

# INFLUENCE DE LA COCCIDIOSE DUODÉNALE SUR L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE ET DES PROTÉINES ALIMENTAIRES CHEZ LE POULET

M. LARBIER, P. YVORÉ et J. GUILLAUME

avec la collaboration technique de Michèle PELOILLE, J.-P. HARSCOAT et J.-P. SOULÈRE

Station de Recherches avicoles,  
Laboratoire de Parasitologie,  
Centre de Recherches de Tours, I. N. R. A.,  
Nouzilly B. P. 1, 37380 Monnaie

---

## RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié l'utilisation de l'énergie et des protéines de la ration lors d'infestation de poulets par *Eimeria acervulina* et recherché la part d'une action directe du parasite au niveau de l'intestin et d'une action indirecte du parasitisme qui diminue la prise de nourriture. Neuf lots de 36 poussins chacun auxquels on a distribué un aliment équilibré ont été constitués. A l'âge de 4 semaines, 4 lots ont été inoculés avec des doses croissantes d'oocystes, de 100 000 à 1 560 000 par animal ; 4 lots non infestés ont été nourris en « alimentation égalisée » (*pair feeding*) et 1 lot témoin non inoculé nourri *ad libitum*.

En diminuant l'appétit des poulets, la coccidiose à *Eimeria acervulina* ralentit la croissance des animaux ; l'effet est d'autant plus accentué que la dose d'oocystes inoculée est élevée et que l'ingéré est faible. Au contraire, en ce qui concerne l'utilisation pratique des protéines et surtout l'énergie métabolisable, la diminution observée est essentiellement due à une action directe du parasite.

Ces résultats sont discutés en tenant compte des variations pondérales enregistrées pendant l'essai au niveau des trois segments de l'intestin grêle chez les animaux inoculés.

---

## I. — INTRODUCTION

Chez le Poulet, les coccidioses duodénales ne provoquent que rarement la mortalité des animaux mais réduisent notablement la vitesse de croissance.

Leur pathogénie fait l'objet de nombreux travaux. Les résultats obtenus par POUT (1967) et LONG (1968) montrent clairement que le parasite engendre au niveau du duodénum des modifications histologiques consécutives à la destruction de la muqueuse. Ces effets se traduisent par une acidose intestinale, une diminution de la vitesse d'absorption de certains nutriments (KOUWENHOVEN et VAN DER HORST, 1972) et une perturbation du métabolisme azoté (LARBIER et YVORÉ, 1971).

Les modifications intestinales ainsi observées ne semblent pas nécessiter le même niveau d'infestation que les manifestations plus générales tel que le retard de croissance. C'est ainsi que des infestations totalement inapparentes cliniquement perturbent le métabolisme des caroténoïdes (YVORÉ et MAINGUY, 1972).

En outre, on sait que le parasitisme entraîne une diminution de la consommation alimentaire. On peut alors se demander si les effets observés résultent d'une action directe du parasite ou s'ils sont la conséquence de la diminution d'appétit. Aussi avons-nous entrepris d'étudier, comparativement chez des animaux inoculés avec des doses variables d'oocystes et des animaux non infestés mais rationnés, l'utilisation de l'énergie et des protéines apportées par l'aliment.

## II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les poussins issus d'un croisement commercial autosexable de type ponte (M 519 SELAF France) sont élevés à l'abri de toute contamination accidentelle sous 13 heures de lumière par nyctémère. Ils sont nourris avec un aliment qui renferme 21,4 p. 100 de protéines, fournit 3,12 kcal/g d'énergie métabolisable et dont la composition figure au tableau 1. A l'âge de quatre

