

UTILISATION PAR LA POULE PONDEUSE DE L'HUILE D'ARACHIDE ISOMÉRISÉE

I. — SES EFFETS SUR LA GENÈSE ET LA COMPOSITION DES RÉSERVES VITELLINES

B. LECLERCQ et J.-C. BLUM

avec la collaboration technique de Michèle SAUVEUR

*Station de Recherches avicoles,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Ingérés par la Poule pondeuse, les acides gras *trans* (huile d'arachide isomérisée) provoquent une réduction de la vitellogenèse qui se traduit par une diminution du poids de l'œuf. L'intervention des acides gras *trans* dans le métabolisme de l'acide linoléique peut expliquer cet effet, de même qu'elle rend compte de l'appauvrissement du vitellus en acide arachidonique. D'une manière générale la composition de l'œuf est profondément modifiée ; outre l'acide élaïdique, on décèle de nombreux acides gras *trans*. Enfin, on discute de l'influence de l'acide élaïdique sur la biosynthèse de l'acide stéarique.

INTRODUCTION

Dans un essai précédent, nous avons distribué à des poules pondeuses un régime contenant 8 p. 100 de triélaïdine pure ; on constatait que l'acide élaïdique est facilement incorporé dans l'œuf, constituant après une quinzaine de jours 30 p. 100 du total des acides gras ; on observait également une diminution du poids de l'œuf (LECLERCQ, 1967). Pour compléter cette étude et préciser le phénomène il nous a semblé utile de rechercher l'influence de la teneur du régime en acides gras *trans*. C'est pourquoi nous avons réalisé une nouvelle expérience ; mais, cette fois, nous avons utilisé un mélange plus complexe d'acides gras *trans* : l'huile d'arachide isomérisée introduite dans la ration à des taux variables.

En outre, dans l'essai précédent, nous avons incidemment observé une diminution du poids de l'œuf. Dans cette nouvelle étude, nous tentons d'en préciser l'importance et nous recherchons son origine.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

1. Animaux et régimes

Les poules sont issues d'un croisement *Rhode Island Red* × *Wyandotte*, elles sont âgées de 11 mois. Pour cette étude, 15 d'entre elles sont placées en cages individuelles et soumises à une période journalière d'éclairément de 15 heures.

Avant d'être mis en cages, les animaux recevaient un aliment composé à base de céréales et de tourteau (soja). Pendant une période pré-expérimentale de 20 jours on leur distribue un même régime de base dont la composition est indiquée dans le tableau 1.

TABLEAU I
Composition des régimes utilisés
(en p. 100)

	Lot H ₀ (régime de base)	Lot H ₁	Lot H ₃	Lot H ₆	Lot H ₁₈
Tourteau de soja	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50
Tourteau d'arachide	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75
Levure.....	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Lait écrémé <i>spray</i>	9,25	9,25	9,25	9,25	9,25
Farine de luzerne	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Amidon	13,00	12,00	10,00	5,00	1,00
Cérélose	37,00	35,00	32,00	30,00	4,00
Cellulose	0,00	2,00	5,00	9,00	27,00
Huile isomérisée	0,00	1,00	3,00	6,00	18,00
Carbonate de calcium ...	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Phosphate bicalcique ...	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Chlorure de sodium	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Mélange vitaminique (1) ..	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Teneur en mat. grasses (2)	1,1	2,1	4,1	7,1	19,1
Taux protéique (%) (2)...	16,25	16,25	16,25	16,25	16,25
Taux énergétique (2) (en kcal métabolisables/kg)	2 611	2 594	2 591	2 599	2 605

(1) Composition du mélange vitaminique : Vitamine A : 1 600 000 UI, vitamine D₃ : 200 000 UI, riboflavine : 400 mg, pantothénate de calcium : 1 g., nicotinamide : 2 g., α -tocophérol : 1200 UI, BHT : 10 g., DL-méthionine : 120 g, choline : 140 g, avoine broyée : q. s. p. 750 g,

(2) Calculé à partir des tables d'analyse (énergie métabolisable de l'huile d'arachide isomérisée estimée à 8 250 kcal/kg).

(3) Mesurée par la méthode de DELPECH P. et al. (1966).

