

SUR LE DOSAGE BIOLOGIQUE DE LA VITAMINE A AU MOYEN DU POUSSIN

I. — RECHERCHES PRÉLIMINAIRES

PAR

P. DUBOULOZ et H. MARTINET

Laboratoire de Physique de la Faculté de Médecine
et de Pharmacie, Marseille

PLAN DU MÉMOIRE

- I. — **Position du problème. Avantages possibles du dosage biologique des facteurs A chez le poussin.**
 - II. — **Problèmes préliminaires :**
 - Influence du sexe.
 - Variations de la période de mise en carence.
 - Dosage curatif et dosage préventif.
 - III. — **Les effets d'une carence partielle chez le poussin :**
 - Dispositif expérimental.
 - Expérience I.
 - Expérience II.
 - IV. — **Essais de dosage :**
 - Technique de dosage.
 - Expérience III.
 - Expérience IV.
 - Expérience V.
 - Discussion des résultats. Programme d'expériences futures.
 - V. — **Conclusions.**
-

I. — POSITION DU PROBLÈME. AVANTAGES POSSIBLES DU DOSAGE BIOLOGIQUE DES FACTEURS A CHEZ LE POUSSIN

Le dosage biologique de la vitamine A est universellement pratiqué sur le rat albinos. Tel qu'il a été étudié et codifié par Miss COWARD et M^{me} RANDOIN, il donne des résultats satisfaisants, et reste la méthode de référence. Il ne peut être question de nier sa valeur scientifique.

Cependant ce dosage présente des inconvénients d'ordre pratique

bien connus et redoutés de tous ceux qui en ont quelque habitude. On peut les résumer ainsi.

Il faut des animaux à la fois nombreux et aussi identiques que possible. Le Codex recommande de prendre au moins 10 animaux par lot. Si l'on veut faire 4 lots témoins, deux lots par essai, on voit que trois dosages exigeront 100 animaux. Ceux-ci doivent avoir un poids voisin de 35 g, en fait compris entre 35 et 45 g. Ils doivent être de même sexe, sinon il convient de doubler le nombre des témoins. Pour disposer, à une date donnée, d'une pareille quantité de jeunes rats, il faut soit posséder soi-même un élevage très régulièrement suivi de plusieurs centaines de reproducteurs, soit avoir recours à une maison spécialisée, qui ne peut souvent les fournir, au moins sans un long délai.

Dans l'une ou l'autre hypothèse le seul fait de nécessiter une semblable quantité d'animaux contribue à rendre le dosage très onéreux.

Il est de plus très long. L'établissement de la carence nécessite un laps de temps variable suivant l'alimentation des mères et le poids initial des rats, qui varie de 4 à 8 semaines. On peut l'abréger en veillant à restreindre la teneur du régime maternel en facteurs A. Mais la santé des jeunes animaux s'en ressent ; les croissances deviennent plus irrégulières et les morts plus fréquentes.

Une fois la carence établie, il faut 3 à 4 semaines pour effectuer le dosage proprement dit. La durée totale des essais est donc de l'ordre de 2 à 3 mois. Comme il faut un délai d'environ un mois pour obtenir les animaux nécessaires, on peut dire que le résultat d'un dosage ne peut être donné que 3 à 4 mois après réception de l'échantillon.

D'autre part, les besoins en vitamine du jeune rat sont relativement faibles : les témoins reçoivent par exemple de 2 à 6 UI/jour. Si l'on admet que l'animal consomme en moyenne 12 g d'aliment, on voit qu'une teneur de l'ordre de 0,15 UI/g donne une croissance faible, mais régulière. Il s'ensuit que les produits constituant le régime doivent être entièrement dépourvus de facteurs A. En particulier la source de protéine généralement utilisée, la caséine, doit subir une préparation spéciale, très longue au laboratoire, très coûteuse dans l'industrie.

L'ensemble de ces raisons rend le dosage biologique fait sur le rat très long et très onéreux.

A la demande de l'Institut Professionnel de Contrôle et de Recherches scientifiques des Industries de l'Alimentation animale, nous avons cherché si le poussin ne se prêterait pas au dosage biologique.

A priori, il devait posséder deux avantages au moins :

Il est possible de se procurer aisément et en quantités quelconques des poussins d'un jour dans un établissement spécialisé.

La croissance du poussin étant beaucoup plus rapide que celle du rat, on pouvait espérer que le dosage serait plus court.