TABLEAU I

*Composition et caractéristiques du régime*

*Composition and characteristics of the diet*

Ingrédients	P. 100
Mais jaune .....	63
Tourteau de soja 50 p. 100 .....	26
Farine de poisson 65 p. 100 .....	4
Huile d'arachide .....	2,5
Phosphate bicalcique .....	1,5
Calcaire broyé 33 p. 100 de Ca .....	1,2
Sel iodé .....	0,5
Mélange d'oligominéraux (1) .....	0,5
Complément vitaminique (2) .....	0,65
DL-méthionine .....	0,15

*Caractéristiques principales* (calculées) : Énergie métabolisable 3,12 kcal/g ; N  $\times$  6,25 = 21,4 p. 100 ; Lysine = 1,20 p. 100 ; acides aminés soufrés = 0,90 p. 100 ; Ca = 1 p. 100 ; P disponible = 0,55 p. 100.

(1) Apportant pour 100 kg : cuivre 0,7 g ; fer 7 g ; iode 0,35 g ; manganèse 21,65 g ; zinc 19,3 g ; cobalt 0,062 5 g.

(2) Apportant pour 100 kg : vitamine A : 800 000 UI ; vitamine D<sub>3</sub> : 100 000 UI ; vitamine E : 1 g ; vitamine K<sub>3</sub> : 0,1 g ; riboflavine : 0,5 g ; pantothénate de Ca : 0,6 g ; acide nicotinique : 1 g ; vitamine B<sub>12</sub> : 1 mg ; choline : 100 g ; BHT : 12,5 g ; avoine broyée q.s.p. : 650 g.

semaines, ils sont répartis dans un dispositif en blocs de 72 cages à raison de 4 animaux par cage. L'inoculation est pratiquée à la pipette, par voie œsophagienne, sur des poulets mis à la diète hydrique depuis 16 heures. Les 4 lots inoculés reçoivent des doses d'oocystes sporulés d'*Eimeria acervulina* allant de 100 000 à 1 560 000 par animal et suivant une progression géométrique de

raison 2,5. Les animaux restants sont répartis en 5 lots : un lot témoin non inoculé et nourri *ad libitum* et 4 lots non infestés mais en « alimentation égalisée » (1) (*pair feeding*).

Pour chaque cage, nous mesurons, entre le 3<sup>e</sup> et le 6<sup>e</sup> jour suivant l'inoculation (période correspondant à l'action maximum du parasitisme), le gain de poids et la quantité d'aliment ingéré. Les animaux sont mis à la diète hydrique durant 14 heures avant le début des mesures et la fin de la période d'expérimentation.

L'énergie métabolisable est déterminée selon la technique de la collecte totale des fientes (HILL et ANDERSON, 1958). La valeur calorifique des aliments et des fientes est mesurée grâce à un calorimètre adiabatique Gallenkamp. Aucune correction n'étant faite pour la rétention azotée, les résultats correspondent à l'énergie métabolisable « classique ».

La teneur en protéines des fientes et de l'aliment est déterminée par la méthode de Kjeldahl. A partir des résultats obtenus, on peut calculer le coefficient d'utilisation pratique (TERROINE, 1933).

$$\text{CUP} = \frac{\text{Protéines retenues}}{\text{Protéines ingérées}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Protéines ingérées} - \text{Protéines excrétées (fèces et urines)}}{\text{Protéines ingérées}} \times 100.$$

### III. — RÉSULTATS

#### I. — Gain de poids et consommation alimentaire

Le parasitisme diminue la croissance pondérale des animaux (tabl. 2). Cet effet, nettement accentué chez les femelles, est d'autant plus dépressif que la dose d'oocystes administrée est élevée. Dans les lots en alimentation égalisée, le gain de poids est aussi

TABLEAU 2

*Action de la coccidiose duodénale sur le gain de poids des animaux du 3<sup>e</sup> au 6<sup>e</sup> jour après l'inoculation (Moyenne par animal en grammes)*

*Influence of duodenal coccidiosis on animal weight gain from the 3rd to the 6th day after inoculation*

