

TENEURS DE L'ŒUF DE POULE EN RIBOFLAVINE, NIACINE ET ACIDE PANTOTHÉNIQUE. VARIABILITÉ ET CORRÉLATIONS

PAR

JEAN ADRIAN ⁽¹⁾

Laboratoire de Biochimie de la Nutrition du C.N.R.S. Bellevue. (S.-et-O.).

Le taux vitaminique des œufs dépend de facteurs complexes, les uns endogènes, les autres exogènes. Parmi les premiers, citons les aptitudes génétiques qui expliquent non seulement les variations entre races, mais aussi les différences individuelles — l'âge des animaux qui influence le rapport pondéral du jaune et du blanc et par là-même la répartition des vitamines dans les deux constituants — les réserves vitaminiques de la poule, abondantes en début de ponte, faibles à la fin. Parmi les facteurs exogènes, l'alimentation joue un rôle capital. Pour les sujets en batterie, les vitamines de l'œuf sont le reflet de l'équilibre vitaminique du régime. Pour les animaux en liberté, les variations saisonnières de la végétation peuvent intervenir. Enfin, le climat — au sens large du terme — est également à prendre en considération et on connaît, par exemple, le rôle de la lumière sur la teneur en vitamine D.

La littérature est richement pourvue en ce qui concerne certaines vitamines, comme les facteurs A ou la thiamine. Elle est plus pauvre sur d'autres points, les membres du complexe B₂ notamment. En outre, les résultats expérimentaux ne forment pas un tout homogène et les avis ne sont pas toujours concordants. Ainsi le tableau I groupe les données que nous avons trouvées pour la riboflavine, la niacine et l'acide pantothénique. On y remarquera, non seulement des différences dans les teneurs, mais des contradictions au sujet de la répartition entre jaune et blanc.

C'est pourquoi il nous a paru intéressant de reprendre le problème, en étudiant la variabilité des taux vitaminiques avant d'en chercher les causes de variation. Pour cela, nous avons procédé à une double enquête : la première sur des œufs du commerce, appelés tout-venant, dont nous ignorons l'histoire ; la seconde sur des pontes de poules de même race maintenues à un régime identique, œufs récoltés poule par poule et que nous dénommons œufs de ponte contrôlée.

Ayant comme seul critère le poids pour les œufs tout-venant, mais dispo-

(¹) Avec la collaboration technique de Pierre ALIBERT.

sant d'autres données, comme le taux numérique de la ponte, pour les œufs de ponte contrôlée, nous avons tenté d'établir quelques corrélations entre la teneur et la répartition des trois vitamines et le niveau de production représenté soit par la grosseur des œufs, soit par leur nombre.

TABLEAU I

Quelques teneurs vitaminiques des œufs, citées dans la littérature
(exprimées en γ par gramme frais)

Auteurs	Niacine			Riboflavine			Ac. Pantothénique		
	entier	jaune	blanc	entier	jaune	blanc	entier	jaune	blanc
a	0,7 à 0,9	concentré dans le jaune ou le blanc selon les auteurs			3,9 à 7,6	1,35 à 4,95	11 à 14	47 à 65	0,76 à 27,0
b	0,7	0,4	0,8	3,0	4,5	2,1	13 à 24	concentré dans le jaune	
c	1,0			2,0 à 4,0 3,5 à 4,0	5,2	2,2			
d	0,5						27,0		
e		10,0	0,5				14,0		
f	0,67 à 1,0			2,2 à 6,4					
g		33,0							

a : cités par A. L. ROMANOFF et A. J. ROMANOFF in *The avian egg.*, 1949.

b : » L. RANDOIN in *Tables de composition des aliments*, 1947.

c : » W. R. EWING in *Poultry Nutrition*, 1951.

d : » *Américain medical association, in Handbook of nutrition*, 1943.

e : » E. KODICEK, *Biochem J.*, 1940-34-724.

f : » in *The vitamin content of tissues*, Texas 1942.

g : Justin BESANÇON et LWOFF citent dans *Vitamine antipellagreuse et avitaminose nicotinique* cette valeur due à KRINGSTAD et THORESEN, qui nous semble abérrante.

TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE

Les œufs sont plongés dans de l'eau à température de l'ébullition et cuits 10 minutes. La majorité des auteurs s'accorde à reconnaître que ce traitement, qui seul permet une séparation rigoureuse du blanc et du jaune, n'entraîne pas de baisse significative dans le potentiel vitaminique des œufs. Même en cas d'une minime destruction, celle-ci aurait un caractère constant, puisque nous opérons toujours de même manière. Après durcissement et refroidissement, le blanc et le jaune sont pesés individuellement. Puis ce dernier est délipidé à froid par l'éther. On homogénéise blanc et jaune sous forme de suspensions aqueuses (Waring Blendor) qui, après ajustement, servent aux prises aliquotes en vue des dosages microbiologiques suivants : méthode de SNELL et STRONG (extraction par CIH N/10 suivie d'un traitement à la taka-diastase et à la papaine) pour la riboflavine (9) ; méthode de KREHL, STRONG et ELVEHJEM (extraction par CIH N 30 minutes à 120°) pendant 30 minutes pour la niacine (4), et méthode de SKEGGS et WRIGHT (extraction aqueuse à 120°) suivie d'un traitement par la mylase P pour l'acide pantothénique (8).

Les teneurs vitaminiques sont exprimées en γ , soit par g frais, soit par individualité, jaune, blanc et œuf total. Nous rapportons les valeurs moyennes et extrêmes (minima-maxima).

ŒUFS DU COMMERCE TOUT-VENANT

L'étude a porté sur 24 œufs du commerce provenant de deux revendeurs et ne portant aucun qualificatif. Il s'agissait néanmoins d'œufs saisonniers et non de produits conservés. Ces essais ayant eu lieu entre le début avril et la mi-mai, on peut considérer qu'ils correspondent à une période de forte ponte mais ne peuvent, par là-même, représenter les valeurs annuelles moyennes. Nous avons arbitrairement classé les échantillons en « gros œufs » et « petits œufs » en choisissant comme limite de partage : 18 g pour le jaune, 31 g pour le blanc, soit 49 g pour l'œuf entier (naturellement débarrassé de sa coquille).

Les résultats expérimentaux sont exprimés dans le tableau II (teneurs en γ par g frais) et III (teneurs en γ par jaune, blanc et œuf entier).

Teneurs par gramme frais

L'examen du tableau II fait ressortir l'extrême variabilité des taux vitaminiques : la niacine peut aller du simple au double, la riboflavine du simple au triple et l'acide pantothénique présente des oscillations extraordinaires. Néanmoins nous croyons légitime de calculer des moyennes représentatives de la concentration standard des vitamines dans l'œuf. Par ailleurs, il est intéressant de comparer les teneurs du jaune et du blanc et d'en chiffrer le rapport.

Dans nos essais, la concentration de la *niacine* est plus élevée dans le blanc (0,77 γ /g) que dans le jaune (0,3 γ /g). Le rapport des pourcentages « jaune/blanc » est égal à 0,39. Ces résultats cadrent parfaitement avec les données recueillies par RANDOIN et col. (6) qui indiquent une teneur moyenne de 0,4 γ par g de jaune et de 0,8 γ par g de blanc, soit un rapport de 0,50. Au contraire, les valeurs trouvées par KODICEK (2) sont quantitativement très différentes (10 γ par g de jaune et 0,5 γ par g de blanc) et inversent le sens du rapport.

Le taux moyen de la *riboflavine* est de 4,6 γ par g d'œuf entier avec un rapport « jaune/blanc » égal à 1. La concentration en vitamine B₂ que nous avons trouvée pour l'œuf entier est analogue à celle qu'indique la littérature. Par contre, certains auteurs (1 et 6) notent que le jaune est plus riche que le blanc (rapport = 2), alors que d'après nos dosages dans ces œufs tout-venant la teneur en B₂ semble identique dans les deux constituants.

Le taux moyen en *acide pantothénique* est de 19,8 γ par g d'œuf entier, valeur conforme aux données établies, avec un rapport « jaune/blanc » égal à 4,6. La littérature renseigne peu sur ce point, néanmoins quelques travaux indiquaient déjà que l'acide pantothénique se rassemble dans le jaune.

