

LES *ISOSPORAS* DU MOINEAU DOMESTIQUE ; MULTIPLICITÉ DES ESPÈCES¹

O. GRULET*, I. LANDAU** et D. BACCAM**

RÉSUMÉ. L'infection intestinale naturelle du Moineau domestique par *Isospora* a été suivie pendant un an dans une ferme de Normandie.

Cette étude révèle une grande multiplicité d'espèces et un polyparasitisme constant. Certaines espèces sont présentes toute l'année, d'autres à certaines périodes seulement ; l'intensité du parasitisme varie avec l'espèce et la saison.

L'analyse de la littérature montre qu'*Isospora lacazei* (Labbé, 1893), espèce dans laquelle sont classées presque toutes les *Isospora* décrites chez le Moineau, doit être considérée comme un parasite du Chardonneret. Douze espèces nouvelles sont décrites à partir des caractères morphologiques des oocystes étudiés à frais. Les caractères les plus utiles sont ceux : a) de l'appareil de Stieda et de ses inclusions ; b) des granules polaires (nombre, taille et forme) ; c) du corps résiduel (diffus ou à contours nets). Plus accessoirement, la taille et la forme des oocystes et des sporocystes, le nombre et la forme des cristalloïdes dans les sporozoïtes peuvent être utiles pour la différenciation des espèces.

La sporogonie présente les particularités suivantes : a) pour chaque espèce, elle s'effectue à un niveau déterminé de l'intestin, mais, plusieurs espèces peuvent se trouver à un même niveau. Cependant, il y a une distribution des sporogonies en damier qui fait que deux espèces ne se mélangent que très rarement dans une villosité. b) Le synchronisme d'excrétion des oocystes signalé par d'autres auteurs est retrouvé : les premiers oocystes apparaissant en début d'après-midi et les derniers à la tombée de la nuit ; il apparaît cependant que les oocystes de chaque espèce ont un horaire d'apparition et une durée d'excrétion caractéristiques.

Toutes les espèces rencontrées appartiennent au même groupe systématique (appareil de Stieda de type « macropyle »), ce qui suggère que le peuplement s'est fait par spéciations successives à partir d'une seule espèce d'origine et non par emprunts aux autres passéiformes du biotope.

Isospora from domestic sparrow : multiple species

SUMMARY. Natural intestinal infection of *Isospora* in the domestic Sparrow was studied during one year on a farm in Normandy.

This survey showed many species and constant multiple infections. Some species were present all year, others were found only at certain times of the year; intensity varied with species and season.

*Laboratoire d'Helminthologie et de Parasitologie comparée, École Pratique des Hautes Études, 61 rue de Buffon, F 75231 Paris Cedex 05.

** Laboratoire de Zoologie (Vers) associé au CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, 61 rue Buffon, F 75231 Paris Cedex 05.

1. Cette étude a reçu l'appui financier du programme spécial P.N.U.D./ banque mondiale/O.M.S. de Recherche et de Formation concernant les maladies tropicales.

Accepté le 29 octobre 1981

Almost all of the *Isosporans* previously described from the Sparrow were assigned to *Isospora lacazei* (Labbé, 1893), but this species is shown here in to be a parasite of the Goldfinch. Twelve new species are described on the basis of morphology of fresh sporulated oocysts. The most useful characters are those of: a) the Stieda apparatus and its inclusions; b) the polar granules (number and shape); c) the residual body (diffuse or well delineated). In addition, the size and shape of oocysts and sporocysts, the number and shape of cristalloids in the sporozoites can be used to differentiate species.

The following observations were made on sporogony: a) each species develops at a particular level in the intestine but several species could be found at the same level. However there is a patchy distribution of the species such that no two species occurred in the same villus. b) synchronous excretion of oocysts noted by others was found: the first oocysts appear at the beginning of the afternoon, the last at night fall; each species was found to have a characteristic and limited period of excretion.

All the species found belong to the same systematic group (Stieda apparatus "macropylar") which suggests that they arose from successive speciations from a single species and were not acquired from other passerines in the same habitat.

I — Introduction

L'infection des passériformes par *Isospora* est très chronique. Box, 1977, en étudiant *I. canaria* chez les canaris infectés expérimentalement, a montré que le parasitisme pouvait durer plus de 3 mois. Elle explique ce phénomène par l'accumulation de parasites dans les macrophages de différents organes, particulièrement du poumon, qui réensemenceraient l'intestin et entretiendraient ainsi l'infection. En effet, l'autopsie d'un moineau révèle toujours un certain nombre de formes extra-intestinales dans les macrophages des organes; si l'hypothèse qu'il s'agit là de formes d'attente se révélait exacte, les *Isospora* d'oiseaux pourraient constituer un modèle expérimental pour l'étude des drogues antipaludiques actives sur les hypnozoïtes de *Plasmodium vivax*. Nous avons, dans un premier temps, tenté d'étudier la biologie des *Isospora* du Moineau domestique *Passer domesticus* L. dans une localité de Normandie qui nous était facilement accessible.

Leur étude systématique a montré une extraordinaire multiplicité d'espèces. Chaque Moineau est parasité par au moins trois espèces, et la plupart héberge de 4 à 6 parasites différents, les espèces et l'intensité du parasitisme variant au cours de l'année.

La morphologie des oocystes s'est révélée un élément bien constant pour une espèce, à condition de n'étudier que des oocystes complètement mûrs. La taille moyenne de l'oocyste, la taille des sporocystes, le corps de Stieda sous ses différentes incidences, la présence ou l'absence de granules polaires et leur aspect sont autant d'éléments suffisamment constants pour que, dans la plupart des cas, il soit assez facile de distinguer les espèces.

Il est difficile actuellement de savoir à quel point les Coccidies de Passériformes sont spécifiques. On notera cependant que, lorsque l'étude morphologique est précise, la spécificité paraît être assez étroite. Nous avons effectué un sondage chez d'autres

Passereaux du biotope où ont été prélevés les Moineaux : *Prunella modularis* L., *Fringilla coelebs* L., *Parus coeruleus* L., *Phylloscopus bonelli* Vieill., *Erithacus rubecula* L., *Troglodytes parvulus* Koch., *Sitta europea* L., *Sylvia atricapilla* L. Bien que ces différents oiseaux hébergent chacun une à plusieurs espèces d'*Isospora*, seules deux de ces Coccidies n'ont pu être différenciées de celles du Moineau : la première, chez *Prunella modularis* L., est apparemment identique à *I. frenkeli* n. sp., la seconde, chez *Fringilla coelebs* L., est indiscernable d'*I. miki* n. sp.

Dans la littérature, les auteurs désignent habituellement les Coccidies de *Passer domesticus* L. sous le nom d'*Isospora lacazei* (Labbé, 1893). Ainsi que l'indique clairement Lévine, 1960, ce taxon recouvre en réalité un grand nombre d'espèces bien distinctes, mais nous ne nous associons pas à cet auteur lorsqu'il indique : « the best way to minimize confusion would be to retain for the present only the name *I. lacazei* for all those forms of *Isospora* from passeriform birds customarily referred to this species and for morphologically similar forms from other birds, recognizing that it may very well be a complex of several species ». Nous pensons, au contraire, que, pour sortir d'une inextricable confusion, il est nécessaire : 1) de ne prendre en considération que les formes dont l'oocyste mûr est décrit et dessiné avec précision ; 2) de réutiliser les taxa existants, mais indéterminables, en reprenant la description des espèces à partir du même hôte (ou du premier hôte cité par l'auteur, quand il y en a plusieurs), de la même région géographique, et n'ayant aucune différence notable avec les éléments fournis dans la description originale.

Dans le cas qui nous occupe, Labbé en 1896 a signalé *I. lacazei* chez *Passer domesticus* L., mais, dans sa description originale en 1893, il indique seulement « chardonneret, alouette, etc ». Nous estimons donc qu'actuellement *I. lacazei* doit désigner un parasite du Chardonneret *Carduelis carduelis*. Gottschalk, en 1969, a décrit en Allemagne, chez cet oiseau, *Isospora carduelis*, mais il dessine malheureusement un oocyste immature, qui est difficilement utilisable ;

Ne possédant aucun taxon disponible pour désigner les parasites de *P. domesticus* L. d'Europe, nous proposerons donc systématiquement des noms nouveaux, en indiquant pour chaque espèce les formes qui paraissent morphologiquement les plus proches.

Dans ce travail préliminaire, les variations saisonnières de l'infection ont été suivies pendant une année, les captures ayant été effectuées à un ou deux mois d'intervalle.

Nous avons été fréquemment en présence d'un mélange d'espèces, les unes très abondantes, les autres peu nombreuses : lorsque les oocystes étaient excrétés en abondance, la sporogonie tissulaire correspondante a été relativement aisée à identifier ; dans le cas contraire, nous n'avons pas toujours pu détecter les formes tissulaires intestinales. De plus, dans les infections naturelles, où le polyparasitisme est la règle, les schizogonies des différentes espèces nous ont paru impossibles à dissocier, et le nombre de générations, pour chaque espèce, indéterminable.

Par ailleurs, nous avons fréquemment observé les stades tissulaires extra-intestinaux décrits par E. Box (1970 et 1975) dans ses travaux sur les *Isospora* du Moineau

et du Canari. Là encore, en raison du polyparasitisme, l'espèce ou les espèces auxquelles appartiennent ces formes extra-intestinales n'ont pu être déterminées.

Nous décrivons ici 12 espèces ; d'autres ont été observées, mais en nombre insuffisant pour être décrites avec précision.

Dans cet article, nous avons étudié essentiellement la morphologie, la localisation intestinale et l'horaire de formation des oocystes, et, lorsque cela était possible dans le cas des parasitismes importants, la morphologie et la localisation des gamétocytes.

