FRÉQUENCE ET ORIGINE DES « BLACK SPORES » DE ROSS
AU COURS DE L'INFECTION DES STÉGOMYIES
PAR LE *PLASMODIUM GALLINACEUM*

Par E. BRUMPT

En 1936, j'ai établi que les deux espèces de stégomyies (*S. fuscata* et *S. albopicta*), nourries sur des poules infectées par le *Plasmodium gallinaceum*, permettaient l'évolution de cet hématozoaire dans près de 100 pour 100 des cas et que le nombre des oocystes, toujours élevé, pouvait même atteindre le chiffre record de 1.650. Il était donc particulièrement intéressant de rechercher si, à côté des oocystes, il n'existait pas les curieuses formations découvertes par R. Ross (1898), nommées par cet auteur *Black Spores* et trouvées récemment, d'une façon constante et en grande abondance, par Reichenow (1932) chez les *Theobaldia annulata* infectés par le *Plasmodium circumflexum*.

Mes recherches n'ont pas été vaines, ainsi qu'on peut en juger en examinant les tableaux des pages 222 et 225 où sont résumées les observations faites sur les deux espèces de stégomyies infectées par le *P. gallinaceum*.

Par contre, je n'ai observé aucune véritable black spore chez un certain nombre de moustiques témoins disséqués (1), à l'occasion de recherches diverses sur l'évolution d'autres germes (*Plasmodium paddæ*, *Leucocytozoon smithi*, hémogrégarines aviaires, etc.).

L'étude des black-spores est importante à faire tant du point de vue du phénomène de la chitinisation, qui appartient à la pathologie générale, que du point de vue pratique concernant les enquêtes antipaludiques, au cours desquelles sont établis les divers indices parasitaires des moustiques capturés dans la nature. En effet, les auteurs qui considèrent ces éléments comme dérivés d'oocystes ou de sporozoïtes, ayant subi la dégénérescence chitineuse, font entrer les moustiques qui les présentent dans la statistique des animaux

(1) La grande habileté technique de mes jeunes assistants, E. Farreras et Dao van Ty m'a été d'un grand secours au cours de cette étude.

ayant été infectés par des *Plasmodium*, tandis que les auteurs qui admettent comme origine la chitïnisation d'éléments quelconques : fragments de trachées, corps étrangers divers, se refusent à considérer l'existence des black-spores comme indiquant une ancienne infection par les hématozoaires.

Dans les pages qui suivent, je donnerai un exposé succinct de mes recherches personnelles et un résumé historique de l'intéressante question des black-spores, sur l'origine desquelles l'unanimité est loin d'être réalisée.

A. Recherches personnelles

I. FRÉQUENCE DES BLACK-SPORES AU COURS DES INFECTIONS

A *Plasmodium gallinaceum*

En analysant le tableau de la page 222 concernant les infections de *Stegomyia fasciata*, nous voyons que :

1° Sur 587 *Stegomyia fasciata* nourris une seule fois (1) sur une poule infectée de *P. gallinaceum* et disséqués entre le 6^e et le 28^e jour, 34 présentaient des black-spores en amas ou incluses dans les oocystes de la paroi stomacale, ce qui représente une proportion de 5,8 pour 100.

2° Sur 253 *Stegomyia fasciata* réinfectés quelques jours plus tard et par conséquent plus âgés, sacrifiés du 7^e au 12^e jour après le début de cette nouvelle expérience, 37 présentaient des black-spores, soit une proportion de 14,6 pour 100.

3° Chez de nombreux *Stegomyia fasciata* témoins, nourris sur poules non infectées, aucune black-spore n'a été observée.

4° 30 mâles d'un élevage où les femelles présentaient des black-spores ont été négatifs.

5° De nombreuses mues larvaires et nymphales de *Stegomyia fasciata* n'ont pas montré de black-spores.

6° Sur 59 *Stegomyia fasciata* nourris sur un calfat (*Padda orizypora*), présentant une infection à *Plasmodium paddæ*, aucun ne s'infecte et aucun ne présente de black-spores.

7° Pour des causes inconnues, car tous les élevages de *Stegomyia* ont la même origine (2), sur 101 moustiques de la cage 14 A, 23 présentaient des black-spores, soit dans 22,75 pour 100 des cas.

(1) La figure F (planche VI) montre un fragment de coupe d'estomac avec un oocyste rempli de black spores, dès le 5^e jour.

(2) Cet élevage provient d'œufs qui m'avaient été aimablement adressés par le Dr Caminopetros, de l'Institut Pasteur d'Athènes.

I. — FRÉQUENCE DES BLACK SPORES CHEZ LES *Slegomyia fasciola* INFECTÉS PAR LE *Plasmodium gallinaceum*

N° d'expérience (1)	Jours (2)	Nd. (3)	B. S. (4)	Jours	Nb.	B. S.	Jours	Nd.	B. S.	Jours	Nb.	B. S.	Jours	Nd.	B. S.	% <i>Plasmodium</i> <i>gallinaceum</i> (5)	% Bl. Sp (6)
Cage 14 A.....	7	10	0	9	10	4	11	10	4	12-17	40	9	18-28	31	6	900/0	23
— 30.....	10	15	0	11	15	0	12	15	0							1000/0	0
Exp. 568 XXI.....	8	10	0	9	10	0										400/0	0
— 604 XXI.....	7	14	0	8	20	0										1000/0	0
— 218 R11 A'.....	7	10	0	8-9	20	0	10-11	10	0	12	5	1	13	5	1	980/0	4
— 273 R11 A'.....	9	10	0	11	10	20	13	10	1							850/0	13
— 292 R11 A'.....	8-9	20	0	10-11	20	0	12	10	0							940/0	0
— 449 R11.....	7	15	0	8	15	0	9-10	30	1	11	15	2				980/0	4
— 450 R11.....	10	15	2	11	15	1	12	10	0	13	30	4				98,50/0	10
— 218 XXI.....	8	6	0	10	10	0	11	13	0	14	4	0				950/0	0
— 775 XXI VA'.....	7	10	0	18	11	2	23	10	1	30	10	2				900/0	13
Cage 14 B'.....	8	10	4	9	10	2	10	10	2							900/0	27
Exp. 218 R11 B'.....	7	10	4	8	10	2	9	10	2	10	10	3	11	10	2		26
— 273 R11 B'.....	8	20	2	9-10	40	3	11	13	0								6,6
— 292 R11 B'.....	8	20	3	9	20	3	10-11	40	5	12	20	0					11

- (1) Expériences où il y a eu réinfestation. A, expérience d'infestation ; B, réinfestation.
- (2) Nombre de jours écoulés depuis l'infestation ou la réinfestation.
- (3) Nombre de moustiques disséqués.
- (4) B. S. : black spores observées.
- (5) Pourcentage de moustiques infectés soit avec des oocystes, soit avec des sporozoïtes.
- (6) Pourcentage total de moustiques porteurs de black spores.

Cette expérience était cependant faite dans les mêmes conditions de température (25° C.), d'humidité et d'éclairage que les autres signalées dans ce travail.

