

REDÉCOUVERTE DE LA DIPHYLLOBOTHRIOSE DANS LA RÉGION DES LACS SUB-ALPINS FRANÇAIS

REDISCOVERY OF DIPHYLLOBOTHRIOSIS IN THE AREA OF FRENCH SUB-ALPINE LAKES

Jean DUPOUY-CAMET & Hélène YERA
(Communication présentée le 12 Février 2015)

RÉSUMÉ

La diphyllobothriose à *Diphyllobothrium latum* est réapparue dans la région des lacs sub-alpins et, en particulier, du lac Léman, il y a une quinzaine d'année, probablement en raison d'une popularité croissante des préparations à base de poisson cru. Sa résurgence a été l'occasion de mettre au point des techniques d'identification moléculaire du parasite, utilisables à la fois pour les œufs, les anneaux et les larves. Les poissons des lacs d'Annecy et du Bourget sont indemnes. La prévalence de la parasitose chez les poissons du lac Léman et l'incidence de la maladie humaine dans la région apparaissent en diminution par rapport à d'autres enquêtes effectuées il y a quelques années. Le parasite est néanmoins toujours présent dans la région du lac Léman. Des enquêtes régulières auprès des laboratoires d'analyses médicales de la région et des examens réguliers des filets de perche et de quelques brochets seraient des données simples à recueillir et, à même, de permettre une surveillance épidémiologique de la parasitose.

Mots clés : diphyllobothriose, *Diphyllobothrium latum*, poisson, perche, brochet.

SUMMARY

Diphyllobothriosis, caused by Diphyllobothrium latum, was rediscovered in the area of subalpine lakes and in particular in the lake of Geneva, fifteen years ago, probably due to increasing popularity of preparations made from raw fish. This rediscovery was the opportunity to develop techniques of molecular identification of this parasite for eggs, proglottids or larvae. The parasite seems absent from the area of Annecy and Bourget lakes. Around the lake of Geneva, the prevalence of diphyllobothriosis in fish and the incidence of human disease appear to decrease compared to previous surveys carried out a few years ago. Nevertheless, the parasite is always present in the Lake Geneva region. Regular surveys of the medical laboratories in the region and regular examinations of the fillets of perch and of a few pikes would be simple data to collect and able to allow an epidemiological surveillance of the parasitosis.

Key words: diphyllobothriosis, *Diphyllobothrium latum*, fish, perch, pike.

(1) Parasitologie, Hôpital Cochin, Assistance Publique Hôpitaux de Paris, Université Paris Descartes, 27 rue du Faubourg Saint Jacques, 75014, Paris
Courriel : jean.dupouy-camet@cch.aphp.fr

Diphyllobothrium latum ou « ténia » du poisson est un cestode de l'ordre des Diphyllbothriidea et de la famille des Diphyllbothriidae. Ce parasite peut vivre plusieurs années dans l'intestin de l'Homme (Von Bonsdorf 1977 ; Scholz *et al.* 2009, Wicht *et al.* 2010, Dupouy-Camet & Peduzzi 2014). Il était antérieurement appelé bothriocéphale mais cette appellation doit être abandonnée car les *Bothriocephalus* font maintenant partie d'un ordre différent de celui des Diphyllbothriidea (Kuchta *et al.* 2008). *Diphyllobothrium latum* provoque une infestation parasitaire appelée diphyllbothriose, acquise par l'ingestion de poisson cru contenant des larves plérocercoides infestantes. Le cycle biologique de *D. latum* comprend un hôte définitif, l'Homme et d'autres mammifères piscivores tels que renards, lynx et chiens et au moins deux hôtes intermédiaires, un crustacé planctonique et un ou des poissons d'eau douce. Lors de conditions environnementales favorables, les œufs émis par le ver dans les eaux douces avec les matières fécales de l'hôte définitif terminent leur maturation en huit à douze jours puis éclosent et libèrent un embryon cilié. Celui-ci est ingéré par un crustacé microscopique du genre *Cyclops* ou *Eudiaptomus* et se transforme en larve procercoïde au sein de la cavité générale de ce crustacé. Lorsqu'un poisson carnivore ingère ce crustacé planctonique, cette larve se transforme en un second type de larve dite plérocercoides, longue de quelques millimètres. Celle-ci, probablement riche en enzymes protéolytiques (Matskasi & Juhasz, 1977), traverse l'intestin du poisson et s'enfonce dans les muscles ou reste à la surface des viscères du poisson. Si ces poissons sont consommés par des poissons carnivores plus gros, les larves plérocercoides infestent les muscles et les viscères de ce nouvel hôte. L'Homme et d'autres mammifères piscivores se contaminent alors, en ingérant la chair crue ou insuffisamment cuite de ces poissons d'eau douce. Une fois dans l'intestin de l'hôte définitif, la larve plérocercoides grandit de plusieurs centimètres par jour et les premiers œufs sont émis par le ver avec les selles, environ un mois après l'infestation. Cette parasitose est relativement bien supportée par l'Homme et se traduit par l'émission spontanée de chaînes d'anneaux dans les selles ou par des épisodes de douleurs abdominales non caractéristiques provoquées par la

