

# *Echinococcus multilocularis* : techniques de diagnose du parasite et diagnostic de la parasitose chez les animaux

## *Echinococcus multilocularis: identification of the parasite and echinococcosis diagnosis in animals*

Par Denis AUGOT<sup>(1)</sup>  
(communication présentée le 4 mars 2004)

### RÉSUMÉ

Après un rappel sur la diagnose d'*Echinococcus multilocularis*, l'auteur rapporte les techniques de diagnostic de l'échinococcose chez les hôtes définitifs (renard, chien, chat), les intermédiaires (rongeurs), ainsi que chez les hôtes inhabituels. L'identification d'espèce est essentielle à l'établissement d'un programme local de contrôle (en particulier chez les rongeurs).

Les méthodes actuelles, fiables et reconnues par l'OMS, pour le diagnostic chez les hôtes définitifs, réalisées à l'autopsie de l'animal, sont la technique de sédimentation (SCT), avec une spécificité et une sensibilité de 100 %, et celle du « grattage intestinal » (IST), avec une spécificité de 100 % et une sensibilité de 78 %.

La détection de coproantigène par ELISA dans les fèces de chiens, de chats et de renards est possible avec une sensibilité de 80 à 87 % et une spécificité comprise entre 70 et 99 %. Des techniques de biologie moléculaire utilisant la PCR (Polymerase Chain Reaction) sont appliquées dans des laboratoires spécialisés, pour la détection d'œufs d'*E. multilocularis* ou de l'ADN, directement à partir des échantillons fécaux de carnivores.

La manipulation des hôtes définitifs infectés par *E. multilocularis* et l'utilisation du matériel potentiellement contaminé par les œufs d'*Echinococcus* requièrent des précautions spéciales de sécurité. Deux molécules (praziquantel et epsiprantel) sont disponibles pour la prophylaxie.

**Mots-clés :** *Echinococcus multilocularis*, diagnostic, diagnose, traitement, prophylaxie.

(1) AFSSA- Laboratoire d'Études et de Recherches sur la Rage et la Pathologie de la Faune Sauvage, Domaine de Pixérécourt, B.P. 9, 54220 Malzéville Cedex. d.augot@afssa.fr

**SUMMARY**

After a brief description of the parasite's taxonomic status, the author reviews the diagnosis techniques of Echinococcosis in definitive (foxes, dogs, cats), intermediate (rodents) and aberrant hosts. Species identification is an essential prerequisite to the establishment of local control programmes (particularly in rodents).

Current reliable methods, recognised by WHO, to diagnose the parasitosis at necropsy in definitive hosts include: i) the intestinal smear technique (IST) with a sensitivity and specificity of 100%; ii) the sedimentation and counting technique (SCT) with a sensitivity of 100% and a specificity of 78%.

ELISA coproantigen detection in dog, cat and fox faecal samples is possible with a sensitivity of 80-87% and a specificity of 70-99%. Furthermore, molecular biology techniques based on PCR (Polymerase Chain Reaction) are now available in specialized laboratories for the detection of *E. multilocularis* eggs or DNA, directly from faecal samples of carnivores.

Special safety precautions must be implemented when handling definitive hosts infected with *E. multilocularis* and when using materials potentially contaminated with *Echinococcus* eggs.

Two molecules (praziquantel and epsiprantel) are available for prophylaxis.

**Key words :** *Echinococcus multilocularis*, diagnosis, taxonomic status, treatment, prophylaxis.

Le diagnostic de l'échinococcose chez l'hôte définitif est difficile car les œufs d'*Echinococcus sp.* sont morphologiquement indiscernables de ceux des autres *Taeniidae*. Les techniques de coproscopie ne permettent donc pas de faire un diagnostic spécifique. De plus, la France héberge deux parasites du genre *Echinococcus* qui sont responsables de zoonoses très graves.

Le cycle d'*E. multilocularis* comprend des carnivores (renard, chien, chat) comme hôtes définitifs et des rongeurs comme hôtes intermédiaires (principalement des rongeurs du genre *Arvicola* et *Microtus*). Le cycle biologique d'*E. granulosus* fait intervenir le chien comme hôte définitif et des herbivores et omnivores comme hôtes intermédiaires (principalement le mouton, mais aussi le porc). Ces deux parasites sont extrêmement proches d'un point de vue morphologique et la confusion peut être grande lors d'examens de fèces chez le chien.

La première partie sera consacrée à la morphologie d'*E. multilocularis* (comparaison avec *E. granulosus*). Le diagnostic de la parasitose sera abordé dans un deuxième temps (hôte définitif, hôte intermédiaire). Le troisième et le quatrième temps de l'exposé seront consacrés au traitement et à la prophylaxie.

• **MORPHOLOGIE D'*ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS***

Le parasite adulte se fixe dans l'intestin de l'hôte définitif. Le scolex lui permet de se fixer profondément entre les villosités intestinales au niveau des cryptes de Lieberkühn (THOMPSON, 1995).