Dans le tableau de la p. 225, où sont résumées les expériences effectuées avec le moustique *Stegomyia albopicta* (1), nous observons que :

1° Sur 431 moustiques ayant piqué une seule fois une poule

FIG. 1. — Estomac d'un exemplaire de *Stegomyia fasciata* (C. 14) présentant des sporozoïtes dans les glandes salivaires, disséqué le 22^e jour après le repas infectieux sur une poule à *Plasmodium gallinaceum* ; OE., œsophage ; T.M., tubes de Malpighi ; 1 à 6, amas de black spores figurés plus exactement dans la planche IV.

infectée par le *P. gallinaceum*, 14 montraient des black-spores sur l'estomac, soit dans 3,24 pour 100 des cas.

2° Sur 262 moustiques réinfectés quelques semaines plus tard, 28 estomacs présentaient des spores de Ross, soit dans une proportion de 16,8 pour 100.

3° Sur 112 moustiques nourris sur des poules non infectées, aucun estomac ne montrait de black-spores.

II. ORIGINE DES BLACK-SPORES

Les figures des planches III, IV, V, VI, donnent l'aspect des black-spores que j'ai eu l'occasion d'étudier chez les *Stegomyia*,

(1) Je dois cet élevage, originaire de l'Indochine, à l'obligeance de mon collègue E. Roubaud.

ainsi que les dimensions des sporozoïtes rencontrés dans les glandes salivaires des mêmes moustiques (fig. B S et C, pl. V). On peut voir que ces éléments présentent en général une forme en banane ou en saucisse, ou encore en sphérules (fig. A et B, pl. IV), plus ou moins grands, et, plus rarement, des aspects curieux en hippocampe (fig. E, pl. VI), en hameçon (fig. A, pl. V), etc. ; certains éléments chitinisés sont bifurqués.

Avant d'exposer, dans le résumé terminant ce travail, notre

FIG. 2. — *Stegomyia fasciata*. Exemple âgé de 44 jours, disséqué 40 jours après la première infection et 4 jours après la seconde. L'estomac présentait d'assez nombreux oocystes jeunes à pigment visible et plusieurs oocystes de la première infection remplis de black spores. A gauche, oocyste à paroi non chitinisée, renfermant des black spores dont l'orientation ressemble à celle des sporozoïtes lors du stade méandriniforme de l'oocyste. Entre les deux oocystes, quelques grandes black spores plus ou moins irrégulières. (Exp. 775/XXIV, ♀ 7, 21 mai 1938).

opinion sur l'origine de ces éléments, je vais énumérer les diverses hypothèses émises par les auteurs dont je signalerai plus loin les recherches, dans la partie historique de ce travail :

a) La première hypothèse fut celle de Ross (1898), soutenue par Daniels (1899). Pour ces auteurs, les black spores appartiendraient au cycle des plasmodies et seraient des éléments de résistance susceptibles d'infecter, par la voie hydrique, les larves de moustiques, ou par la voie digestive, les vertébrés réceptifs. Cette opinion n'a pu résister aux expériences négatives de Grassi (1900), Ruge (1903), Ross (1923).

II. FRÉQUENCE DES BLACK SPORES CHEZ LES *Stegomyia albopicta* INFECTÉS PAR LE *Plasmodium gallinaceum*

N° D'EXPÉRIENCE (1)	Jours (2)	Nb. (3)	B. S. (4)	Jours	Nb.	B. S.	Jours	Nb.	B. S.	Jours	Nb.	B. S.	% Plasm. gallinaceum (5)	% B. S. (6)
534/XXI.....	8	5	0	9	5	0							100/0/0	0
909/XXI.....	7	15	0	8	13	0	9-10	30	0	11-12	26	15	100/0/0	0
911/XXI.....	8	15	0	9	15	0	10	20	0				100/0/0	0
295 R 11 A¹.	10	10	0	11	10	0	12	10	0	13	10	0	100/0/0	0
451 R 11.....	8	15	0	9	15	0	10	15	1	11	15	0	100/0/0	2,6
452 R 11.....	8	15	0	9	15	2	10	15	1	11	15	0	100/0/0	6,6
189/XXII A¹.	9	10	0	10	10	1	11	10	1	12	10	0	100/0/0	5
1029/XXII.....	6	5	0	7	35	3							90/0/0	10
250/XXIII...	6-8	10	0	9-10	20	0	11	50	0	12	5	0		0
295 R 11 B¹.	6	20	3	7	20	0	8	20	2	10	50	3		7,3
189/XXII B¹.	7	40	5	8	44	2	9	68	13					13,1

(1) Expériences où il y a eu réinfestation. — A, expérience d'infestation ; B, réinfestation.

(2) Nombre de jours écoulés depuis l'infestation ou la réinfestation.

(3) Nombre de moustiques disséqués.

(4) B. S., black spores observées.

(5) Pourcentage de moustiques infestés soit avec des oocystes, soit avec des sporozoïtes.

(6) Pourcentage total de moustiques porteurs de black spores.

b) Certains auteurs admettent que les black-spores des oocystes et celles qui se trouvent disséminées par groupes ou isolément en divers points du corps, seraient dues à une dégénérescence des oocystes et à une chitïnisation des sporozoïtes (1), qui deviendraient ces corps en banane, fréquents dans les muscles et à la surface des glandes salivaires. Cette opinion a été soutenue par Grassi (1900), Ruge (1901), Manson (1903), Blanchard (1905), Neumann (1908), Brug (1916), Flu (1920), Walch (1922), Wenyon (1926), James (1928), Reichenow (1932), Knowles et Basu (1933), Huff (1934), de Buck (1936).

Tout en reconnaissant que cette hypothèse peut être défendue, je tiens à dire toutefois que la grande différence de taille entre les sporozoïtes et les spores noires en banane qui en dériveraient (fig. B et C, pl. V), doit faire admettre que la chitïnisation s'effectue longtemps encore après la mort du sporozoïte (2). Il existe d'ailleurs de nombreux corps chitineux sphériques (fig. B, pl. IV), qui semblent prendre naissance indépendamment des oocystes et des sporozoïtes, mais toujours chez des insectes infectés. Le parasitisme semble donc déclencher la réaction de chitïnisation chez les moustiques.

c) Pour d'autres investigateurs, les black-spores seraient des hyperparasites infectant les oocystes et se répandant parfois dans l'organisme. Cette hypothèse a été émise par Ross, Annett et Austen (1900) à Sierra-Leone, par Stephens et Christophers (1903) aux Indes, par Manson (1903), par Noé (3), ainsi que par plusieurs auteurs de traités classiques de parasitologie et de malariologie.

d) Une autre opinion consiste à soutenir que divers corps étrangers vivants, microbes, protozoaires, champignons, peuvent être chitïnisés par le moustique et donner naissance à des black-spores,

(1) La chitïnisation ne survient pas nécessairement chez tous les oocystes ou les sporozoïtes altérés. C'est ainsi qu'elle n'a pas été signalée par Roubaud (1918), qui semble avoir été le premier à observer la dégénérescence des sporozoïtes chez les *Anopheles maculipennis* infectés expérimentalement, ni par Barber, Komp et Hayne (1927), Barber (1935), de Buck (1936), qui ont signalé, quelques jours après le début de l'évolution, de nombreux oocystes et sporozoïtes dégénérés. J'ai observé les mêmes faits, en ce qui concerne les oocystes tout au moins, dans le cas de *Plasmodium gallinaceum*.