Dans la première partie de ce travail, nous décrivons douze espèces, que nous nommons :

- *Isospora boxae* n. sp.
- *Isospora frenkeli* n. sp.
- *Isospora gonnetae* n. sp.
- *Isospora iansmithi* n. sp.
- *Isospora fatigui* n. sp.
- *Isospora kouyatei* n. sp.
- *Isospora michaelbakeri* n. sp.
- *Isospora millgeni* n. sp.
- *Isospora nancyae* n. sp.
- *Isospora miki* n. sp.
- *Isospora spratti* n. sp.
- *Isospora yesi* n. sp.

Dans une seconde partie, nous discuterons leurs affinités et proposerons une hypothèse sur leur mode de spéciation.

Ce travail préliminaire doit déboucher ultérieurement sur des recherches plus approfondies sur le cycle biologique des *Isospora*.

II — Techniques d'étude et modèles biologiques

50 Moineaux ont été capturés de mars 1980 à 1981 à « La Bunelière », Beaulieu (Orne). Les oiseaux non autopsiés ont été relâchés. Pour chaque oiseau, l'étude des oocystes a été faite à partir des crottes émises au cours de l'après-midi, ou du contenu intestinal prélevé lors d'une autopsie.

Au moment de l'autopsie, la totalité de l'intestin est divisée en cinq parties, elles-mêmes subdivisées en 3 segments d'environ 1 cm. Les deux premiers segments sont fixés dans le Carnoy, le troisième est vidé de son contenu, qui est mis en culture dans le bichromate de potassium à 0,5 % ; la muqueuse est grattée avec le bord d'une lame et étalée sur une autre lame. Les différents autres organes : cœur, rate, rein, poumon, cerveau, sont fixés dans le Carnoy. Les coupes histologiques sont colorées par la méthode du Giemsa-colophane. Des frottis de sang, des appositions d'organes, et des étalements de cerveau et de moelle osseuse sont également effectués. Les préparations sur lames sont faites en double : — un premier lot est fixé par le méthanol, puis coloré pendant une heure dans une solution de Giemsa à 8 % ; — un deuxième

lot est fixé au Bouin pendant 20 minutes, et coloré une heure dans une solution de Giemsa à 8 %, puis différencié légèrement par un mélange d'acétone et de colophane. Dans de nombreux cas, l'hydrolyse acide des coupes, suivie d'une coloration par le Giemsa, a permis de mieux étudier les noyaux des parasites.

L'étude des oocystes a été faite après leur maturation dans le bichromate. Il nous est apparu qu'il était préférable de les laisser vieillir pendant 8 à 10 jours. En effet, les oocystes deviennent plus transparents et les contours des organites internes beaucoup plus nets.

Le matériel type est préparé avec des oocystes dont l'enveloppe a été endommagée par un léger broyage afin de permettre la pénétration du fixateur, ce dernier étant du formol à 10 % ; les oocystes ou les sporocystes libérés sont montés entre lame et lamelle dans de la glycérine tamponnée. La préparation est lutée avec du vernis à ongle et, pour chaque espèce, un oocyste ou un sporocyste a été choisi comme holotype et marqué d'un cercle sur la lame.

III — Resultats

A — Généralités sur l'infection

1) Répartition des espèces au cours de l'année

Dans le *tableau I*, nous avons noté les espèces trouvées lors des différentes captures.

TABLEAU I. — Différentes espèces trouvées au cours de l'année.

	Mars	Avr.	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Avr.
<i>I. boxae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. frenkeli</i>	+	+	+	+	+	—	+	+	+	—	+
<i>I. gonnetae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. iansmithi</i>	—	+	+	+	+	—	+	—	—	+	+
<i>I. fatigui</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. kouyatei</i>	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>I. michaelbakeri</i>	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>I. miltgeni</i>	?	?	?	?	?	?	+	—	+	+	—
<i>I. nancyae</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—
<i>I. mikei</i>	—	—	+	+	+	+	+	—	+	+	+
<i>I. spratti</i>	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>I. yesi</i>	—	—	+	+	+	—	+	—	—	—	—

? : *I. miltgeni*, espèce très proche de *I. boxae* a été différenciée tardivement et nous ne sommes pas certains qu'elle ait été totalement absente de mars à octobre.

2) Évolution et siège de la sporogonie

Les infections naturelles polyparasitaires du Moineau présentent trois particularités fondamentales, qui ont beaucoup facilité leur étude : — synchronisme de la

sporogonie ; — localisation de chaque espèce à un niveau particulier le long de l'intestin ; — groupement des oocystes et gamétocytes en populations homogènes.

Il en résulte qu'une espèce donnée est caractérisée, outre sa morphologie, par l'horaire et la localisation intestinale de sa sporogonie.

a) *Horaire de la sporogonie et localisation le long de l'intestin.*

Boughton D. C. (1933) et Schwalbach G. (1960) avaient déjà observé chez des Isospora de Passereaux que l'excrétion des oocystes se faisait à des moments bien précis au cours de la journée. Dans nos observations, la majorité des oocystes d'une espèce sont excrétés pendant environ quatre heures, les premiers oocystes apparaissant au cours de l'après-midi, les derniers à la tombée de la nuit. Il existe fréquemment un décalage de maturation pouvant atteindre plusieurs heures entre les différentes espèces.

TABLEAU II. — Heures, niveaux d'apparition et pourcentages des oocystes des différentes espèces présentes le 29 avril 1980 (capture le 25 avril 1980) : lever du soleil à 4 h 35, coucher du soleil à 19 h 01.

Référence du Moineau	Heure de l'autopsie	Niveau intestinal	Pourcentage des oocystes de chaque espèce						
			<i>I. boxae</i>	<i>I. frenkeli</i>	<i>I. gonnetae</i>	<i>I. iansmithi</i>	<i>I. fatigui</i>	<i>I. kouyatei</i>	
429 CL	15 h.	1		50	50				
		2		50	50				
		3		50	50				
		4		50	50				
		5		50	50				
430 CL	17 h.	1	48		48	4			
		2	31	6	52	11			
		3	19	17	61	3			
		4	10	21	57	6	2	4	
		5	14	15	65	3		3	
431 CL	19 h.	1	+		+		+		
		2	68	8		8	16		
		3	59	6	10	1	24		
		4	68	2	12	6	12		
		5	70	3	14	4	9		
432 CL	21 h.	1							
		2							
		3	18				+	82	
		4	8	8			22	62	
		5						+	

Les parties de l'intestin sont numérotées à partir du duodénum (1).

+ : oocystes présents, mais trop rares pour être comptés.

Les espèces suivantes : *I. michaelbakeri*, *I. miltgenti*, *I. nancyae*, *I. miki*, *I. spratti*, *I. yesi*, sont absentes.

L'étude de la sporogonie tissulaire et de la localisation intestinale a été effectuée sur deux lots de Moineaux autopsiés à intervalles de temps rapprochés (de 1 h 30 à 2 heures), au cours d'une même journée, l'un en avril, le second en novembre. Dans les *tableaux II et III*, ont été consignées les espèces présentes, l'abondance relative, l'horaire d'excrétion des oocystes et leur niveau dans l'intestin.

L'étude histologique seule permet de déterminer avec précision la localisation des gamétocytes et oocystes intracellulaires le long de l'intestin ; le niveau d'apparition des oocystes dans la lumière donne cependant de bonnes indications sur la limite supérieure de leur site de formation.

TABLEAU III. — Heures, niveaux d'apparition et pourcentages des oocystes des différentes espèces le 1^{er} novembre 1980 (capture et autopsie le même jour) : lever du soleil à 6 h 39, coucher du soleil à 16 h 28.

Référence du Moineau	Heure de l'autopsie	Niveau intestinal	<i>I. boxae</i>	<i>I. frenkeli</i>	<i>I. gommelae</i>	<i>I. iansmithi</i>	<i>I. fatigui</i>	<i>I. kouyatei</i>	<i>I. michaelbacheri</i>	<i>I. miligeni</i>	<i>I. nancyae</i>	<i>I. miker</i>	<i>I. sprathi</i>	<i>I. yesi</i>
700 XV	15 h	1	+	+	+	+								
		2	+											
		3												
		4												
		5						+						
701 XV	16 h	1	56			14				30				
		2	61		5	27	7							
		3	68	2	6	18	2		2				2	
		4	22		18	28	2		28				2	
		5	40		20	30			10					
703 XV	18 h	1												
		2	8		2		8				2	80		
		3	16			2					2	80		
		4	16			2				2		76		4
		5	60		10	8	2					20		
704 XV	19 h 30 mn	1												
		2												
		3												
		4	46			12	2		2	18	6	14		
		5	86	5		2			2			5		
705 XV	21 h 30 mn	1												
		2												
		3												
		4												
		5	90	5		5								

+ : oocystes présents, mais trop rares pour être comptés.

b) *Localisation de la sporogonie dans les villosités.*

Les gamétocytes mâles et femelles et les oocystes intracellulaires, occupent une aire bien circonscrite dans les villosités, où ils sont groupés en amas plus ou moins étendus. Le chevauchement des répartitions de deux espèces dans une même villosité est très rare ; il n'a été observé que dans un cas : celui de *I. gonnetae* et de *I. iansmithi* (cf. plus loin).

B — Étude des espèces

Chaque espèce est définie morphologiquement par son oocyste, et le matériel holotype est donc constitué par le dépôt d'oocystes correspondant à chacune des espèces décrites. Pour l'identification des formes tissulaires, nous sommes obligés de procéder par recouvrements successifs, en raison de la pluralité des espèces présentes et, dans certains cas, cette identification n'a pu être faite. Nous pensons pouvoir attribuer une détermination spécifique des formes tissulaires (oocystes intracellulaires et gamétocytes) pour les espèces suivantes : *I. boxae*, *I. frenkeli*, *I. gonnetae*, *I. iansmithi*, *I. fatigui*, *I. kouyatei*, étudiés en Avril, et *I. mikei*, étudié en novembre. Par contre, les infections à *I. miltgeni*, *I. nancyae*, *I. spratti* et *I. yesi* étaient trop faibles ou trop labiles, et leurs formes tissulaires n'ont pas pu être étudiées. Enfin, bien que les oocystes d'*I. michaelbakeri* aient été présents et relativement abondants dans le contenu intestinal en novembre, la multiplicité des espèces présentes à ce moment ne nous a pas permis d'identifier les formes tissulaires de cette espèce.

