

COMPARAISON DE LA DISTRIBUTION DU FACTEUR VITAMINIQUE A SOUS FORME D'AXEROPHTOL ET SOUS FORME DE CAROTÈNE POUR LA SATISFACTION DES BESOINS DES VOLAILLES

PAR

A. M. LEROY et Geneviève LERY

Laboratoire de recherches zootechniques, Institut national agronomique

PLAN DU MÉMOIRE

Utilité des expériences. Durée des essais.

Conditions de vie des pondeuses et description des modes d'alimentation utilisés.

Résultats obtenus :

- 1° Teneurs en vitamine A des œufs, en fonction du mode de distribution de la vitamine ;
- 2° Influence du régime alimentaire sur le pourcentage des œufs éclos par rapport aux œufs mis en incubation et sur la vitalité des poussins issus de ces œufs.

Conclusion.

UTILITÉ DES EXPÉRIENCES

Les multiples problèmes que pose la détermination précise des besoins en axérophtol ou en carotène (provitamine A), des poules pondeuses et des volailles en croissance ont fait l'objet de nombreuses études, mais qui ont fourni des résultats souvent contradictoires, comme l'on peut en juger par l'examen de la littérature spécialisée, dont nous donnons à la fin de cette note une bibliographie sommaire. Les techniciens sont d'accord (1) avec H. W. TRUS pour admettre que les besoins de vitamine A

(1) Cette note a été rédigée en 1949.

des poules pondeuses, exprimés en axérophtol, s'évaluent de la manière suivante — en unités internationales, par poule et par jour :

Poules donnant des œufs de consommation	de 900 à 1 300 unités internationales
Poules donnant des œufs destinés à l'incubation	de 1 050 à 1 500 »

On sait que le carotène possède une molécule complexe, qui peut être scindée, dans l'organisme en 2 molécules d'axérophtol. Ce corps est contenu en quantités importantes dans certains aliments des animaux, tels que les farines de feuilles de luzerne, les carottes, les téguments externes du maïs jaune, etc...

Quelques auteurs ont recherché dans quelle mesure les volailles pouvaient couvrir leurs besoins de vitamine A avec du carotène, mais en raison du manque de précision de leurs résultats, nous avons eu l'idée de comparer plusieurs modes d'alimentation pour des poules pondeuses, qui ne différaient les uns des autres que par la qualité et la quantité des sources de vitamine A auxquelles nous avons fait appel.

Tandis que certains lots recevaient de l'axérophtol proprement dit, les aliments des autres ont été enrichis de carotène pur, à l'exclusion de toute autre source de provitamine.

L'expérience a été conduite pendant deux années consécutives. Nous avons recherché l'influence de ces deux systèmes d'alimentation sur la production des œufs, ainsi que sur les résultats de l'incubation de ces œufs et sur la vitalité des poussins obtenus.

CONDITIONS DE VIE DES PONDEUSES ET DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES MODES D'ALIMENTATION UTILISÉS

Les essais, commencés le 1^{er} novembre 1947, ont été poursuivis sans interruption jusqu'au 31 octobre 1949. Les animaux étaient de race gâtinaise, et avaient été élevés à la station. Les œufs dont ils étaient issus provenaient de l'élevage de M^{me} FLAMENCOURT, à Meung-sur-Beuvron.

Dès leur sortie de l'éleveuse, les volailles ont eu libre accès à des parquets soigneusement débarrassés de toute trace de végétation, afin d'éviter l'apport accidentel d'une source de facteur A autre que celles qui avaient été prévues par le programme expérimental.

Les animaux de chaque campagne ont été partagés en 2 lots. Les observations ont porté sur deux campagnes successives, soit sur 4 lots.

Les femelles parvenues à l'âge de la première ponte, ont été mises en expérience, le 1^{er} novembre de l'année de référence, à l'âge moyen de 7 mois.

Les animaux ont été alimentés avec un mélange de produits dépourvus de carotène, ayant la composition ci-après :

Composition de la farine sèche (mash sec) utilisée :

	pour 100 parties
Grains de céréales (maïs et orge)	46
Son de blé.....	12
Tourteaux (arachide et soja)	15
Farine de viande	7
Farine de poisson	6
Levure de distillerie desséchée	3
Mélange minéral équilibré.....	11

Ce mélange était complété par de l'avoine en grains, de telle manière que le produit final consommé comprenait 75 % de mash sec et 25 % d'avoine. La ration journalière distribuée avait une valeur fourragère moyenne de 0, 128 U. F., et contenait 21,8 g de matières azotées digestibles, ce qui correspondait à 0, 8 U. F. et 170 g de matières azotées digestibles par kg d'aliments consommés.