(2) Les black spores contenues dans les oocystes peuvent à la rigueur être considérées comme formées par un groupe de sporozoïtes chitïnisés, mais, lorsque ces gros éléments noirs en banane se rencontrent dans les muscles où les sporozoïtes vivants sont toujours isolés, la disproportion entre les premiers et les seconds est assez difficile à expliquer.

(3) Cet auteur qui, par suite d'une erreur typographique, est parfois appelé « Noja », aurait émis l'hypothèse d'un hyperparasitisme. Les références qui ont été données par divers auteurs se sont montrées inexactes et je n'ai pu confirmer leurs allégations.

ce qui expliquerait que ces éléments peuvent se trouver chez des insectes non infectés par les plasmodies humaines ou aviaires, et même chez des animaux mâles et femelles venant d'éclore.

e) La composition chitineuse des black-spores, établie par Daniels (1899), Brug (1916), Walch (1922), en particulier, a fait penser que les trachées, qui représentent les seuls éléments producteurs de chitine des organes de la cavité générale des moustiques, devaient jouer un rôle dans la formation des black-spores. Dès 1916, Brug, signalant que la chitine ne pouvait être sécrétée que par des formations ectodermiques, admettait qu'elle devait être fournie par les trachées dont il ne put d'ailleurs établir le rôle.

En 1929, Mayne croit avoir démontré le rôle indiscutable des trachées ; il donne des figures demi-schématiques que nous reproduisons ci-dessous (fig. D, pl. V) et qui semblent tout à fait démonstratives. On voit, en effet, en 1, 2 et 3, des spores noires à l'intérieur des trachées. Mayne trouve ces éléments aussi souvent chez des *Culex fatigans* infectés que chez les témoins qui ne le sont pas ; il en trouve même dans les mues larvaires.

Tous ces faits sont intéressants, mais je dois dire que, jusqu'à présent, je n'ai rien vu de semblable, ni chez *Culex fatigans* (1), ni chez les *Stegomyia fasciata* et *S. albopicta*. D'autre part, on doit admettre que la chitine (2) peut être formée par le moustique sans le secours des trachées, ni d'aucun élément ectodermique, de même que le phénomène de calcification peut être observé autour de parasites vivants ou morts dans tous les points des organismes infectés, sans que des éléments spécialisés le déterminent. C'est ainsi que Fülleborn (1929) a vu des larves de *Filaria repens* chiti-

(1) Je dois cet élevage d'origine hindoue, que j'entretiens depuis plusieurs années à mon laboratoire, à l'obligeance du P^r Christophers.

(2) En ce qui concerne les phénomènes de chitination chez les moustiques, on lira avec intérêt l'article de Brug (1932). Cet auteur rappelle les recherches de Grassi (1903), sur les myxosporidies chitinisées dans leur pansporoblaste, dont il rapproche ses propres observations sur un sporozoaire indéterminé. Il passe ensuite en revue les constatations de Manson Bahr (1912) sur les larves de *Wuchereria bancrofti* chez *Stegomyia variegata*, de Fülleborn (1929) sur *Dirofilaria repens* dans les tubes de Malpighi d'*Anopheles maculipennis*, de Walch (1922) sur un champignon ayant pénétré par effraction dans le corps d'un *Anopheles* à travers l'œsophage de cet insecte, enfin celles de Marshall et Staley (1929) sur les tubes chitineux déterminés par la salive toxique des hydrachnides parasites des moustiques.

Parlant des travaux de B. Mayne (1929), Brug émet l'hypothèse que les spores noires renfermées dans les trachées décrites par ce premier auteur, seraient peut-être déterminées par des bactéries ayant pénétré dans les tubes respiratoires.

Langeron (1929) a publié un cas très intéressant de parasitisme d'une larve de *Culex hortensis* par un champignon pénétrant parfois dans les trachées sans déterminer la moindre réaction chitineuse.

nisées dans la lumière des tubes de Malpighi de l'*Anopheles maculipennis*, où il n'existe pas de trachées. J'estime donc qu'il est inutile d'admettre la pénétration des trachées dans les oocystes pour déterminer la formation des black-spores. Je n'ai jamais vu dans des oocystes intacts, renfermant ces derniers éléments, la plus petite trachée. Par contre, il est évident que des trachées qui passent contre les oocystes ou près des amas irréguliers de black-spores peuvent donner cette illusion (fig. B, pl. III, fig. A, B, C, D, pl. VI).

Chez les moustiques ayant ou ayant eu une forte infestation par les oocystes du *Plasmodium gallinaceum*, on observe souvent sur l'estomac des trachées anormales dont certains segments altérés ne présentent plus leur filament spiral et dont les terminaisons sont enroulées de telle façon que leur aspect fait penser aux amas de black-spores simples ou bifurqués (fig. C, pl. III).

Des nombreux examens que j'ai pratiqués, il résulte que ces amas de trachées et de black-spores, malgré leur ressemblance superficielle, ne présentent aucun lien étiologique.

Afin de mieux comprendre les conditions qui déterminent la formation des black-spores, il m'a semblé utile d'établir le tableau III (p. 229) que nous espérons voir compléter dans un avenir prochain par les auteurs, qui, au cours de leurs laborieuses recherches, ont observé ces formations sans les signaler.

La lecture de ce tableau, où nous avons résumé tous les faits venus à notre connaissance concernant l'existence des black-spores, montre que ces formations, si faciles à déceler, ne semblent avoir été vues que chez six espèces d'anophélinés et chez cinq espèces de culicinés infectées par diverses plasmodies de l'homme ou des oiseaux.

Il est probable que les spores de Ross existent chez d'autres espèces transmettant les parasites du paludisme où leur présence doit être rare, sans quoi elle eût été signalée par les nombreux auteurs, qui, dans les régions tropicales, ont disséqué des milliers d'*Anopheles* d'espèces diverses.

Il ressort de ce tableau qu'en utilisant une même espèce de moustique et une espèce différente de plasmodie aviaire, la fréquence des black-spores est très différente. Les mêmes faits s'observent quand, en utilisant la même espèce de moustique, on utilise des souches différentes d'une même espèce de parasite aviaire.