1) Rattachement des formes tissulaires et des oocystes correspondants

a) *I. frenkeli* et *I. gonnetae* : chez le Moineau 429 CL, les oocystes de ces 2 espèces, apparus à 15 h, sont les premiers observés dans la lumière du duodénum. Les premières formes tissulaires trouvées à ce moment sont de deux types : les unes situées au-dessus du noyau de la cellule hôte, les autres au-dessous. Chez 430 CL, les oocystes d'*I. frenkeli* et les formes tissulaires siégeant au sommet de la cellule épithéliale disparaissent à 17 h, alors que les oocystes d'*I. gonnetae* et les formes siégeant à la base de la cellule persistent. Nous avons donc relié l'un à l'autre les stades concomitants.

Les gamétocytes observés 2 h plus tôt chez 428 CL ont, de la même façon, été rattachés à *I. frenkeli* pour ceux localisés au sommet de la cellule et à *I. gonnetae* pour ceux localisés à la base.

b) *I. boxae* et *I. iansmithi* : chez 430 CL, les oocystes des 2 espèces apparaissent en même temps dans la lumière du duodénum à 17 h. Les premiers sont très nombreux, les seconds beaucoup plus rares. Des formes tissulaires (différentes de celles observées précédemment à 15 h) apparaissent au même niveau à ce moment : les unes formant de nombreux amas d'oocystes ovalaires de petite taille, les autres étant peu nombreuses et de grande taille¹.

1. Ces derniers oocystes sont mêlés à ceux d'*I. gonnetae*. Le partage de la même localisation dans la villosité intestinale est atypique et nous discuterons plus loin la signification de ce phénomène.

Quoi qu'il en soit, la morphologie des oocystes d'*I. gonnetae* étant connue (voir plus haut à 15 h), il est aisé de la différencier de l'espèce apparue à 17 h.

Nous avons considéré que les formes tissulaires très abondantes appartenient à *I. boxae* ; en plus de leur abondance, la petite taille des oocystes intracellulaires correspond bien à celles des oocystes d'*I. boxae* étudiés à frais. Les rares oocystes de grande taille, intracellulaires, mêlés à ceux d'*I. gonnetae* ont donc été attribués à *I. iansmithi*.

Les gamétocytes des 2 espèces observés 2 h plus tôt chez 429 CL présentent les mêmes caractères différentiels que les oocystes : ceux d'*I. boxae* sont plus petits et plus nombreux que ceux d'*I. iansmithi*, ces derniers partageant là encore la même localisation que ceux d'*I. gonnetae*.

c) *I. fatigui* : chez 431 CL, les oocystes sont observés pour la première fois dans la lumière de la deuxième partie de l'intestin à 19 h. Les oocystes de cette espèce coexistent avec ceux d'*I. frenkeli*, *I. boxae* et *I. iansmithi*, apparus et identifiés plus tôt, et dont quelques formes tissulaires persistent. Nous attribuons à *I. fatigui* les oocystes et les résidus de gamétocytes mâles observés pour la première fois à cette heure et à ce niveau de l'intestin.

d) *I. kouyatei* : chez 432 CL, les oocystes sont observés dans la lumière de la 3^e partie de l'intestin à 21 h. A ce moment, quelques rares oocystes extracellulaires d'*I. boxae* sont encore observés à ce niveau, mais aucune forme tissulaire de cette espèce. Nous rattachons *I. kouyatei* aux formes tissulaires observées pour la première fois à cette heure et à ce niveau de l'intestin.

e) *I. mikei* : chez 703 XV, les oocystes apparaissent dans la lumière de la deuxième partie, à 18 h, en novembre. Ils coexistent alors avec des oocystes d'*I. boxae*, *I. gonnetae*, *I. fatigui* et *I. nancyae* (ce dernier étant en très faible quantité). Les formes tissulaires des trois premiers ont déjà été étudiées. Nous attribuons donc à *I. mikei* les formes tissulaires nouvellement apparues et en grande quantité, différentes de celles déjà connues.

La très grande abondance de ces formes correspond à celle des oocystes d'*I. mikei* observés dans la lumière, et leur morphologie très caractéristique les différencie nettement des autres espèces déjà étudiées.

2) Descriptions morphologiques

— *Caractères généraux des oocystes* pour les 12 espèces étudiées : ronds, rarement ovalaires, sans micropyle et sans corps résiduel ; *sporocystes* ovoïdes ou piriformes ; *appareil de Stieda* de type « macropyle » de Schwabach (1959)¹, comprenant un corps de Stieda et un sous-corps de Stieda ; appareil de Stieda tantôt symétrique, tantôt asymétrique par rapport au grand axe du sporocyste ; *sporozoïtes* pointus à l'extrémité antérieure et arrondis à l'extrémité postérieure, contenant un noyau central et deux cristalloïdes, l'un à l'avant du noyau, l'autre à l'arrière (excepté dans le cas d'*I. miltgeni*, chez lequel il n'existe qu'un seul cristalloïde).

1. Schwabach a défini trois types d'appareil de Stieda : — 1. le type micropyle : le corps de Stieda est réduit à un épaississement de la paroi du sporocyste à la partie pointue ; il n'y a pas de sous-corps de Stieda ; — 2. le type deuterpyle a un sous-corps de Stieda et pas de corps de Stieda ou d'épaississement de la membrane du sporocyste ; — 3. le type macropyle comprend un corps de Stieda et un sous-corps de Stieda.

1) *Isospora boxae* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 22 NX. Espèce présente toute l'année ; début de l'excrétion des oocystes à 17 h en avril et à 15 h en novembre ; fin de l'excrétion à 21 h dans les 2 cas ; formation dans les trois premiers segments de l'intestin.

Oocystes à frais : taille $21,5 \mu\text{m} \pm 1,6 \mu\text{m} \times 22,0 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m}$ (19 oocystes mesurés) ; présence de 2 à 5 granules polaires en forme de bâtonnets courts et fins. *Sporocystes* (Pl. III, 1) : taille $15,2 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m} \times 10,2 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus avec des granulations de tailles inégales claires et foncées, parfois rassemblées vers le centre du sporocyste en amas mal limités. *Appareil de Stieda* symétrique ; corps de Stieda petit, en croissant mince et foncé ; sous-corps de Stieda sphérique, en deux parties de tailles inégales, séparées par une démarcation nette : partie supérieure plus petite et claire, accolée au corps de Stieda, partie inférieure plus grande et foncée. *Sporozoïtes* : trapus ; cristalloïdes arrondis, légèrement plus petits en avant du noyau qu'en arrière.

Oocystes intracellulaires en coupe : situés sous le noyau de la cellule hôte ; ronds ou légèrement ovalaires, à contour irrégulier, souvent dentelé ; membrane épaisse et rose ; cytoplasme bleu clair uniformément granuleux contenant quelques petits grains azurophiles ; noyau avec un nucléole net bien limité, entouré par une zone claire, rose.

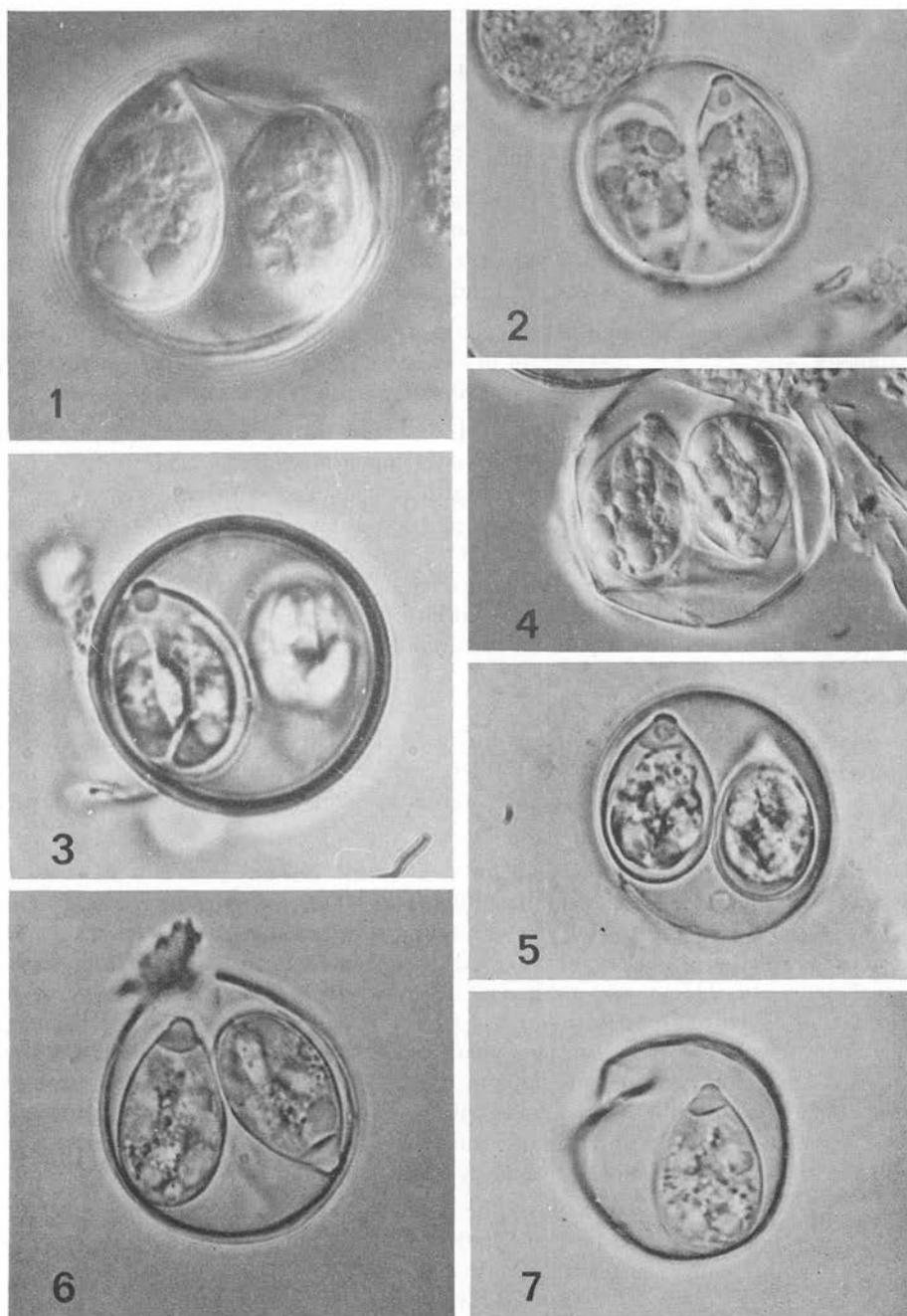
Oocystes en apposition : paroi épaisse et plissée ; contenu incolore ou verdâtre, pas de granulations visibles.