De ce premier sondage sur des œufs tout-venant, il résulte que les vita-

TABLEAU II
Œufs tout venant : teneurs en γ par gramme frais

	Nombre d'échantillons	Niacine		Riboflavine		Ac. Pantothénique	
		moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Jaune :	Gros œufs	0,28	0,17-0,43	4,1	2,6-5,7	38,0	24-58
	Petits œufs	0,31	0,23-0,43	5,1	2,3-9,3	42,0	14-107
	Total	0,295		4,6		40,2	
Blanc :	Gros œufs	0,78	0,51-1,06	4,5	3,6-5,5	8,3	5,3-11,0
	Petits œufs	0,705	0,54-1,05	4,05	3,6-6,1	9,2	0,8-15,6
	Total	0,77		4,6		8,7	
Œuf entier :	Gros œufs	0,60	0,42-0,81	4,4	3,65-5,55	18,8	13,6-26,0
	Petits œufs	0,60	0,44-0,75	4,8	3,45-7,2	20,9	9,5-42,5
	Total	0,60		4,6		19,8	

TABLEAU III
Œufs tout-venant : teneurs en γ par produits entiers frais

	Nombre d'échantillons	Poids en grammes		Niacine		Riboflavine		Ac. Pantothénique	
		moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Jaune :	Gros œufs	19,70	18,2-21,6	5,45	3,2-7,6	81,0	51-120	748,0	470-1140
	Petits œufs	15,50	13,3-18,0	4,85	3,1-7,2	79,0	40-154	646,0	252-1440
	Total	17,40		5,15		79,9		698,0	
Blanc :	Gros œufs	36,25	31,8-43,6	28,20	20,0-38,0	163,5	132-215	301,0	214-480
	Petits œufs	27,50	21,0-29,8	21,00	15,6-24,0	128,0	96-156	254,0	180-375
	Total	31,50		24,80		144,8		275,5	
Œuf entier :	Gros œufs	55,95	50,6-62,3	33,65	26,0-44,2	244,5	198-309	1049,0	680-1620
	Petits œufs	43,00	35,7-48,4	25,85	19,4-28,8	207,0	150-310	900,0	425-1755
	Total	48,90		29,45		224,2		968,5	

mines B ne se répartissent pas uniformément dans l'œuf, ni selon un plan uniforme : la niacine se concentre dans le blanc ; l'acide pantothénique, dans le jaune ; la riboflavine se répartit également entre les deux parties.

Teneurs globales

La teneur vitaminique globale d'un œuf (ou d'un jaune et d'un blanc) est fonction de deux facteurs : concentration des vitamines et poids total de l'échantillon. Il est donc évident que les gros œufs contiennent plus de vitamines que les petits. Cependant dans le tableau II on voit déjà que proportionnellement les œufs les plus petits sont légèrement plus riches en vitamines. Le fait est mieux souligné en comparant les pourcentages d'écart entre gros et petits œufs et cela pour le poids et la teneur globale en vitamines : soit 19,70 g le poids moyen du jaune dans la catégorie « gros œufs » et 15,5 g dans la catégorie « petits œufs ». Le pourcentage d'augmentation pondérale est donc de 27,3. Or le jaune renferme en tout 81 γ de riboflavine dans les gros œufs et 79 γ dans les petits (tableau III). Le pourcentage d'augmentation dans le cas de la vitamine B₂, n'est ainsi que de 2,5. Ce qui veut dire que plus les œufs sont gros, plus ils s'appauvrissent en vitamines par unité de poids.

Le fait est patent pour la riboflavine et l'acide pantothénique ; il est moins évident pour la niacine, ainsi que le montre le tableau IV. Celui-ci porte des signes négatifs pour exprimer les pourcentages de variations de la concentration vitaminique (calculée par g frais) des gros œufs par rapport aux petits : cela confirme l'appauvrissement déjà décelé en examinant les écarts entre les produits entiers.