Au début de l'expérience proprement dite, qui dure 30 jours, les animaux sont répartis en 5 lots (de 3 sujets) recevant des régimes différents :

- Lot H₀ = régime de base dépourvu d'huile isomérisée.
- Lot H₁ = régime contenant 1 p. 100 d'huile isomérisée.
- Lot H₃ = régime contenant 3 p. 100 d'huile isomérisée.
- Lot H₆ = régime contenant 6 p. 100 d'huile isomérisée.
- Lot H₁₈ = régime contenant 18 p. 100 d'huile isomérisée.

La composition exacte de ces régimes est rapportée dans le tableau 1. Nous modifions seulement les teneurs en amidon, cérélose, cellulose et huile de telle sorte que tous les régimes soient comparables : mêmes teneurs en protéines, minéraux et vitamines et même valeur de l'énergie métabolisable. La composition en acides gras de l'huile isomérisée telle qu'elle ressort des résultats d'analyse est indiquée dans le tableau 2.

TABLEAU 2

Composition en acides gras de l'huile isomérisée
(en p. 100 des acides gras)

Acides gras	
16 : 0	13,3
18 : 0	3,8
18 : 1 <i>trans</i>	49,4
18 : 1 <i>cis</i>	14,5
18 : 2 *	11,2
20 : 0	1,5
non identifié	2,3
non identifié	2,3
22 : 0	1,6

* Différents isomères géométriques.

Tous les aliments ainsi que l'eau de boisson sont distribués *ad libitum*. Nous mesurons la consommation quotidienne et nous évaluons la digestibilité apparente des matières grasses par la méthode des bilans. Pendant la période expérimentale et pendant toute la durée de l'expérience on contrôle l'indice de ponte et on note chaque jour le poids des œufs ; on pèse les poules périodiquement.

2. Méthodes d'analyse

Avant pesée, le vitellus est débarrassé sur papier-filtre des chalazes et des traces de blanc d'œuf qui l'entourent. Les lipides sont extraits par le mélange chloroforme-méthanol-eau (2-2-1 ; V/V/V).

Les graisses neutres sont séparées des phospholipides totaux sur colonne d'acide silicique par l'éther éthylique. Les esters méthyliques de ces deux familles de composés sont analysés par chromatographie gaz-liquide conventionnelle sur colonne de DEGS. Parmi les acides gras de forme *trans*, nous n'avons dosé que l'acide élaïdique selon une méthode déjà décrite (LECLERCQ, AGOT et LEMARCHAL, 1966).

Le phosphore lipidique est dosé par spectrophotométrie (PAQUOT et al., 1962).

RÉSULTATS

1. Consommation alimentaire et digestibilité des matières grasses

Le tableau 3 indique la quantité d'aliment consommée par chaque animal pendant toute la durée de l'expérience. Il existe quelques variations d'ordre individuel (cas de la poule n° 9 qui n'a consommé que 2,5 kg d'aliment), mais on n'observe aucune différence significative entre les 5 lots.

Pendant 24 heures, le 5^e et le 25^e jour de la période expérimentale, on recueille les excréments et on détermine la quantité d'acides gras (après saponification) excrétée par chaque animal au cours de ces deux périodes. Connaissant la consommation quotidienne, on peut calculer la digestibilité apparente : quantité de matières grasses retenues pour 100 g de lipides ingérés. Les résultats qui figurent dans le tableau 3 correspondent à la moyenne des deux mesures effectuées. Le coefficient de digestibilité est élevé dans tous les lots.

TABLEAU 3
*Consommation d'aliment et digestibilité apparente
des matières grasses*

Poule n°	Quantité d'aliment consommé en 30 jours (en g)	Digestibilité apparente des matières grasses (en p. 100)
Lot H ₁₈	23	82,5
	16	94,0
	9	83,2
Lot H ₆	22	91,7
	18	91,0
	24	90,6
Lot H ₃	20	94,1
	11	93,1
	8	94,0
Lot H ₁	15	90,5
	13	91,5
	21	91,0
Lot H ₀	2	4 200
	17	3 830
	4	4 000

2. Poids de l'œuf et vitellogenèse

La formation du vitellus exige une dizaine de jours (STURKIE, 1965), c'est après ce laps de temps minimum qu'on peut mesurer l'effet d'un changement de régime sur le poids ou la composition de l'œuf. Nous avons calculé le poids moyen des œufs récoltés d'une part pendant les 10 derniers jours de pré-expérience et d'autre part pendant les 15 derniers jours d'expérience. On peut ainsi établir une comparaison entre le poids moyen de l'œuf pondu avant et à la fin de l'expérience, c'est-à-dire au cours de 2 périodes où ce poids reste relativement stable. Les résultats consignés dans le tableau 4 permettent d'apprécier les effets de l'huile isomérisée. Dans 6 cas sur 9 le poids de l'œuf augmente significativement de 2 à 4 g lorsque le régime est dépourvu ou contient peu d'huile isomérisée, tandis qu'il diminue d'environ 4 g lorsque les animaux reçoivent le régime le plus riche en huile.