Gamétocytes en coupe : observés dans les trois premières parties de l'intestin à 15 h en avril. *Microgamétocytes* : taille $11,5 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m} \times 10,8 \mu\text{m} \pm 0,2 \mu\text{m}$; noyaux ronds et répartis en couronne périphérique souvent interrompue sur $1/5^{\text{e}}$ de son périmètre ; cytoplasme avec une partie centrale très granuleuse, dense et basophile. *Macrogamétocytes* : taille $13,2 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m} \times 9,4 \mu\text{m} \pm 1,2 \mu\text{m}$; ovalaires ; cytoplasme très basophile avec de grosses masses roses réparties à sa périphérie ; noyau avec un grand nucléole entouré d'un espace clair.

2) *Isospora frenkeli* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 23 NX. Espèce observée presque toute l'année : absente en octobre et en février ; début de l'excrétion des oocystes à 15 h et fin à 21 h en avril et en novembre ; abondante surtout en avril, formation dans les trois premiers segments de l'intestin ; coexiste dans le duodénum avec *I. gonnetae*, l'une des espèces siégeant au-dessus du noyau de la cellule hôte, l'autre au-dessous ; *I. frenkeli* est la seule espèce siégeant au-dessus du noyau de la cellule hôte.

Oocystes à frais (Pl. I, 6-7) : taille $25,5 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m} \times 24,5 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m}$ (20 oocystes mesurés) ; présence inconstante de 1 ou 2 granules polaires en bâtonnets épais. *Sporocystes* (Pl. III, 2) : taille $18,9 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m} \times 12,0 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus avec des granulations de deux types, les unes dispersées avec un centre clair, les autres sombres ayant tendance à se regrouper en 1 ou 2 masses. *Appareil de Stieda* : asymétrique ; corps de Stieda en croissant mince et foncé, sous-corps de Stieda clair et homogène, avec une partie supérieure tronquée et une partie inférieure



PL. I. — Oocystes : 1, *I. iansmithi* n. sp. ($\times 1900$) ; 2, *I. fatigui* n. sp. ($\times 1200$) ; 3, *I. millgani* n. sp. ($\times 1700$) ; 4-5, *I. gonnetae* n. sp. ($\times 1200$) ; 6-7, *I. frenkeli* n. sp. ($\times 1200$).
 Fig. 1 et 4, photos prises au contraste interférentiel selon NOMARSKY.

élargie ; selon l'incidence, base incurvée ou droite, descendant plus bas d'un côté que de l'autre (*Pl. III, 2 a-b-c*). *Sporozoïtes* : trapus, renflés à une extrémité, fins et incurvés à l'autre ; cristalloïdes antérieurs petits et ronds, cristalloïdes postérieurs grands et ovalaires ; noyau rond et bien visible.

Oocystes intracellulaires en coupe : situés au-dessus du noyau de la cellule hôte ; souvent très déformés ; cytoplasme peu chromophile, plus clair au centre qu'à la périphérie, formé d'amas irréguliers légèrement basophiles et contenant de grosses masses et de petits granules roses ; noyau petit, nucléole peu visible.

Oocystes en apposition : contour net ; teinte bleu turquoise ; cytoplasme uniformément granuleux, avec un centre très clair et une trentaine de granulations azurophiles très foncées, de tailles différentes, et de petites plages arrondies bleu homogène.

Gamétocytes en coupe : observés dans les trois premières parties de l'intestin à 13 h en avril. *Microgamétocytes* assez âgés, de forme allongée, taille $15,7 \mu\text{m} \pm 1,0 \mu\text{m} \times 8,6 \mu\text{m} \pm 1,0 \mu\text{m}$; cytoplasme bleu assez dense ; noyaux petits et incurvés, éparpillés dans tout le gamétocyte, parfois déjà disposés en couronne. *Macrogamétocytes* taille $14,2 \mu\text{m} \pm 1,0 \mu\text{m} \times 11,7 \mu\text{m} \pm 1,0 \mu\text{m}$; souvent aplatis latéralement, piriformes ou ovalaires ; cytoplasme bleu parsemé de petites masses roses ; noyau avec un nucléole central bien limité, dense, entouré d'une zone rose clair assez étendue, et avec une petite masse chromatinienne granuleuse accolée au nucléole.

3) *Isospora gonnetae* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 24 NX. Espèce présente toute l'année ; début de l'excrétion des oocystes à 15 h en avril et en novembre ; fin de l'excrétion à 19 h en avril et à 18 h en novembre ; formation dans les trois premiers segments de l'intestin.

Oocystes à frais (*Pl. I, 4-5*) : taille $25,0 \mu\text{m} \pm 2,0 \mu\text{m} \times 24,3 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m}$ (21 oocystes mesurés) ; présence de 1 ou 2 petits granules polaires. *Sporocystes* (*Pl. III, 3*) : taille $17,8 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m} \times 11,1 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus avec de grosses granulations claires et foncées, et une masse plus dense au centre. *Appareil de Stieda* asymétrique (*Pl. III, 3 a-b*) : corps de Stieda en croissant foncé ; sous-corps de Stieda clair, avec une partie supérieure tronquée et une partie inférieure élargie, légèrement asymétrique, un peu plus volumineuse d'un côté que de l'autre ; celle-ci renferme une masse centrale sphérique et très granuleuse, avec des granules plus ou moins foncés de tailles inégales ; limite inférieure du sous-corps de Stieda grossièrement arrondie, légèrement aplatie par endroits. *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs petits et arrondis, cristalloïdes postérieurs grands et ovalaires.

Oocystes en coupe : situés sous le noyau de la cellule hôte, rétractés à l'intérieur d'une loge plus grande qu'eux ; en forme de haricot ; membrane fine, rose et plissée ; cytoplasme plus ou moins bleu selon l'état de maturité de l'oocyste, avec un centre clair quand celui-ci est mûr ; présence de masses cytoplasmiques roses périphériques homogènes, rondes et bien limitées ; noyau mal limité, avec quelques granules chromatiniens accolés à un nucléole petit et peu chromophile.

Oocystes en apposition : contenu mauve, granulations azurophiles foncées de tailles différentes.

Gamétocytes en coupe : observés dans les trois premières parties de l'intestin à 13 h et surtout à 15 h en avril. *Microgamétocytes* : taille $14,2 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m} \times 9,2 \mu\text{m} \pm 1,2 \mu\text{m}$; noyaux grossièrement arrondis en couronne autour d'un centre très basophile ; à 17 h, les microgamétocytes mûrs persistent, avec des gamètes allongés se détachant de la périphérie et un centre clair homogène. *Macrogamétocytes* : taille $13,8 \mu\text{m} \pm 1,4 \mu\text{m} \times 9,0 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m}$; ovalaires, très basophiles, allongés le long de l'axe conjonctif de la villosité ; cytoplasme très granuleux ; noyau clair avec un gros nucléole central rond bien visible, accolé à une petite masse chromatinienne rose.

4) *Isospora iansmithi* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 25 NX. Espèce présente d'avril à septembre 1980, puis en novembre, en février et en avril 1981 ; début de l'excrétion des oocystes à 17 h en avril et à 15 h en novembre ; fin de l'excrétion à 19 h en avril et à 21 h en novembre ; oocystes plus abondants en novembre qu'en avril ; formation dans les deux premiers segments de l'intestin.

Oocystes à frais (Pl. I, 1) : taille $24,8 \mu\text{m} \pm 2,0 \mu\text{m} \times 24,1 \mu\text{m} \pm 1,2 \mu\text{m}$ (12 oocystes mesurés) ; présence de 4 à 5 granules polaires en forme de fins bâtonnets. *Sporocystes* (Pl. III, 4) : taille $17,6 \mu\text{m} \pm 2,0 \mu\text{m} \times 11,1 \mu\text{m} \pm 1,0 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus constitué de granules assez clairs et, à sa partie moyenne, de granulations sombres. *Appareil de Stieda* : asymétrique ; corps de Stieda en croissant mince et foncé ; sous-corps de Stieda clair, droit et étroit à sa partie supérieure, élargi à sa partie inférieure, et traversé à sa partie moyenne par une couronne de granules sombres alignés, de taille variable ; selon l'incidence, base du sous-corps de Stieda arrondie ou sinusoidale, descendant plus bas d'un côté que de l'autre (Pl. III, 4 a-b). *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs arrondis, cristalloïdes postérieurs ovalaires.

Oocystes intracellulaires en coupe : situés sous le noyau de la cellule hôte ; pas d'espace de rétraction ; ovalaires ; enveloppe mince et régulière ; cytoplasme rose très clair, homogène, sans granulations ; noyau avec un petit nucléole central.

Gamétocytes en coupe : observés dans les deux premières parties de l'intestin à 15 h. *Microgamétocytes* : taille $13,4 \mu\text{m} \pm 1,9 \mu\text{m} \times 8,4 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m}$; très immatures ; noyaux de forme irrégulière et dispersés ; à 17 h, la majorité des microgamétocytes observés sont mûrs, ovalaires, avec des noyaux périphériques en virgule et un centre rose clair et homogène. *Macrogamétocytes* : indiscernables de ceux d'*I. gonnetae* n. sp. à 15 h.