TABLEAU IV

Pourcentage d'écart entre les « gros œufs » et les « petits œufs »

	Poids	Niacine		Riboflavine		Ac. pantothénique	
		entier	par g	entier	par g	entier	par g
jaune	+ 27	+ 12	— 0	+ 2,5	— 20	— 16	— 9,5
blanc	+ 32	+ 34	— 2	+ 28	— 18	+ 18,5	— 10
entier	— 30	+ 30	0	+ 18	— 8	+ 16,5	— 10

Notre constatation confirme une règle déjà formulée : l'accroissement pondéral de toute production ne va pas de pair avec une augmentation parallèle du potentiel vitaminique. On sait, par exemple, que les palmiers à grand rendement ont une huile beaucoup moins concentrée en carotène que les arbres sauvages de faible production. On pourrait multiplier les exemples. Bornons-nous à rappeler que œufs de poules fortes pondeuses sont appauvris en vitamine A (KOENIG et col. 3).

TABLEAU V
Ceufs de ponte contrôlée : teneurs en γ par gramme frais

Poule n°	Nombre œufs	Niacine		Riboflavine		Ac. pantothénique	
		Moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Jaune	1	$\leq 0,15$		8,9	6,5 - 6,65	73,5	32,0-56,0
	4	—		6,55	6,05-10,5	43,6	43,0-70,0
	5	—		8,0	5,9 - 8,5	60,0	54,0-78,0
	5	—		7,0	3,95- 7,7	69,1	35,0-67,0
	7	—		6,7	4,75- 8,7	54,5	57,0-70,0
	9	—		6,95	3,65-11,4	61,8	46,0-59,0
	10	—		8,0	7,3	51,3	57,1
<i>Moyenne</i>							
Blanc	1	0,78	0,61-0,84	4,7	3,2 - 4,5	12,2	3,9 -15,4
	4	0,73	0,80-1,12	3,85	2,7 -3,45	9,65	10,0 -16,4
	5	0,95	0,74-1,07	3,1	2,2 -4,6	12,6	10,1 -13,8
	5	0,885	0,97-1,04	2,85	1,7 -2,25	11,8	5,3
	7	1,00	0,84-1,07	2,05	1,75-3,9	8,65	3,95-11,5
	9	0,94	0,52-0,76	2,7	1,95-3,05	5,85	4,7 -13,5
	10	0,61		2,5		8,45	3,5 - 8,35
<i>Moyenne</i>		0,85		2,75			
Entier	1	0,56 (1)		6,3		35,3	
	4	0,51		4,85		23,0	
	5	0,66		4,9		29,0	
	5	0,66		4,25		31,2	
	7	0,73		3,4		21,2	
	9	0,62		4,4		30,0	
	10	0,44		4,6		23,6	
<i>Moyenne</i>		0,60		4,4		26,5	

(1) Le jaune est compté pour 0,15 γ

TABLEAU VI

Œufs de ponte contrôlée : teneurs en γ par produits entiers frais

	Poule n°	Nombre œufs	Poids en g	Niacine		Riboflavine		Ac. pantothénique	
				moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Jaune	A	1	15,5	≤ 3,0		138,0	119-124	1140,0	595-1020
	B	4	18,5	—		121,5	96-192	807,5	720-1260
	C	5	16,9	—		136,0	87-132	1044,0	900-1140
	D	5	15,2	—		104,0	69-129	949,0	570-1140
	E	7	17,4	—		111,0	90-147	1102,5	990-1200
	F	9	17,9	—		123,5	69-204	871,0	780-1020
	G	10	17,0	—		136,0			
<i>Moyenne</i>			17,1			124,0		974,0	
Blanc	A	1	25,7	20,0	18,2-23,9	121,0	90-126,5	313,5	110-460
	B	4	20,0	21,05	24,5-31,6	108,0	71-100	285,0	285-485
	C	4	27,6	27,6	21,7-36,5	89,5	64-127	369,0	330-405
	D	5	30,0	26,75	33,8-38,2	88,5	68-78	357,5	105-405
	E	7	30,1	36,1	18,7-28,9	73,0	53-96	209,0	120-270
	F	9	26,2	24,00	13,3-21,8	69,0	57-78	216,5	90-217
	G	10	26,5	16,05		66,0		156,0	
<i>Moyenne</i>			29,1	24,5		79,0		245,0	
Entier	A	1	41,2	23,0 ⁽¹⁾		259,0		1453	
	B	4	47,5	24,0		239,0		1092	
	C	5	46,1	30,6		225,5		1376	
	D	5	45,2	29,7		192,5		1499	
	E	7	53,5	39,1		184,0		1136	
	F	9	44,1	27,6		192,5		1319	
	G	10	43,5	19,0		202,0		1027	
<i>Moyenne</i>			46,2	27,5		202,5		1219,0	

