

LA CRYPTOSPORIDIOSE ZONOSIQUE HUMAINE DUE À *CRYPTOSPORIDIUM FELIS* DANS LE MONDE

RACCURT C.P.*

Summary: HUMAN *CRYPTOSPORIDIUM FELIS* INFECTION IN THE WORLD

Cryptosporidium is an important enteric pathogen worldwide distributed causing diarrhoeal illness in humans and animals. Identifying *Cryptosporidium* species using conventional criteria, such as oocyst morphology, is inadequate. The advent of molecular techniques has conducted to characterize different species and genotypes of *Cryptosporidium* infecting humans. The vast majority of human cases of cryptosporidiosis in the world are caused by both species, *Cryptosporidium hominis* and *Cryptosporidium parvum*. However other species including *Cryptosporidium felis* can infect humans too. In this review, we analyse 58 reported cases of human *C. felis* infection in different parts of the world. To date this emerging protozoan disease is present in humans around the world, except in Australia and Oceania. Adults and children are infected, more often when immunocompromised by HIV infection (83 % of reported cases). Apparently immunocompetent individuals are also infected by *C. felis*. In developing countries, inhabitants are more likely infected by *C. felis* probably through the oocyst contamination of drinking or recreational water. The public health importance of *C. felis* infection in tropical countries remains to be evaluated.

KEY WORDS : human cryptosporidiosis, *Cryptosporidium felis*, biogeographical distribution.

Résumé :

La cryptosporidiose est l'une des principales causes de diarrhée aiguë de l'enfant dans les pays en voie de développement, et de diarrhée chronique chez les sujets immunodéprimés infectés par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH). L'identification de l'espèce est impossible par les méthodes conventionnelles et fait appel aux techniques de biologie moléculaire. La cryptosporidiose humaine est due le plus souvent à *Cryptosporidium hominis* et à *Cryptosporidium parvum*. Des espèces et des génotypes spécifiques d'animaux, dont *Cryptosporidium felis*, parasitent également l'Homme. Une revue systématique des cas humains dus à *C. felis* publiés dans le monde permet d'en décompter 58 dans toutes les régions biogéographiques, excepté l'Australie et l'Océanie. Adultes et enfants sont la cible de ce parasite. Chez ces 58 sujets parasités par *C. felis*, 83 % sont VIH-positifs. Cette zoonose se rencontre également chez des sujets apparemment immunocompétents. Les pays en voie de développement semblent plus concernés probablement à cause d'une transmission environnementale plus présente que dans les pays développés. Cette cryptosporidiose zoonosique demande à être plus largement évaluée dans les pays tropicaux.

MOTS CLÉS : cryptosporidiose humaine, *Cryptosporidium felis*, répartition mondiale.

Les cryptosporidies, coccidies parasites fixées à la surface en brosse des entérocytes chez l'Homme et les animaux, se rencontrent dans le monde entier. Elles sont généralement responsables de troubles digestifs à type de diarrhée, mais certains sujets infectés peuvent rester asymptomatiques. Liée aux conditions d'hygiène et environnementales du fait de la pollution fécale d'origine humaine, mais aussi animale, la cryptosporidiose est fréquente dans les pays en voie de développement. Dans les pays industrialisés, elle se manifeste sous la forme d'épidémies massives lors de contaminations accidentelles des circuits d'alimentation en eau potable (Mac Kenzie *et al.*, 1994) ou dans le cadre d'activités aquatiques récréatives pendant la belle saison (Meinhardt *et al.*, 1996). Dans les pays du Sud, *Cryptosporidium* spp. est parmi les quatre principaux agents responsables de diarrhée aiguë chez les jeunes