5) *Isospora fatigueti* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 26 NX. Espèce présente toute l'année ; début de l'excrétion des oocystes à 17 h en avril (très faible) et à 15 h en novembre ; fin de l'excrétion à 21 h en avril et à 19 h 30 en novembre ; formation dans les deuxième et troisième segments de l'intestin.

Oocystes à frais (Pl. I, 2) : taille $26,6 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m} \times 25,1 \mu\text{m} \pm 1,4 \mu\text{m}$ (25 oocystes mesurés) ; présence de granules polaires en fines aiguilles assez nombreuses. *Sporo-*

cystes (Pl. III, 5) : taille $19,9 \mu\text{m} \pm 1,2 \mu\text{m} \times 11,8 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus constitué de petits et gros granules clairs, plus concentrés vers le centre. *Appareil de Stieda* symétrique, grossièrement tronconique ; base : $7,7 \mu\text{m}$; hauteur : $4,6 \mu\text{m}$; corps de Stieda en croissant mince et foncé ; sous-corps de Stieda volumineux, clair, avec une base convexe, renfermant une ou plusieurs structures, très caractéristiques, sombres, en forme de gouttes, dont les pointes sont dirigées vers le corps de Stieda (Pl. III, 5 a-b-c-d). *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs arrondis, cristalloïdes postérieurs ovalaires.

Oocystes intracellulaires en coupe : situés sous le noyau de la cellule hôte ; ovalaires, souvent parallèles à l'axe de la villosité, bien limités, à contours réguliers ; cytoplasme clair, granuleux, contenant de très fins granules azurophiles ; noyau avec un nucléole petit et rouge, irrégulier, entouré d'un grand espace clair.

Oocystes en apposition : contenu bleu très foncé, granulations azurophiles très fines.

Gamétocytes : nous n'avons pas réussi à trouver dans le Moineau sacrifié deux heures plus tôt, c'est-à-dire à 15 h en avril, des gamétocytes pouvant être rattachés à cette espèce, l'infection chez cet oiseau étant vraisemblablement trop faible.

6) *Isospora kowatei* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 27 NX. Espèce présente uniquement en avril ; excrétion des oocystes à 21 h ; formation dans les trois derniers segments de l'intestin.

Oocystes à frais (Pl. II, 2) : taille $27,7 \mu\text{m} \pm 1,8 \mu\text{m} \times 23,7 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m}$ (10 oocystes mesurés) ; présence de 1 à 3 granules polaires en forme de fins bâtonnets. *Sporocystes* (Pl. III, 6) : taille $18,4 \mu\text{m} \pm 1,5 \mu\text{m} \times 11,8 \mu\text{m} \pm 0,7 \mu\text{m}$; corps résiduel bien limité, granuleux et central. *Appareil de Stieda* symétrique en forme d'entonnoir étroit et saillant à sa partie supérieure, élargi à sa partie inférieure ; corps de Stieda foncé, en forme de bouton épais ; sous-corps de Stieda en deux parties, l'une supérieure claire, l'autre foncée s'évasant vers une base arrondie. *Sporozoïtes* trapus, cristalloïdes antérieurs et postérieurs ronds.

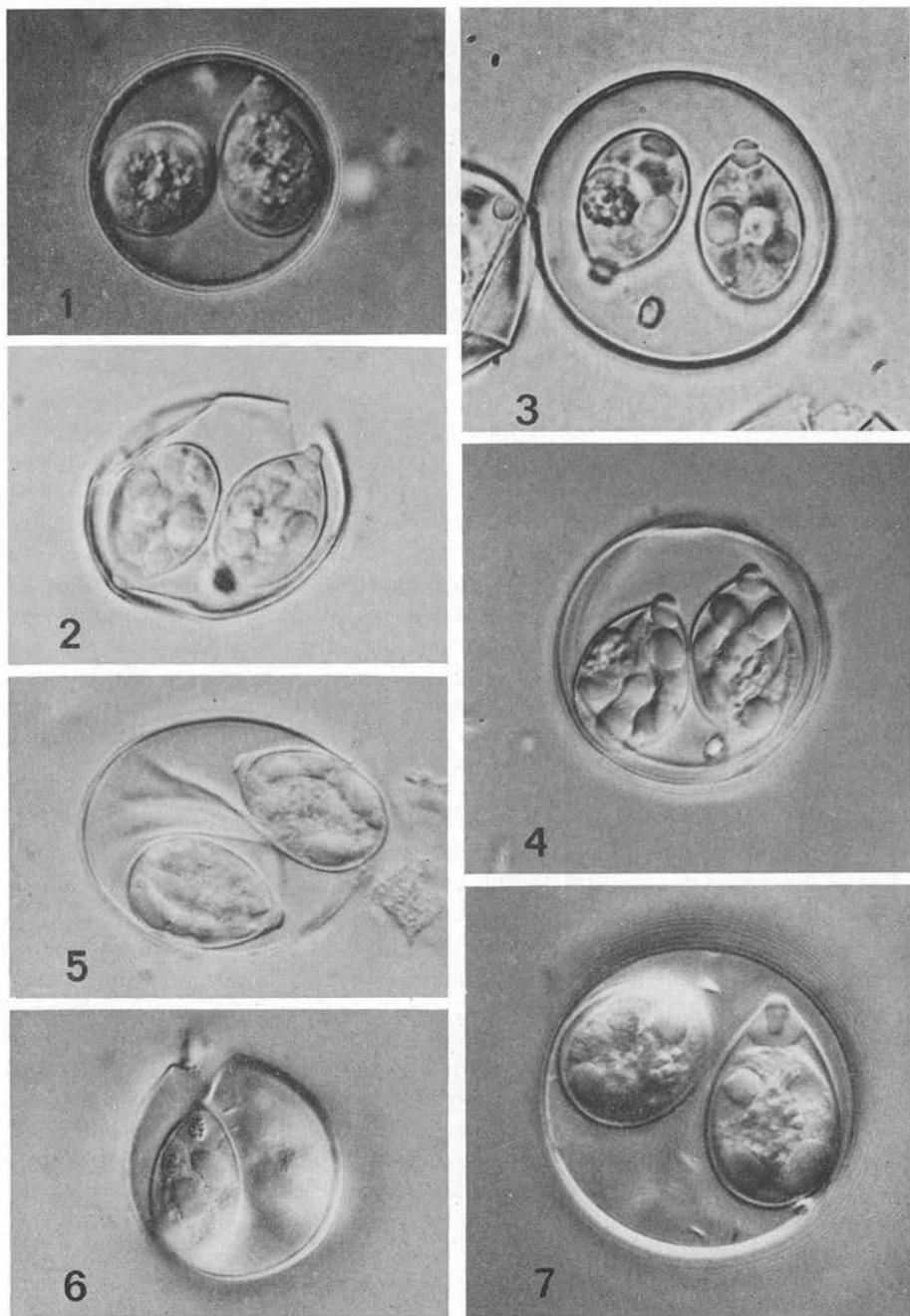
Oocystes intracellulaires en coupe : observés sous le noyau de la cellule hôte ; membrane peu épaisse et claire ; cytoplasme réticulé constitué par des mailles lâches délimitant des espaces clairs de tailles inégales ; présence dans le cytoplasme de quelques masses rose grisâtre plus ou moins volumineuses.

Oocystes en apposition : cytoplasme bleu grisâtre, finement et uniformément granuleux contenant des masses grises ou roses de taille et de formes variables.

7) *Isospora michaelbakeri* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 28 NX. Espèce présente de juillet à février ; excrétion des oocystes de 16 h à 18 h 30 en novembre. Le faible pourcentage de cette espèce par rapport aux autres ne permet pas l'étude des formes tissulaires.

Oocystes à frais (Pl. II, 1) : taille $27,1 \mu\text{m} \pm 2,2 \mu\text{m} \times 26,3 \mu\text{m} \pm 2,1 \mu\text{m}$ (15 oocystes mesurés) ; présence d'une dizaine de granules polaires en forme de fines aiguilles.



PL. II. — Oocystes : 1, *I. michaelbakeri* n. sp. ($\times 1500$) ; 2, *I. kouyatei* n. sp. ($\times 1200$) ; 3-4, *I. mihei* n. sp. ($\times 1300$) ; 5, *I. yesi* n. sp. ($\times 1200$) ; 6, *I. nancyae* n. sp. ($\times 1100$) ; 7, *I. spratti* n. sp. ($\times 1500$).

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 photos prises au contraste interférentiel selon NOMARSKY.

Sporocystes (Pl. IV, 1) : taille $18,2 \mu\text{m} \pm 1,1 \mu\text{m} \times 12,1 \mu\text{m} \pm 1,1 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus avec des granulations de différentes tailles. *Appareil de Stieda* asymétrique. Corps de Stieda en petit croissant fin ; sous-corps de Stieda de forme évasée, séparé du corps de Stieda par un fin espace clair ; sous-corps de Stieda contenant à sa partie supérieure une masse sphérique bien limitée, dense et finement granuleuse ; forme générale du sous-corps de Stieda très asymétrique, variable selon les incidences (Pl. IV, 1 a-b-c). a) base arrondie parallèle au bord de la masse granuleuse ; b) base oblique descendant plus bas d'un côté que de l'autre ; c) base divisée en deux lobes par une encoche). *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs petits et ronds, cristalloïdes postérieurs ovalaires.

8) *Isospora miltgeni* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 29 NX. Espèce observée de novembre à février, assez proche de *I. boxae*, dont elle n'a été différenciée qu'à partir de novembre 1980 ; a pu, si elle était présente en faible quantité à d'autres périodes, passer inaperçue. Oocystes trop peu nombreux pour être décrits en coupe.