En comparant de la même manière le poids moyen du jaune avant et à la fin de l'expérience (tabl. 4), l'effet des régimes riches en huile isomérisée apparaît encore

TABIEAU 4
Poids de l'œuf et intensité de la vitellogenèse en fonction du régime

Poule n°	Poids moyen de l'œuf entier (en g)			Poids moyen du jaune (en g)			Quantité de vitellus synthétisé chaque jour (en g)				
	Avant l'expérience	A la fin de l'expérience	Différence	Signification	Avant l'expérience	A la fin de l'expérience	Différence	Signification	Avant l'expérience	A la fin de l'expérience	Différence
Lot H ₁₈	65,5 60,4 61,4	60,5 55,0 60,4	- 5,0 - 4,6 - 1,0	P < 0,01 P < 0,01 N. S.	18,89 16,81 18,31	15,00 13,75 16,45	- 3,89 - 3,06 - 1,86	P < 0,01 P < 0,01 P < 0,01	12,60 8,80 13,05	7,16 6,55 8,70	- 5,44 - 2,25 - 5,35
Lot H ₆	66,3 65,2 58,3	67,3 66,1 57,3	+ 1,0 + 0,9 - 1,0	N. S. N. S. N. S.	20,63 19,56 19,18	19,74 19,35 18,07	- 0,88 - 0,21 - 1,41	P < 0,1 N. S. P < 0,1	13,70 13,10 14,60	10,40 12,80 12,05	- 3,30 - 0,30 - 2,55
Lot H ₈	59,1 63,9 65,7	59,2 66,3 69,7	+ 0,1 + 2,4 + 4,0	N. S. P < 0,01 P < 0,01	18,87 17,15 18,27	18,40 18,49 18,80	- 0,37 + 1,34 + 0,53	N. S. P < 0,05 N. S.	9,94 9,82 13,00	11,86 13,05 11,05	+ 2,08 + 3,23 - 1,55
Lot H ₁	62,2 65,3 60,0	65,1 67,8 61,1	+ 2,9 + 2,5 + 1,1	P < 0,01 P < 0,01 N. S.	19,67 18,79 15,68	20,02 19,89 16,10	+ 0,39 + 1,10 + 0,38	N. S. P < 0,05 N.S.	14,05 10,75 11,60	13,30 12,85 12,80	- 0,75 + 2,10 + 1,20
Lot H ₀	60,4 58,0 59,7	63,5 57,2 61,9	+ 2,1 - 0,8 + 2,2	P < 0,01 N. S. P < 0,01	16,95 18,85 18,90	17,51 18,10 20,10	+ 0,56 - 0,75 + 1,20	N. S. N. S. P < 0,05	9,75 14,35 14,40	9,20 13,70 10,80	- 0,55 - 0,65 - 3,6

plus manifeste. En valeur absolue la diminution du poids du jaune est presque équivalente à celle du poids de l'œuf dans le lot H₁₈. En outre dans le lot H₀, le poids du jaune est significativement réduit d'environ 1 g dans 2 cas sur 3 alors que le poids de l'œuf est peu modifié.

Tous ces faits plaident en faveur d'une réduction de la vitellogenèse. Aussi avons-nous calculé la quantité moyenne de vitellus synthétisée chaque jour pendant les deux périodes étudiées :

$$\left(\frac{\text{Poids total des jaunes}}{\text{Nombre de jours}} \right).$$

On constate ainsi (tabl. 4) que la vitellogenèse est notablement réduite dans le lot H₆ et surtout dans le lot H₁₈. Malheureusement dans le lot H₀, l'intensité de ponte avait quelque peu diminué, sans doute du fait de la pauvreté de ce régime en matières grasses, ce qui explique une faible réduction de la vitellogenèse observée dans ce lot. Dans les lots H₁ et H₃ l'intensité de la vitellogenèse est plutôt améliorée ; on peut voir là un effet propre aux matières grasses ou bien une influence bénéfique des petites quantités d'acides gras *trans* qui pourraient d'après LORLETTE et al. (1963) augmenter l'efficacité nutritionnelle du régime.