enfants (Pape *et al.*, 1987; Fayer *et al.*, 2000; Tzipori & Ward, 2002) avec une forte mortalité (Molbak *et al.*, 1993). Chez les sujets immunodéprimés, notamment ceux atteints par le virus de l'immunodéficience humaine (VIH⁺) chez qui le taux des CD4 est abaissé en dessous de 100/mm³, les cryptosporidies provoquent une diarrhée chronique persistante cause de décès (Pape *et al.*, 1983; Hunter & Nichols, 2002; Tumwine *et al.*, 2003; Caccio & Pozio, 2006). Il s'agit d'un problème de santé publique majeur dans la mesure où les oocystes, directement infectants dès leur émission dans les selles, sont particulièrement résistants dans le milieu extérieur (Xiao & Ryan, 2004) et que de faibles quantités absorbées avec l'eau ou les aliments contaminés sont suffisantes pour provoquer la maladie humaine (Xiao *et al.*, 2000).

La contamination humaine est due à une dizaine d'espèces :

- *Cryptosporidium hominis*, espèce spécifique de l'Homme et des primates récemment re-décrite (Morgan-Ryan *et al.*, 2002), retrouvée chez le dugong, mammifère marin (Morgan *et al.*, 2000);

* Service de Parasitologie et Mycologie médicales, Faculté de Médecine et Centre hospitalier universitaire d'Amiens, Université de Picardie Jules Verne, 80054 Amiens, France.

Tél : 33 (0)3 22 45 59 75 – Fax : 33 (0)3 22 45 56 53.

E-mail : raccurt.christian@chu-amiens.fr – raccurt@yahoo.fr

- des cryptosporidies animales dont *C. parvum*, parasite d'au moins 155 espèces de mammifères (Fayer, 2004);
 - sept autres espèces spécifiques d'animaux (*C. andersoni*, parasite du bétail; *C. baileyi*, parasite de la volaille; *C. canis*, parasite du chien; *C. felis*, parasite du chat; *C. meleagridis*, parasite du dindon; *C. muris*, parasite de rongeurs; *C. suis*, parasite du porc) ainsi que de nouveaux génotypes (Leoni *et al.*, 2006).

Seules les techniques moléculaires de génotypage distinguent avec certitude les espèces et les nouveaux génotypes. Le génotypage des isolats provenant de malades est donc essentiel pour mieux comprendre l'épidémiologie de la cryptosporidiose sous ses deux formes (anthroponose et zoonose) et l'impact réel en termes de santé publique des espèces et des nouveaux génotypes pathogènes pour l'Homme en fonction des régions et des groupes humains. Suite à la mise en évidence d'oocystes de *C. felis* chez deux patients diarrhéiques VIH⁺ en Haïti en 2001 (Raccurt *et al.*, 2006), nous nous proposons, à travers une revue de la littérature, de faire le point des connaissances actuelles sur cette zoonose dépistée de temps en temps chez l'Homme grâce aux techniques de caractérisation moléculaire.

REVUE DES DONNÉES SCIENTIFIQUES DISPONIBLES

À partir de la base de données informatisée PubMed, une recherche bibliographique a été effectuée en croisant les mots-clés suivants : human cryptosporidiosis-*Cryptosporidium felis* (51 articles), Africa (2), America (15), Asia (5), Australia (3), Caribbean (1), Europe (16), Oceania (1), Pacifica (0). L'analyse des articles a permis d'en retrouver 21 mentionnant ou décrivant des cas humains dus à *C. felis*. Les autres sont des revues générales ou des cas de cryptosporidiose animale.

En recoupant les articles rapportant les cas de France, du Royaume-Uni et des États-Unis, quelques doublons ont été décomptés. Les 86 cas humains comptabilisés dans les 21 articles analysés correspondent à 58 cas individuels. En effet, sur les 18 cas rapportés dans les trois publications françaises (Guyot *et al.*, 2001, 2002; Coupe *et al.*, 2005), l'un (H43 de Guyot *et al.*, 2002) est un des deux cas haïtiens rapportés par ailleurs par Raccurt *et al.*, 2006. Les six premiers cas français (Guyot *et al.*, 2001) proviennent du centre hospitalier universitaire de Nantes (H22) et de l'Hôpital Saint-Louis de Paris (numéros H6, H67, H78, H81, H83). Quatre de ces derniers ont été repris dans l'article de Coupe *et al.*, 2005. Sur ces six cas, cinq (H22, H67, H78, H81, H83) ont été incorporés dans la liste d'isolats analysés sur le plan du génotypage moléculaire (Guyot *et al.*, 2002). Dans la