Certaines espèces de moustiques, comme les *Theobaldia annulata*, infectés par le *Plasmodium circumflexum*, semblent spécialement favorables à la formation des black-spores (Reichenow, 1932). Il

III. — MOUSTIQUES VECTEURS DE *Plasmodium* DIVERS ET PORTEURS DE BLACK SPORES

ESPÈCE	NOMBRE UTILISÉ	NOMBRE + POUR <i>Pl. s-modium</i>	NOMBRE + POUR B. SPORES	% B. sp.	<i>Plasmodium</i> étudiés	AUTEURS	DATES	PAYS
<i>Anopheles costalis</i> ,....								
<i>A. maculipennis</i> ,....								
Id.	794	31	+		<i>Pl. humains</i>	Ross, Annett, Austen	1900	Sierra Leone
Id.			31		Id.	Grassi	1900	Italie
Id.	2.300				<i>P. falciparum</i>	Testi	1900	Italie
Id.	nx 100				<i>P. vivax</i>	Wenyon	1926	Macédoine
<i>A. subpictus</i> ,....	144	7	+		Id.	James	1928	Angleterre
<i>A. stephensi</i> ,....	837	84	8		<i>P. reticulum</i>	De Buck	1936	Hollande
Id.	141	13	0		<i>P. humains</i>	Mayne	1929	Indes
Id.	158	38	4		<i>P. vivax</i>	Bentley	1911	Id.
Id.	309	44	7		<i>P. malariae</i>	Knowles et Basu	1933	Id.
<i>A. crucians</i> ,....					<i>P. falciparum</i>	»	»	Id.
<i>A. punctipennis</i> ,....						»	»	Id.
<i>A. quadrimaculatus</i> }	nx 100		1		<i>P. humains</i>	King	1929	U. S. A.
sp.								
<i>Culex fatigans</i> ,....			+		<i>P. humains</i>	Walch	1922	Indes-ner.
Id.			+		<i>P. reticulum</i>	Ross	1898	Indes
Id.	130 (1)	104	12		<i>P. reticulum</i>	Daniels	1859	Id.
<i>Culex pipiens</i> ,....			+		<i>P. reticulum</i>	Mayne	1929	Id.
Id.	104	85	2		<i>P. reticulum</i>	Ruge	1901	Allemagne
Id.					<i>P. reticulum</i>	Neumann	1909	Id.
Id.					<i>P. calhemerium</i>	Brug	1916	U. S. A.
<i>Stegomyia fasciata</i> ,....	501	57	+		<i>P. reticulum</i>	Huff	1934	Id.
Id.	840	750	2		<i>P. reticulum</i>	Neumann	1909	Allemagne
<i>St. albopicta</i> ,....	693	630	63		<i>P. gallinaceum</i>	Brunpt	1938	France
<i>Theobaldia annulata</i> ..	12	12	42		Id.	Brunpt	1938	France
			12		<i>P. circumflexum</i>	Reichenow	1932	Allemagne

(1) Sur 126 *Culex fatigans* nourris par MAYNE dans les mêmes conditions sur des moutons neufs, 23 ont présenté des black spores.

serait intéressant de voir si, en utilisant d'autres espèces de plasmodies aviaires, susceptibles de poursuivre leur évolution chez ce moustique, on obtiendrait les mêmes résultats. Dans le cas contraire, le rôle particulier de certaines espèces d'hématozoaires dans la formation des spores noires de Ross serait établi.

B. Historique

La liste des principaux auteurs qui se sont occupés de l'évolution des diverses plasmodies humaines ou aviaires, et qui ont eu l'occasion d'observer des « Black-Spores » de Ross ou des corpuscules considérés comme tels, a été, en grande partie, donnée par Bruce Mayne (1929) et par Knowles et Basu (1933). Je reprendrai cet historique afin d'établir que certains auteurs, ayant employé le nom de « Black-Spores », ont eu affaire à des formations très différentes de celles découvertes par R. Ross en 1898 et figurées dans une de ses notes préliminaires (1898 *b*).

Dans le premier travail (1898 *a*), R. Ross donne la description suivante des éléments observés par lui :

« The large, black spores, when mature, are from 16 μ to 20 μ or more in length and 2 μ or 3 μ in thickness. They are cylindrical, closed at the ends, and are straight, curved, sigmoid or variously twisted. Their colour is a dark brown, they have a black contour, and they are evidently capable of resistance to outer forces. Plate I, figure 20, of the former report depicts several of them contained within a coccidium (1). It is difficult to estimate the number of them produced by each parasite, as many appear to be ejected before being fully matured.

« I have never observed both the thread-like elements (2) and the black spores in the same coccidium. It appears likely that the *hyaline cells* described in the previous report produce the former, and the *vacuolated cells* the latter. »

La figure donnée par R. Ross dès 1898 est à peu près identique à celles publiées ultérieurement par Grassi (1900) et divers auteurs. Il s'agit certainement d'oocystes ayant subi une dégénérescence chitineuse, comme l'avait admis Grassi au cours de ses études sur le paludisme humain.

Cette opinion a été combattue par Bruce Mayne (1929), qui, dans la conclusion de son travail, émit l'opinion suivante :

(1) Oocyste.

(2) Sporozoïtes.

« The hypothese of Grassi and other workers that these bodies are concerned with regression or involution processes of the oöcyst is not confirmed, nor that lowered temperatures favour the production of the bodies. »

Pour Mayne, les *black-spores* proviendraient toujours d'altérations particulières des trachées du moustique dont certaines pénétreraient même dans les oocystes rompus ou intacts. Comme j'aurai l'occasion de l'établir plus loin, l'opinion de Mayne, que je considère comme trop absolue, renferme peut-être une part de vérité. Nous savons, en effet, depuis les recherches de Walch (1921-1922) en particulier, que des éléments chitineux plus ou moins semblables aux *black-spores* de Ross peuvent se rencontrer chez les moustiques non infectés, et par les travaux de Mayne que même des culicidés mâles présentent parfois ces mêmes formations.

Après R. Ross, le premier auteur qui ait revu les *black-spores* est Daniels (1899), venu aux Indes pour confirmer la mémorable découverte de l'évolution des plasmodies aviaires et qui, à la suite de nombreuses dissections de moustiques, affirma que les *black-spores* se rencontraient exclusivement chez les insectes infectés. En utilisant la potasse, qui ne détruit pas ces éléments, il établit leur nature chitineuse et émit, d'autre part, l'hypothèse que les spores noires observées en diverses parties du corps du moustique y parviennent après la rupture des oocystes. Cet auteur accepta la première opinion de Ross et admit que les *black-spores* sont des éléments de résistance des hématozoaires du paludisme qui permettent peut-être à ces derniers d'infecter de nouveaux moustiques à l'état larvaire par la voie hydrique.

En 1900, R. Ross, Annett et Austen observent parfois, chez *Anopheles costalis*, des formations brunes qu'ils ne rencontrent jamais dans les oocystes, mais qu'ils assimilent néanmoins aux spores noires, et qu'ils considèrent comme n'ayant aucun rapport avec les parasites du paludisme.