*E. multilocularis* est un petit ver blanc nacré (figure 1) dont la taille varie selon l'hôte définitif (tableau 1). Dans sa partie antérieure, il possède un organe de fixation, le scolex, composé de 4 ventouses et de deux couronnes de crochets (petits et grands). En dessous du scolex, le corps se divise en segments ou proglottis, généralement au nombre de 3 à 4. Les segments portent un pore génital proéminent ; toujours disposé dans la partie antérieure du segment, il constitue un caractère d'exception de la famille.

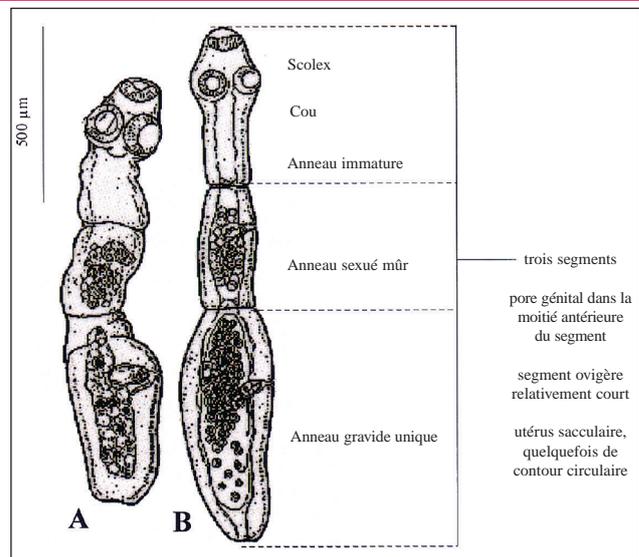


Figure 1 : Morphologie d'*Echinococcus multilocularis* (d'après DEBLOCK et al., 1989).

A : spécimen provenant d'un chat ;

B : spécimen provenant d'un renard.

Le ver adulte est hermaphrodite. L'utérus est de forme sacciforme dans le dernier segment par accumulation des œufs et sa forme est un critère de diagnose d'espèce.

Un parasite adulte et un segment ovigère sont présentés dans la figure 2. Ces parasites ont été trouvés chez des renards (photographies de l'AFSSA-LERRPAS Nancy).

Un certain nombre de caractères morphologiques permettent de différencier *E. multilocularis* d'*E. granulosus* (tableau 2).

• **DIAGNOSTIC CHEZ L'ANIMAL**

Le diagnostic peut se faire : i) sur l'hôte définitif (au niveau de l'intestin ; à partir des fèces); ii) sur les hôtes intermédiaires ou inhabituels.

Avant toute manipulation au laboratoire, le matériel potentiellement infestant doit être décontaminé. Les prélè-

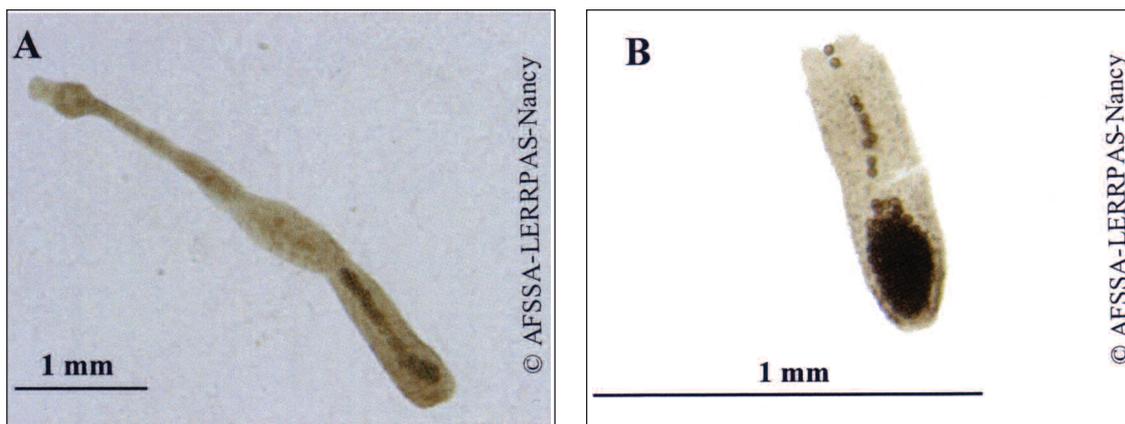


Figure 2 : Echinococcus multilocularis : parasite adulte (A), segment ovigère (B).