publication de Coupe *et al.*, 2005, sur les six cas listés seuls les numéros 48 et 49 sont de nouveaux cas d'infection par *C. felis*. Au total, il s'agit donc bien de huit cas français individuels recensés entre 2001 et 2005. De même au Royaume-Uni, le nombre total est de six (Leoni *et al.*, 2006) dont quatre déjà rapportés par Pedraza-Diaz *et al.*, 2001 et par Leoni *et al.*, 2003. Pour les États-Unis, trois cas provenant de la Nouvelle Orléans (Xiao *et al.*, 2000) s'ajoutent aux six premiers cas rapportés (Pieniazek *et al.*, 1999; Morgan *et al.*, 2000). Les trois cas suisses mentionnés par Xiao *et al.*, 2000 sont ceux décrits par ailleurs (Morgan *et al.*, 2000). Au total 58 cas humains ont été rapportés à ce jour dans 12 pays (tableau I) répartis dans cinq des sept régions biogéographiques du monde (tableau II).

DISCUSSION

À la suite des premières publications reconnaissant en 1976 *Cryptosporidium parvum* comme responsable de diarrhée chez l'adulte immunodéprimé (Meisel *et al.*, 1976) ou l'enfant sain (Nime *et al.*, 1976), cette coccidie a été signalée partout dans le monde. C'est l'un des agents opportunistes fréquents en cas d'immunosuppression, notamment chez les sujets VIH⁺ (Hunter & Nichols, 2002). Jusqu'à la mise au point des techniques moléculaires de génotypage, les oocystes de cryptosporidies trouvés dans les selles humaines étaient présumés appartenir à l'espèce *C. parvum*. Ce n'est qu'à la fin des années 1990 que les génotypes animaux de *C. parvum* (Widmer *et al.*, 1998) et d'autres espèces animales de cryptosporidies (Pieniazek *et al.*, 1999) ont commencé à être identifiés en pathologie humaine. Depuis lors, seulement quelques cas de cryptosporidiose zoonosique due à *C. felis* ont annuellement été rapportés dans le monde (de trois en 1999 à 13 en 2006). Ce faible nombre est dû en partie au fait que le génotypage des isolats de *Cryptosporidium* n'est pas encore de pratique courante.

À ce jour, les cas humains de cryptosporidiose zoonosique due à *C. felis* se rencontrent dans le monde entier sauf en Australie et en Océanie, probablement pour les mêmes raisons que celles évoquées ci-dessus. Les deux régions biogéographiques où le nombre de cas dépistés est le plus élevé jusqu'à présent sont la région paléarctique occidentale (Europe) avec 23 cas et la région néotropicale (Amérique du Sud et Caraïbe) avec 15 cas. Pour l'instant, l'Afrique est la région apparemment la moins touchée avec seulement deux cas récemment rapportés (Gatei *et al.*, 2006). Le climat n'est pas l'élément essentiel pour expliquer cette disparité géographique apparente puisque les cas humains se rencontrent tout aussi bien en climat tempéré (Europe et États-Unis) que tropical. Sous les tropiques, ils existent