(1) Le jaune est compté pour 3 γ

Il est intéressant de retrouver le phénomène sur des lots commerciaux d'œufs tout-venant, dont la seule caractéristique connue est le poids, à l'exclusion de tout renseignement sur les facteurs endogènes (âge, race) ou exogènes (alimentation, climat au sens large¹ de la ponte. Il semble donc s'agir d'un fait général : l'augmentation de la ponte, en poids, comme en nombre des œufs, pour effet de « diluer » les vitamines.

ŒUFS DE PONTE CONTRÔLÉE

Dans un deuxième temps, nous avons étudié les teneurs en vitamines d'œufs pondus par 7 poules de race pure (Rhode Island Red), soumises aux mêmes conditions d'élevage (batterie) et d'alimentation. Le régime, de type industriel, était complet et équilibré. Il renfermait 20 p. 100 de protides bruts et par 100 g : 0,27 mg de riboflavine, 7,6 mg de niacine et 0,725 mg d'acide pantothénique. Le taux d'ingestion moyen était de 127 g d'aliment par jour et par poule. Les œufs ont été recueillis du 18 juin au 10 juillet, c'est-à-dire en fin de ponte. Les dosages ont été effectués selon les modalités décrites.

Les résultats sont rapportés dans les tableaux V (teneur en γ par g frais) et VI (teneur globale du jaune, du blanc et de l'œuf entier en γ).

On remarquera d'abord la grande variabilité des pontes : la poule A n'a donné qu'un œuf au cours de la période expérimentale contre 10 pour la poule G.

Des écarts assez forts s'observent également dans les teneurs vitaminiques, que celles-ci soient exprimées en concentration (γ par g) ou en potentiel vitaminique total (γ par produit entier). Tantôt ce sont les moyennes individuelles qui présentent entre elles des différences notables. Par exemple, la teneur moyenne en acide pantothénique par g de blanc va de 5,3 γ (poule E) à 12,6 γ (poule C-*cf.* tableau V). Tantôt, on note des écarts marqués à l'intérieur de la ponte d'une poule. Ainsi, le blanc des œufs de la poule E contient de 3,9 γ à 11,5 γ d'acide pantothénique par g. Dans l'ensemble les variations journalières de la production d'une même poule l'emportent sur les différences entre les moyennes des 7 pondeuses. En outre, les variations individuelles sont dans l'ensemble plus accusées dans le blanc que dans le jaune. Enfin, les vitamines du complexe B₂ ne sont pas solidaires l'une de l'autre : les œufs qui contiennent le plus de riboflavine par g ne sont pas les plus riches en acide pantothénique. Également à un jaune faible ne correspond pas systématiquement un blanc riche ou pauvre.

On voit donc quelle est la complexité des facteurs qui déterminent le taux vitaminique d'un œuf donné, puisque dans nos essais nous éliminons déjà les influences génétiques et alimentaires. Cependant, les moyennes générales se tiennent bien et la concentration des vitamines est de même ordre de grandeur dans des œufs de provenance contrôlée et dans des œufs tout-venant :

Teneurs en vitamines (γ) par g frais

	œuf tout-venant	œuf Rhode Island
Ac. nicotinique	0,60	0,60
Riboflavine	4,60	4,40
Ac. pantothénique ..	19,80	26,50

Il en est de même, si on calcule la quantité totale de vitamines apportées par ces deux catégories d'œuf :

Teneurs en vitamines (γ) par œuf entier

	œuf tout-venant	œuf Rhode Island
Poids moyen (g)	48,9	46,2
Niacine	29,4	27,5
Riboflavine	224	202
Ac. pantothénique	968	1219

Cependant l'examen détaillé des valeurs individuelles correspondant à ces valeurs moyennes exige quelques commentaires. Nous avons dit que la ponte des 7 Rhode Island avait été numériquement très différente selon les poules, allant, pour la période expérimentale, de 1 à 10 œufs selon les cas. Dans le tableau VI, nous avons porté les quantités moyennes de vitamines contenues dans un jaune et dans un blanc en relation avec le nombre d'œufs pondus en un temps donné.