Espèces	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Nombre de segments	Références
Renard	0,9 à 4,5	0,250	3 à 5	(PETAVY et DEBLOCK, 1980)
Chien	0,94 à 1,52			(CRELLIN <i>et al.</i> , 1981)
Chat	0,677	0,136		(PROST, 1988)
	0,24 à 1,264	0,050 à 0,216		(PETAVY <i>et al.</i> , 2000)

Tableau 1 : Taille du parasite *E. multilocularis* chez les principaux hôtes définitifs.

vements (sauf pour le stade métacestode) sont décontaminés à  $-80^{\circ}\text{C}$  pendant une semaine. Des mesures strictes de précaution doivent être utilisées pendant la manipulation des échantillons (accès limité à la salle d'autopsie, utilisation de matériel à usage unique...).

### L'hôte définitif

**L'autopsie parasitaire** (ECKERT *et al.*, 2001)

*Technique de sédimentation (SCT)*

Cette technique constitue la technique de référence pour la détection du parasite chez l'hôte définitif sacrifié. En outre, elle permet de connaître la charge parasitaire d'*Echinococcus multilocularis* et, aussi, tous les parasites présents chez l'hôte.

Le principe est le suivant :

- l'intestin grêle est placé longitudinalement, ouvert sur toute sa longueur et coupé en segments de 20 cm de longueur et examiné macroscopiquement pour rechercher les helminthes de grandes tailles ;
- les segments sont placés dans un flacon de verre contenant un litre de sérum physiologique. Le flacon est secoué vigoureusement pendant quelques secondes, puis la muqueuse intestinale est décapée par pression entre les deux doigts. Les segments sont retirés et placés dans des sacs pour être incinérés ;
- le matériel intestinal et le liquide sont laissés à sédimenter pendant plusieurs périodes de 15 minutes. Le surnageant est décanté jusqu'à ce que le sédiment soit suffisamment éclairci ;
- le sédiment est examiné à la loupe binoculaire, au grossissement  $\times 120$ , par portion de cinq à dix millilitres, dans des récipients rectangulaires en plastique comportant une grille de comptage.

	Critères morphologiques	<i>E. granulosus</i>	<i>E. multilocularis</i>
<b>Corps</b>	longueur	3 à 8 mm	1,2 à 3,7 mm
	nombre de segments	3 à 4	2 à 4
	dimension du dernier segment	> à la moitié du corps	< à la moitié du corps
<b>Crochets</b>	nombre total	30 à 36	26 à 36
	nombre de rangs	2	2
	dimension des grands	42 à 49 $\mu\text{m}$	25 à 29 $\mu\text{m}$
	dimension des petits	32 à 42 $\mu\text{m}$	19 à 24 $\mu\text{m}$
<b>Organes génitaux</b>	nombre de testicules	45 à 65	17 à 26
	Disposition des testicules	en avant et arrière du pore génital	en arrière du pore génital
	forme de l'ovaire	réiforme	bilobé
	situation du pore génital	dans la partie postérieure	dans la partie antérieure
	aspect de l'utérus	12 à 15 paires d'évaginations latérales renflées	Sacciforme, contracté en une masse globuleuse

Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques comparées d'*E. granulosus* et *E. multilocularis* (d'après DORCHIES, KILANI et MAGNAVAL, 2002)

### *Technique de « grattage » intestinal (IST)*

Cette technique est moins sensible que la technique de sédimentation. Il s'agit d'effectuer un raclage partiel de l'intestin. Le déroulement de la technique est le suivant :

- l'intestin est placé dans un grand plateau métallique et ouvert sur toute la longueur ;
- les grosses particules (os, pierre) et les helminthes de grande taille sont retirés. De profonds raclages sont effectués avec une lame de verre (75 mm x 25 mm x 1 mm) ;
- le matériel récolté sur la lame est transféré dans une boîte de Pétri carrée en plastique où il est écrasé en fine couche par pression sur la lame ;
- cinq raclages sont réalisés à égale distance, au niveau du tiers proximal, intermédiaire et distal de l'intestin grêle, soit au total 15 lames ;
- les étalements sont examinés par lumière indirecte à la loupe binoculaire au grossissement x 120.

La charge parasitaire est donnée ici de façon grossière : basse (+), moyenne (++) et haute (+++).

Une variante de la méthode de référence est pratiquée au Laboratoire de l'AFSSA de Nancy (LERRPAS). Après que la muqueuse a été décapée par plusieurs pressions entre les doigts, le liquide de rinçage contenant le matériel est laissé à sédimenter pendant 30 minutes. Ensuite le surnageant est éliminé à l'aide d'une pompe. Le matériel intestinal est passé à travers un tamis dont les mailles sont de 0,5 à 1 mm. Le filtrat est transvasé dans une éprouvette graduée et laissé à sédimenter pendant une heure. Le surnageant est éliminé et le sédiment est alors examiné à la loupe binoculaire dans un récipient rectangulaire en plastique comportant une grille de comptage.

Ces deux techniques sont fiables mais assez lourdes à mettre en œuvre. Leur spécificité est très élevée car la détermination d'*E. multilocularis* sur les critères morphologiques permet un diagnostic sans ambiguïté.