Il est tout à fait essentiel de remarquer que le but de ce travail n'est en aucune façon d'étudier l'avitaminose A du poulet, déjà bien connue. On trouvera sur cette question, les documents nécessaires dans une revue récente de HOGAN (1) et en ce qui concerne les données plus anciennes, dans le travail d'ELVEJEHM et NEU (2). Rappelons que les symptômes essentiels sont : l'arrêt de la croissance ; des altérations épithéliales portant surtout sur le rein, et amenant une rétention d'urates ; des troubles nerveux se manifestant essentiellement par une perte d'équilibre ; la faible importance des signes oculaires. Les besoins journaliers indiqués par les auteurs varient très largement (2,6 à 10 UI/g de nourriture) selon le critère choisi et probablement aussi selon la race.

Nous n'avons nullement l'intention d'approfondir ces différents problèmes. Celui que nous nous proposons, est tout autre : peut-on utiliser le poussin pour pratiquer un dosage biologique de vitamine A, qui soit rapide, relativement peu coûteux, et suffisamment précis ?

Ceci exclut le recours à des races d'animaux exceptionnelles ; à tout régime particulier chez les pondeuses ; bref, en ce qui concerne les animaux nous nous astreindrons à utiliser des poussins que l'on puisse se procurer aisément.

Ce programme implique aussi l'emploi d'une nourriture économique, ainsi que le souci de diminuer dans toute la mesure du possible l'emploi d'une main-d'œuvre trop hautement qualifiée. Nous nous interdirons, par exemple, les examens histologiques.

Enfin nous limiterons à environ six semaines la durée totale du dosage.

II. — PROBLÈMES PRÉLIMINAIRES

Trois problèmes devaient être résolus avant tout essai systématique :

a) L'influence du sexe.

b) La régularité de la période de mise en carence.

c) Le mode de dosage : curatif ou préventif.

a) **Influence du sexe.** — Remettant à plus tard son étude détaillée, nous avons décidé de l'éliminer en utilisant exclusivement des mâles. Il était nécessaire de s'adresser à des poussins sexés. L'École d'Aviculture de la Bergerie Nationale a bien voulu nous fournir des poussins Rhodes-Sussex mâles, comportant 5 p. 100 de femelles.

C'est avec ces animaux qu'ont été faits tous les essais dont nous parlerons dans cet exposé.

b) **Régularité de la période de mise en carence.** — Pour juger de l'homogénéité des animaux, nous avons laissé à un régime de carence total (dont nous donnerons plus loin la composition) 26 poussins provenant d'un même envoi. La mort s'est produite en moyenne à 25,6 jours,

selon le polygone de fréquence ci-joint (fig. 1). Il faut bien reconnaître que l'homogénéité est loin d'être excellente, la durée de vie pouvant, dans les cas extrêmes, aller du simple au double. L'écart moyen est de 5,0 jours ⁽¹⁾.

D'autre part, deux lots de même race et de même élevage mais non contemporains, ne sont pas superposables. Un lot de 10 animaux, dans un envoi ultérieur, a eu une durée de vie moyenne de 28,3 jours, les morts s'échelonnant entre le 27^e et le 36^e jour.

c) **Mode de dosage.** — En matière de dosage biologique, on doit à priori préférer la méthode curative à la méthode préventive. Dans le

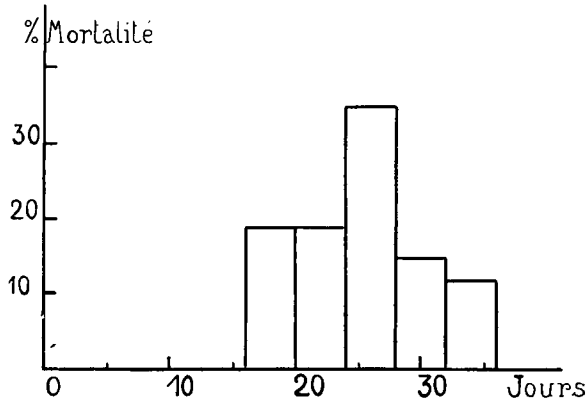


FIG. 1. — Mortalité par carence de 26 poussins appartenant à un même envoi.
En ordonnées : pourcentage de morts pendant une période de 4 jours.
En abscisses ; jours à partir de l'éclosion.

premier cas, en effet, la carence étant constituée, tous les animaux sont dans un état en principe voisin, leur réserve étant épuisée. Selon la seconde, au contraire, on ajoute la quantité donnée dans le régime à la quantité inconnue apportée par l'animal, ce qui ne peut que vicier l'expérience. Chez le rat, c'est toujours la méthode curative que nous utilisons.