A Grosseto (Toscane), Testi (1900), dont je n'ai pu me procurer le travail original, mais dont Lühe (1906) donne les statistiques, constate 31 fois la présence des *black-spores* sur 794 *Anopheles maculipennis* disséqués. Parmi ces derniers, 27 présentaient des oocystes et 4 des sporozoïtes. Les corps chitineux étaient surtout fréquents en octobre, comme on peut s'en rendre compte dans le tableau suivant :

	NOMBRE D'ANOPHELES ÉTUDIÉS	OOCYSTES	SPOROZOÏTES	CORPS DE ROSS
Avril.....	5	—	—	—
Mai.....	147	—	—	1 = 0,68 %
Juin.....	130	—	—	7 = 5,38 %
Juillet.....	157	1 = 0,66 %	1 = 0,66 %	3 = 1,79 %
Août.....	107	3 = 2,8 %	2 = 1,87 %	5 = 4,67 %
Septembre.....	117	1 = 0,85 %	1 = 0,85 %	5 = 4,28 %
Octobre.....	121	22 = 16,79 %	—	10 = 7,61 %
TOTAL.....	794	27 = 3,4 %	4 = 0,5 %	31 = 3,9 %

Grassi (1900) étudie les véritables corps de Ross qu'il trouve dans les oocystes et dont il donne une excellente figure. Cet auteur ne rencontre ces corps que chez les *Anopheles* infectés et, à la suite d'expériences négatives ayant pour but de vérifier si, comme Ross l'avait admis en 1898, ces corps étaient des spores de résistance, il les considère comme des sporozoïtes dégénérés entourés d'une enveloppe brune ou noire ; il nomme ces éléments « corps bruns ».

Leur plus grande fréquence en hiver lui fait supposer que leur production peut être favorisée par l'abaissement de la température.

Manson (1903), tout en admettant l'opinion de Grassi, émet l'hypothèse qu'il s'agit peut-être d'un hyperparasitisme des oocystes.

Ruge (1901), dans son excellent travail sur l'évolution des plasmodies aviaires chez les *Culex*, observe, dans les oocystes, tous les passages entre des sporozoïtes normaux et ceux transformés en *black-spores* ; il constate aussi la présence de formes isolées, en banane et en S, sur l'estomac et les glandes salivaires. Cet auteur signale la fréquence de ces corpuscules chez les *Culex* nourris sur des moineaux ayant une infection naturelle à *Plasmodium relictum*. Les canaris, infectés par piqure de moustiques et servant à nourrir ultérieurement des *Culex*, ne déterminent chez ces derniers qu'un faible nombre de ces éléments qui deviennent extrêmement rares chez les moustiques ayant piqué des canaris inoculés avec du sang virulent (1).

(1) Mes observations sur le *Plasmodium gallinaceum* ne sont pas encore assez nombreuses pour pouvoir discuter cette opinion dont des expériences ultérieures me permettront peut-être d'apprécier le bien fondé.

Stephens et Christophers (1903) trouvent les éléments de Ross aussi bien dans les grands zygotes qu'en divers points du corps : thorax, surface des glandes salivaires. Ces spores sont brunâtres, recourbées en forme de saucisses, et font penser à des spores de champignons.

Stephens (1905) estime que les black-spores n'ont rien de commun avec les parasites du paludisme et appartiennent peut-être au cycle de quelque bactérie ou protozoaire.

Pour R. Blanchard, qui s'appuie sur les recherches de Grassi dont il adopte en partie les conclusions, la formation des corps de Ross serait plutôt due au vieillissement des oocystes qu'à l'action du froid, ce qui expliquerait la régression ou l'involution de certains éléments qui s'y trouvent inclus. Cet auteur admet que les spores noires, ayant la forme de bâtonnets, dérivent des sporozoïtes, tandis que celles de dimension variable et plus ou moins arrondies proviennent des sporoblastes et des masses résiduelles.

Sans donner son opinion sur les rapports entre les parasites du paludisme humain et les spores de Ross, Bentley (1910) signale que, sur 259 estomacs d'*Anopheles stephensi* disséqués en 1909, dont 29 présentaient des oocystes, il n'a pas vu de black-spores ; par contre, en 1910, sur 578 anophèles disséqués, il en voit 55 ayant des oocystes, et parmi 20 d'entre eux, examinés avant le 25 juillet, il rencontre 8 fois des corps de Ross, tandis qu'il n'en trouve plus sur les 35 moustiques infectés, examinés après cette date.

Neumann (1908), étudiant l'évolution de *Plasmodium relictum* chez deux culicidés : *Stegomyia fasciata* et *Culex pipiens*, observe, pour la première espèce, deux fois seulement des black-spores parmi 57 spécimens ayant des oocystes sur 501 disséqués, et, pour la seconde espèce, également 2 éléments de Ross sur 85 moustiques présentant des oocystes, parmi les 216 ayant été infectés sur des canaris. Neumann, comparant ses résultats avec ceux de Ruge (1901), attribue, comme ce dernier auteur, la rareté des spores noires au fait qu'il s'est servi exclusivement de canaris inoculés en série avec du sang infectieux. Il considère ces éléments comme étant probablement des sporozoïtes dégénérés.

En 1916, Brug fait paraître un important travail d'ensemble sur la nature des black-spores et leur abondance chez les *Culex pipiens* qu'il avait infectés avec une souche très pathogène de *Plasmodium relictum*. En effet, ces moustiques, dont le nombre total n'est pas indiqué, présentaient ces formations chitineuses dans 25 pour 100

des cas et l'auteur estime que cette fréquence est probablement imputable à la grande virulence de sa souche de paludisme aviaire qui faisait succomber presque tous les canaris inoculés. Brug confirme le travail de Daniels sur la résistance des spores noires à la potasse et donne à ces éléments, qu'il considère comme déterminés par une réaction spéciale des moustiques, le nom de *corpuscules chitineux*.

Cet auteur observe la chitination des oocystes à divers stades de leur évolution :

- 1° Avant la formation des sporozoïtes.
- 2° Quand l'oocyste est plein de sporozoïtes.
- 3° Quand il ne reste plus que quelques sporozoïtes dans l'oocyste.

4° Quand les masses résiduelles sont formées et se désagrègent.

Brug reproduit, dans la figure 2 de son travail, un amas de black-spores qu'il pense formé par le plissement de la membrane chitinisée d'un oocyste. Il admet, d'autre part, que les cellules ectodermiques qui sécrètent la chitine se trouvent disséminées dans les trachées qui peuvent l'apporter partout chez l'insecte. Bien que Brug n'ait jamais constaté de relation étroite entre les oocystes et les trachées, c'est à cet auteur que l'on doit d'avoir signalé, pour la première fois, le rôle éventuel de l'appareil respiratoire dans la production des black-spores.

En ce qui concerne la chitination de la paroi de l'oocyste, Reichenow (1932) ne peut accepter la manière de voir de Brug, car il n'a jamais observé la chitination de la membrane des oocystes dans le cas du *Plasmodium circumflexum* chez les *Theobaldia*, fait que je peux confirmer dans le cas du *Plasmodium gallinaceum* évoluant chez les *Stegomyia fasciata* et *S. albopicta*.

Flu (1920) admet que la présence des black-spores dans l'oocyste est le résultat d'une surproduction de chitine par le moustique.