Oocystes à frais (Pl. I, 3) : taille $22,3 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m} \times 22,3 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m}$ (9 oocystes mesurés) ; présence inconstante de granules polaires en forme de fines aiguilles. *Sporocystes* (Pl. IV, 2) : taille $14,9 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m} \times 9,8 \mu\text{m} \pm 0,6 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus, constitué de granules assez gros et bien visibles. *Appareil de Stieda* symétrique : corps de Stieda très fin, en plateau légèrement bombé ; sous-corps de Stieda homogène, en forme de dé à coudre allongé (hauteur : $2,2 \mu\text{m}$), droit à sa partie supérieure, arrondi à sa partie inférieure. *Sporozoïtes* : ne contiennent qu'un seul cristalloïde allongé postérieur.

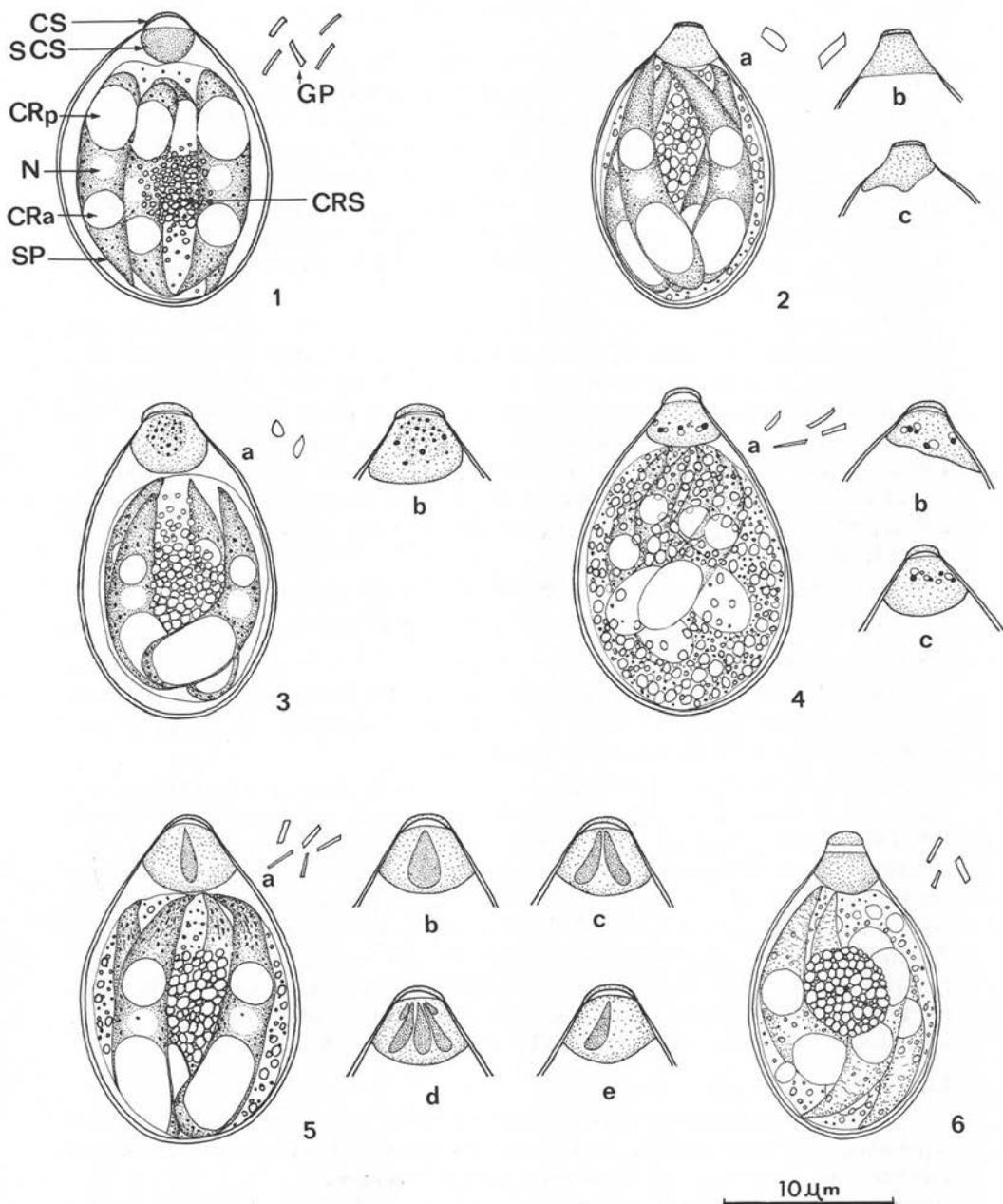
9) *Isospora nancyae* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 30 NX. Espèce présente en novembre et février. Excrétion des oocystes de 18 h à 19 h 30 en novembre. Oocystes peu nombreux et non décelés en coupe.

Oocystes à frais (Pl. II, 6) : taille $28,3 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m} \times 27,7 \mu\text{m} \pm 0,9 \mu\text{m}$ (8 oocystes mesurés). Présence de 4 à 6 granules polaires en forme de fins bâtonnets courts. *Sporocystes* (Pl. IV, 3) : taille $21,2 \mu\text{m} \pm 1,7 \mu\text{m} \times 12,8 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus constitué de granules clairs et foncés de taille différente. *Appareil de Stieda* asymétrique, tronconique et volumineux, de $4,6 \mu\text{m}$ de hauteur sur $6,1 \mu\text{m}$ de base ; corps de Stieda en bouton foncé ; sous-corps de Stieda à base légèrement arrondie, renfermant une masse très granuleuse, mamelonnée, renflée à sa partie inférieure, effilée à sa partie supérieure, qui est séparée du corps de Stieda par un petit espace clair (Pl. IV, 3 a-b). *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs arrondis, cristalloïdes postérieurs grands et ovalaires.

10) *Isospora mikei* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 31 NX. Espèce présente de juillet à novembre, et janvier-février. Début de l'excrétion à 19 h 30 en novembre. Formation dans les trois premiers segments de l'intestin.



PL. III. — Sporocystes : 1, *I. boxae* n. sp. ; 2, *I. frenkeli* n. sp. ; 3, *I. gonnetae* n. sp. ; 4, *I. iansmithi* n. sp. ; 5, *I. fatiguae* n. sp. ; 6, *I. kouyatei* n. sp.

CS : Corps de Stieda ; CRa : cristalloïde antérieur ; CRp : cristalloïde postérieur ; CRS : corps résiduel du sporocyste ; GP : granules polaires ; N : noyau du sporozoïte ; SCS : sous-corps de Stieda ; SP : sporozoïte ; a, b, c, d, e : aspects de l'appareil de Stieda sous ses différentes incidences.

Oocystes à frais (Pl. II 3-4) : taille $27,3 \mu\text{m} \pm 1,3 \mu\text{m} \times 25,4 \mu\text{m} \pm 1,6 \mu\text{m}$ (20 oocystes mesurés). Présence de un ou deux granules polaires grossièrement rectangulaires. *Sporocystes* (Pl. IV, 4) : taille $18,1 \mu\text{m} \pm 1,1 \mu\text{m} \times 12,3 \mu\text{m} \pm 0,7 \mu\text{m}$; corps résiduel rond et petit, bien limité (diamètre d'environ $4,6 \mu\text{m}$), très granuleux, avec des granules assez gros. *Appareil de Stieda* symétrique par rapport au grand axe du sporocyste ; corps de Stieda faisant saillie en croissant épais foncé ; sous-corps de Stieda globuleux à base arrondie, ou formant un angle très ouvert, séparé du corps de Stieda par un étranglement. *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs ronds, cristalloïdes postérieurs gros et allongés.

Oocystes en coupe : aucune forme intracellulaire n'a été trouvée ; par contre, de nombreux oocystes et des résidus de gamétocytes mâles ont été observés dans la lumière de la villosité, déterminant une encoche assez profonde au sommet de la cellule épithéliale, dont ils repoussent le plateau strié ; ces modifications de la surface de l'épithélium font penser à un développement extracellulaire des parasites ; oocystes de forme arrondie ou en croissant ; enveloppe plissée formant parfois deux prolongements aux extrémités ; cytoplasme rétracté en forme de croissant, bleu foncé, granuleux, parsemé de petits granules azurophiles, noyau grand et irrégulier sans nucléole visible.

Oocystes en apposition : paroi épaisse, imperméable au colorant, membrane légèrement plissée, contenu transparent souvent plus épais à la périphérie qu'au centre.

11) *Isospora spratti* n. sp.