Il est malheureusement impossible de l'employer chez le poussin. Sur l'animal vivant, le symptôme de carence le plus précoce est une chute de poids, généralement sans ralentissement préalable de la croissance, et la mort survient en moyenne 4 jours après, entre 2 et 6 jours en général. La xérophtalmie est absolument exceptionnelle. Nous avons cherché si cette mort brutale (contrastant avec la relativement longue période de survie du rat carencé) ne pouvait pas être attribuée à des complications infectieuses, et nous avons administré à un lot de poussins

⁽¹⁾ Il pouvait paraître plus simple et plus précis de mesurer la réserve hépatique des poussins. C'est ce que nous avons pratiqué, mais sans résultats très probants. En effet cette réserve est faible, le fond spectral est important, et une évaluation précise difficile. D'autre part, il faut pratiquer les dosages dans les 24 ou 48 heures au plus après la réception : ils ne peuvent se faire qu'en nombre très faible. Enfin ce qui nous intéresse n'est pas tant la valeur absolue de cette réserve que sa vitesse de disparition.

Disons seulement que six dosages que nous avons pratiqués ont donné les valeurs approximatives suivantes chez des poussins reçus en juin 1954 : 50, 50, 60, 60, 80 et 110 UI.

un régime de carence contenant 5 mg de pénicilline par kg. Comme on pouvait s'y attendre, la croissance a été plus rapide et la carence plus précoce, mais la survie n'a pas été accrue de façon significative.

On peut conclure que seule la méthode curative est possible chez le poussin.

III. — LES BESOINS EN VITAMINE DU POUSSIN ET LES EFFETS D'UNE CARENCE PARTIELLE

a) **Dispositif expérimental.** — Les animaux étaient parqués dans une ou deux cages de 100 × 100 cm, divisées chacune en quatre compartiments de 100 × 25 cm. Un nombre convenable de lampes à infra-rouge de 500 watts placées à 50 cm donnait à deux compartiments contigus la chaleur rayonnante nécessaire. La température de la pièce était maintenue en permanence supérieure à 18°. Chaque compartiment recevait 10 à 12 poussins.

b) Le régime était ainsi constitué :

	kg
Cérélose	4
Biscottes	1,500
Gélatine	0,500
Levure	1
Caséine dévitaminée	1,200
Mélange salin	0,600
Papier filtre	0,400
	9,200

Composition du mélange salin

Phosphate tricalcique	400
Chlorure de sodium	80
Sulfate de magnésium	20
Sulfate de fer	10
Sulfate de manganèse	5
Sulfate de cuivre	1
Nitrate de cobalt	0,10
Carbonate de calcium	483

Le chlorure de sodium contient 1 p. 1 000 d'iodure de potassium. Une quantité convenable de vitamine D₃ est mélangée à la levure, de telle sorte que la teneur finale du régime soit de 5 UI/g.

Lors de notre premier essai, il nous a semblé que l'emplumage était ralenti. La caséine étant relativement pauvre en acides aminés soufrés, nous avons à partir de cette date ajouté au régime 5 g de méthionine par kg.

On remarquera l'absence de lipides dans le régime. Il ne semble pas que les animaux en aient souffert.

Expérience I. — 4 lots sont constitués :

Deux lots, l'un de 12 l'autre de 13 animaux, sont laissés en carence

totale. Ce sont ceux qui nous ont donné les chiffres utilisés dans les pages précédentes.

Un lot de 13 animaux reçoit tous les trois jours 30 UI de vitamine A sous forme d'un concentré d'huile de poisson dilué dans l'huile d'arachide, et introduit à la pipette dans le bec. Les animaux l'acceptent très bien (lot à 10 UI/jour).

Un lot de 13 animaux reçoit tous les trois jours 60 UI sous la même forme. A partir du 22^e jour, 6 animaux reçoivent 150 UI tous les trois jours, les autres restant au même régime (séries 20 UI/j et 50 UI/j).

Les animaux, marqués de taches de colorants, sont pesés individuellement.

Il nous paraît inutile de donner les courbes représentatives de cette expérience préliminaire. Nous en résumerons seulement les enseignements en donnant le nombre de morts et le poids moyen des animaux vivants dans chaque lot. L'expérience a duré 43 jours.

	Nombre initial d'animaux	Nombre de morts en cours d'expérience	Poids moyen des animaux vivants en fin d'expérience
10 UI/jour	13	6	324 g
20 UI/jour	7	1	383 g
20 UI/jour puis 50 UI/jour	5	0	439 g

Ces derniers animaux ont une croissance très rapide. 50 UI/j constitue certainement une dose trop forte pour permettre un dosage. Elle est probablement voisine de la dose seuil de croissance normale.