On voit immédiatement que la quantité de riboflavine et d'acide pantothénique contenue dans le jaune demeure sensiblement constante quel que soit le nombre d'œufs pondus, alors que le blanc renferme d'autant moins de vitamines que le nombre des œufs est plus élevé. Il en résulte que le rapport « vitamines contenues dans le jaune/vitamines contenues dans le blanc » augmente en fonction de la production numérique des œufs. C'est ce que montre le tableau VII.

TABLEAU VII

Rapport du taux vitaminique : « Jaune entier/Blanc entier », pour un œuf

Poules	A	B	C	D	E	F	G
Nombre œufs pondus....	1	4	5	5	7	9	10
Riboflavine	1,14	1,06	1,51	1,17	1,52	1,8	2,05
Ac. pantothénique	3,65	2,85	2,75	2,9	4,55	5,1	5,6

En prenant comme critère le poids de l'œuf dans le cas des œufs tout-venant nous avons vu que l'œuf petit avait une concentration légèrement plus forte en vitamine que celle de l'œuf gros et nous disions que l'augmentation de production « diluait » ces métabolites. En jouant sur le nombre des œufs par poules, nous pouvons analyser le phénomène en montrant que la « dilution » porte essentiellement sur le blanc, du moins en ce qui concerne la riboflavine et l'acide pantothénique. Le rapport « jaune/blanc » dépend donc essen-

tiellement de l'état de ponte de l'animal et ne correspond pas directement ni à un type génétique, ni à une influence alimentaire. En outre, il est intéressant de noter que le comportement de la riboflavine est ici strictement parallèle à celui de l'acide pantothénique, alors que le phénomène ne porte pas sur la niacine.

Si on additionne la totalité des vitamines des pontes individuelles, on obtient le tableau VIII.

TABLEAU VIII
Excrétion vitaminique totale par poule

N° des poules	A	B	C	D	E	F	G
Nombre d'œufs pondus ..	1	4	5	5	7	9	10
Jaune PP en mg							
B ₂ »	0,14	0,48	0,68	0,55	0,77	1,11	1,36
P. Ca »	1,14	3,23	5,12	5,21	6,40	9,95	8,71
Blanc PP en mg							
B ₂ »	0,020	0,084	0,140	0,135	0,250	0,220	0,160
B ₂ »	0,12	0,43	0,45	0,44	0,51	0,62	0,66
P. Ca »	0,31	1,14	1,84	1,79	1,55	1,94	1,56
Entier PP en mg							
B ₂ »	0,023 ⁽¹⁾	0,096	0,155	0,15	0,27	0,25	0,19
B ₂ »	0,26	0,92	1,13	0,96	1,28	1,73	2,02
P. Ca »	1,45	4,37	6,96	7,00	7,95	11,90	10,27

(¹) Chaque jaune est compté pour 3 γ

Plus une poule pond, plus elle excrète de vitamines : la quantité des vitamines contenues dans la totalité des œufs augmente avec le taux de la ponte. Mais cette augmentation ne se répartit pas également entre les constituants de l'œuf : la quantité de riboflavine et d'acide pantothénique augmente dans le jaune proportionnellement au nombre d'œufs, alors que dans le blanc la somme de ces vitamines tend à se stabiliser quel que soit le nombre des œufs. Ces données sont illustrées dans les graphiques I et II.

Enfin nous avons dressé le bilan vitaminique global des 7 poules Rhode Island. C'est ce que rapporte le tableau IX.