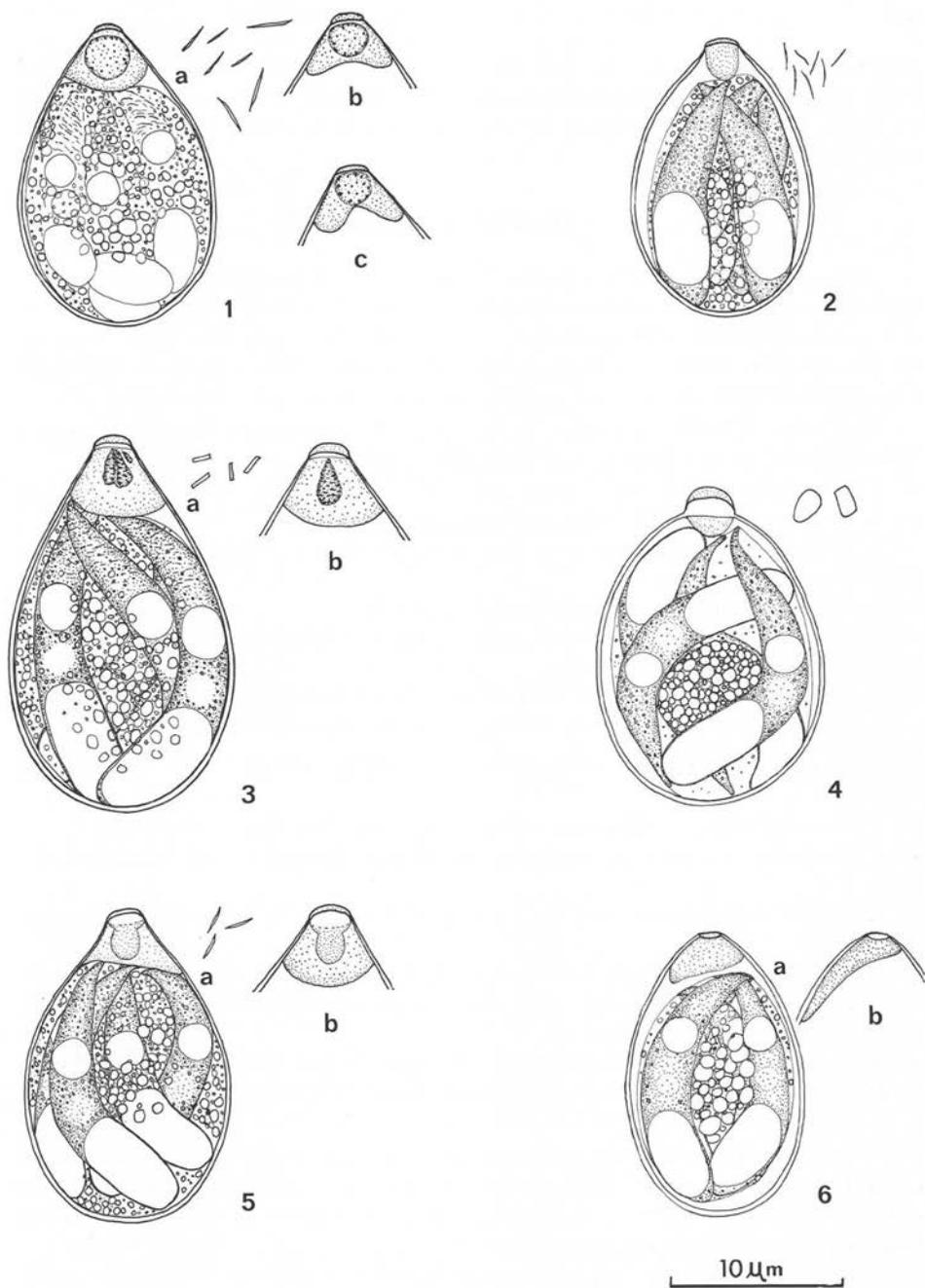
Matériel type enregistré sous le numéro 32 NX. Espèce présente en novembre 80 et avril 81. Excrétion des oocystes de 18 h à 19 h 30 en novembre. Oocystes très rares ne permettant pas l'étude des stades tissulaires.

Oocystes à frais (Pl. II, 7) : taille $26,6 \mu\text{m} \pm 1,1 \mu\text{m} \times 25,1 \mu\text{m} \pm 1,4 \mu\text{m}$ (10 mesures effectuées). Présence de 3 à 6 granules polaires en forme de fines aiguilles. *Sporocystes* (Pl. IV, 5) : taille $19,6 \mu\text{m} \pm 1,1 \mu\text{m} \times 10,9 \mu\text{m} \pm 0,8 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus constitué de gros granules dispersés uniformément. *Appareil de Stieda* asymétrique par rapport au grand axe du sporocyste ; corps de Stieda en mince croissant sombre peu incurvé ; sous-corps de Stieda de forme évasée convexe à sa partie inférieure, ou descendant plus bas d'un côté que de l'autre (Pl. IV, 5 a-b), renfermant une inclusion en forme de tétine, avec une partie supérieure élargie, accolée au corps de Stieda sur toute la largeur, et une partie inférieure plus étroite et plus haute. *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs ronds, cristalloïdes postérieurs grands et allongés.

12) *Isospora yesi* n. sp.

Matériel type enregistré sous le numéro 33 NX. Espèce présente de juillet à septembre, puis en novembre. Excrété uniquement à 18 h en novembre. Oocystes très rares, ne permettant pas l'étude des formes tissulaires.

Oocystes à frais (Pl. II, 5) : taille $27,6 \mu\text{m} \pm 1,4 \mu\text{m} \times 26,4 \mu\text{m} \pm 1,2 \mu\text{m}$ (4 oocystes mesurés). Absence de granules polaires. *Sporocystes* (Pl. IV, 6) : taille $18,4 \mu\text{m} \pm 1,4 \mu\text{m} \times 11,9 \mu\text{m} \pm 0,6 \mu\text{m}$; corps résiduel diffus constitué de gros granules clairs et foncés, plus denses au centre qu'à la périphérie. *Appareil de Stieda* asymétrique par



PL. IV. — Sporocystes : 1, *I. michaelbakerei* n. sp. ; 2, *I. miltgeni* n. sp. ; 3, *I. nancyae* n. sp. ; 4, *I. miki* n. sp. ; 5, *I. spratti* n. sp. ; 6, *I. yesi* n. sp. ; a, b, c, aspects de l'appareil de Stieda sous ses différentes incidences.

rapport au grand axe du sporocyste ; corps de Stieda en petit plateau sombre, sous-corps de Stieda légèrement granuleux, avec une base plus ou moins inclinée, incurvée en S (*Pl. IV, 6 a-b*). *Sporozoïtes* : cristalloïdes antérieurs ronds, cristalloïdes postérieurs gros et allongés.

IV — Statut taxonomique

Dans les *tableaux IV et V*, nous avons consigné les principaux caractères différentiels des espèces que nous avons décrites dans cet article. Elles ont toutes un appareil de Stieda de type macropyle (Schwalbach, 1959) (cf. page 217). Nous les comparons donc (*tableau VI*) uniquement aux espèces décrites dans la littérature chez les Passereaux et ayant un appareil de Stieda de ce type, c'est-à-dire :

— *I. chloridis* Anwar, 1966 et *I. lacazei* (Labbé, 1893) sensu Anwar, 1966 chez *Chloris chloris*, *Passer domesticus* et *Fringilla coelebs*.

— *I. canaria* Box, 1975 chez *Serinus canarius*.

— *I. ficedulae* Schwalbach, 1959 chez *Ficedula hypoleuca*.

— *I. hirundinis* Schwalbach, 1959 chez *Hirundo rustica*, *Phoenicurus ochruros* et *Phoenicurus phoenicurus*.

— *I. anthi* Schwalbach, 1959 chez *Anthus pratensis*.

— *I. dilatata* Schwalbach, 1959 chez *Anthus pratensis*, *Sylvia borin*, *Sylvia communis*, *Sylvia atricapilla*, *Sturnus vulgaris*.

— *I. petrochelidon* Stabler, 1972 chez *Petrochelidon pyrrhonota*.

— *I. lacazei* (Labbé, 1893) sensu Levine, 1960 chez *Passer domesticus*.

Sont donc éliminées des comparaisons les espèces suivantes, qui sont de type micropyle :

— *I. lacazei* (Labbé, 1893) sensu Scholtz, 1954 chez *Passer domesticus*.

— *I. phoenicuri* Schwalbach, 1959 chez *Phoenicurus phoenicurus* et *Ficedula hypoleuca*.

— *I. lickfeldi* Schwalbach, 1959 chez *Sylvia borin*, *Sylvia communis* et *Sylvia atricapilla*.

— *I. ampullacea* Schwalbach, 1959 chez *Sylvia borin*.

— *I. sylvianthina* Schwalbach, 1959 chez *Sylvia atricapilla*, *Sylvia borin*, *Sylvia communis* et *Anthus pratensis*.

— *I. wurmbachi* Schwalbach, 1959 chez *Saxicola rubetra*, *Sylvia atricapilla*, *Sylvia borin*, *Sylvia communis*, *Phylloscopus trochilus*, *Ficedula hypoleuca* et *Anthus pratensis*.

— *I. serini* Box, 1975 chez *Serinus canarius*.

Chaque espèce se différencie des autres avant tout par la morphologie de l'appareil de Stieda et, plus accessoirement, par des caractères tels que la taille des oocystes et des sporocystes, le nombre et la forme des granules polaires, le caractère diffus ou limité du corps résiduel, des sporocystes, etc.

Par raison de commodité, nous avons séparé les espèces en 2 groupes : celles ayant un appareil de Stieda symétrique par rapport au grand axe du sporocyste et celles qui l'ont asymétrique.

TABLEAU IV. — Tableau comparatif des espèces symétriques

Espèces	taille de l'ocyste en μm	granules polaires	corps résiduel du sporocyste	corps de Stieda	sous-corps de Stieda	schéma de l'appareil de Stieda et granules
I. boxae	22,0 x 21,5	2 à 5 bâtonnets courts et fins	diffus	croissant mince	sphérique	
I. kouyatei	27,7 x 23,7	1 à 3 bâtonnets fins	limité	bouton épais	évasé en entonnoir	
I. miltgeni	22,3 x 22,3	aiguilles fines	diffus	plateau	en dé à coudre	
I. mikei	27,3 x 25,4	1 à 3 bâtonnets épais rectangulaires	limité	croissant épais	sphérique	

TABLEAU V. — Tableau comparatif des espèces asymétriques
(N. B. : Toutes ces espèces ont un corps résiduel du sporocyste diffus).

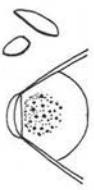
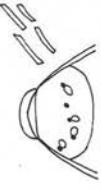
Espèces	taille de l'ocyste en μm	granules polaires	corps de Stieda	inclusion du sous-corps de Stieda	schéma de l'appareil de Stieda et granules
<i>I. frenkeli</i>	25,5 x 24,5	1 ou 2 bâtonnets épais	croissant très mince	absente	
<i>I. gonnetae</i>	25,0 x 24,3	1 ou 2 petites masses	croissant	masse sphérique de granules grossiers	
<i>I. iansmithi</i>	24,8 x 24,1	4 à 5 bâtonnets fins	croissant mince	couronne de granules	
<i>I. fatigueli</i>	26,6 x 25,1	nombreux bâtonnets fins	croissant mince	masse allongée en forme de goutte	

TABLEAU V. — Tableau comparatif des espèces asymétriques (suite).