Nous avons veillé à ce que les rations soient convenablement pourvues de phosphore et de calcium, avec un rapport P/Ca de 0,4. De la vitamine D₃, a été fournie régulièrement, à la dose de 1 200 unités internationales par kg d'aliment sec.

Les volailles n'ont été observées qu'au cours de leur première année de ponte. Les sujets de la première campagne expérimentale étaient nés au printemps de 1947, et ceux de la seconde, une année plus tard (avril 1948).

Les lots destinés à recevoir de l'axérophthol ont reçu cette vitamine sous forme d'une huile de poisson conservée à l'abri de la lumière, que l'on mélangeait chaque jour en quantités exactement dosées dans la ration journalière de mash sec. Les lots qui recevaient du carotène étaient traités de la même façon, mais la solution de carotène utilisée provenait de carotène pur dissout dans de l'huile d'arachide. La solution, préparée à l'avance pour une période de 30 jours, était conservée au froid, à l'abri de toute cause d'oxydation. Des contrôles effectués à plusieurs reprises permettaient de s'assurer de la teneur en principes actifs des dilutions utilisées.

Les quantités d'axérophthol ou de carotène utilisées, calculées par kg d'aliment composé sec, ont été distribuées aux pondeuses d'après le plan ci-après :

TABLEAU I

	Doses par kilogramme d'aliment	
	Principe actif	
	en unités internationales	en millièmes de mgr
Première année :		
Lot avec axérophthol	5 000	1 600
Lot avec carotène	6 000	3 000
Deuxième année :		
Lot avec axérophthol	10 000	3 200
Lot avec carotène	20 000	12 000

Les observations faites ont permis de s'assurer de l'état de santé des animaux et de noter les taux de mortalité pour chaque lot. Le contrôle

de la ponte au moyen de l'emploi de nids-trappes a été effectué avec régularité chaque année. La consommation d'aliments a été notée avec soin. De nombreuses analyses d'œufs ont permis de calculer la quantité de vitamine A contenue dans chacun d'eux. Enfin, les œufs fécondés des poules des 4 lots ont été mis en incubation, et nous avons déterminé le pourcentage d'œufs éclos. Les poussins nés au cours de ces incubations ont été observés méthodiquement, afin de connaître, dans la mesure du possible, la cause des accidents observés au cours de l'élevage.

RÉSULTATS OBTENUS

I. — Influence de la source de facteur A utilisée et de la quantité de ce facteur sur la mortalité observée pendant la période de ponte

D'après les observations recueillies au cours des deux campagnes de ponte, les coefficients de mortalité ont été les suivants :

TABLEAU II

Nombre de cas de mortalité observés pendant la période de ponte

	Lot avec axérophтол (5 000 U.I. par kg de mash sec)	Lot avec carotène (5 000 U. I. par kg de mash sec)
Première année, campagne 1947-1948 :		
Nombre de poules dans le lot.....	21	17
Nombre d'animaux morts dans l'année.	8	8
Coefficient de mortalité	38 %	47 %
	Lot avec axérophтол (10 000 U.I. par kg de mash sec)	Lot avec carotène (20 000 U. I. par kg de mash sec)
Deuxième année, campagne 1948-1949 :		
Nombre de poules dans le lot.....	13	11
Nombre d'animaux morts dans l'année .	0	0
Coefficient de mortalité	0	0

D'une manière générale, toutes les poules en ponte pendant la période 1947-1948 ont présenté de nets symptômes d'anémie. Les autopsies effectuées sur les cadavres n'ont pas décelé la présence d'affections parasitaires, ou microbiennes précises, de telle sorte que nous croyons pouvoir expliquer leur mauvais état de santé par l'insuffisance des doses de facteur A qui leur ont été distribuées. L'application, dans le cours de la seconde année, de doses doubles de facteur A et quadruples de carotène a fait disparaître ces symptômes morbides ; la mortalité a été, de ce fait, complètement supprimée dans les deux lots.