TABLEAU IX
Bilan vitaminique des 7 Rhode Island Red

	Niacine	Riboflavine	Ac. pantothénique
Intégré total (mg)	2068,5	73,5	197,3
Excrété total (mg)	1,35	8,35	49,80
Pourcentage retrouvé dans les œufs ..	0,065	11,4	25,2

EWING (1) indique une excrétion dans l'œuf de 27 à 54 p. 100 de la ribo-

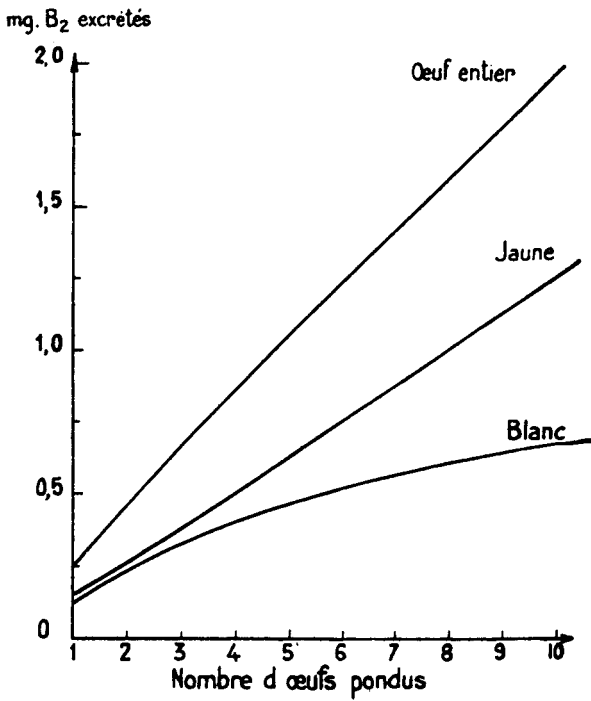


FIG. 1.

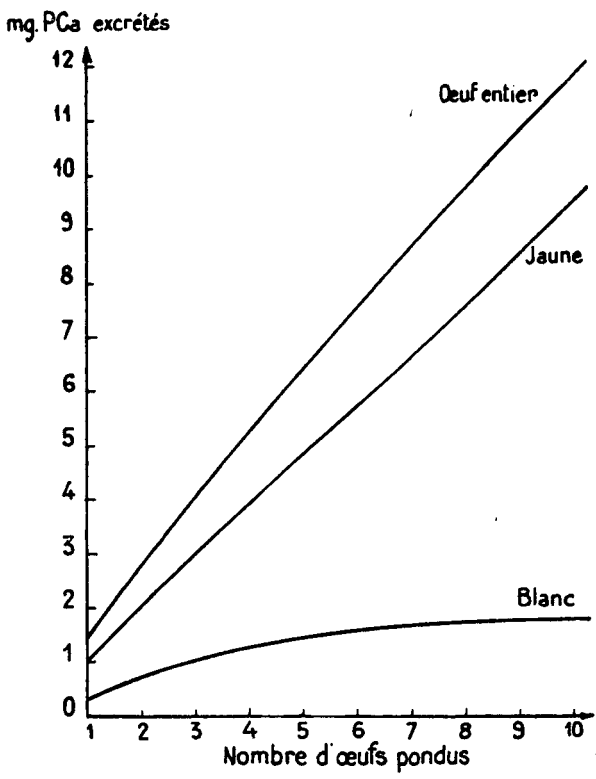


FIG. 2.

flavine ingérée et de 33 à 66 p. 100 de l'acide pantothénique. Les valeurs plus basses que nous enregistrons prouvent *a posteriori* que notre nourriture était riche en vitamines du complexe B₂, car ROMANOFF (7) signale que le pourcentage retrouvé dans l'œuf est d'autant plus élevé que le régime alimentaire est plus pauvre.

A l'aide de nos données expérimentales, nous pouvons analyser la signification nutritionnelle de l'œuf comme source de vitamines du complexe B₂. Le besoin quotidien en riboflavine étant chiffré à 1,6 mg (N.R.C.— 5), l'ingestion d'un œuf le couvre à raison de 12 p. 100 environ. L'apport qu'il représente en niacine est totalement insignifiant par rapport au besoin évalué à 12 mg. Le besoin en acide pantothénique, métabolite essentiel cependant, n'est pas chiffré avec certitude ; on avance le chiffre de 5 mg par jour. Sur cette base, un œuf le satisfait à raison de 20 p. 100.