En 1922, Walch observe des spores de Ross dans un *Anopheles* des Indes Néerlandaises dont il ne donne pas le nom et, après Ross, Annet et Austen (1900), il signale également l'existence de ces formations chez des moustiques non-infectés. Chez les *Anopheles* infectés, il rencontre les black-spores dans des oocystes plus ou moins chitinisés, ainsi qu'en divers points du corps : muscles thoraciques, paroi stomacale, ovaires. Il considère ces spores, isolées dans les organes, comme des sporozoïtes en voie d'émigration qui ont été chitinisés et détruits. En ce qui concerne les éléments trouvés chez les moustiques non-infectés, Walch estime qu'il s'agit de quelque espèce de parasites : protozoaires, champignons ou microbes

ayant subi la chitinisisation. La présence d'un champignon enrobé de chitine et de nombreux corps chitineux bruns autour des glandes salivaires lui fait admettre que certains spécimens de moustiques ont une forte tendance à détruire les corps étrangers ayant pénétré dans leur organisme.

Wenyon (1926) estime que les corpuscules de Ross sont probablement le résultat de la dégénérescence du contenu des oocystes à divers stades de leur développement et qu'ils n'ont rien de commun avec des spores de microsporidies dont la structure est tout à fait différente.

En 1928, James trouve les black-spores, 71 fois sur un total de 2.300 *Anopheles maculipennis* disséqués, exclusivement chez les insectes ayant, soit des oocystes sur l'estomac, soit des sporozoïtes dans les glandes salivaires, et jamais avant le sixième jour. Cet auteur considère les spores de Ross comme d'origine malarique. Ces corpuscules étaient surtout fréquents en septembre : 54 fois contre 17 pour tous les autres mois de l'année.

Aux Etats-Unis, King (1929) qui a disséqué des centaines d'*Anopheles* (*A. quadrimaculatus*, *A. punctipennis*, *A. crucians*), capturés dans la nature ou infectés expérimentalement de tierce maligne ou de tierce bénigne, n'a observé qu'une seule fois un oocyste à black-spores. Ce fait est à ajouter aux observations négatives des nombreux auteurs qui, depuis Darling, ont disséqué des milliers d'*Anopheles* de toutes les parties de l'Amérique sans signaler ces corpuscules. Il est probable que les anophélinés du nouveau monde réagissent moins que ceux de certaines autres régions du globe.

Bruce Mayne décrit les black-spores qu'il classe en quatre groupes d'après leur forme ; il les observe, soit isolément en lignes brisées, soit en groupes plus ou moins nombreux, dans les parois de l'estomac, dans les muscles thoraciques, dans les oocystes, dans le prolongement des trachées terminales et parfois même dans leur intérieur (fig. D, pl. V).

Pour cet auteur, les corps chitineux se rencontrent aussi fréquemment chez les culicidés infectés que chez ceux qui ne le sont pas et peuvent même se voir chez des insectes des deux sexes venant d'éclore. La plupart des black-spores, peut-être même toutes, seraient dues à des épaisissements chitineux des trachées. Un certain nombre de figures données par Mayne semblent favorables à son originale hypothèse. Nous verrons, dans les lignes suivantes, que l'auteur cité ci-dessous expose des idées très différentes.

Nous devons à Reichenow (1932) une étude très complète des

corpuscules de Ross qu'il rencontre 12 fois sur 12 chez des *Theobaldia annulata* infectés par le *Plasmodium circumflexum*. Aussi, cet auteur estime-t-il avec raison que, si la conception suivant laquelle les spores noires sont déterminées par la réaction de l'insecte demande encore une confirmation, les conditions qu'il a observées chez les *Theobaldia* sont particulièrement favorables à cette hypothèse. Il pense que l'abondance des black-spores est due à l'infection constante et intense des moustiques par le *P. circumflexum*. En effet, les oocystes à contenu chitinisé ont été trouvés dès le 12^e jour après le repas infectieux, et il est possible d'observer tous les passages entre une chitinisation partielle d'un pôle de l'oocyste et l'envahissement de tout son contenu, où la substance brune se dépose à la surface des sporozoïtes disposés encore en faisceaux. Les masses noires isolées montrent des stries claires qui représentent les places occupées par les sporozoïtes. Plus tard, les dépôts de chitine augmentent et les oocystes sont remplis de masses irrégulières et sans structure. Au moment de l'infiltration de la substance noire, les épaisses couches qui se déposent autour des sporozoïtes ne se fusionnent pas et on observe alors des corpuscules en forme de banane. Reichenow n'a jamais trouvé de sporozoïtes chitinisés dans les glandes salivaires; par contre, il en a observé en masse dans la musculature thoracique d'un moustique sacrifié 56 jours après le repas infectieux, et, comme l'enveloppe de chitine n'était pas très épaisse, la cavité occupée par le sporozoïte était reconnaissable.

En 1933, Knowles et Basu, à qui nous devons une bibliographie importante sur le sujet que nous traitons ici, ont étudié sur coupes un certain nombre d'estomacs d'*Anopheles stephensi*, nourris expérimentalement sur des sujets présentant, soit le *Plasmodium falciparum*, soit le *P. malariae*. Ces auteurs ont rencontré assez fréquemment de petits oocystes, de 9 à 14 μ , 4 au maximum, dégénérés et remplis de masses pigmentaires noires, non organisées, et ne présentant pas l'aspect typique des black-spores de Ross. Ils estiment avec raison que ces dernières proviennent d'oocystes dégénérés et hyperpigmentés, dans lesquels elles peuvent séjourner quand la membrane de l'oocyste reste intacte, ou, au contraire, se répandre en divers points de l'organisme du moustique, quand la membrane se rompt.

Knowles et Basu (1933), convaincus que, sous le nom de black-spores, divers éléments chitinisés ont été décrits à tort, proposent d'utiliser, pour les oocystes figurés par Ross, le nom d'*oocystes dégénérés* ou *hyperpigmentés*, et le nom de *contenu évacué* pour

les éléments provenant des oocystes et disséminés dans le corps du moustique.

Au cours de ses recherches sur le cycle évolutif de *Plasmodium cathemerium* chez *Culex pipiens*, Huff (1934) a eu l'occasion d'observer un certain nombre d'oocystes renfermant des black-spores et il confirme l'opinion de Neumann qui avait admis, dans le cas du paludisme aviaire tout au moins, la transformation progressive des sporozoïtes en black-spores. Huff a vu des sporozoïtes altérés passer progressivement du jaune au noir et devenir les éléments décrits par Ross. Il admet, d'autre part, comme Mayne (1929), que la chitination peut être produite par la pénétration des petites trachées dans les oocystes, où les black-spores peuvent apparaître d'ailleurs avant la formation des sporozoïtes.