3. Composition du vitellus.

Pour des raisons exposées en étudiant les variations du poids de l'œuf nous recherchons l'influence des huiles isomérisées en analysant le vitellus avant et à la fin de l'expérience, c'est-à-dire au cours des deux périodes déjà définies : 10 derniers jours de pré-expérience, 20 derniers jours d'expérience. Dans le tableau 5 nous indiquons les concentrations des vitellus en matières grasses et leurs teneurs en phosphore pendant ces deux périodes. Quel que soit le régime la composition de l'œuf en lipides totaux et en phospholipides demeure constante. A cet égard l'huile isomérisée est sans effet.

TABLEAU 5

*Concentration du jaune en lipides et des lipides vitellins en phosphore
(lot H₁₈)*

	N° poule	Avant l'expérience	En fin d'expérience
Concentration du jaune en lipides totaux (p. 100)	23	29,2	29,2
	16	27,9	29,8
	9	30,4	29,6
Concentration en phosphore des lipides vitellins (p. 100)	23	1,13	1,15
	16	1,10	1,17
	9		

Les compositions en acides gras des graisses neutres (presque exclusivement des triglycérides) et des phospholipides totaux figurent dans le tableau 6.

On remarque que les teneurs des lipides en acides saturés et en acide oléique sont d'autant plus faibles que le régime est riche en huile isomérisée. C'est ainsi que

TABEAU 6
Composition en acides gras des triglycérides et phospholipides de l'œuf en fin d'expérience

Acides gras (p. 100)	Lot H ₁₈		Lot H ₆		Lot H ₃		Lot H ₁		Lot H ₀	
	Triglycérides	Phospho- lipides	Triglycérides	Phospho- lipides	Triglycérides	Phospho- lipides	Triglycérides	Phospho- lipides	Triglycérides	Phospho- lipides
14 : 0	0,5		0,9		1,0		0,6		0,8	
16 : 0	15,9	15,0	24,5	22,0	26,5	24,9	28,2	25,0	27,4	28,9
16 : 1 <i>cis</i>	4,3	2,8	7,8	3,7	8,9	4,0	7,9	4,0	8,5	3,8
18 : 0	6,5	11,3	7,6	13,2	7,7	13,5	8,1	16,0	8,1	14,4
18 : 1 <i>trans</i>	31,0	24,2	14,0	12,8	10,5	8,4	3,7	3,5	0,0	0,0
18 : 1 <i>cis</i>	26,4	23,0	37,3	30,6	40,5	36,8	48,5	40,8	53,2	43,6
18 : 2 <i>cis-trans</i>	3,5	3,8	0,8	1,9	traces	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
18 : 2 *	12,0	17,0	6,0	12,8	4,8	9,0	3,4	7,0	3,1	4,8
20 : 3		traces		traces		traces		traces		traces
20 : 4		2,8		3,5		3,7		3,7		4,0

* Différents isomères géométriques.

dans le lot H₁₈ les teneurs en acides stéarique et palmitique sont 25 et 40 p. 100 plus basses que dans le lot H₀.

La concentration de l'acide élaïdique du vitellus augmente avec celle du régime et dans nos conditions expérimentales il n'est pas possible de mettre en évidence une limite maximum d'incorporation.