présence du parasite qui peut mesurer plus de 10 m de long (Saarni *et al.* 1963). Le ver est connu pour sa grande appétence pour la vitamine B12 (Scudamore *et al.* 1961), mais la classique anémie par carence en vitamine B12 décrite en Finlande après la deuxième guerre mondiale chez des populations dénutries et hyper-infestées, n'est plus observée (Nyberg *et al.* 1961 ; Von Bonsdorf 1977). Une dizaine d'espèces de *Diphyllobothrium* sont susceptibles d'infester l'homme, principalement dans les zones froides et tempérées du globe (**tableau 1**).

LA DIPHYLLOBOTHRIOSE HUMAINE EXISTE DANS LA RÉGION DU LAC LEMAN

Les travaux présentés ici sont nés d'une discussion qui s'est déroulée il y a une quinzaine d'années avec une biologiste de ville et l'auteur de ces lignes. Ce dernier affirmait que la diphyllbothriose n'existait plus en France et qu'il était inutile d'en parler aux étudiants. Cette biologiste ayant exercé dans des laboratoires d'analyses médicales situés sur les bords du lac Léman affirmait alors que cette parasitose était toujours diagnostiquée dans la région. Le premier travail, réalisé sur le sujet, a consisté à faire une enquête rétrospective auprès de tous les laboratoires d'analyses médicales de Haute Savoie. C'est ainsi qu'entre 1993 et 2000, 22 cas ont été identifiés. Neuf de ces 22 patients ont été interrogés et six d'entre eux ont reconnu avoir consommé des poissons crus (perches, ombles chevaliers...). Tous ont présenté des douleurs abdominales ayant motivé un examen parasitologique des selles chez ceux qui n'avaient pas émis de chaîne d'anneau. Aucune anémie mégaloblastique n'avait été mise en évidence. Cette enquête fut publiée dans le Bulletin épidémiologique hebdomadaire en 2001 (Devois *et al.* 2011) et reprise, à la même époque, à la une du journal local (« Le Dauphiné Libéré ») sous le titre « Du danger de les manger crus ». Une étude rétrospective de la littérature médicale grise (non indexée), nous a alors permis de constater que la parasitose était toujours diagnostiquée localement : deux cas avaient été observés à Saint Julien en Genevois et publiés en 1998 (Gregory *et al.* 1998) et 94 cas avaient été identifiés entre 1980 et 1994, en Suisse romande,

Espèce	Poissons hôtes intermédiaires	Hôtes définitifs	Géographie
<i>D. latum</i>	brochet, perche, lotte, omble	chien, loup, renard, lynx, loutre	Europe du Nord, lacs sub-alpins de Suisse, France & Italie, Russie, Chili
<i>D. dendriticum</i>	corégones, salmonidés	mouettes	zones arctiques, Russie, Chili
<i>D. nihonkaiense</i> syn. <i>D. klebanovskii</i>	saumons du Pacifique	ours	Japon, Corée, Côte Pacifique du Canada et des Etats Unis, Kamtchaka
<i>D. pacificum</i>	poissons de mer	phoques	Côte Pacifique d'Amérique du Sud
<i>D. stemmacephalum</i> syn : <i>Diplogonoporus grandis</i>	anchois, sardines	cétacés	zones arctiques, Japon

Tableau 1 : Les principales espèces de *Diphyllobothrium* susceptibles d'infester l'homme.