Dans son intéressant travail consacré aux oocystes dégénérés et aux black-spores au cours de l'infection d'*Anopheles maculipennis* par le *Plasmodium vivax*, de Buck (1936), après avoir signalé une dégénérescence hyaline particulière de certains oocystes, présentant à leur centre une masse jaune ou brunâtre, s'élève contre les conceptions de Mayne (1929). Dans ces oocystes à dégénérescence hyaline, qui semblent se développer normalement jusqu'au moment où les sporozoïtes provenant d'autres oocystes se trouvent dans les glandes salivaires, on observe parfois, adhérent au centre brunâtre, quelques petites black-spores qui sont probablement dérivées de sporozoïtes en voie de développement et deviendront plus tard des spores noires typiques en forme de saucisse ou de banane.

De Buck, ayant vu ces spores noires aussi fréquemment à la surface coelomique des glandes salivaires que sur l'estomac, est convaincu, d'après ses nombreuses dissections, que les black-spores typiques sont toujours liées à la présence de sporozoïtes et ne se trouvent dans les oocystes qu'au moment de la maturité de ces derniers. De Buck, comme James, n'en a jamais rencontré chez les *Anopheles maculipennis* non-infectés.

RÉSUMÉ

Les oocystes des plasmodies humaines ou aviaires peuvent subir une dégénérescence chitineuse donnant naissance, soit à des éléments sphériques ou aplatis, plus ou moins foncés, soit à de vraies black-spores en forme de banane. Ces dernières se forment autour de groupes de sporozoïtes dégénérés ou indépendamment d'eux.

Les black-spores isolées ou en amas, observées en divers points

du corps (muscles, glandes salivaires), proviennent probablement de sporozoïtes morts chitinisés sur place et devenant le point de départ de dépôts successifs de chitine, réguliers ou irréguliers, constituant les black-spores.

Les plaques formées par 20-100 black-spores, situées à la face externe de l'estomac, peuvent provenir de la rupture d'un oocyste ayant subi la dégénérescence chitineuse. Les amas observés sur les glandes salivaires (fig. B, pl. V), ou en divers points du corps, ont probablement eu, comme point de départ, des groupes de sporozoïtes.

Leur origine trachéenne, admise parfois, reste à établir.

Les oocystes peuvent subir la dégénérescence chitineuse peu de temps après leur apparition et avant la formation des sporozoïtes, ce qui montre que les black-spores ne sont pas toujours des sporozoïtes recouverts de chitine.

La présence de masses sphériques ayant les dimensions habituelles des oocystes mûrs, renfermant des black-spores, peut être considérée comme la preuve d'une infection antérieure du moustique par un *Plasmodium*.

Les masses de chitine irrégulières et amorphes, souvent très volumineuses, qui s'observent parfois chez divers moustiques, n'ont vraisemblablement aucun rapport avec des oocystes, car elles peuvent apparaître chez des insectes neufs.

Sur un total de 840 *Stegomyia fasciata*, dont 587 infectés une seule fois et 253 réinfectés quelques semaines plus tard, 63 présentaient des black-spores typiques, soit dans une proportion de 7,5 pour 100 de cas ; 150 témoins ayant servi à diverses expériences étaient négatifs.

Parmi les 693 *Stegomyia albopicta*, dont 431 infectés une seule fois et 262 réinfectés quelques semaines plus tard, 42 montraient des black-spores, soit dans une proportion de 6 pour 100 des cas. Les 112 moustiques témoins étaient négatifs.

Les oocystes à black-spores sont, comme nous l'avons signalé dans notre travail, plus fréquents chez les animaux réinfectés, ce qui peut être dû à une réaction plus forte du moustique ou à son âge plus avancé de quelques semaines.

Il est encore bien difficile de préciser le déterminisme de la formation des black-spores. En ce qui concerne le milieu extérieur, nos observations paraissent indiquer qu'en dépit de l'identité des conditions de température (25° C.), d'humidité et d'éclairage, au cours de nos expériences, les pourcentages relevés sont parfois bien différents.

Il semble que la formation de ces éléments dépend du virus plasmodien et de l'espèce de moustique utilisée. Les plasmodies aviaires paraissent déterminer plus fréquemment cette dégénérescence que les hématozoaires humains ; il est vrai que leur évolution s'effectue chez des culicidés différents.

Il résulte, des recherches de R. Ross, Annett et Austen, de Walch et de Mayne, que des éléments chitinisés ressemblant aux black-spores de Ross peuvent se rencontrer parfois chez des femelles de divers culicidés non infectés par des plasmodies. Il s'agit probablement dans ce cas d'une réaction de l'hôte vis-à-vis de corps étrangers vivants ou morts. Nous n'en avons pas rencontré au cours de nos recherches.

BIBLIOGRAPHIE

- BENTLEY (C. A.). — The seasonal malarial infection of *Neocellia stephensi* in Bombay. *Paludism*, I, janvier 1911, p. 43.
- BLANCHARD (R.). — *Les moustiques*, Paris, 1905, p. 475.
- BOYD (M. F.). — *An introduction to malariology*. Harvard University Press, Cambridge Mass., 1930, p. 295.
- BRUG (S. L.). — Die schwarzen Sporen (« Black-Spores ») bei der Malaria-infektion in Mückenkörper. *Arch. f. Protistenk.*, XXVI, 1916, p. 188.
- Chitinisation of parasites in mosquitoes. *Bull. Entom. Res.*, XXVII, 1932, p. 229.
- BRUMPT (E.). — Paludisme aviaire : *Plasmodium gallinaceum* n. sp. de la poule domestique. *C.R. Acad. Sciences*, CC, 1935, p. 183.
- Réceptivité de divers oiseaux domestiques et sauvages au parasite (*Plasmodium gallinaceum*) du paludisme de la poule domestique, transmission de cet hématozoaire par le moustique *Stegomyia fasciata*. *C.R. Acad. Sciences*, CCI, 1936, p. 750.
- Etude expérimentale du *Plasmodium gallinaceum*, parasite de la poule domestique. Transmission de ce germe par *Stegomyia fasciata* et *Stegomyia albopicta*. *Ann. Parasit.*, XIV, 1936, p. 597.
- BUCK (A. DE). — Degenerated Cysts and blackspores in *Anopheles* infected with Benign Tertian Malaria. *Proc. Acad. Sc. Amst.*, XXXIX, 1936, p. 559, 9 fig., 2 pl.
- DANIELS (C. W.). — On transmission of *Proteosoma* to birds by the mosquito : a report to the malaria Committee of the royal Society. *Proceed. Roy. Soc.*, LXIV, 1899, p. 443.
- FLU (P. C.). — *Lehrbuch de parasitaire Ziekten en der Hygiene*. Deel. II, Batavia, 1920, p. 134.
- GRASSI (B.). — *Studi di uno zoologo sulla malaria*. Rome, 1900, p. 147.
- HUFF (C. G.). — Comparative studies on susceptible and insusceptible *Culex pipiens* in relation to infections with *Plasmodium cathemerium* and *P. relictum*. *Amer. Jour. Hyg.*, XIX, 1934, p. 128.
- JAMES (S. P.). — Ross's « Black Spores » in the stomach and salivary glands of

EXPLICATION DES PLANCHES III à VI

PLANCHE III (1)

- FIG. A. — Paroi stomacale d'un *Stegomyia fasciata* (exp. 775/XXIV) infecté 10 jours plus tôt, montrant en 1, 2, 3, 4, quatre oocystes à contenu chitinisé ; T., trachée.
- FIG. B. — Oocyste 1 de la figure précédente agrandi. On peut voir autour de lui des sphérules chitineux (S.c.), qui se sont formés à son contact, mais sans rapport avec les sporozoïtes T., T., T.
- FIG. C. — Black spores (B.S.), ressemblant un peu au tortillon de trachées (T.) placé près d'elles. Les petites trachées étaient souvent altérées chez cet exemplaire de stégomyie.
- FIG. D. — Sphérules chitineux bruns (S.b.), prenant naissance indépendamment des plasmodies chez les moustiques infectés.