Année	Pays	N	A	E	VIH ⁺	VIH ⁻	Auteurs
1999	États-Unis	3	NP	NP	3	0	Pieniazek (1999)
2000	États-Unis	3	NP	NP	3	0	Morgan (2000)
	Suisse	3	NP	NP	3	0	Morgan (2000)
	États-Unis	3	NP	NP	3	0	Xiao (2000)
2001	Royaume-Uni	4	2	2	1	3	Pedraza-Diaz (2001); Leoni (2003)
	France	6	6	0	5	1	Guyot (2001, 2002)
	Pérou	1	0	1	0	1	Xiao (2001)
2002	Italie	1	1	0	1	0	Caccio (2002)
	Thaïlande	1	1	0	1	0	Tiangtip & Jongwutiwes (2002)
	Thaïlande	3	3	0	3	0	Gatei (2002)
2003	Rép. Tchèque	1	1	0	1	0	Ryan (2003)
	Pérou	10	10	0	10	0	Cama (2003, 2006)
2004	Portugal	4	3	1	4	0	Matos (2004)
2005	France	2*	2	0	2	0	Coupe (2005)
2006	Pérou	2	0	2	0	2	Priest (2006)
	Inde	5	5	0	5	0	Muthusamy (2006)
	Royaume-Uni	2**	1	1	1	1	Leoni (2006)
	Kenya	2	0	2	0	2	Gatei (2006)
	Haïti	2	1	1	2	0	Raccurt (2006)
Totaux		58	36	10	48	10	

N = nombre de cas; A = adultes; E = enfants; NP = non précisé.

* 6 cas recensés dont 4 déjà rapportés par Guyot *et al.*, 2001, 2002.

** 6 cas recensés dont 4 déjà rapportés par Pedra-diaz *et al.*, 2001 et Leoni *et al.*, 2003.

Tableau I. – Cas humains de cryptosporidiose due à *Cryptosporidium felis* rapportés dans le monde depuis 1999.

Région	N	A	E	VIH ⁺	VIH ⁻
Afrique	2	0	2	0	2
Amérique du Nord	9			9	0
Amérique du Sud et Caraïbe	15	11	4	12	3
Asie du Sud et du Sud-Est	9	9	0	9	0
Europe	23	16	4	18	5
Totaux	58	36	10	48	10

N = nombre de cas; A = adultes; E = enfants.

Tableau II. – Répartition géographique par région des cas humains de cryptosporidiose due à *Cryptosporidium felis* rapportés depuis 1999.

en altitude où les températures sont plus fraîches (Pérou, Kenya) comme en zones chaudes et humides (Inde du Sud, Thaïlande, Haïti). La sous-estimation de cette zoonose chez l'Homme en Afrique est-elle la conséquence de l'absence du génotypage moléculaire systématique des espèces en circulation ou de la rareté de la présence du chat dans les communautés humaines? La multiplication des études devrait apporter une réponse à la question de la faible fréquence apparente de l'infestation humaine par ce parasite du chat.

Cryptosporidium felis atteint aussi bien les adultes que les enfants. Sur 46 cas recensés dont l'âge est connu, 36 sont des adultes des deux sexes âgés de 19 à 61 ans, soit 78 %, et 10 (22 %) sont des enfants âgés de 2 à 12 ans. Les sujets immunodéprimés infectés par le VIH sont plus souvent atteints : des 58 cas humains revus, 48 sont VIH⁺ (soit 83 % des cas rapportés). Parmi les sujets VIH⁻, deux présentaient un terrain affaibli : une

femme âgée de 23 ans atteinte d'un lymphome (Guyot *et al.*, 2001) et un enfant âgé de huit ans atteint d'une affection héréditaire sévère (Pedraza-Diaz *et al.*, 2001). Les huit autres étaient sans troubles apparents de l'immunité. Il est maintenant établi que les espèces animales de cryptosporidies, dont *C. felis*, infectent également des sujets immunocompétents (Xiao *et al.*, 2001; Chalmers *et al.*, 2002; Cama *et al.*, 2003; Leoni *et al.*, 2006). Comme le soulignent ces auteurs, le parasitisme d'humains non immunodéprimés par de nombreuses espèces animales renforce la nécessité d'identifier précisément les isolats de cryptosporidies. Ainsi, l'épidémiologie de ces parasites sera mieux comprise, de même que leur distribution dans le monde et la place de l'homme dans leur circulation dans les écosystèmes en fonction de l'espèce rencontrée.