dont la majorité était imputable à la consommation de poissons du lac Léman (Golay & Mariaux, 1995). Sur les berges suisses d'un autre lac subalpin, le lac Majeur, Peduzzi avait signalé en 1990 la résurgence de cette parasitose rapportant 18 cas. C'est avec ce dernier auteur qu'en 2003, nous avons tenté d'évaluer la situation de cette parasitose au cours des 20 années précédentes en Europe. Cette enquête s'est appuyée sur l'analyse de bases de données et l'utilisation de moteurs de recherche (Medline, Cabi Helminthological abstracts, Yahoo, Google) et sur un questionnaire qui avait été envoyé à un réseau de parasitologues européens et à des laboratoires d'analyses médicales situés sur les bords des grands lacs alpins (Dupouy-Camet & Peduzzi, 2004). Cette étude a montré que plusieurs dizaines de cas étaient signalés chaque année en Finlande et en Suède, que les cas étaient nombreux dans les zones francophones ou italophones des lacs subalpins et que seuls des cas sporadiques étaient observés en Autriche, en Espagne, en Grèce, en Roumanie, en Pologne et en Norvège. Entre 1993 et 2002, plus d'une trentaine de cas ont été identifiés dans les régions suisses du lac Majeur et 70 cas, dans les régions suisses et françaises du lac Léman. Les sources de contamination étaient les filets marins de poisson dans le nord de l'Europe, le « carpaccio di persico » en Italie du Nord et la perche et l'omble chevalier consommés crus ou peu cuits autour du lac Léman. De façon conjointe à cette enquête nous avons évalué la prévalence des larves plérocercoides de *D. latum* dans les perches (*Perca fluviatilis*) du lac Léman. Des larves furent retrouvées par grattage dans 4 à 10 % des filets de perche examinés entre novembre 2003 et janvier 2005 (Nicoulaud *et al.* 2005).

IDENTIFICATION MOLECULAIRE DES DIPHYLLOBOTHRIMUM

Un problème s'est alors posé : compte tenu de la faible spécificité morphologique de ces larves, pouvait-on être sûr qu'il s'agissait de larves plérocercoides de *D. latum* ? Nous avons alors mis au point un génotypage de *Diphyllobothrium sp.* Nous avons disposé pour cela d'un spécimen adulte de *D. latum*, émis par un patient s'étant contaminé par la consommation de poissons crus du lac Léman et conservé dans l'alcool. Nous avons tout d'abord utilisé comme cible la région 18S du gène de l'ARN ribosomal en utilisant des amorces précédemment décrites (Mariaux, 1998). L'analyse génomique de l'ADN 18S nous a permis de différencier les larves plérocercoides des acanthocéphales et des larves de *Proteocephalus* fréquentes également dans les filets de perche. Lors de la présentation de nos travaux lors d'une séance de la Société Française de Parasitologie, Pierre Marty, un collègue niçois, présentait un cas inhabituel de diphyllobothriose après consommation de saumon du Pacifique cru (*Onchorynchus keta*). La consultation de la littérature de l'époque nous indiquait que des espèces différentes de *Diphyllobothrium* avaient été individualisées non seulement sur des critères géographiques, d'hôtes définitifs et intermédiaires mais aussi sur des critères morphologiques tels que la taille des œufs, l'aspect des anneaux et des larves

plérocercoides en microscopie conventionnelle ou électronique (**tableau 1**). L'utilisation de ces critères, probablement peu spécifiques, nécessitait des compétences en morphologie parasitaire, peu répandues. La comparaison de l'ADN de l'isolat provenant du patient niçois avec l'ADN des spécimens du lac Léman a montré peu de différences dans les séquences de l'ADN 18S mais ces différences ont été manifestes en utilisant d'autres cibles et, en particulier, la cytochrome oxydase I (COI). L'isolat niçois, d'origine canadienne, a montré une grande similitude avec des isolats de *D. nihonkaiense* identifiés au Japon et en Corée (Yera *et al.* 2006). À l'époque, l'espèce *D. nihonkaiense* n'était pas connue au Canada mais pouvait y être suspectée car les saumons du Pacifique ont une aire de migration très vaste allant des côtes de Corée et du Japon jusqu'aux côtes Pacifiques du Canada (Yera *et al.* 2006). Cette approche moléculaire a été particulièrement développée grâce aux travaux de Julien Nicoulaud dans le cadre d'un travail de Master qui nous ont permis à partir d'une centaine d'isolats d'origine diverses de déterminer les meilleures cibles discriminantes pour identifier les espèces du genre *Diphyllobothrium* (**figure 1**) et de déposer 64 séquences de référence dans Gene Bank (Yera *et al.* 2008, Dupouy-Camet & Yera 2009). Récemment, chez un patient vivant en Guyane, l'observation d'œufs operculés, évoquant *D. latum* mais d'une taille plus petite nous a conduits à en pratiquer une analyse moléculaire. L'identification de *Bothriocephalus achelognathi* (Yera *et al.* 2013) nous a surpris car, bien que retrouvée à l'état adulte dans l'intestin de multiples cyprinidés, la mise en évidence de cette espèce chez l'Homme n'avait jamais été rapportée. Le patient ayant été traité très rapidement, nous n'avons pas la preuve formelle qu'il s'agissait bien d'une réelle infestation et non d'un parasite en transit. Le patient, habituel consommateur de poisson cru en Guyane, nous a affirmé ne pas avoir consommé de poisson dans les semaines précédant l'examen parasitologique des selles.