Expérience II. — 50 animaux sont partagés en 5 lots de 10.

Lot 1 : carence totale.

Lot 2 : carence totale, avec pénicilline.

Lot 3 : 10 UI/jour.

Lot 4 : 20 UI/jour.

Lot 5 : 40 UI/jour.

Nous n'avons pas à revenir sur les effets de la pénicilline. Les courbes de croissance des lots 3, 4 et 5 se distinguent de façon extrêmement nette. Mais la courbe 10 UI est plus élevée que lors de l'expérience précédente ; les carences et les morts du lot sont d'ailleurs aussi plus tardives : fort probablement, ces poussins apportaient une réserve vitaminique plus forte que ceux du lot précédent.

Afin de donner une idée de la dispersion des résultats nous donnerons les poids des animaux des différentes séries en fin d'expérience.

10 UI : 247 281 453 467 226 375 256 373. 1 mort au 42^e jour.

Poids moyen des survivants : 338 g

Écart moyen quadratique : 89 g.

20 UI :	508	469	450	308	457	441	350	436	367	450.
	Poids moyen : 424 g									
	Écart moyen quadratique : 58 g.									
40 UI :	396	537	507	390	458	538	310	453	505	495.
	Poids moyen : 459 g									
	Écart moyen quadratique : 70 g.									
	L'expérience a duré 45 jours.									

IV. — ESSAIS DE DOSAGE

Technique de dosage. — Les expériences précédentes comportaient deux conclusions :

1° Les poussins répondent par des courbes pondérales bien distinctes à des doses croissantes de vitamine A convenablement choisies. Le délai de six semaines est suffisant pour permettre de les distinguer nettement.

2° Les doses témoins ne peuvent être fixées exactement, semblant varier avec les lots. Elles se situent entre 5 et 40 UI.

Nous étions en mesure d'aborder les essais de dosage. Mais une difficulté technique se présentait.

Il est facile d'administrer à un poussin une dose connue de vitamine A en solution dans une petite quantité d'huile. L'absorption est totale, et la dose administrée parfaitement connue.

Par contre, lorsqu'il s'agit de tester un aliment, on désire connaître la teneur par g de cet aliment. Or il est impossible de faire avaler au poussin quelques grammes d'aliment pulvérulent. La chose est possible, quoique toujours aléatoire, chez le rat, élevé en cages individuelles. Elle est tout à fait irréalisable chez des animaux élevés nécessairement en cage commune.

Voici comment nous avons résolu ce problème.

Les animaux des lots d'essai reçoivent le régime de carence auquel est mélangé l'aliment à tester, de telle sorte que le produit final ait une teneur théorique connue (de l'ordre de 1 UI/g).

Les témoins reçoivent, en solution huileuse, une dose de vitamine proportionnelle à la quantité d'aliment ingérée. On procède ainsi : soit par exemple la série devant recevoir 1 UI/g. On prépare 500 g d'aliment de carence avec lesquels on commence à garnir la mangeoire, préalablement vidée, du lot de 10 poussins. En même temps, on donne à chaque animal 50 UI en une seule fois. On continue à garnir la mangeoire avec la même provision de 500 g. Lorsqu'elle est épuisée, on en prépare une quantité nouvelle et on administre de nouveau 50 UI à chaque animal. Il est évident qu'en moyenne, chaque animal aura consommé 50 g d'aliment. Tout se passera donc comme s'il avait été alimenté avec un régime

contenant 1 UI/g. En cas de mort, on enlève de la mangeoire 1/10 de la quantité restante s'il y avait 10 animaux ; 1/9 s'il y en avait 9, etc.

Cette méthode est critiquable à deux égards : 1^o Elle suppose que le poussin mange toute la nourriture de sa mangeoire, sans aucun gaspillage. On obtient des résultats satisfaisants avec une forme convenable des auges et des grilles. 2^o Elle introduit une différence entre témoins et essais, les premiers recevant tous la même quantité de vitamine ; les seconds au prorata de ce qu'ils mangent seulement.