À cet égard, il est très probable que dans les pays en voie de développement, la fréquence des cryptosporidioses zoonosiques autres que celles dues à *C. parvum* ne soit pas négligeable en relation avec les cultures et les attitudes par rapport aux animaux domestiques (forte promiscuité ou non) et les niveaux de la pollution fécale d'origine animale du milieu de vie. Au Sud, cette relative surreprésentation des espèces animales (en dehors de *C. parvum*) s'observe en Thaïlande (Gatei *et al.*, 2002), au Pérou (Cama *et al.*, 2003, 2006; Priest *et al.*, 2006), en Inde (Muthusamy *et al.*, 2006), au Kenya (Gatei *et al.*, 2006), en Haïti (Raccurt *et al.*, 2006) et demande en conséquence à être mieux évaluée dans l'ensemble des pays en développement.

Selon les animaux domestiques ou familiers les plus abondants dans chaque société humaine (bétail, porc, volaille, chien, chat), et selon les comportements des humains par rapport à ces animaux, du fait du poids de la culture et des religions, on devrait trouver plus aisément l'une ou l'autre ou plusieurs espèces de cryptosporidies d'origine animale. La répartition géographique de *C. felis*, *C. canis* et *C. meleagridis*, espèces zoonosiques les plus souvent rencontrées chez l'homme après *C. parvum*, ne semble pas homogène sur l'ensemble de la planète, comme le fait déjà pressentir cette revue bibliographique. Par exemple la situation de *C. felis* chez l'homme est contrastée dans le Nouveau Monde. Aux États-Unis (300 millions d'habitants), première puissance économique mondiale aux standards d'hygiène très élevés où les animaux familiers bénéficient de soins attentifs et dispendieux, *C. felis* n'a été retrouvé que chez neuf adultes VIH⁺ avec des CD4 effondrés (de 3 à 48/mm³). En revanche, au Pérou et à Haïti, deux pays sous-développés à niveau faible d'hygiène et à forte concentration humaine dans les capitales où ont été menées les enquêtes (Lima et Port-au-Prince), les cas humains de *C. felis* sont relativement nombreux (15 cas, soit 1,6 fois plus pour une population bien moindre : 28 millions au Pérou et 8 millions en Haïti), atteignant indifféremment adultes et enfants, immunodéprimés (VIH⁺) ou non. Or, à Port-au-Prince, où les familles entretiennent souvent des chats pour se protéger des rongeurs surabondants dans le milieu où s'accumulent les détritiques, 32,9 % des chats étudiés éliminaient des oocystes de *Toxoplasma gondii* (Raccurt *et al.*, 2000). Il serait intéressant d'évaluer les taux d'infestation des chats par *C. felis*, principal réservoir de ce parasite, à Port-au-Prince et à Lima. En effet, à Bogota, Colombie, 11 % des chats étudiés sont infectés par *C. felis* (Santin *et al.*, 2006). La transmission des cryptosporidies à l'homme au contact des animaux infectés est bien connue. Le rôle du chat a déjà été incriminé dans des cas de cryptosporidiose humaine (Lewis *et al.*, 1985; Egger *et al.*, 1990). Si la transmission de *C. felis* par des contacts étroits avec le chat a été observée en Suisse (Morgan *et al.*, 2000) et au Portugal (Matos *et al.*, 2004), la transmission par le biais de l'environnement est certainement prépondérante dans les pays en voie de développement. Récemment les oocystes de *C. felis* ont été identifiés dans des déchets dans le Wisconsin, États-Unis, parmi de nombreuses autres espèces de cryptosporidies (Smith *et al.*, 2006).