II. — Influence de la source de facteur A et de la quantité de ce facteur sur le nombre d'œufs pondus et sur le poids des œufs

Pendant chaque période de ponte, nous avons pu contrôler le nombre d'œufs obtenus dans chaque lot, et le poids de chaque œuf, en faisant une

distinction entre la ponte d'hiver (de novembre à fin mars) et la ponte totale annuelle. Voici les résultats obtenus :

TABLEAU III

Résultats du contrôle de la ponte pour chaque lot

	Lot avec axérophthol (5 000 U. I. par kg mash-sec) Nombre d'œufs pondus par poule		Lot avec carotène (5 000 U. I. par kg mash-sec) Nombre d'œufs pondus par poule	
	Ponte d'hiver	Ponte totale annuelle	Ponte d'hiver	Ponte totale annuelle
Première année 1947-1948 :				
Nombre d'œufs	23,2	92,8	16	47,9
Poids moyen d'un œuf ...		52,2 g		52,8 g
	Lot avec axérophthol 10 000 U. I. par kg de mash sec) Nombre d'œufs pondus par poule		Lot avec carotène (20 000 U. I. par kg de mash sec) Nombre d'œufs pondus par poule	
	Ponte d'hiver	Ponte totale annuelle	Ponte d'hiver	Ponte totale annuelle
Deuxième année 1948-1949 :				
Nombre d'œufs	68,9	168,6	58,5	169,1
Poids moyen d'un œuf ...		58 g		56 g

De ces résultats, nous pouvons dire que des doses de 5 000 U. I. de carotène et d'axérophthol par kg de pâtée sèche, correspondant à des ingestions journalières de 600 U. I. par poule, se sont montrées insuffisantes pour assurer une ponte normale ; au cours de cette première année d'expérience, la distribution d'axérophthol s'est montrée nettement plus efficace que la distribution de carotène, à valeurs égales des unités internationales distribuées.

Des doses plus importantes d'axérophthol (1 200 U. I. par poule et par jour) et de carotène (2 400 U. I. par poule et par jour) ont amélioré considérablement la ponte, en permettant aux volailles de faire des productions correspondant à leurs possibilités individuelles ; les différences entre les deux lots, nettement inférieures à leurs marges respectives d'erreur, ne sont pas significatives, de telle sorte que nous pouvons admettre déjà pour le carotène une valeur pratique inférieure de moitié à celle de l'axérophthol pur (exprimé en U. I.).

Au cours de ces essais, les consommations moyennes journalières ont été de 120 g de mash sec et de 40 g d'avoine par tête correspondant à une ingestion de 136 g de matière sèche. Ces consommations ont présenté des écarts allant de 100 g de pâtée sèche et 33 g d'avoine (113 g de matière sèche) à 140 g et 47 g des mêmes aliments (159 g de matière sèche). Ces variations d'appétit étaient en rapport avec l'avance de la période de ponte et avec les conditions atmosphériques. Elles étaient identiques pour les deux lots en expérience au cours de la même période.

III. — Influence du mode de distribution du facteur A sur la teneur des œufs en axérophptol

Nous avons pu faire déterminer la teneur en axérophptol de 49 échantillons d'œufs prélevés à des époques différentes sur le produit de la ponte des volailles de nos différents lots. Ces dosages ont été effectués par la méthode d'absorption spectrophotométrique étudiée et mise au point par M. SERVIGNE, professeur de Chimie Physique à l'Institut National Agronomique.

Les résultats moyens obtenus, exprimés en unités internationales d'axérophptol pour un œuf et par gramme d'œufs, figurent sur le tableau ci-après :

TABLEAU IV

Teneurs en axérophptol des œufs récoltés au cours des essais

	Lot avec axérophptol 5 000 U. I. par kg de mash sec)			Lot avec carotène (5 000 U. I. par kg de mash sec)		
	Teneur en axérophptol			Teneur en axérophptol		
	Nombre d'œufs examinés	par œuf	par g d'œuf	Nombre d'œufs examinés	par œuf	par g d'œuf
Première année	21	714,6 U. I.	13,69 U. I.	13	519,6 U. I.	9,84 U. I.
	Lot avec axérophptol (10 000 U. I. par kg de mash sec)			Lot avec carotène (20 000 U. I. par kg de mash sec)		
	Teneur en axérophptol			Teneur en axérophptol		
	Nbre d'œufs examinés	par œuf	par g d'œuf	Nbre d'œufs examinés	par œuf	par g d'œuf
Deuxième année	8	743 U. I.	12,81 U. I.	7	608,2 U. I.	10,86 U. I.
Moyenne pour les deux années			13,45 U. I.			10,20 U. I.
Différence par g d'œuf.....			$13,45 - 10,20 = 3,25 \pm 0,72$.			