		♂	♀
Témoins non inoculés		39,19 ± 2,47	36,56 ± 2,13
inoculés	A : 100 000 ooc./anim. . .	14,43 ± 3,16	3,25 ± 4,98
	B : 250 000 ooc./anim. . .	3,13 ± 3,55	— 2,56 ± 4,49
	C : 625 000 ooc./anim. . .	— 1,12 ± 7,11	— 17,18 ± 3,79
	D : 1 560 000 ooc./anim. . .	— 18,49 ± 5,41	— 23,31 ± 4,98
«alimen- tation égalisée»	Correspondant lot A . . .	10,00 ± 3,79	2,12 ± 2,34
	Correspondant lot B . . .	2,94 ± 4,24	— 0,44 ± 3,64
	Correspondant lot C . . .	— 1,12 ± 4,60	— 13,94 ± 3,41
	Correspondant lot D . . .	— 15,94 ± 4,32	— 20,75 ± 2,87

(1) Lots constitués d'animaux, non inoculés, recevant une quantité journalière d'aliment égale à la consommation des animaux inoculés de la cage correspondante durant les 24 heures précédentes.

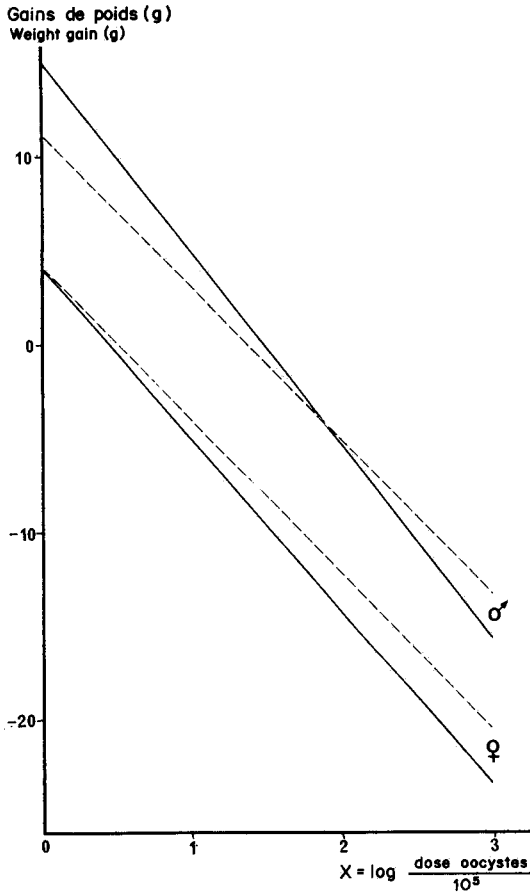


FIG. 1. — Variation du gain de poids, de J 3 à J 6, en fonction de la dose d'infestation; droites de régression

————— Inoculés ;      - - - - - « Pair Fed »

$$\begin{matrix} \delta \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculés} = \bar{Y} = -10,2 \bar{X} + 14,9 \\ \text{Pair Fed} = Y = -8,2 X + 11,2 \end{array} \right. \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{♀} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculés} = \bar{Y} = -9,4 \bar{X} + 4,2 \\ \text{Pair Fed} = \bar{Y} = -8,2 \bar{X} + 4,1 \end{array} \right. \end{matrix}$$

*Comparaison des droites :*

$$\delta : 0,10 < P < 0,20 \text{ (NS)} \quad \text{♀} : 0,20 < P < 0,40 \text{ (NS)}$$

*Weight gain variations from day 3 to day 6 according to the infestation dosage. Regression lines*

————— Inoculated ;      - - - - - « Pair Fed »

$$\begin{matrix} \delta \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculated} = \bar{Y} = -10.2 \bar{X} + 14.9 \\ \text{Pair Fed} = Y = -8.2 X + 11.2 \end{array} \right. \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{♀} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Inoculated} = \bar{Y} = -9.4 \bar{X} + 4.2 \\ \text{Pair Fed} = \bar{Y} = -8.2 \bar{X} + 4.1 \end{array} \right. \end{matrix}$$

*Comparison of lines :*

$$\delta : 0,10 < P < 0,20 \text{ (NS)} \quad \text{♀} : 0,20 < P < 0,40 \text{ (NS)}$$

réduit : les valeurs obtenues sont comparables à celles des lots d'animaux inoculés correspondants.