### **Diagnostic *in vivo***

#### *Détection d'anticorps circulants*

Des études ont été conduites sur des renards porteurs d'*E. multilocularis* et sur des chiens porteurs d'*E. granulosus*. La recherche d'anticorps sériques chez l'hôte définitif est une méthode qui manque de sensibilité et de spécificité (DEPLAZES et ECKERT, 1996). Ce test ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) est préconisé comme un test de « *pré-screening* » dans une zone où le statut d'une population de renards vis à vis de l'*E. multilocularis* n'est pas connu (ECKERT *et al.*, 2001). Son utilisation permet d'avoir une idée de l'infestation, avant d'entreprendre une étude par PCR.

### *Détection des copro-antigènes*

Certains tests ELISA permettent la détection de copro-antigènes relâchés par le parasite adulte. Ces copro-antigènes sont détectables durant les périodes pré-patente et patente du teniasis et disparaissent pendant les jours qui suivent l'élimination du parasite chez l'hôte.

Actuellement, deux trousse de détection de copro-antigènes d'*Echinococcus* sont commercialement disponibles : *Echinococcus* ELISA® (Genzyme-Virotech GmbH, Rüsselsheim, Allemagne) et Chekit® Echinotest (Dr. Bommeli AG, Liebefed-Bern, Suisse). Il existe, de plus, d'autres ELISA qui ont été développés dans différents laboratoires de recherche (WHO/OIE, 2001).

La spécificité du test ELISA sur fèces pour la recherche d'helminthes autres que ceux du genre *Echinococcus* a été évaluée de 95 à 99,6 % (DEPLAZES *et al.*, 1999). En revanche, il existe un fort taux de réaction croisée entre *E. multilocularis* et *E. granulosus* dans des zones où les deux espèces sont sympatriques, par exemple en Chine (RAOUL *et al.*, 2001).

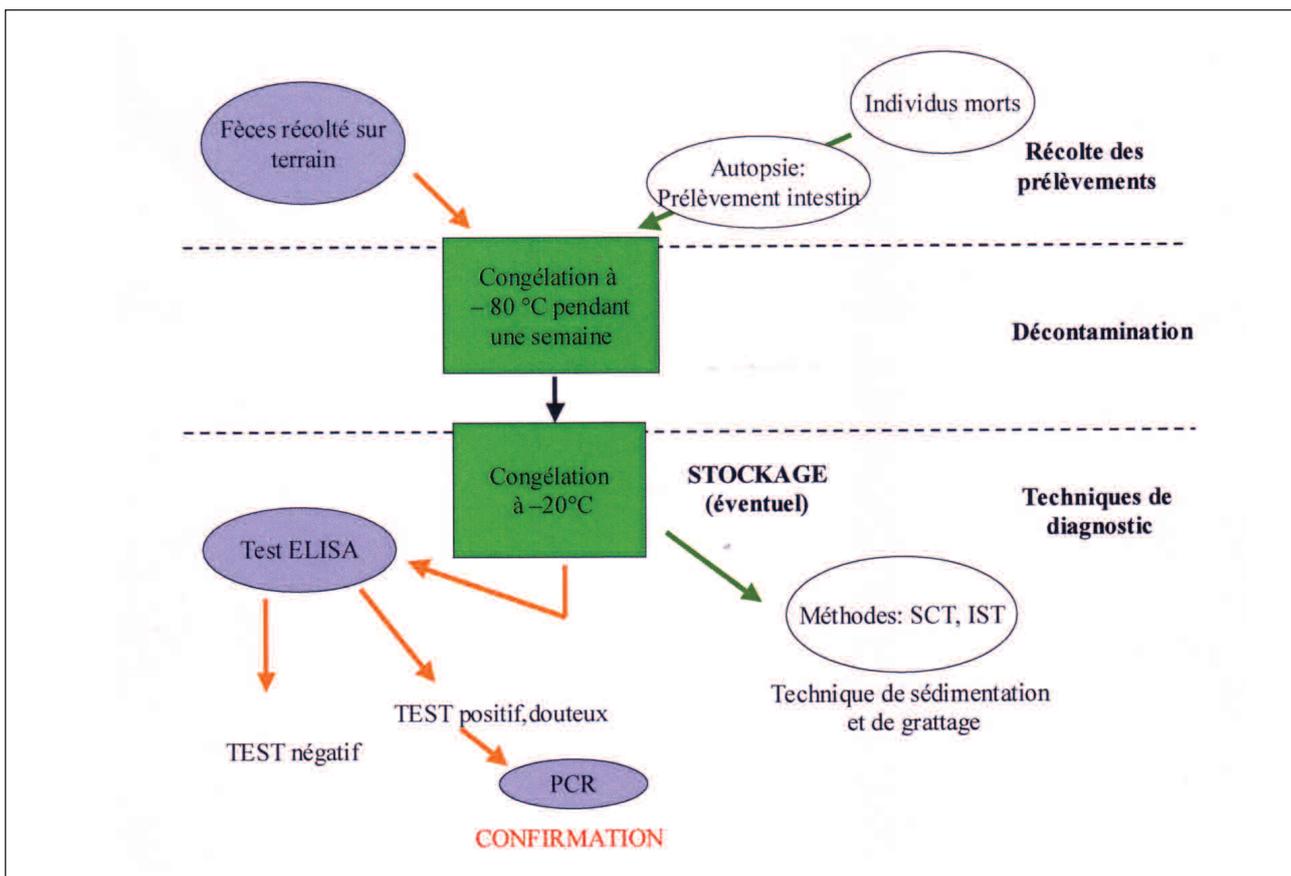
D'après RAOUL *et al.* (2001), il existe une corrélation entre le niveau de réaction du test (valeur de la densité optique à 405 nm) et la charge parasitaire de l'animal étudié. Pour nous, ce test ELISA (Chekit® Echinotest) est peu spécifique et la détermination d'une prévalence, difficilement interprétable ; il n'est en effet pas possible de déterminer un seuil fixe de positivité. En revanche, en se basant sur la répartition des densités optiques, il est possible de comparer des niveaux d'endémicité relatives entre différentes zones (RAOUL, 2001).