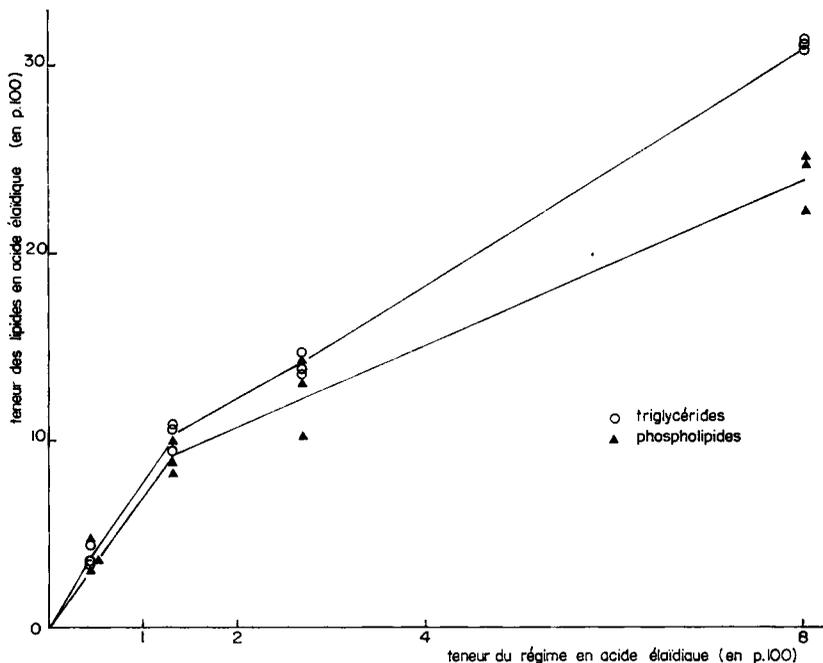


FIG. 1. — Teneur de l'œuf en acide élaïdique selon la richesse du régime en cet acide gras

La teneur du vitellus en acides octodécadiénoïques augmente parallèlement de façon spectaculaire ; dans le lot H₁₈ sa valeur est 3 à 4 fois supérieure à celle trouvée dans le lot H₀. Ce phénomène est dû à la présence dans l'huile élaïdisée d'isomères *trans* de l'acide linoléique. Nous l'avons constaté par chromatographie sur couche mince et par chromatographie gaz-liquide. Cette dernière technique sépare imparfaitement les esters méthyliques des divers isomères en deux pics ; celui dont le temps de rétention est le plus faible correspond à des isomères *trans*. Dans l'huile isomérisée les acides gras *trans* constituent, et de loin, la fraction la plus abondante. Il en est de même dans le vitellus des œufs pondus par les poules recevant les régimes expérimentaux, malheureusement les techniques mises en œuvre dans cette étude ne permettent pas de chiffrer quantitativement l'importance du phénomène.

DISCUSSION

Bien que la nature de l'aliment énergétique (glucides ou lipides) et l'encombrement de la ration (cellulose) diffèrent sensiblement suivant les lots, la consommation de tous les animaux est identique. Ce résultat confirme que pour une alimentation

équilibrée le niveau d'ingestion dépend surtout du taux énergétique (HILL et *al.*, 1956).

La forte digestibilité des matières grasses explique leur efficacité. Les isomères *trans* sont bien absorbés et nous vérifions les résultats obtenus précédemment en étudiant le devenir de la triélaïdine ingérée par la Poule (LECLERCQ, 1967).

Cette utilisation équivalente de tous les régimes permet d'attribuer les différences observées entre lots au seul effet des huiles isomérisées. Nous discuterons successivement de l'effet sur la vitellogenèse et de l'effet sur la composition du vitellus.

1. Influence de l'huile isomérisée sur la vitellogenèse

On sait que la quantité d'albumen déposée dans l'œuf au niveau de l'oviducte dépend en partie de la taille du vitellus (STURKIE, 1965). Les résultats que nous avons obtenus tendent à montrer que cette corrélation n'est pas très étroite. En effet dans le lot H₁₈ (18 p. 100 d'huile) le poids du vitellus diminue de 10 à 22 p. 100, tandis que celui de l'albumen est à peine modifié. Dans les autres lots les poids du blanc et du jaune de l'œuf semblent varier indépendamment l'un de l'autre. De ce fait l'influence de l'huile isomérisée sur la vitellogenèse est masquée dans l'œuf entier : c'est ainsi que dans le lot H₆ le poids du vitellus est significativement réduit tandis que le poids de l'œuf ne varie pas.