L'analyse des régressions des effets sur les doses (fig. 1) fait apparaître une linéarité de réponse à l'inoculation pour les infestations considérées. Les droites obtenues ne sont pas significativement différentes pour les animaux de même sexe.

## 2. — Énergie métabolisable (tabl. 3)

Chez les animaux non inoculés et nourris *ad libitum*, l'énergie métabolisable mesurée (3,065 kcal/g) est peu différente de celle calculée à partir des tables (3,121 kcal/g). Elle est significativement diminuée sous l'effet du parasitisme. Les valeurs obtenues sont, selon l'importance de la dose d'ocystes, de 10 à 25 p. 100 inférieures à celles du lot témoin non inoculé.

TABLEAU 3

*Action de la coccidiose duodénale sur l'énergie métabolisable mesurée pour la période comprise entre le 3<sup>e</sup> et le 6<sup>e</sup> jour suivant l'inoculation*  
(Moyennes par cages de 4 animaux)

*Influence of duodenal coccidiosis on the metabolizable energy measured between the 3rd and the 6th day after inoculation*

♂		Consommation d'aliment (g)	Énergie métabolisable (kcal/g)
Témoins non inoculés		400,0 <sup>(1)</sup>	3,06
inoculés	A : 100 000 ooc./anim. . .	282,5	2,71
	B : 250 000 ooc./anim. . .	241,2	2,62
	C : 625 000 ooc./anim. . .	227,5	2,49
	D : 1 560 000 ooc./anim. . .	163,7	2,26
«alimen- tation égalisée»	Correspondant lot A . . . .	282,5	3,06
	Correspondant lot B . . . .	241,2	3,04
	Correspondant lot C . . . .	227,5	3,14
	Correspondant lot D . . . .	163,7	2,93

<sup>(1)</sup> Les animaux ont consommé la totalité de l'aliment mis à leur disposition.

Chez les animaux en alimentation égalisée, l'énergie métabolisable ne semble pas dépendre du niveau de consommation alimentaire sauf pour le lot de plus rationné. Dans ce cas, la valeur obtenue est légèrement plus faible (5 p. 100).

L'étude des régressions des effets sur les doses permet d'obtenir, pour les doses d'infestation considérées et pour chaque sexe, une droite. Seul, le terme linéaire est

significatif ( $P \leq 0,005$ ). Il faut remarquer que, contrairement à ce que l'on observe pour le gain de poids, il n'existe pas, dans le cas de l'énergie métabolisable, de différence entre sexes (fig. 2).

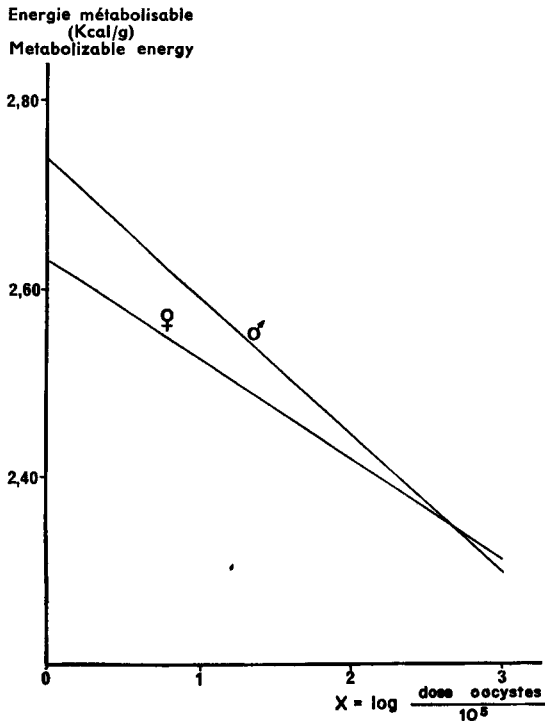


FIG. 2. — Variation de l'énergie métabolisable en fonction de la dose d'infestation; droites de régression