Pour des études épidémiologiques, dans des zones de basse prévalence du parasite, la détection des copro-antigènes par ELISA, avec une très haute valeur prédictive négative, peut être la méthode de choix. Comme la valeur prédictive positive de ce test est relativement basse, les résultats ELISA positifs nécessitent une confirmation ultérieure par PCR (ECKERT *et al.*, 2001).

### *Détection de copro-ADN*

Cette technique ne dispose pas encore de trousse commerciales. La détection de copro-ADN a été recommandée par DINKEL *et al.* (1998) comme une alternative à l'autopsie parasitaire (IST). Dans des études épidémiologiques chez le chien et le chat, la détection par copro-ADN peut être utilisée comme un test de confirmation (ECKERT *et al.*, 2001).

L'ADN des vers (œufs, cellules du parasite, segments) peut être détecté dans les fèces des carnivores après amplification par PCR (Polymerase Chain Reaction). Deux voies sont alors possibles :



**Figure 3 :** Proposition d'un schéma de cheminement des échantillons pour la diagnose d'*E. multilocularis*. (SCT : technique de sédimentation ; IST : technique de grattage intestinal).

i) soit en concentrant les œufs de *Taeniidae* après une coproscopie : dans ce cas, la technique ne détecte que la forme gravide du parasite ; en revanche, la sensibilité et la spécificité sont très élevées (94 et 100 % respectivement) ;

ii) soit en travaillant sur l'ensemble des fèces ; DINKEL *et al.* (1998) ont montré une sensibilité moyenne de 89 %, avec les deux limites suivantes : 100 % quand les échantillons présentent un nombre de vers gravides supérieur à 1000 et 70 % quand le nombre de vers non gravides est inférieur à 10.

Les auteurs ont utilisé divers couples d'amorces :

- BRETAGNE et ses collaborateurs (1993) ont amplifié un segment de 337 paires de bases codant pour l'ARN microsatellite (U1snARN) ;
- BOWLES, BLAIR et McMANUS (1992) ont amplifié, grâce à des amorces spécifiques de la cytochrome oxydase (COI), un segment de l'ADN mitochondrial ; cette paire d'amorces permet la différenciation des deux espèces *multilocularis* et *granulosus* après séquençage (XIAO *et al.*, 2004) ;
- DINKEL et collaborateurs (1998) ont amplifié une bande de 250 paires de bases de l'ADN mitochondrial (codant pour l'ARNr 12S) ;

- GOTTSTEIN et MOWATT (1991) ont amplifié un segment de 300 paires de bases de l'ADN génomique à l'aide des amorces BG1/BG3 ;

Le diagnostic de l'infestation, basé sur la recherche de copro-ADN, est réservé à quelques laboratoires. En effet, les différentes étapes sont longues et coûteuses et la standardisation n'est pas à l'ordre du jour, d'autant plus qu'il n'existe pas de trousse commerciale.

La figure 3 illustre les différentes étapes du diagnostic d'*E. multilocularis* en fonction du matériel à étudier.

#### L'hôte intermédiaire et inhabituel

Les signes cliniques de la contamination chez les hôtes intermédiaires naturels sont assez peu spécifiques. Le diagnostic passe obligatoirement par un examen histologique complété, si possible, par l'étude morphologique, en particulier celle de la taille des crochets des protoscolex (ECKERT *et al.*, 2001).

En plus de l'identification de lésions plus petites ou atypiques, d'autres techniques peuvent être utilisées comme l'immunohistochimie (avec des anticorps monoclonaux) ou la PCR (LIGHTOWLER et GOTTSTEIN, 1995).