Quoiqu'il en soit il est clair que l'introduction d'une forte quantité d'huile isomérisée dans la ration provoque une réduction de la vitellogenèse. Malgré le petit nombre d'animaux que comprend chaque lot, cet effet est déjà sensible lorsque le régime contient 6 p. 100 d'huile, il est très marqué lorsqu'il en contient 18 p. 100. Il ne semble pas qu'il faille invoquer une influence nocive de la teneur du régime en matières grasses (DONALDSON et *al.*, 1957). On sait que l'acide linoléique a un effet favorable sur la vitellogenèse ; c'est pourquoi l'addition d'une petite quantité de graisses à un régime pauvre en lipides provoque une augmentation du poids de l'œuf (SHUTZ et JENSEN, 1963). Lorsque la teneur en matières grasses est plus élevée, le poids de l'œuf reste stable. C'est ce que constate DONALDSON en distribuant à la Poule des régimes renfermant plus de 30 p. 100 de lipides (DONALDSON, 1962). Il faut donc attribuer les résultats obtenus dans notre essai à la présence d'acide gras *trans* dans les graisses alimentaires. On peut se demander comment interviennent ces isomères *trans* pour réduire la vitellogenèse. On sait que le contrôle de l'ovogenèse est de nature hormonale et que les facteurs nutritionnels n'interviennent le plus souvent que d'une manière indirecte. C'est ainsi que la ponte arrêtée sous l'influence du jeûne peut être prolongée en injectant des gonadotrophines hypophysaires (HOSODA et *al.*, 1955 et 1956 ; MORRIS et NALBANDOV, 1961). Cependant la production des œufs nécessite un équilibre hormonal extrêmement strict, de telle sorte que tout excès ou défaut de l'une de ces hormones se traduit en premier lieu par une diminution de l'intensité de ponte (STURKIE, 1965). Dans notre essai, l'intensité de ponte n'est pas modifiée et on peut admettre, selon toute vraisemblance, que l'huile isomérisée intervient directement au niveau du métabolisme pour réduire la vitellogenèse.

On sait que chez les mammifères les acides gras de forme *trans* perturbent le métabolisme de l'acide linoléique (AAES-JORGENSEN, 1961 ; RAULIN et *al.*, 1965). On peut penser qu'il en est de même chez la Poule pondeuse, puisque la triélaïdine

introduite dans un régime à raison de 8 p. 100 réduit de moitié la teneur de l'œuf en acide arachidonique (LECLERCQ, 1967). A cet égard l'influence de l'huile isomérisée paraît moins marquée, mais dans la deuxième partie de la discussion nous montrons qu'il faut attribuer à ce moindre effet une tout autre signification. On peut admettre qu'en présence d'acides gras *trans* et tout particulièrement en présence d'acide élaïdique, l'acide linoléique est utilisé à des fins métaboliques inhabituelles ; il en résulterait une diminution de la biosynthèse d'acide arachidonique et un ralentissement de la vitellogenèse. On sait en effet que la carence en acide linoléique réduit la vitellogenèse (JENSEN et SHUTZE, 1961 ; SHUTZ et JENSEN, 1963) et qu'inversement un apport dans le régime à raison de 2,5 p. 100 la stimule : le poids des œufs augmente, mais l'intensité de ponte n'est pas modifiée (CALVERT, 1965).

En bref, les acides gras *trans* de l'huile isomérisée interviendraient au niveau du métabolisme cellulaire en provoquant un « état de carence » secondaire en acide linoléique. Il en résulte une réduction de la vitellogenèse qui se traduit par une diminution du poids de l'œuf.

2. Composition en acides gras du vitellus

Dans un essai précédent nous avons ajouté à un régime pauvre en matières grasses de la triélaïdine à peu près pure (LECLERCQ, 1967). Au contraire, dans cette expérience sous forme d'huile isomérisée nous avons introduit dans le régime un mélange complexe de divers acides gras de forme *cis* et de forme *trans* (dont près de la moitié sous forme d'acide élaïdique). De là résulte la plupart des différences observées.

A — Incorporation de l'acide élaïdique dans l'œuf.

Nous confirmons les résultats obtenus dans l'essai précédent, à savoir la facile incorporation de l'acide élaïdique dans le vitellus. Nous constatons, de plus, que dans les limites de notre étude la teneur de l'œuf en acide élaïdique est en relation directe avec la richesse du régime en huile isomérisée. Ce caractère est à rapprocher de l'observation faite par WHEELER et al. (1959) ; ces auteurs ont montré que, dans des limites assez larges, la teneur de l'œuf en acide linoléique est sensiblement proportionnelle à l'apport de cet acide gras par l'aliment. On souligne ainsi l'étroite dépendance entre la nature du régime et la composition de l'œuf.

B — Nature des acides gras insaturés.

Nous avons indiqué plus haut comment nous repérons la présence dans l'œuf d'isomères *trans* de divers acides gras insaturés. C'est ainsi que nous avons remarqué sur les chromatogrammes une déformation du pic correspondant à l'acide palmitoléique. Cette déformation laisse supposer la présence d'acide palmitélaïdique dans cette fraction.

