succès.

Les progrès de la nutrition et de l'alimentation, qui font l'objet de cet ouvrage, sont responsables pour partie des progrès des « filières » avicoles. Dans ce secteur, le transfert technologique des découvertes a été extrêmement rapide ces 40 dernières années. Il s'ensuit qu'une industrie performante s'est mise en place dans tous les pays développés. Tout ce qui est nécessaire, et rien que ce qui l'est, est apporté aux animaux par l'aliment en fonction des connaissances de plus en plus précises des besoins.

A titre indicatif nous présentons dans le tableau 1-4 l'évolution des tonnages d'aliments composés destinés aux volailles et produits en France depuis 1965. En 23 ans les volumes produits ont été multipliés par plus de 3. Depuis 1969, l'aliment destiné aux volailles est devenu la première production de cette industrie, représentant en 1988 38 p.100 des quantités totales fabriquées. Au sein de ces aliments pour l'aviculture ceux qui sont destinés aux pondeuses et aux reproductrices représentent une part de moins en moins importante, reflétant ainsi les variations enregistrées au niveau des productions elles-mêmes.

Tableau 1-4. Production française d'aliments composés pour volailles (milliers de tonnes).

	Total	Pondeuses et reproductrices
1950	48	
1955	482	
1960	1.027	431
1965	1.800	850
1970	2.274	1.069
1975	3.812	1.773
1980	4.223	1.964
1985	5.534	2.030
1988	6.157	1.917

Sources : SNIA et FEFAC

Enfin, signalons que l'informatique est maintenant largement utilisée pour prédire les besoins, formuler les mélanges alimentaires les moins coûteux et les mieux équilibrés et suivre, enfin, les performances des animaux au jour