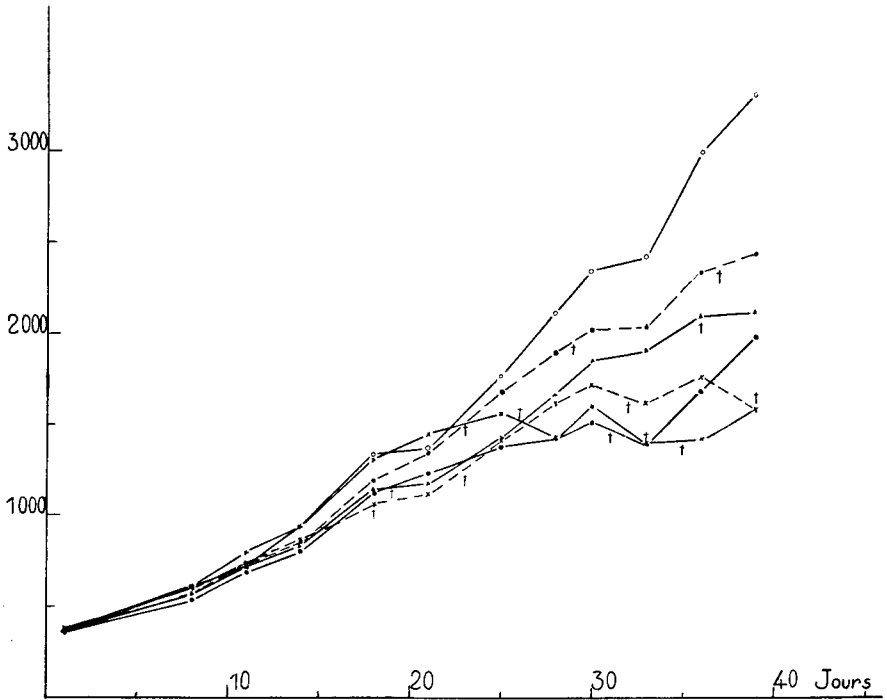


FIG. 2. — Expérience III.

En abscisses : nombre de jours depuis l'éclosion.

En ordonnées : poids total des animaux actuellement vivants.

Nombre d'animaux à l'origine : 10 dans chaque lot. Les morts sont marquées par des croix.

— × — 0,25 UI/g — ○ — 2 UI/g.
 — ● — 0,50 UI/g -- × -- Aliment à 1 %
 — △ — 1 UI/g -- ● -- Aliment à 3 %

L'expérience seule pouvait permettre de décider si la méthode était valable.

Notons qu'à partir de ce dosage nous avons cessé de pratiquer les pesées individuelles qui, de toutes façons, nécessitent un personnel beaucoup trop considérable pour une technique que nous voulons rendre aussi simple que possible. Le lot est pesé en bloc, les morts ayant été ôtés.

Expérience III. — Six séries de 10 animaux sont constituées : quatre témoins et deux essais.

Les quatre séries témoins reçoivent des quantités de vitamines équivalentes à des régimes contenant 0,25 ; 0,50 ; 1 et 2 UI/g.