PLANCHE IV

- FIG. A. — Portions agrandies de diverses pages (1 à 6) de black spores de la figure 1 du texte.
- FIG. B. — Oocystes (2, 3, 4), à contenu chitinisé de la fig. A de la planche III. — L'oocyste 2 permet de voir que le processus de chitïnisation a gagné les tissus qui l'entourent où, en plus des grains noirs, on peut voir une black spore en S. Les trachées passent au-dessus et au-dessous de l'oocyste sans pénétrer à l'intérieur.

PLANCHE V

- FIG. A. — Estomac de *Stegomyia fasciata* infecté 30 jours plus tôt (exp. 775/XXIV). On peut observer tous les passages entre les grains chitineux et les black spores dont l'une, placée au centre, présente une forme curieuse.
- FIG. B. — Glande salivaire d'un *S. fasciata* (exp. 775/XXIV) infecté depuis 30 jours, montrant de grosses black spores superficielles ; en S., sporozoïtes du même insecte dessinés à la même échelle.
- FIG. C. — Black spores et sporozoïtes représentés à la même échelle.
- FIG. D. — Black spores. Reproduction d'une figure schématique de Bruce Mayne (1929). En 1, 2 et 3, spores noires ayant pris naissance dans les trachées. (D'après Bruce Mayne, 1929).

PLANCHE VI

- FIG. A. — Deux amas de black spores entourés de trachées sur l'estomac d'un moustique infecté (*S. fasciata*, Exp. 10 A).
- FIG. B. — Deux oocystes de l'estomac d'un *S. fasciata* (Exp. 775/XXIV). L'un, qui semble éclaté, ne renferme que des grains chitineux et l'autre, dont la paroi est plus ou moins résorbée, ne montre que de vraies black spores de Ross.
- FIG. C. — Amas de black spores et trachées semblant normales (estomac de *S. fasciata*).
- FIG. D. — Amas de black spores entouré de trachées plus ou moins altérées.
- FIG. E. — Oocyste renfermant un petit nombre de black spores de forme très irrégulière. L'une d'elles ressemble à un hippocampe, une autre est bifurquée (estomac de *S. fasciata*).
- FIG. F. — Coupe d'un estomac de *S. fasciata* très infecté par des oocystes normaux. On voit sur cette figure un oocyste, âgé de 5 jours seulement, rempli de black spores.

(1) Je dois ces quatre microphotographies à l'obligeance de mon collègue, le Dr M. Langeron, Maître de Recherches.

- malaria infected mosquitoes. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. et Hyg.*, XXI, 1928, p. 258.
- KING (W. V.). — Additional Notes on the infection of *Anopheles* with Malaria Parasites. *Amer. Journ. Hyg.*, X, 1929, p. 565.
- KNOWLES (R.) et BASU (B. C.). — The nature of the so-called « Black Spores » of Ross in malaria-transmitting mosquitoes. *Ind. Journ. Med. Res.*, XX, 1933, p. 757.
- KOCH (R.). — Ueber die Entwicklung der Malariaparasiten. *Zeitsch. f. Hyg.*, XXXII, 1899, p. 16.
- LANGERON (M.). — Mycose d'une larve de *Culex hortensis* de Corse. *Ann. Parasit.*, VII, 1929, p. 107.
- MANSON (P.). — *Tropical Diseases*, 3^e édit., Cassel édit., Londres, 1903, p. 30.
- MARSHALL (J. F.) et STALEY (J.). — A new observed reaction of certain species of Mosquitoes to the bites of larvae Hydrachnids. *Parasitology*, XXI, 1929, p. 158.
- MAYNE (Bruce). — The nature of the « Black Spores » associated with the Malaria Parasite in the Mosquito and their Relationship to the tracheal System. *Indian Journ. Med. Res.*, XVII, 1929, p. 109, 18 fig. et 4 pl.
- NEUMANN (R. O.). — Die Uebertragung von *Plasmodium praecox* auf Kanarienvögel. *Arch. f. Protist.*, XIII, 1908, p. 23.
- REICHENOW (E.). — Die Entwicklung von *Proteosoma circumflexum* in *Theobaldia annulata* nebst Beobachtungen über das Verhalten anderer Vögelplasmodium in Mücken. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft*, LXVII, 1932, p. 434.
- ROSS (R.). — Preliminary Report on the infection of birds with *Proteosoma* by the bites of mosquitoes. Nowgong, Assam, 11 octobre 1898a, in-4°, 4 pages.
- Report on the cultivation of *Proteosoma* Labbé in grey mosquitoes. *Ind. Med. Gaz.*, XXXIII, 1898b, p. 401, 448.
- ROSS (R.), ANNETT (H. E.) et AUSTEN (E. E.). — Report of the malaria expedition to Sierra-Leone (1899). *Liverpool school of Trop. Med.*, mémoire II, 1900.
- ROUBAUD (E.). — Disparition du pouvoir infectant chez l'*Anophèle* paludéen, au cours de l'hibernation. *C.R. Ac. Sc.*, CLXVI, 1918, p. 264.
- RUGE (R.). — *Einführung in das Studium der Malariakrankheiten*, in-8°, p. 37, G. Fischer édit., Iéna, 1901.
- STEPHENS (J. W. W.) et CHRISTOPHERS (S. R.). — The Practical Study of Malaria. *University Press*, Liverpool, 1903, p. 317.
- STEPHENS (J. W. W.). — Malaria in its relation to the mosquito. *Nothnagel's Encyclopedia of Practical Medicine*, 1905.
- TESTI (F.), in LÜHE (M.). — Die im Blute schmarotzenden Protozoen und ihre nächsten Verwandten. *Handbuch der Tropenkrankheiten*, III, Leipzig, 1906, p. 248.
- TESTI (F.). — *Giornale medico del R. Esercito*, XVIII, 1900.
- WALCH (E.). — Sur les « Black Spores » et autres corps chitinisés dans les *Anophèles*. *C.R. du 4^e Congrès de la Far. Eastern. Ass. Trop. Med.*, 1921-1922.
- WENYON (C. M.). — *Protozoology*, II, p. 923, Baillière, Tindall et Cox édit., Londres, 1926.

Institut de Parasitologie de la Faculté de médecine de Paris.

(Directeur : Prof. E. Brumpt).