Sans être en mesure de préciser le nombre et la nature de tous les acides gras *trans*, ni de chiffrer leurs proportions, nous pouvons néanmoins affirmer qu'ils sont intégrés aux lipides de l'œuf en quantité d'autant plus importante que le régime est riche en huile isomérisée. Chez les animaux recevant 18 p. 100 d'huile dans leur ration, il est probable que ces isomères constituent la partie majeure des acides octodécadiénoïques dosés dans l'œuf.

Ainsi en ajoutant de l'huile isomérisée à la ration on augmente notablement l'apport exogène d'acides octodécadiénoïques comprenant très peu d'acide linoléique pour une forte proportion d'isomères. Ce faible apport d'acide linoléique n'empêche pas l'appauvrissement de l'œuf en acide arachidonique : sa teneur diminue en fonction de la quantité d'huile ingérée par les animaux. Finalement on doit considérer que les résultats obtenus de cet essai confirment pleinement qu'en présence d'acides gras *trans* la formation d'acide arachidonique est considérablement ralentie (LECLERCQ, 1967).

Enfin parmi les acides gras polyinsaturés nous enregistrons de nouveau l'apparition de l'acide octodécadiénoïque *cis-trans* formé à partir de l'acide élaïdique.

Il est donc clair que, outre l'acide éléostéarique (REISER, 1951), de nombreux acides gras *trans* peuvent être incorporés dans l'œuf.

C — Interaction entre acides gras *trans* et acides saturés.

Dans l'essai précédent, avec un régime contenant 8 p. 100 de triélaïdine, nous constatons un appauvrissement de l'œuf en divers acides gras saturés et tout particulièrement en acide stéarique (1 à 2 p. 100 dosés dans les triglycérides). Dans cette expérience, chez les animaux ingérant 18 p. 100 d'huile isomérisée, malgré des résultats similaires, une telle diminution ne peut être mise en évidence. On peut expliquer cette différence en comparant les apports alimentaires d'acide stéarique : 1 p. 100 des acides gras ingérés dans le 1^{er} cas, 4.4 p. 100 dans le second où compte tenu de la richesse du régime en matières grasses les animaux consomment en valeur absolue dix fois plus d'acide stéarique. On peut donc conclure que l'acide élaïdique inhibe la biosynthèse de l'acide stéarique incorporé dans l'œuf, biosynthèse qui ne joue un rôle important que lorsque l'apport exogène est faible.

CONCLUSION

La plupart des déséquilibres nutritionnels provoquent un ralentissement de la vitellogenèse qui se traduit essentiellement par une diminution de l'intensité de ponte. Il en est ainsi de toutes les déficiences graves du régime (protéine, énergie, vitamines) qui interviennent par le relais hormonal. La ponte n'est pas un phénomène prioritaire et la poule ne lui sacrifie ses réserves tissulaires que dans la mesure où ce sacrifice ne gêne pas son propre métabolisme (BLUM, 1962).

En revanche certains nutriments peuvent modifier le poids de l'œuf sans changer le rythme de ponte. Il en est ainsi de la lysine et de la méthionine libres ajoutées à des régimes apparemment équilibrés (THORNTON *et al.*, 1957).

De même l'addition d'acide linoléique à un régime pauvre en matières grasses entraîne une augmentation du poids de l'œuf sans améliorer l'intensité de ponte. L'acide élaïdique intervient probablement en perturbant le métabolisme de l'acide linoléique.

En définitive, si l'intensité de la vitellogenèse est contrôlée par voie hormonale, on doit cependant admettre qu'elle est sous la dépendance directe de certains facteurs nutritionnels.

Reçu pour publication en juin 1967.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Société ASTRA-CALVÉ qui nous a fourni l'huile d'arachide isomérisée.

SUMMARY

UTILIZATION OF ELAIDINIZED PEANUT OIL BY LAYING HENS.

I. EFFECTS ON FORMATION AND COMPOSITION OF VITELLINE RESERVES

Five groups of 3 hens were given 5 diets with no elaidinized peanut oil or with 1, 3, 6 or 18 per cent. The diets were equal in energy value and protein content (tabl. 1). There was no difference in intake among the groups. Apparent digestibility of fat was high (tabl. 3).