Les essais portent sur un aliment industriel que nous savions avoir

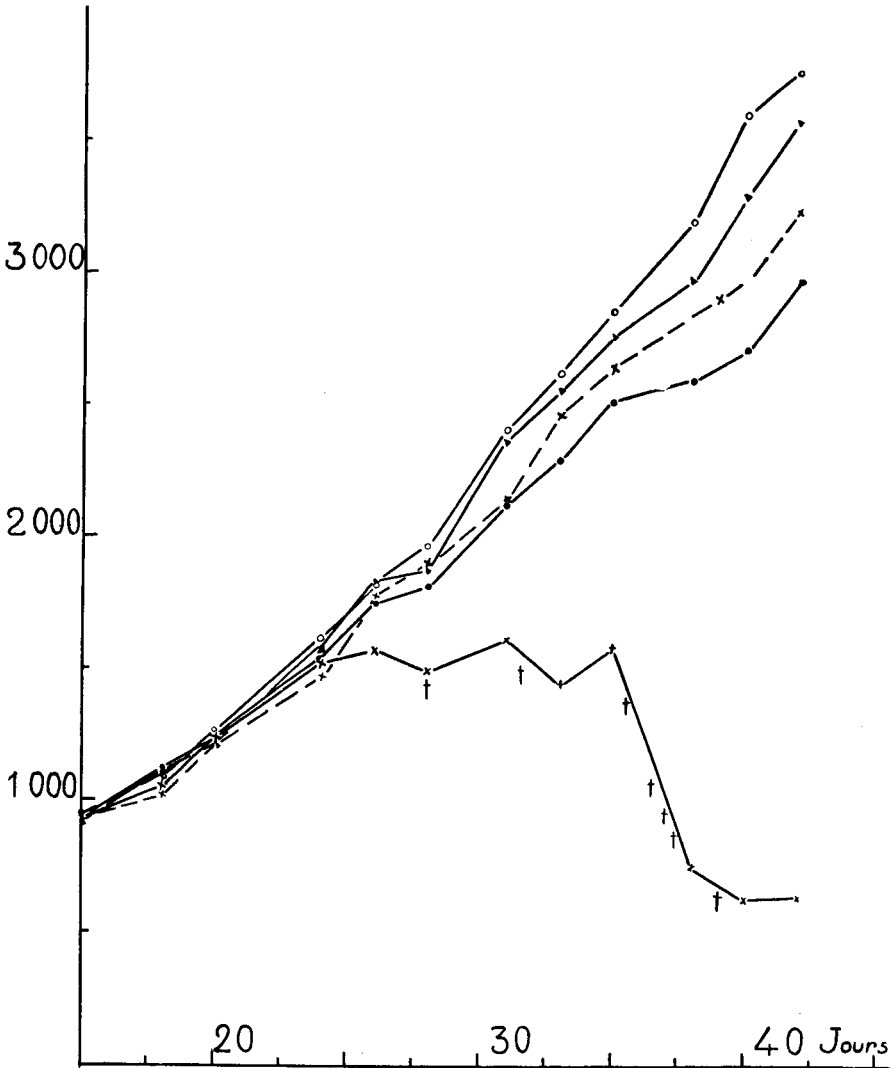


FIG. 3. — Expérience IV.
Même légende que pour la figure précédente. Nombre d'animaux à l'origine 10.
Un seul aliment a été étudié.

une teneur voisine de 100 UI/g, ou probablement un peu inférieure. Une série E_1 reçoit le produit dilué à 1 p. 100 dans l'aliment de carence ; l'autre E_2 a une dose triple.

La figure 2 montre, si l'on s'en tient au résultat brut, que le mélange ayant une teneur théorique de 1 UI a donné le même poids final que le

0,25 UI ; et que le mélange à 3 p. 100, ayant une teneur théorique de 3 UI a une activité voisine de 1,5. Les résultats ne sont pas cohérents.

L'analyse des courbes révèle facilement une extrême hétérogénéité des lots : jusqu'au 22^e jour, c'est le lot témoin à 0,25 UI qui a eu la croissance maximum ; presque jusqu'au bout, cette croissance a été supérieure à celle du lot témoin à 0,50. Inversement le lot à 1 p. 100 est manifestement désavantagé au départ.

Expérience IV. — Pour rendre les lots plus homogènes nous les avons formés, non dès l'arrivée des poussins, mais au bout de 15 jours de régime de carence. L'examen des courbes individuelles de croissance montre en effet que le poids à 15 jours est alors en meilleure corrélation avec le poids à six semaines, à dose de vitamine égale. De plus, pendant cette période, s'éliminent les animaux malformés ou trop chétifs.

C'est selon ce principe qu'a été conduite l'expérience IV.

Quatre lots de 10 animaux recevaient 0,25 ; 0,50 ; 1 et 2 UI/g. Un lot recevait un régime contenant 2 p. 100 d'un produit commercial, le mélange devant avoir une teneur voisine de 1 UI/g.

La figure 3 montre que les courbes sont beaucoup plus satisfaisantes. Très bien groupées jusqu'au 24^e jour, elles divergent ensuite régulièrement, sans chevauchement. On voit que la teneur réelle du mélange est probablement voisine de 0,7 UI/g.

Expérience V. — Elle diffère de la précédente par plusieurs points :

1^o Nous avons attendu le 19^e jour pour constituer les lots.

2^o Nous avons donné le même produit commercial à deux concentrations 1 et 3 p 100.

3^o Nous avons substitué à la caséine employée jusqu'ici, un mélange de tourteaux comportant :

Tourteaux de lin	0,300
Tourteaux de soja	1,300
Tourteaux d'arachides	1,300
	<u>2,900</u>

Le régime devient ainsi constitué :

Cérélose	4,500
Tourteaux	2,900
Levure	1,500
Mélange salin	0,400
Papier	0,400

Les teneurs en méthionine et en vitamine D₃ restent identiques.

L'examen des courbes amène aux conclusions suivantes :

Le mélange de tourteaux donne des résultats satisfaisants. L'allure des courbes est normale. Le régime paraît n'apporter aucun facteur A en quantité significative, et être par ailleurs bien équilibré.

Par contre les résultats des deux dosages ne concordent pas.

Il est évident qu'une perturbation, dont nous ignorons la nature,

est intervenue entre le 40^e et le 42^e jour, toutes les courbes marquant un fléchissement, et une mort se produisant dans le lot 1 p. 100.