Ces résultats montrent qu'il existe une différence significative entre la teneur en vitamine A des œufs des poules ayant reçu leur vitamine sous forme d'axérophptol, et celle des œufs des poules ayant reçu du carotène. En revanche, pour le même mode de distribution, les différences entre les résultats des deux années consécutives d'observation calculés par gramme d'œuf, sont trop voisines de leur limite d'erreur pour qu'il soit permis de les prendre en considération. Il semble donc que la présence de l'axérophptol dans les œufs dépende davantage de la nature du facteur A utilisé que de la quantité de ce facteur.

Ces teneurs en vitamine A par œuf sont nettement plus élevées que les teneurs indiquées dans les études publiées sur ce sujet ; mais les méthodes de dosage diffèrent.

IV. — Influence du mode de distribution du facteur A sur la fertilité des œufs et sur la vitalité des poussins. Action synergique de la vitamine A et de la vitamine E.

Au cours de la première année d'expérience, l'absence d'un outillage convenable nous a empêché d'obtenir des incubations réussies. L'acquisition d'une couveuse artificielle nous a permis de combler cette lacune en 1949, et de procéder à plusieurs incubations successives, complétées à titre de vérification par des incubations naturelles.

La première incubation, faite en avril, nous a montré la présence d'un nombre anormal d'œufs clairs ; nous avons aussi observé une forte mortalité en coquille. Ceci nous a fait penser à l'existence possible d'une carence en vitamine E, en dépit de la présence dans notre aliment de graines de céréales et de son de blé. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons fait entrer dans la composition de notre mélange sec 5 % de germes de blé (1). L'aliment ainsi modifié a été distribué au cours d'une période préparatoire de 18 jours, à la suite de laquelle une nouvelle série d'œufs a été ramassée pour la seconde incubation. Une amélioration très nette a été obtenue à la suite de cet apport, comme les résultats ci-après le montrent clairement.

TABLEAU V

Résultats d'incubation des œufs récoltés au cours de la deuxième année d'expérience

	Première incubation artificielle (sans germes de blés)		Deuxième incubation artificielle (germes de blé depuis 18 jours au moins)		Incubations naturelles de contr. (germes de blé depuis 42 jours au moins)
	Lot avec axérophtol	Lot avec carotène	Lot avec axérophtol	Lot avec carotène	
Œufs non fécondés..	34,5 %	32,0 %	5 %	6,5 %	—
Œufs éclos	24,1 %	8 %	49 %	32,0 %	82 %
Poussins demeurés vivants après un mois	7 %	0	29 %	5,7 %	75 %

Ces données montrent l'influence nette de l'insuffisance de la vitamine E dans l'alimentation des pondeuses, nettement plus sensible pour le lot alimenté au carotène que pour le lot ayant reçu de l'axérophtol. L'utilisation d'une faible dose de germe de blé (environ 6 g par tête et par jour) a fourni des résultats sensibles au bout de 18 jours ; à partir du 42^e jour la fertilité des œufs est redevenue normale, et le pourcentage de poussins élevés sans accident jusqu'à l'âge d'un mois a été satisfaisant.

(1) Les germes de blé contiennent 300 mgr environ de vitamine E par kg.

La concordance de nos résultats avec ceux d'un travail de L. E. CAROL, H. H. MITCHELL et T. S. HAMILTON, est particulièrement frappante, et nous pensons qu'il convient d'attirer l'attention des éleveurs sur la nécessité d'associer les deux vitamines A et E dans les rations de poules à des doses au moins égales à 360 microgrammes de vitamine A sous forme d'axérophtol et 1 800 microgrammes de vitamine E sous forme de germes de blé, par tête et par jour.

CONCLUSIONS

A la suite de ces travaux, nous avons été amenés à formuler les conclusions suivantes :

1° Le carotène est pour les volailles en ponte une source de vitamine A nettement inférieure à l'axérophtol contenu dans l'huile de poisson, à quantités égales exprimées en unités internationales.