$$\text{♂} : \bar{Y} = -0,148 \bar{X} + 2,74 \quad \text{♀} : Y = -0,112 X + 2,63$$

Comparaison des deux droites :  $0,20 < P < 0,40$  (NS)

Variations of metabolizable energy according to the infestation dosage. Regression lines

$$\text{♂} : \bar{Y} = -0,148 \bar{X} + 2,74 \quad \text{♀} : Y = -0,112 X + 2,63$$

Comparison of lines :  $0,20 < P < 0,40$  (NS)

### 3. — Bilan azoté

Le coefficient d'utilisation pratique, qui est voisin de 50 p. 100 chez les animaux non inoculés et nourris *ad libitum*, est affecté à la fois par le parasitisme et par la restriction alimentaire. Dans les lots inoculés, ce rapport diminue de 40 et 60 p. 100 respectivement pour les mâles et les femelles avec la plus faible dose d'oocystes. Il devient négatif pour la dose la plus élevée (tabl. 4).

De même, le rationnement réduit l'utilisation des protéines, principalement chez les femelles. Toutefois, l'effet est nettement moins accentué que celui du parasitisme.

TABLEAU 4

*Action de la coccidiose duodénale sur le bilan azoté mesuré  
du 3<sup>e</sup> au 6<sup>e</sup> jour après l'inoculation*

*Influence of duodenal coccidiosis on the nitrogen balance measured between  
the 3rd and the 6th day after inoculation*

		♂		♀	
		PI	CUP	PI	CUP
Témoins sains		80,08	52,6	78,73	50,0
inoculés	A : 100 000 ooc./anim. .	56,56	30,5	45,55	19,3
	B : 250 000 ooc./anim. .	48,55	24,4	43,29	22,9
	C : 625 000 ooc./anim. .	45,54	16,3	32,03	2,6
	D : 1 560 000 ooc./anim.	32,78	< 0	25,77	< 0
«alimen- tation égalisée»	Correspondant lot A .	56,56	47,7	45,55	37,1
	Correspondant lot B .	48,55	44,6	43,29	36,7
	Correspondant lot C .	45,54	---	32,03	28,5
	Correspondant lot D .	32,78	29,9	25,77	24,2

PI : Protéines ingérées (g)

CUP : Coefficient d'utilisation pratique (p. 100)

#### 4. — Modifications intestinales

KOUWENHOVEN et VAN DER HORST (1973) ont observé des phénomènes réactionnels au niveau du duodénum, lieu de multiplication du parasite.

La localisation strictement duodénale d'*Eimeria acervulina* explique mal à elle

TABLEAU 5

*Action de la coccidiose duodénale sur le poids des portions intestinales  
6 jours après l'inoculation*

(Moyennes par animal et par lot en grammes)

*Influence of duodenal coccidiosis on the weight  
of intestinal portions six days after inoculation*