Espèces	taille de l'ocyste en μm	granules polaires	corps de Stieda	inclusion du sous-corps de Stieda	schéma de l'appareil de Stieda et granules
<i>I. michaelbakeri</i>	27,1 x 26,3	nombreuses aiguilles	croissant	masse sphérique finement granuleuse	
<i>I. yesi</i>	27,6 x 26,4	absents	bouton	petites granulations uniformément réparties	
<i>I. nancyae</i>	28,3 x 27,7	4 à 6 bâtonnets fins	bouton	masse très granuleuse mamelonnée	
<i>I. spratti</i>	26,5 x 25,1	3 à 6 aiguilles	croissant mince	masse claire en forme de tétine	

TABLEAU VI. — Tableau comparatif des espèces (1) de la littérature

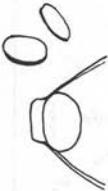
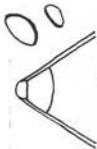
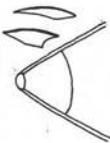
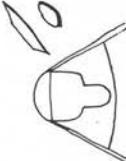
Espèces	taille de l'oocyste en μm	granules polaires	corps de Stieda	sous-corps de Stieda	-schéma de l'appareil de Stieda (3) et granules
S Y M E T R I Q U E					
<i>I. petrochelidon</i>	25,2 x 22,2	ovulaires ou disques aplatis	bouton proéminent	ellipsoïde	
<i>I. chloridis</i>	25,2 x 22,3	ovoïdes	bouton	trapézoïdal	
<i>I. lacazei</i> sensu Anwar	23,4 x 23,4	1 à 3 en forme d'esquille		trapézoïdal	
<i>I. canaria</i>	24,6 x 21,8	1 ou 2 bâtonnets grossiers	bouton		
<i>I. ficedulae</i>	20,5 x 20,5	1 ou 2 granules ronds, petits, et quelques bâtonnets à peine visibles	croissant mince	hexagonal	

TABLEAU VI. — Tableau comparatif des espèces (1) de la littérature (suite).

Espèces	taille de l'ocyste en μm	granules polaires	corps de Stieda	sous-corps de Stieda	schéma de l'appareil de Stieda (3) et granules
<u>S Y M E T R I Q U E</u>					
<i>I. hirundinis</i>	28,0 x 22,6	1 ou 2 rosettes	croissant épais	en 1/2 sphère	
<i>I. anthi</i>	25,6 x 21,6	1 rosette	plateau	trapézoïdal	
<i>I. dilatata</i>	24,3 x 24,3	au moins 3 granules en forme de bâtonnets ou de saucisses et 1 ou 2 petites particules	croissant épais	base aplatie ou concave	
<i>I. sylviae</i>	29,7 x 27,0	5 à 6 particules allongées ou rondes	croissant fin	plus large que haut avec une encoche à la base	
<u>A S Y M E T R I Q U E</u>					
<i>I. lacazei</i> (2) sensu Levine	24,1 x 22,1	1 ou plusieurs aiguilles ou masses rondes	bouton	trapézoïdal avec une structure en tétine	

(1) Toutes ces espèces ont un corps résiduel du sporocyste à contours nets.

(2) Cette espèce paraît symétrique sur le dessin illustrant sa description ; cependant elle est très proche d'*I. spratti* n. sp. et nous pensons qu'elle est probablement asymétrique mais dessinée sous une incidence où ce caractère n'apparaît pas.(3) Les schémas ont été faits d'après les dessins originaux, de : STABLER & KIRZMILLER 1972 pour *I. petrochelidon* ; ANWAR 1966 pour *I. chloridis* et *I. lacazei* sensu ANWAR ; BOX 1975 pour *I. canaria* ; SCHWALBACH 1959 pour *I. ficedulae*, *I. hirundinis*, *I. anthi*, *I. dilatata*, *I. sylviae* ; LEVINE & MOHAN 1960 pour *I. lacazei* sensu LEVINE.

Comme il apparaît dans les *tableaux IV, V et VI*, la morphologie de l'appareil de Stieda permet, dans presque tous les cas, de différencier les espèces entre elles. Deux exceptions doivent cependant être relevées : *I. miki* et *I. spratti*, très proches respectivement d'*I. canaria* Box, 1975 et *I. lacazei* (Labbé, 1893) sensu Levine, 1960.

I. miki se différencie d'*I. canaria* par quelques caractères morphologiques tels que la taille des oocystes : 26 μm pour *I. miki*, et 23 μm pour *I. canaria*, par la forme du sporocyste, plus globuleux chez *I. miki* que chez *I. canaria*. Enfin, le corps de Stieda nous paraît légèrement plus saillant chez *I. miki*, et il est rattaché au sous-corps de Stieda par un rétrécissement qui n'apparaît pas sur le dessin d'*I. canaria* (page 167, fig. 5 ; cf. Box, 1975).

De plus, nous n'avons pas observé de formes de développement intracellulaires d'*I. miki*, malgré sa grande richesse en oocystes extracellulaires, et nous soupçonnons cette espèce de se développer à la surface de l'épithélium intestinal ; si ce caractère se confirmait, il permettrait de différencier nettement *I. miki* d'*I. canaria*.

I. spratti se différencie d'*I. lacazei* sensu Levine par sa plus grande taille : 26,7 μm pour le premier, et 23,1 μm pour le deuxième, par la forme des granules polaires en fines aiguilles chez *I. spratti*, plus épais ou arrondis dans le dessin d'*I. lacazei* (cf. Levine, 1960), par le corps de Stieda, plus mince chez *I. spratti* que chez *I. lacazei*.

Ces différences morphologiques et le fait que nous connaissons encore mal les formes tissulaires d'*I. miki*, et pas du tout celles d'*I. spratti*, nous incitent à décrire ces dernières comme espèces individualisées.

V — Conclusion

Une étude de la morphologie des oocystes d'*Isospora* éliminés par le Moineau domestique d'une localité de Normandie montre la coexistence d'un grand nombre d'espèces congénères.

Les données préliminaires paraissent indiquer que l'on se trouve en face d'un équilibre parasitaire comparable à ce qui est observé de plus en plus fréquemment dans des groupes variés de parasites (cf. Chabaud et Durette-Desset, 1978). On retrouve chez *Isospora* les caractéristiques essentielles de ce phénomène : a) coexistence d'espèces abondantes et d'espèces peu abondantes (cf. Petter, 1966) ; b) biologie et localisation dans l'intestin distinctes d'une espèce à l'autre (cf. Durette-Desset, 1970) ; c) faune qui semble s'être constituée par spéciations successives à partir d'une espèce d'origine, et non par emprunts à des hôtes voisins ; on remarquera en effet que les 12 espèces décrites ci-dessus appartiennent toutes au même type morphologique (type macropyle).

BIBLIOGRAPHIE

- ANWAR M. : *Isospora lacazei* (Labbé, 1893) and *Isospora chloridis* n. sp. (Protozoa : Eimeriidae) from the English sparrow (*Passer domesticus*), greenfinch (*Chloris chloris*) and chaffinch (*Fringilla coelebs*). *J. Protozool.* 1966, 13, 84-90.

- BOUGHTON D. C. : Diurnal gametic periodicity in avian *Isospora*. *Am. J. Hyg.*, 1933, 18, 161-184.
- BOX E. D. : Influence of *Isospora* infections on patency of avian *Lankesterella* (*Atoxoplasma* Garnham, 1950). *J. Parasitol.*, 1967, 53, 1140-1147.
- BOX E. D. : *Atoxoplasma* associated with an *Isospora* oocyst in canaries. *J. Protozool.*, 1970, 17, 391-396.
- BOX E. D. : Exogenous stages of *Isospora serini* (Aragao) and *Isospora canaria* sp. n. in the canary (*Serinus canarius linnaeus*). *J. Protozool.*, 1975, 22, 165-169.
- BOX E. D. : Life cycles of two *Isospora* species in the canary, *Serinus canarius linnaeus*. *J. Protozool.*, 1977, 24, 57-67.
- CHABAUD A. G., DURETTE-DESSET M.-C. : Parasitisme par plusieurs espèces congénériques. *Bull. Soc. Zool. France*, 1978, 103, 459-464.
- DURETTE-DESSET M.-C. : Coexistence d'espèces congénères de Nématodes Héligmosomes dans l'intestin de Rongeurs africains. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 1970, 270, 2355-2358.
- GOTTSCHALK C. : Kokzidien aus Thüringen und der Oberlausitz. *Angew. Parasitol.*, 1969, 10, 229-233.
- LABBÉ A. : Sur les coccidies des oiseaux. *C.R. Acad. Sci.* (Paris), 1893, 116, 1300-1303.
- LABBÉ A. : Recherches zoologiques, cytologiques et biologiques sur les coccidies. *Arch. Zool. exp. gen.*, 1896, 4 (série 3), 517-654.
- LEVINE N. D., MOHAN R. N. : *Isospora* sp. from cattle and its relationship to *I. lacazei* of the English sparrow. *J. Parasitol.*, 1960, 46, 735-741.
- PETTER A. J. : Équilibre des espèces dans les populations de Nématodes parasites du côlon des Tortues terrestres. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, sér. A, Zool. 1966, 39, 1-252.
- SCHOLTYSECK E. : Untersuchungen über die bei einheimischen Vogelarten vorkommenden Coccidien der Gattung *Isospora*. *Arch. Protistenk.*, 1957, 100, 91-112.
- SCHWALBACH G. : Untersuchungen und Beobachtungen an Coccidien der Gattungen *Eimeria*, *Isospora* und *Caryospora* bei Vögeln mit einer Beschreibung von Sechzehn neuen Arten. *Arch. Protistenk.*, 1959, 104, 431-491.
- SCHWALBACH G. : Die Coccidiose der Sinvögel. I. Der Ausscheidungs rhytmus der *Isospora*. Oocysten beim Haussperling (*Passer domesticus*). *Zbl. Bakt. I. Abt. Orig.*, 1960, 178, 263-276.
- STABLER R., KITZMILLER N. J. : *Isospora petrochelidon* sp. n. (Protozoa : Eimeriidae) from the cliff swallow, *Petrochelidon pyrrhonota*. *J. Protozool.*, 1972, 19, 249-251.