CONCLUSION

L'application récente de techniques de biologie moléculaire pour identifier de façon précise les cryptosporidies confirme leur grande biodiversité et plus d'une dizaine d'espèces ou de génotypes diffé-

rents parasitent l'Homme. Actuellement concentrées dans quelques structures hautement spécialisées des pays développés, ces techniques d'identification sont indispensables pour mieux comprendre le rôle des différentes espèces en pathologie humaine. C'est pourquoi elles devraient être largement préconisées et surtout disponibles notamment au profit des pays du Sud particulièrement concernés par les zoonoses parasitaires. En effet, l'émergence en pathologie humaine d'espèces spécifiques d'animaux, comme *C. felis*, ou leur découverte grâce aux techniques de biologie moléculaire, est un fait qui se confirme dans le monde. Cette cryptosporidie pathogène pour l'homme se rencontre plus fréquemment chez les sujets immunodéprimés, mais affecte aussi des sujets non atteints par le VIH, notamment dans les pays en voie de développement où la pollution fécale de l'environnement, la promiscuité avec les animaux et les bas niveaux d'hygiène sont des facteurs favorisant la contamination humaine, notamment chez les enfants. Il s'agit d'un problème de santé publique qui demande à être mieux évalué et pris en compte dans les politiques nationales de santé.

RÉFÉRENCES

- CACCIO S., PINTER E., FANTINI R., MEZZAROMA I. & POZIO E. Human infection with *Cryptosporidium felis*: case report and literature revue. *Emerging Infectious Diseases*, 2002, 8, 85-86.
- CACCIO S.M. & POZIO E. Advances in epidemiology, diagnosis and treatment of cryptosporidiosis. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 2006, 4, 429-443.
- CAMA V., GILMAN R.H., VIVAR A., TICONA E., ORTEGA Y., BERN C. & XIAO L. Mixed *Cryptosporidium* infections and HIV. *Emerging Infectious Diseases*, 2006, 12, 1025-1028.
- CAMA V.A., BERN C., SULAIMAN I.M. *et al.* *Cryptosporidium* species and genotypes in HIV-positive patients in Lima, Peru. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 2003, (50S), 531-533.
- CHALMERS R.M., ELWIN K., THOMAS L.A. & JOYNSON H.M. Infection with unusual types of *Cryptosporidium* is not restricted to immunocompromised patients. *The Journal of Infectious Diseases*, 2002, 185, 270-271.
- COUPE S., SARFATI C., HAMANE S. & DEROUIN F. Detection of *Cryptosporidium* and identification to the species level by nested PCR and restriction fragment length polymorphism. *Journal of Clinical Microbiology*, 2005, 43, 1017-1023.
- EGGER M., NGUYEN X.M., SCHAAD U.B. & KRECHT T. Intestinal cryptosporidiosis acquired from a cat. *Infection*, 1990, 18, 177-178.
- FAYER R. *Cryptosporidium*: a water-borne zoonotic parasite. *Veterinary Parasitology*, 2004, 126, 37-56.
- FAYER R., MORGAN U. & UPTON S.J. Epidemiology of *Cryptosporidium*: transmission, detection and identification. *International Journal for Parasitology*, 2000, 30, 1305-1322.