		Duodénum	Jéjunum	Iléon
Témoins non inoculés		3,75 ± 0,10	4,20 ± 0,14	2,90 ± 0,10
inoculés	A : 100 000 ooc./anim. . .	4,35 ± 0,28	7,00 ± 0,37	3,78 ± 0,22
	B : 250 000 ooc./anim. . .	3,76 ± 0,31	6,55 ± 0,63	4,51 ± 0,31
	C : 625 000 ooc./anim. . .	3,61 ± 0,14	5,88 ± 0,24	3,95 ± 0,36
	D : 1 560 000 ooc./anim. .	4,68 ± 0,33	7,36 ± 0,00	4,93 ± 0,28
«alimen- tation égalisée»	Correspondant lot A . . . .	3,10 ± 0,20	3,95 ± 0,33	2,71 ± 0,10
	Correspondant lot B . . . .	3,31 ± 0,14	4,10 ± 0,17	2,60 ± 0,00
	Correspondant lot C . . . .	2,89 ± 0,26	3,45 ± 0,14	2,33 ± 0,10
	Correspondant lot D . . . .	2,93 ± 0,00	3,10 ± 0,00	2,10 ± 0,00

seule l'incidence de cette espèce sur l'absorption intestinale des nutriments énergétiques, protidiques et même des caroténoïdes (YVORÉ et MAINGUY, 1972). On pourrait penser que les défauts d'absorption seraient, au moins partiellement, corrigés par des réabsorptions au niveau du jéjunum et de l'iléon. En réalité, sans que nous soyons encore en mesure d'en déterminer la nature, nous constatons que les modifications intestinales ne se limitent pas au seul lieu d'élection du parasite mais intéressent également les autres portions de l'intestin. Celles-ci augmentent significativement de poids 6 jours après l'infestation (tabl. 5).

#### IV. — DISCUSSION

Les conditions expérimentales employées dans cet essai permettent d'étudier l'influence de la coccidiose à *Eimeria acervulina* sur la croissance pondérale et l'utilisation de l'énergie et des protéines, en dissociant l'action directe du parasite de celle qui résulte de la diminution de l'appétit.

Les résultats obtenus chez les animaux nourris en alimentation équilibrée ne sauraient surprendre. Lorsque l'ingéré diminue, la part relative de la ration correspondant au besoin d'entretien augmente. Dans nos conditions expérimentales, ce dernier est assuré par une quantité d'aliment voisine de 240 g. Pour une consommation inférieure à ce niveau, le bilan azoté reste cependant positif malgré la diminution du poids corporel.

En revanche, l'énergie métabolisable n'est que faiblement influencée par le rationnement. Elle est essentiellement liée à l'utilisation digestive de l'aliment. L'effet de la restriction alimentaire s'explique par l'importance des excréments urinaires métaboliques et fécaux endogènes (GUILLAUME et SUMMERS, 1972).

La diminution du gain de poids, observée chez les animaux inoculés, semble davantage liée à la sous-consommation engendrée par le parasite qu'à la présence de ce dernier dans le tube digestif. Au contraire, les résultats relatifs à l'énergie métabolisable et au bilan azoté démontrent l'action directe du parasite. L'utilisation des nutriments ingérés n'est plus assurée dans des conditions satisfaisantes, par suite des modifications subies par le tractus digestif durant la multiplication parasitaire. Ces modifications peuvent être de plusieurs natures : destruction de la muqueuse, phénomènes réactionnels d'inflammation et d'œdème, variation du pH intestinal et de la flore, dénaturation de certains constituants intervenant dans l'absorption intestinale.

Le fait que les phénomènes réactionnels intéressent l'ensemble de l'intestin grêle est nouveau ; ce fait n'avait encore jamais été signalé et mériterait une étude particulière. Il pourrait être lié à des phénomènes réactionnels de nature inflammatoire aspécifique et qui ne nécessitent pas obligatoirement un niveau élevé d'infestation.

En conclusion, nous retrouvons ici les différents types d'actions parasitaires que nous connaissons. Néanmoins, le fait le plus intéressant nous semble être cette insuffisance des fonctions digestives. L'ensemble de l'intestin, et non pas seulement la partie infestée, n'est plus capable d'assurer une utilisation correcte de l'aliment ingéré. Il serait souhaitable de connaître la cinétique de ces variations, notamment lors de très faibles infestations.