Si nous considérons les résultats au 40^e jour, nous sommes conduits

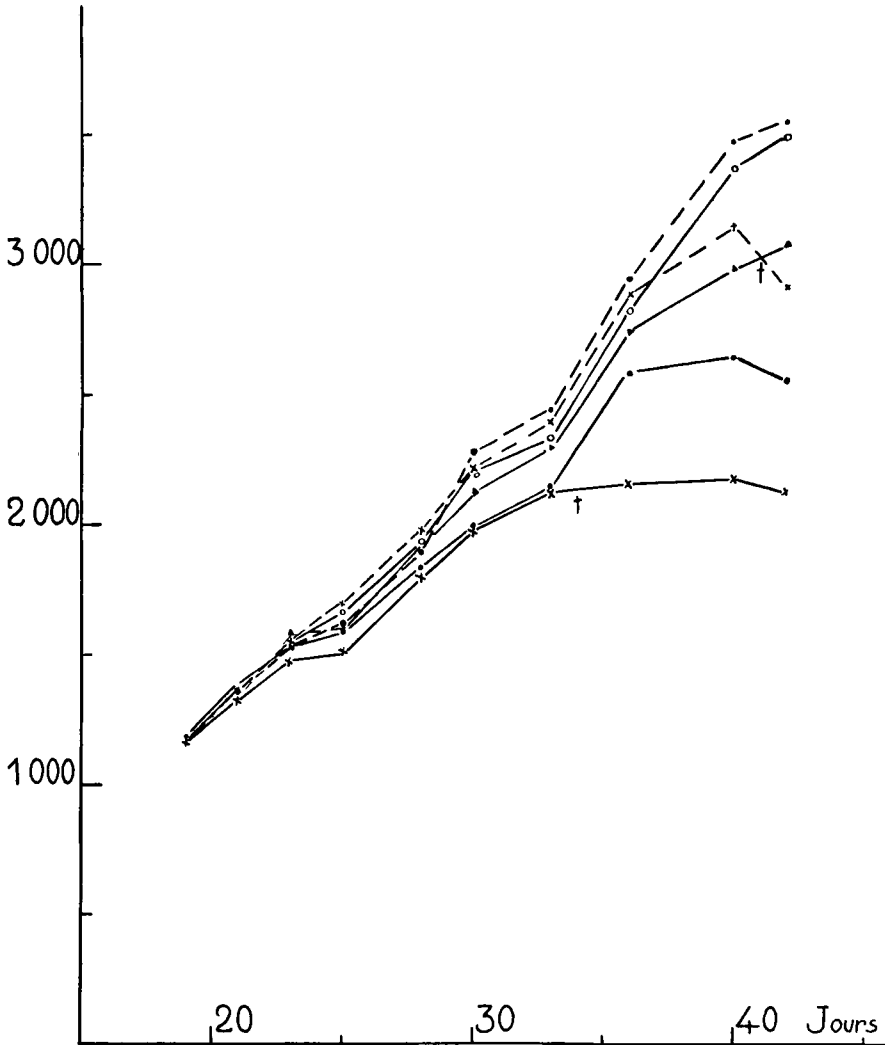


FIG. 4. — Expérience V.
Même légende que pour la figure 2. Nombre d'animaux à l'origine 9.

à attribuer à l'aliment à 1 p. 100 une teneur de l'ordre de 1,5 UI. Mais alors la courbe de l'aliment à 3 p. 100 devrait être beaucoup plus élevée. L'une des deux mesures est entachée d'erreur.

Si l'on considère l'ensemble des courbes, on voit quelle en est l'origine. La courbe du lot à 1 p. 100 est, au départ plus haute que toutes les autres ; celle du lot à 3 p. 100 reste longtemps confondue avec celle du lot à

1 UI/g. Autrement dit, les courbes se croisent. Ceci signifie que les lots au départ n'étaient pas homogènes. L'incertitude ainsi causée est importante. Selon que l'on considère comme valable la courbe du lot à 3 p. 100 ou celle du lot à 1 p. 100, l'évaluation varie presque du simple au double.

Il y a donc là un vice essentiel, dont il est nécessaire de déterminer l'origine avant de tenter de l'éliminer.

A priori, on peut chercher dans deux directions :

a) il est possible qu'une proportion plus ou moins grande de femelles se soit trouvée dans les différents lots ;

b) il est possible qu'il s'agisse seulement de variations individuelles, non décelables au 19^e jour, et apparues plus tardivement.