- GATEI W., SUPUTTAMONGKOL Y., WAYWA D., ASHFORD R.W., BAILEY J.W., GREENSILL J., BEECHING N.J. & HART C.A. Zoonotic species of *Cryptosporidium* are as prevalent as the anthroponotic in HIV-infected patients in Thailand. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 2002, 96, 797-802.
- GATEI W., WAMAE C.N., MBAE C. *et al.* Cryptosporidiosis: prevalence, genotype analysis, and symptoms associated with infections in children in Kenya. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2006, 75, 78-82.
- GUYOT K., FOLLET-DUMOULIN A., LELIEVRE E. *et al.* Molecular characterization of *Cryptosporidium* isolates obtained from humans in France. *Journal of Clinical Microbiology*, 2001, 39, 3472-3480.
- GUYOT K., FOLLET-DUMOULIN A., RECOURT C., LELIEVRE E., CAILLIEZ J.C. & DEI-CAS E. PCR-restriction fragment length polymorphism analysis of a diagnostic 452-base-pair DNA fragment discriminates between *C. parvum* isolates of human and animal origin. *Applied and Environmental Microbiology*, 2002, 68, 2071-2076.
- HUNTER P.R. & NICHOLS G. Epidemiology and clinical features of *Cryptosporidium* infection in immunocompromised patients. *Clinical Microbiology Reviews*, 2002, 15, 145-154.
- LEONI F., AMAR C., NICHOLS G., PEDRAZA-DIAZ S. & McLAUCHLIN J. Genetic analysis of *Cryptosporidium* from 2,414 humans with diarrhoea in England between 1985 and 2000. *Journal of Medical Microbiology*, 2006, 55, 703-707.
- LEONI F., GALLIMORE C.I., GREEN J. & McLAUCHLIN J. Molecular epidemiological analysis of *Cryptosporidium* isolates from humans and animals by using a heteroduplex mobility assay and nucleic acid sequencing based on a small double-stranded RNA element. *Journal of Clinical Microbiology*, 2003, 41, 981-992.
- LEWIS I.J., HART C.A. & BAXBY D. Diarrhoea due to *Cryptosporidium* in acute lymphoblastic leukaemia. *Archives of Disease in Childhood*, 1985, 60, 60-62.
- MAC KENZIE W.R., HOXIE N.J., PROCTOR M.E. *et al.* A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *New England Journal of Medicine*, 1994, 331, 161-167.
- MATOS O., ALVES M., XIAO L., CAMA V. & ANTUNES F. *Cryptosporidium felis* and *C. meleagridis* in persons with HIV, Portugal. *Emerging Infectious Diseases*, 2004, 10, 2256-2257.
- MEINHARDT P.L., CASEMORE D.P. & MILLER K.B. Epidemiologic aspects of human cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission. *Epidemiological Reviews*, 1996, 18, 118-136.
- MEISEL J.L., PERERA D.R., MELIGRO C. & RUBIN C.E. Overwhelming watery diarrhoea associated with a *Cryptosporidium* in an immunosuppressed patient. *Gastroenterology*, 1976, 70, 1156-1160.
- MOLBAK K., HOJLYNG N., GOTTSCHAU A., SA J.C., INGHOIT L., DA SILVA A.P. & AABY P. Cryptosporidiosis in infancy and childhood mortality in Guinea Bissau, west Africa. *British Medical Journal*, 1993, 307, 417-420.
- MORGAN U., WEBER R., XIAO L. *et al.* Molecular characterization of *Cryptosporidium* isolates obtained from human immunodeficiency virus-infected individuals living in Switzerland, Kenya, and the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, 2000, 38, 1180-1183.
- MORGAN U.M., XIAO L., HILL B.D., O'DONOGHUE P., LIMOR J., LAL A.A. & THOMPSON R.C.A. Detection of the *Cryptosporidium parvum* "human" genotype in a dugong (*Dugong dugong*). *Journal of Parasitology*, 2000, 86, 1352-1354.
- MORGAN-RYAN U.M., FALL A., WARD L.A. *et al.* *Cryptosporidium hominis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) from *Homo sapiens*. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 2002, 49, 433-440.
- MUTHUSAMY D., RAO S.S., RAMANI S. *et al.* Multilocus genotyping of *Cryptosporidium* sp. isolates from human immunodeficiency virus-infected individuals in South India. *Journal of Clinical Microbiology*, 2006, 44, 632-634.
- NIME F.A., BUREK J.D., PAGE D.L., HOLSCHER M.A. & YARDLEY J.H. Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium*. *Gastroenterology*, 1976, 70, 592-598.
- PAPE J.W., LEVINE E., BEAULIEU M.E., MARSHALL F., VERDIER R. & JOHNSON W.D. Jr. Cryptosporidiosis in Haitian children. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1987, 36, 333-337.
- PAPE J.W., LIAUTAUD B., THOMAS F. *et al.* Characteristics of the acquired immunodeficiency syndrome (AIDS) in Haiti. *New England Journal of Medicine*, 1983, 309, 945-950.
- PEDRAZA-DIAZ S., AMAR C., IVERSEN A.M., STANLEY P.J. & McLAUCHLIN J. Unusual *Cryptosporidium* species recovered from human faeces: first description of *Cryptosporidium felis* and *Cryptosporidium* "dog type" from patients in England. *Journal of Medical Microbiology*, 2001, 50, 293-296.
- PIENIAZEK N.J., BORNAY-LLINARES F.J., SLEMENDA S.B., DA SILVA A.J., MOURA I.N., ARROWOOD M.J., DITRICH O. & ADDISS D.G. New *Cryptosporidium* genotypes in HIV-infected persons. *Emerging Infectious Diseases*, 1999, 5, 444-449.
- PRIEST J.W., BERN C., XIAO L. *et al.* Longitudinal analysis of *Cryptosporidium* species-specific immunoglobulin G antibody responses in Peruvian children. *Clinical and Vaccine Immunology*, 2006, 13, 123-131.
- RACCURT C.P., BRASSEUR P., VERDIER R.I. *et al.* Cryptosporidiose humaine et espèces en cause en Haïti. *Tropical Medicine and International Health*, 2006, 11, 929-934.
- RACCURT C.P., DERONNETTE E., BLAISE J., MILLIEN M. *Toxoplasma gondii* chez l'homme et chez le chat à Port-au-Prince (Haïti). *Médecine Tropicale*, 2000, 60, 410-411.
- RYAN U., XIAO L., READ C., ZHOU L., LAL A.A. & PAVLASEK I. Identification of novel *Cryptosporidium* genotypes from the Czech Republic. *Applied and Environmental Microbiology*, 2003, 69, 4302-4307.
- SANTIN M., TROUT J.M., CORTÉS VECINO J.A., DUBEY J.P. & FAYER R. *Cryptosporidium*, *Giardia* and *Enterocytozoon bienersi* in cats from Bogota (Colombia) and genotyping isolates. *Veterinary Parasitology*, 2006, 141, 334-339 (Epub, 2006, July 24).
- SMITH H.V., CACCIO S.M., TAIT A., McLAUCHLIN J. & THOMPSON R.C.A. Tools for investigating the environmental transmission of *Cryptosporidium* and *Giardia* infections in humans. *Trends in Parasitology*, 2006, 22, 160-167.