Diagnostic	Technique utilisée	Caractéristique	Application	Nombre d'analyses par jour et par personne	Références
Animal mort	Sédimentation	Méthode de référence (réf.) (S) et (SP) : 100 %	Diagnostic individuel ou étude épidémiologique à grande échelle	10 animaux (autopsie incluse)	(DINKEL <i>et al.</i> , 1998)
	Raclage	(S) : 80 % par rapport réf. (SP) : 100 %		20 animaux (autopsie incluse)	(HOFER <i>et al.</i> , 2000)
Animal vivant ou mort, fèces	Recherche de copro-antigènes (ELISA)	(S) : 80% par rapport réf. (SP) : 95 %	Étude épidémiologique à grande échelle, <i>Pré-screening</i>	200 échantillons	(DEPLAZES <i>et al.</i> , 1999)
		(S) : 87 % par rapport réf. (SP) : 70 %			(SAKAI <i>et al.</i> , 1998)
Animal vivant (période prépatente et patente)	Isolement d'œufs/identification par PCR	(S) : 94 % par rapport réf. (SP) : 100 %	Diagnostic individuel, confirmation ELISA	15 échantillons	(DINKEL <i>et al.</i> , 1998)
Animal vivant ou mort, fèces	PCR sur fèces	(S) : 89 % par rapport réf. (SP) : 100 %	Diagnostic individuel ou étude épidémiologique à grande échelle		(MATHIS <i>et al.</i> , 1996)
	PCR après isolement d'œufs	(S) : 82 % par rapport réf. (SP) : 96 %			(MONNIER <i>et al.</i> , 1996)

**Tableau 3** : Les différentes techniques de laboratoire pour la détection d'*Echinococcus multilocularis* (modifié d'après DEPLAZES et ECKERT, 2001).

Le **tableau 3** résume les différentes techniques de laboratoire pour la détection d'*Echinococcus multilocularis*.

#### • TRAITEMENT

Jusqu'aux années 1970, le traitement du teniasis échinococcique des carnivores consistait à utiliser du bromohydrate d'arécoline. Ce vermifuge permettait l'expulsion des vers adultes mais il fallait plus de neuf traitements pour éliminer tous les vers chez 99,9 % des chiens (ECKERT *et al.*, 1984). Le diagnostic se fait sur la morphologie des vers adultes.

Les vermifuges actuellement disponibles sont indiqués dans le **tableau 4**. Ces deux produits ne sont pas ovicides.

#### Praziquantel

Le praziquantel n'est pas ovicide. Aussi l'utilisation de ce produit chez les carnivores domestiques nécessite-t-il de maintenir les animaux dans des espaces clos pendant et après la vermifugation et de détruire les fèces par incinération (BOUCHER, VUITTON et CLIQUET, 2001).

Une simple dose de praziquantel (administrée par voie orale) est efficace à 100 % contre *E. multilocularis* ou *E. granulosus* chez des chiens (ECKERT *et al.*, 2001).

Cependant, on ne peut pas exclure la présence d'un parasitisme résiduel chez certains individus traités, notamment en cas de sous-dosage (ECKERT *et al.*, 2001).

De plus, il est possible d'utiliser le praziquantel à fortes doses chez des chiens, y compris des animaux gestants, pendant une longue période sans observer de lésions ni de perturbations de la fonction de reproduction (ANDREWS *et al.*, 1983).

#### Epsiprantel

Cette molécule n'est pas disponible en France. Elle est très efficace contre les différentes espèces de *Taenia*, *Diphylidium caninum* chez le chien et le chat et contre les espèces d'*Echinococcus* (MANGER et BREWER, 1989).

L'epsiprantel est une molécule bien tolérée par les chats et les chiens. Contrairement au praziquantel, il est très peu absorbé par les hôtes et peut donc agir directement sur les cestodes (MANGER et BREWER, 1989).

Molécule (dérivée de l'isoquinoline-pyrazine)	Forme (nom)		Dose efficace 90 %	Dose recommandée (chien, chat)
	Injectable	Comprimé		
Praziquantel	Droncit® (seul)	Drontal® (association) Milbémax® (association)	4,6 mg/kg PV	5 mg/kg PV (O) 5,7 mg/kg PV (IM)
Epsiprantel		Cestex®		5,5 mg/kg PV (O) pour le chien 2,75 mg/kg PV (O) pour le chat

**Tableau 4** : Les molécules utilisées pour le traitement d'*Echinococcus multilocularis*. (O) : oral ; (IM) : intra-musculaire ; PV : poids vif.

- **PROPHYLAXIE**

Il convient de distinguer les hôtes définitifs (renard et animaux domestiques) et les hôtes intermédiaires.

### Les hôtes définitifs

#### *Hôtes domestiques*

La vermifugation peut se faire avec du praziquantel selon des règles sanitaires strictes, notamment l'incinération des excréments. L'administration d'une dose de praziquantel, bien que potentiellement efficace à 100 %, ne suffit pas à éliminer le parasite. En effet, il faut penser à la présence d'un parasitisme résiduel chez certains individus traités et donc un deuxième traitement s'impose, de un à 7 jours après le premier.