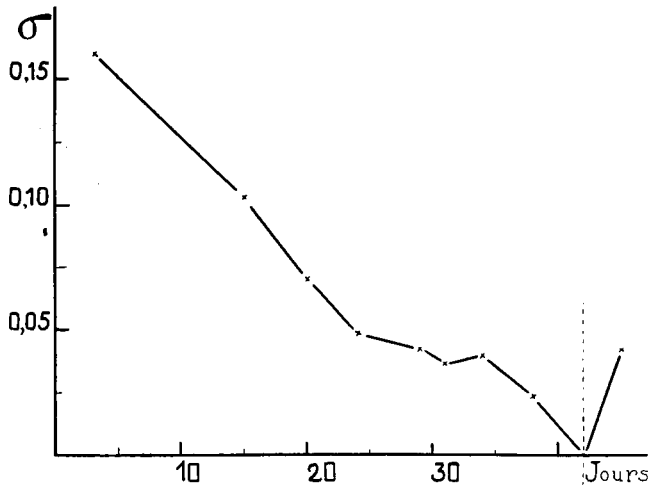


FIG. 5.

En ordonnées : écart quadratique moyen relatif du poids des poussins au 42^e jour, le lot étant supposé formé d'animaux de même poids au jour porté en abscisse.

Nous nous proposons dans une nouvelle série d'essais d'étudier ces deux hypothèses.

En ce qui concerne l'influence du sexe, nous étudierons les croissances de deux lots de sexe différent, en fonction de l'apport vitaminique.

L'influence des variations individuelles ne peut évidemment être totalement éliminée. Nous avons fait un progrès certain en formant nos lots non à l'arrivée des poussins, mais le 15^e jour. Une étude systématique d'un lot de 10 poussins à 20 UI/j (exp. II) nous a montré depuis que l'on pouvait espérer mieux.

Nous avons étudié la corrélation entre le poids à 42 jours, et le poids à 3, 15, 20, 24, 29, 31, 34 et 45 jours. La courbe ci-jointe (fig. 5) exprime nos résultats. Elle donne l'écart quadratique moyen, à 42 jours, d'un lot d'animaux supposés de poids identiques, formé au jour indiqué sur la ligne des abscisses.

Cette courbe est très instructive. Elle montre que l'écart moyen diminue linéairement jusqu'aux environs du 25^e jour, pour devenir ensuite sensiblement constant. Cette époque critique coïncide avec l'emplumage, qui libère évidemment chez l'animal des virtualités nouvelles.

Ceci nous dicte la ligne de conduite la meilleure ; il convient de donner à tous les animaux, jusqu'aux environs du 25^e jour, une dose de vitamine entretenant un état de subcarence, certainement insuffisante pour permettre la création d'une réserve, mais assez grande, cependant, pour que la croissance se poursuive, et qu'il n'y ait pas ou peu de morts : 20 UI/j par exemple. A ce moment seront formés les lots, auxquels on administrera soit les doses témoins, soit les aliments à tester. Nous aurons obtenu ainsi le maximum d'homogénéité, et la limite de précision possible avec ces animaux. L'expérience seule dira si cette technique donne des résultats satisfaisants.

V. — CONCLUSIONS

Nous avons recherché si le poussin se prêtait au dosage biologique de la vitamine A. Les recherches préliminaires permettent les conclusions suivantes :

a) La méthode préventive est seule utilisable, la mort survenant en moyenne quatre jours après le début de la chute de poids. La pénicilline n'augmente pas ce délai.

b) La date d'apparition de la carence chez des animaux d'un même élevage présente de fortes variations.

c) La courbe de croissance varie de façon nette en fonction d'un apport vitaminique convenable.

d) Une technique préliminaire est décrite qui permet le dosage des facteurs A dans un aliment. Les résultats actuels ne sont pas très satisfaisants, à cause de l'hétérogénéité des animaux. On peut espérer par une technique nouvelle de sérieuses améliorations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) HOGAN (A. G.). — *Nutrition abst.*, **10**, (1950), 751.

(2) ELVEHJEM (C. A.) et NEU (V. F.). — *J. Biol. Chem.*, **97**, (1932), 71.

Nous avons des remerciements nombreux à adresser : M. LAURANS et M^{me} CHARLET ont bien voulu nous donner la composition des régimes de carence. Les Établissements RABATAU à Marseille ont gracieusement préparé pour nous le mélange de tourteaux. Enfin et surtout, le Comité scientifique de l'Institut Professionnel des Aliments du bétail, et son Président, M. le P^r LEROY, ont encouragé et subventionné ce travail.