- TIANGTIP R. & JONGWUTIWES S. Molecular analysis of *Cryptosporidium* species isolated from HIV-infected patients in Thailand. *Tropical Medicine and International Health*, 2002, 7, 357-354.
- TUMWINE J.K., KEKITHINWA A., NABUKEERA N. *et al.* *Cryptosporidium parvum* in children with diarrhea in Mulago hospital, Kampala, Uganda. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 2003, 68, 710-715.
- TZIPORI S. & WARD H. Cryptosporidiosis: biology, pathogenesis and disease. *Microbes and Infection*, 2002, 4, 1047-1058.
- WIDMER G., TZIPORI S., FICHTENBAUM C.J. & GRIFFITHS J.K. Genotypic and phenotypic characterization of *Cryptosporidium parvum* isolates from people with AIDS. *The Journal of Infectious Diseases*, 1998, 178, 834-840.
- XIAO L., BERN C., LIMOR J. *et al.* Identification of five types of *Cryptosporidium* parasites in children in Lima, Peru. *The Journal of Infectious Diseases*, 2001, 183, 492-497.
- XIAO L., MORGAN U.M., FAYER R., THOMSON R.C. & LAL A.A. *Cryptosporidium* systematics and implications for public health. *Parasitology Today*, 2000, 16, 287-292.
- XIAO L. & RYAN U.M. Cryptosporidiosis: an update in molecular epidemiology. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 2004, 17, 483-490.

Reçu le 3 août 2006

Accepté le 14 novembre 2006