Ce parasitisme résiduel est aussi fréquent avec l'epsiprantel. Le résultat du traitement peut être contrôlé en utilisant un copro-antigène ELISA, suivi si possible d'une PCR (ECKERT *et al.*, 2001).

#### *Hôtes sauvages*

Des essais de vermifugation ont été menés au Japon (Île d'Hokkaido), en Allemagne et en Suisse (Zurich). La dose de praziquantel des appâts varie de 25 mg à 50 mg et le nombre d'appâts au km<sup>2</sup> varie de 15 à 50 en fonction des études. Le temps de distribution des appâts varie également. Ces études ont montré une diminution de la prévalence du teniasis chez le renard sur les différents secteurs traités.

D'après un modèle mathématique (ROBERTS et AUBERT, 1995), il est possible d'éradiquer le parasite dans des zones de faible prévalence (< 50 %) en utilisant des appâts. Ce modèle n'a pas été validé dans les conditions naturelles.

La vermifugation des renards sur un grand territoire n'est pas envisageable à l'heure actuelle.

Une autre approche consisterait à limiter les populations de renards. La destruction à grande échelle des renards n'est pas imaginable pour des raisons éthiques, agronomiques et écologiques. Une maîtrise des populations de renards pourrait consister à favoriser les prédateurs naturels (loup, lynx, l'aigle royal). Une autre voie est le développement de programmes de recherche sur l'immunocontraception du renard. Ces études longues et coûteuses font l'objet de recherches à l'AFSSA de Nancy (LERRPAS).

### Les hôtes intermédiaires : les rongeurs

Il existe un lien entre les pullulations de campagnols et les fortes prévalences d'*E. multilocularis* chez le renard (GIRAUDOUX, 1991).

Le contrôle des populations de rongeurs fait l'objet de nombreuses recherches. La lutte chimique, notamment avec la bromadiolone, a d'abord été employée massivement. Elle est inefficace en période de pullulation des rongeurs. Les meilleurs résultats sont obtenus dès les premiers signes de pullulation des rongeurs. Un des inconvénients de cette méthode est la destruction d'animaux non cibles (carnivores, rapaces, gibier) dont certains peuvent intervenir pour réguler la population de rongeurs.

La lutte chimique est basée actuellement sur l'utilisation du phosphore de calcium ou de magnésium.

La prophylaxie pourrait consister en une intervention précoce pour limiter les populations de campagnols.

## REMERCIEMENTS

Au Dr. BOUE (Chef de l'Unité de Recherches sur la Rage et les Maladies Émergentes à l'AFSSA-LERRPAS-Nancy) et au Dr. CLIQUET (Directrice du LERRPAS, AFSSA de Nancy) pour leur aide dans la rédaction du manuscrit.