CONCLUSIONS

D'un œuf à l'autre, on observe de notables différences dans les teneurs en riboflavine, niacine et acide pantothénique et cela aussi bien pour des œufs tout-venant que pour la ponte de poules de même race soumises au même régime. Dans ce dernier cas, il existe aussi bien des variations journalières pour une même poule que des écarts entre les valeurs moyennes de chaque individu. Néanmoins le calcul des moyennes semble légitime et donne les résultats suivants : l'œuf contient en moyenne 4,5 γ de riboflavine par g, 0,60 γ de niacine, 23 γ d'acide pantothénique.

Ces vitamines ne sont pas réparties uniformément dans le jaune et le blanc ni selon un plan uniforme : le pourcentage de niacine est le plus élevé dans le blanc. Celui d'acide pantothénique est nettement supérieur dans le jaune ; quant à la riboflavine elle est, soit à égalité dans les deux parties (œufs tout-venant), soit plus concentrée dans le jaune (œufs de ponte contrôlée). Qu'il s'agisse de l'œuf entier, du jaune ou du blanc, il n'y a aucune solidarité entre les trois vitamines qui varient indépendamment l'une de l'autre. Le potentiel vitaminique d'un œuf entier augmente avec son poids. Néanmoins l'œuf petit est proportionnellement plus riche que l'œuf gros. Il semble donc qu'une augmentation du poids de l'œuf « dilue » légèrement les vitamines étudiées. D'où la notion que la concentration des vitamines B varie en raison inverse du taux de production.

Cette conclusion ressort également de l'étude de pontes individuelles provenant de poules de même race maintenues à un régime standard : le pourcentage de riboflavine et d'acide pantothénique de chaque œuf tend à diminuer quand la production augmente. Il en ressort qu'à poids égal un œuf provenant de poules de même race et uniformément alimentées sera d'autant plus riche en ces vitamines que la ponte sera numériquement plus faible.

Le fait s'explique par un appauvrissement notable du blanc dont le taux

vitaminique baisse en fonction du nombre des œufs, alors que le potentiel vitaminique représenté par le jaune demeure sensiblement constant quelle que soit l'intensité de la ponte.

Dans ces essais, on retrouve dans l'œuf : 11,4 p. 100 de la riboflavine ingérée, 0,065 p. 100 de la niacine, 25,2 p. 100 de l'acide pantothénique. Il est à remarquer un parallélisme entre la riboflavine et l'acide pantothénique qui ne se manifeste pas pour la niacine. On discute l'importance nutritionnelle de l'œuf comme source de vitamines du complexe B₂ : sans intérêt aucun comme apport de niacine, il est une source appréciable de riboflavine et surtout d'acide pantothénique.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) EWING (W. R.). — *Poultry Nutrition*, 1 vol., Pasadena, 1951, Ewing, édit.
 - (2) KODICEK (E.). — Estimation of nicotinic acid in animal tissues and certain foodstuffs ; *Biochem J.*, **34**, 712-718, 1940.
 - (3) KOENIG (M. C.), KRAMER (M. M.), PAYNE (L. F.) — Vitamin A content of eggs as related to rate of production ; *Poultry Sci.*, **14**, 178-182, 1935.
 - (4) KREHL (W. A.), STRONG (F. M.) ELVEHJEM (C. A.). — in *Methods of vitamin détermination* JOHNSON (B. C.), 1 vol., 1948, Burgen Publishing Co, édit.
 - (5) National Research Council. Recommended dietary allowances, revised, 1945, Washington D. C.
 - (6) RANDOIN (L.), LE CALLIC (P.) et CAUSERET (J.). — *Tableaux de composition des Aliments*. 1 vol., Paris 1949, Lanor, édit.
 - (7) ROMANOFF (A. L.), ROMANOFF (A. J.). — *The avian egg* 1 vol., New York, 1949.
 - (8) SKEGGS (H. R.), WRIGHT (L. D.). — The use of *Lactolacillus arabinosus* in the microbiological détermination of pantothenic acid ; *J. Biol. Chem.*, **156**, 21-26, 1944.
 - (9) SNELL (E. E.), STRONG (F. M.). — A microbiological assay for riboflavin ; *Industr. Eng. Chem., Anal. éd.*, **11**, 346-351, 1939.
-