## SUMMARY

INFLUENCE OF DUODENAL COCCIDIOSIS ON PROTEIN  
AND ENERGY UTILIZATION IN THE CHICKEN

The utilization of dietary energy and protein was studied in chickens during infestation by *Eimeria acervulina* and a search was made for the direct effect of the parasite at the intestinal level and of its indirect effect mediated by reduction of food intake. The chickens were divided into 9 groups of 36 and were fed the same diet. At 4 weeks of age, 4 groups were inoculated with increasing doses of oocysts from 100 000 to 1 560 000 per animal; 4 non infected groups were pair fed and a non infected control group was fed *ad libitum*.

Reducing appetite of the chickens, the coccidiosis due to *Eimeria acervulina* decreases growth rate. The effect is further accentuated when the oocyst inoculation dose is high and the food intake is low. On the other hand, as far as protein efficiency (protein retained/protein intake) and especially metabolizable energy value are concerned, the observed decrease is essentially due to the direct action of the parasite.

These results are discussed taking into account the weight variations observed in this experiment at the level of the three parts of the small intestine of the inoculated animals.

## РЕЗЮМЕ

Влияние дуоденального кокцидиоза на использование цыпленком энергии и протеинов пищи.

Мы изучали использование энергии и протеинов принятой пищи цыплятами, зараженными *Eimeria acervulina*, и стремились определить в какой мере, прямое действие паразита, уменьшает количество принятой пищи. Мы составили 9 групп, каждая из них в 36 цыплят, которым раздали уравновешенную пищу. Когда цыплята достигли 4-х недельного возраста, 4-м группам ввели все большие и большие дозы ооцистов, начиная с 100.000 и доходя до 1.560.000 каждому; 4-х не зараженных групп кормили « уравненной пищей » (« pair feeding »), и 1-ю группу исходных показателей, не зараженных, кормили вволю, « ad libitum ».

Уменьшая аппетит цыплят, кокцидиоз *Eimeria acervulina*, задерживает рост птиц, и чем выше доза введенных ооцистов, тем больше эта задержка и тем меньше скармливание. Но по отношению практического использования протеинов и в особенности энергии употребленной метаболизмом, замеченное уменьшение оказывается исключительно связано с прямым действием паразита.

Эти результаты обсуждаются, принимая во внимание отмеченные отклонения веса во время опыта в области трех сегментов тонкой кишки, у зараженных цыплят.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GUILAUME J., SUMMERS J.-D., 1970. Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy. *Canad. J. animal Sci.*, **50**, 363-369.
- HILL F.-W., ANDERSON D.-L., 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with the chick. *J. Nutrit.*, **64**, 587-603.

- KOUWENHOVEN G., VAN DER HORST C.-J.-G., 1972. Disturbed intestinal absorption of vitamin A and carotenes and the effect of a low pH during *Eimeria acervulina* infection in the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Zbl. Bakteriol. Parasitenkde Infekt.-Krankh. Hyg.*, **38** (2), 152-161.
- LARBIER M., YVORE P., 1971. Influence de la coccidiose duodénale à *Eimeria acervulina* sur la teneur en acides aminés libres du muscle chez le Poulet. *C. R. Acad. Sci., série D, Fr.*, **273**, 1228-1230.
- LONG P.-L., 1968. The pathogenic effects of *Eimeria praecox* and *Eimeria acervulina* in the chickens. *Parasitology*, **58** (3), 691-700.
- PONT D.-D., 1967. Villous atrophy and coccidiosis. *Nature*, **213** (5073), 306-307.
- TERRIGNE E.-F., 1933. *Le métabolisme de l'azote*. I. *Dépenses, besoins, couvertures*, p. 562. Paris, Presses Universitaires de France.
- YVORE P., MAINGUY P., 1972. Influence de la coccidiose duodénale sur la teneur en caroténoïdes du sérum des poulets. *Ann. Rech. vétér.*, **3** (3), 381-388.
-