Au Dr. BLANCOU pour son invitation à la séance sur l'échinococcose alvéolaire.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWS P, THOMAS H, POHLKA R, SCUBERT J (1983) Praziquantel. *Med. Res. Rev.*, **3**, 147-200.
- BOUCHER JM, VUITTON DA, CLIQUET F (2001) Echinococcose alvéolaire : une zoonose en extension. *Point Vét.*, **220**, 46-49.
- BOWLES J, BLAIR D, MCMANUS D (1992) Genetic variants within the genus *Echinococcus* identified by mitochondrial DNA sequencing. *Mol. Biochem. Parasitol.*, **54**, 165-174.
- BRETAGNE S, GUILLOU JP, MORAND M, HOUIN R (1993) Detection of *Echinococcus multilocularis* DNA in foxes faeces using DNA amplification. *Parasitology*, **106**, 193-199.
- CRELLIN JR, MARCHIANDO AA, ANDERSON FL. (1981) Comparison of suitability of dogs and cats as hosts of *Echinococcus multilocularis*. *Am. J. Vet. Res.*, **42**, 1980-1981.
- PETAVY AF, DEBLOCK S (1980) Helminths of the common fox (*Vulpes vulpes* L.) from the massif central (France) (author's transl). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, **55** (4), 379-391. French.
- DEBLOCK S, PROST C, WALBAUM S, PETAVY F (1989) *Echinococcus multilocularis*: a rare cestode of the domestic cat in France. *Int. J. Parasitol.*, **19** (3), 687-688.
- DEPLAZES P & ECKERT J (1996) Diagnosis of the *Echinococcus multilocularis* infection in final hosts. *Appl. Parasitol.*, **37**, 245-252.
- DEPLAZES P & ECKERT J (2001) Veterinary aspects of alveolar echinococcosis—a zoonosis of public health significance. *Vet. Parasitol.*, **98**, 65-87.
- DEPLAZES P, ALTHER P, TANNER I, THOMSON RC, ECKERT J (1999) *Echinococcus multilocularis* coproantigen detection by enzyme-linked immunosorbent assay in fox, dog, and cat populations. *J. Parasitol.*, **85**, 115-121.
- DINKEL A, VON NICKISCH-ROSENBERG M, BILGER B, MERLI M, LUCIUS R, ROMIG T (1998) Detection of *Echinococcus multilocularis* in the definitive host: coprodiagnosis by PCR as an alternative to necropsy. *J. Clin. Microbiol.*, **36**, 1871-1876.
- DORCHIES P, KILANI M, MAGNAVAL JF (2002) *Echinococcus granulosus* et *Echinococcus multilocularis*: les animaux et l'homme exposés aux mêmes dangers. *Bull. Soc. Vét. Prat. Fr.*, **86**, n°2, 74-90.
- ECKERT J, GEMMELL MA, MATYAS Z, SOULSBY E JL, Editors (1984) *Guidelines for surveillance, prevention and control of echinococcosis/hydatidosis*. Genève : World Health Organisation, 147 p.
- ECKERT J, GEMMELL MA, MESLIN FX, PAWLOWSKI ZS, Editors (2001) *Manual on Echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern*. Paris : OIE – OMS, 265 p.
- GIRAUDOUX P (1991) *Utilisation de l'espace par les hôtes du taenia multiloculaire (E. multilocularis) : conséquences épidémiologiques*. Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 106 p.
- GOTTSTEIN P, MOWATT MR (1991) Sequencing and characterization of an *Echinococcus multilocularis* DNA probe and its use in the polymerase chain reaction. *Mol. Biochem. Parasitol.*, **44**, 183-194.
- HOFER S, GLOOR S, MÜLLER U, HEGGLIN D, DEPLAZES P (2000) High prevalence of *Echinococcus multilocularis* in urban red foxes (*Vulpes vulpes*) and voles (*Arvicola terrestris*) in the city of Zurich, Switzerland. *Parasitology*, **120**, 135-142.
- LIGHTOWLER MW, GOTTSTEIN B (1995) Echinococcosis/ Hydatidosis: antigens, immunological and molecular diagnosis. In: THOMSON RCA ET LYMBERY AJ, editors. *Echinococcus and hydatid disease*. Wallingford, Oxon : CAB International, 335-93.
- MANGER BR, BREWER MD (1989) Epsiprantel a new tapeworm remedy. Preliminary efficacy in dogs and cats. *Brit. Vet. J.*, **145**, 384-388.
- MATHIS A, DEPALZES P, ECKERT J (1996) An improved test system for PCR-based specific detection of *Echinococcus multilocularis* eggs. *J. Helminthol.*, **70** (3), 219-222.
- MONNIER P, CLIQUET F, AUBERT M, BRETAGNE S (1996) Improvement of a polymerase chain reaction assay for the detection of *Echinococcus multilocularis* DNA in faecal samples of foxes. *Vet. Parasitol.*, **67**, 185-195.
- PÉTAVY AF, TENORA F, DEBLOCK S, SERGENT V (2000) *Echinococcus multilocularis* in domestic cats in France. A potential risk factor for alveolar hydatid disease contamination in humans. *Vet. Parasitol.*, **87**, 151-156.
- PROST C (1988) *Aspects zoonotiques de l'échinococcose multiloculaire. Dépistage des sources d'infestation en Haute-Savoie*. Thèse Méd. Vét., Lyon ; n° 34, 126 p.
- RAOUL F (2001) *Écologie de la transmission d'Echinococcus multilocularis chez le renard dans l'Est de la France : dépendance au paysage et à la relation proie-prédateur ?* Thèse de Doctorat, Université de Besançon ; n° 875, 164 p.
- RAOUL F, DEPLAZES P, NONAKA N, PIARROUX R, VUITTON DA, GIRAUDOUX P (2001) Assessment of the epidemiological status of *Echinococcus multilocularis* in foxes in France using ELISA coprotest on fox faeces collected in the field. *Int. J. Parasitol.*, **31**, 1579-1588.
- ROBERTS MG, AUBERT MFA (1995) A model for the control of *Echinococcus multilocularis* in France. *Vet. Parasitol.*, **56**, 67-74.
- SAKAI H, NONAKA N, YAGI K, OKU Y, KAMIYAM (1998) Coproantigen detection in a routine fox survey of *Echinococcus multilocularis* infection in Hokkaido, Japon. *Jpn J. Parasitol.*, **33**, 291-296.
- THOMPSON RCA (1995) Biology and systematics of *Echinococcus*. In: THOMPSON RCA, LYMBERY AJ, editors. *Echinococcus and hydatid disease*. Wallingford, Oxon : CAB International, 1-37.
- XIAO N, QIU J, NAKAO M, NAKAYA K, YAMASAKI H, SAKO Y, MAMUTI W, SCHANTZ PM, CRAIG P, ITO A (2004) Identification of *Echinococcus* species from a yak in the Qinghai-Tibet plateau region of China. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, **69**, n°4, 445-446.