2° Pour obtenir les mêmes effets sur la ponte, sur la fertilité des œufs et sur la vitalité des germes, les doses de carotène à fournir aux poules pondeuses, exprimées en Unités Internationales, devraient être au moins deux fois plus grandes que les doses optima d'axérophtol exprimées dans le même système d'unités.

3° L'action favorable de l'axérophtol sur la fertilité des œufs et la résistance à la mortalité des poulets nés de ces œufs peut être masquée par l'absence ou l'insuffisance des apports d' α -tocophérol (vitamine E).

4° Les doses à préconiser d'axérophtol et d' α -tocophérol pour les poules pondeuses de 1 800 g à 2 000 g de poids vif doivent être égales ou supérieures aux quantités suivantes, évaluées par tête et par jour :

en axérophtol	360 microgr ou 1 200 U. I.
en α tocophérol	1 800 " "

5° Les meilleures sources de ces vitamines sont, pour l'axérophtol, l'huile de foie de poisson, et pour l' α -tocophérol, les germes de blé. La distribution d'huile doit être faite immédiatement avant la distribution des aliments, et, de préférence, après mélange intime avec les grains, qui sont en général absorbés rapidement, ce qui prévient l'altération par oxydation de l'axérophtol.

BIBLIOGRAPHIE

- Alfalfa Uses, Carotene Retention, discussed at ADA Convention, cité par *Feedstuffs*, 28 janv. 1950.
 Further studies on the vitamin E requirements of poultry. *Poultry science Proceedings*, 22nd Annual Meeting.
 HALPERIN, MARCH (B.) and BIÉLY (J.). — Stability and utilisation of vitamin A emulsions in mined feeds. *Poultry Sci.* **28**, p. 168-172, 1949.

- JOHNSON (R. M.), QWIEK (B. W.), BAUMANN (C. A.). — The Vitamin A Activity of certain carotenoids in the chick, *Arch. Biochem.*, **22**, n° 1, p. 122-131, 1949.
- MANGELSON, FARRINT, DROPER (C. J.), GREENWOOD (D. A.) and ORANDALL (B. H.). — The development of chicks fed different levels of sun cured and dehydrated alfalfa and the vitamin A and carotene storage in their livers, *Poultry Sci.*, **28**, p. 603-609, 1949.
- RUBIN (M.) and BIRD (H. R.). — Relation of vitamin A to egg production and Hatchability. *Mod Agr. Exper. Techn. Bull.*, p. 12, 1942.
- RUBIN (M.), BIRD (H. R.) and DEVOTT (H. M.). — Avitaminosis A in commercial poultry flock. *Poultry Sci.*, **20**, p. 155-160, 1941.
- SKOGLUND (W. C.), TOMHAVE (A. E.) and MUMFORD (C. W.). — Carotene from vegetable leaf wastes compared with vitamin A in laying rations. *Poultry Sci.*, **28**, p. 298-300, 1949; *Congrès Copenhague* 1948.
- TEMPERTON, DUDLEY and THORN. — The use made by the chick of dietary sources of carotene and vitamin A during the first month of life. *Haiper Adam Util Poultry J.*, **30**, N. S. 4, p. 57-84, 1945.
- TEMPERTON and DUDLEY. — The effects of progressive vitamin A depletion in adult fowls as indicated by economic characteristics liver storage and chemical symptoms of avitaminosis. *Haiper Adam Ut. Poultry J.*, **31**, N. S. 4, p. 61-67, 1946.
- TEMPERTON and DUDLEY. — The biological activity of the xanthophylls of grass in chick metabolism. *Haiper Adam Ut. Poultry J.*, **32**, N. S., n° 1, p. 9-19, 1947.
- TEMPERTON and DUDLEY. — The effects of using preformed vitamin A as the sole dietary source of vitamin A for growing chickens and adult fowls. *Haiper Adam Ut. Poultry J.*, **32**, 1947.
- TEMPERTON. — Recent studies of Carotenoid and vitamin A metabolism in the fowl. *Congrès Copenhague*, 1948.
- BOELUM (J.). — (Denemark). — Vitamin A requirements of laying Pullets. *Congrès Copenhague*, 1948.
- TAYLOR (M. W.) and RUSSEL (W. C.). — The provitamin A — Requirement of growing chickens. *Poultry Sci.*, **26**, 5, 1947.
- SILKER (R. E.). — Carotene and vitamin A Problems. *Feedstuffs*. 12 march 1949, p. 17.
-