The hens given the diet with most oil laid eggs significantly lighter than in the other groups. The reduction in weight was mainly in the yolk. The amount of vitellus synthesized daily was reduced (tabl. 4).

Elaidic acid content of the eggs depended closely on its concentration in the diet (fig. 1). Moreover, passage of the geometric isomers of linoleic acid into the eggs was recorded.

The nature of the fats in the feed influenced the intensity of yolk formation. *Trans* fatty acids must decrease intensity of yolk formation by a mechanism similar to that of deficiency of linoleic acid.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AAES-JORGENSEN E., 1961. Essential fatty acids. *Physiol. Rev.*, **41**, 1-51.
- BLUM J. C., 1962. Effets d'une carence sévère de riboflavine sur la poule pondeuse : ordre de priorité entre tissus maternels et l'œuf. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **2**, 129-142.
- CALVERT C. C., 1965. Lipid metabolism in the laying hen : essential fatty acids. *Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf.*, November 2-3-4, 104-112.
- DELPECH P., GUEZEL M., LECLERCQ B., KAHANE E., 1966. Méthode d'extraction des lipides en continu et à chaud par le mélange azéotrope benzène-éthanol-eau. *Rev. Fr. Corps Gras*, **10**, 615-620.
- DONALDSON W. E., COMBS G. F., ROMOSER G. L., SUPPLEE W. C., 1957. Studies on energy levels in poultry rations. 2. tolerance of growing chicks to dietary fat. *Poult. Sci.*, **36**, 807-815.
- DONALDSON W. E., 1962. Effects of type of fat on fat utilization in layings hens. *Poult. Sci.*, **41**, 1640.
- HILL F. W., ANDERSON D. L., DANSKY L. M., 1956. Studies of the energy requirements of chickens, 3. the effect of dietary energy level on the rate and gross efficiency of egg production. *Poult. Sci.*, **35**, 54-59.
- HOSODA T., KANEKO T., MOGI K., ABE J., 1955. Effect of gonatropic hormone on ovarian follicles and serum vitellin of fasting hens. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **88**, 502-504.
- HOSODA T., KANEKO T., MOGI K., ABE T., 1956. Forced ovulation in gonadotrophin-treated fasting hens. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **92**, 360-362.
- JENSEN L. S., SHUTZE J. V., 1963. Essential fatty acid deficiency in the laying hen. *Poult. Sci.*, **42**, 1014-1019.
- LECLERCQ B., AGOT A., LEMARCHAL P., 1966. Microdosage des acides gras monoéthyléniques de forme *trans* en présence de leurs isomères *cis*, par l'emploi simultané de la chromatographie sur couche mince et la chromatographie gaz-liquide. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **48**, 345-352.
- LECLERCQ B., 1967. Utilisation de l'acide élaïdique pour l'étude du métabolisme des lipides chez la poule pondeuse. *Arch. Sci. Physiol.*, (sous presse).
- LORIETTE C., CARREAU J.-P., RAULIN J., 1963. Valeur nutritionnelle des matières grasses contenant des acides gras isomérisés. *Arch. Sci. Physiol.*, **17**, 173-178.
- MORRIS T. R., NALBANDOV A. V., 1961. The induction of ovulation in starving pullets using mammalian and avian gonadotropins. *Endocrinology*, **68**, 687-697.
- PAQUOT C., MERCIER J., MATHIEU A., LEFORT D., PERRON R., 1962. Les méthodes analytiques de lipides simples. *Cahiers Techniques du C. N. C. E. R. N. A.*, p. 117.

- REISER R., 1951. The biochemical conversion of conjugated dienoic and trienoic fatty acids. *Arch. Biochem. Biophys.*, **32**, 113-120.
- SHUTZE J. V., JENSEN L. S., 1963. Influence of linoleic acid on egg weight. *Poult. Sci.*, **42**, 921-924.
- STURKIE P. D., 1965. In *Avian Physiology*. Comstock Publishing Associates. Cornell Univ. Press Ithaca, N. Y., p. 465-468.
- THORNTON P. A., BLAYLOCK L. G., MORENG R. E., 1957. Protein level as factor in egg production. *Poult. Sci.*, **36**, 552-557.
- WHEELER P., PETERSON D. W., MICHAELS G. D., 1959. Fatty acid distribution in egg yolk as influenced by type and level of dietary fat. *J. Nutr.*, **60**, 253-260.
-