DES RESULTATS SUPPLEMENTAIRES OBTENUS GRACE AU PROGRAMME « FISH PARASITE »

En 2011, nous avons été sollicités pour participer au programme « Fish Parasite », financé par l'Agence nationale de la Recherche (ANR) et visant à évaluer la prévalence des parasites dans les produits de la pêche. Dans ce programme, tout un volet était consacré à poursuivre l'étude de la diphyllobothriose dans les lacs alpins français avec plusieurs objectifs : évaluer la prévalence de la parasitose sur d'autres espèces de poissons et dans les lacs du Bourget et d'Annecy, évaluer l'éventuelle variation génique des différents isolats de *D. latum*, mettre au point des techniques d'identification moléculaires rapides (PCR en temps réel) et évaluer des techniques de détection des larves respectant le produit (table de mirage). Plusieurs enquêtes ont été réalisées dans la région des lacs Léman, d'Annecy et du Bourget de 2011 à 2013 pour étudier la prévalence des larves de *Diphyllobothrium* chez des poissons d'intérêt commercial. Grâce à l'examen de 960 filets de perche

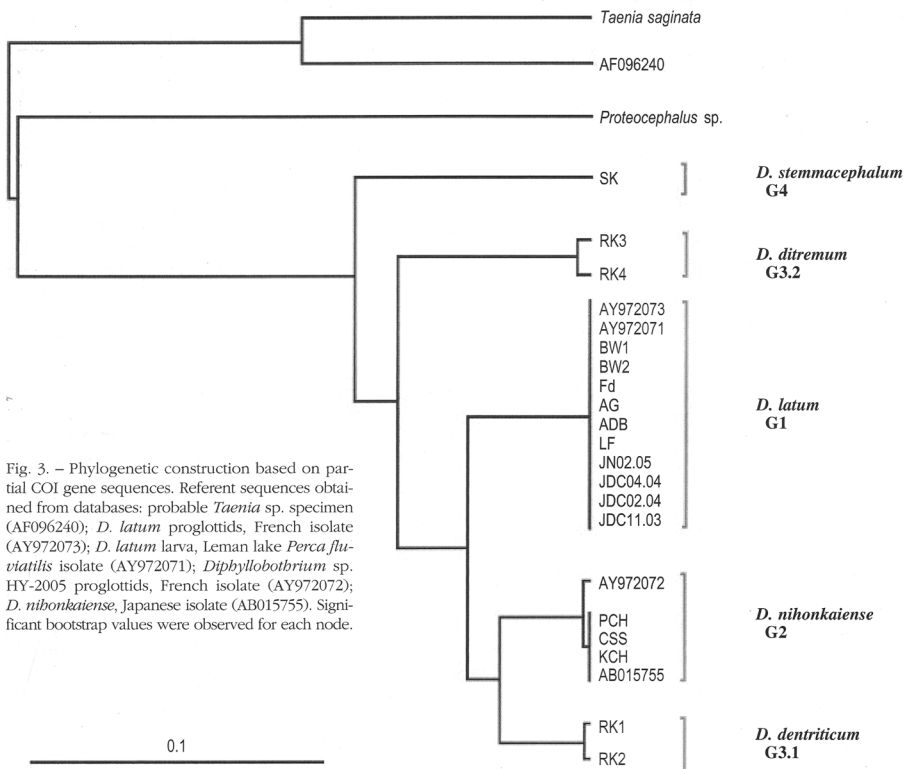


Fig. 3. – Phylogenetic construction based on partial COI gene sequences. Referent sequences obtained from databases: probable *Taenia* sp. specimen (AF096240); *D. latum* proglottids, French isolate (AY972073); *D. latum* larva, Lemman lake *Perca fluviatilis* isolate (AY972071); *Diphyllobothrium* sp. HY-2005 proglottids, French isolate (AY972072); *D. nihonkaiense*, Japanese isolate (AB015755). Significant bootstrap values were observed for each node.

Figure 1 : Résultats de l'analyse de différentes espèces et isolats de *Diphyllobothrium* par amplification et séquençage d'une partie du gène mitochondrial de la COI (d'après Yera et al. 2008). Reproduit avec autorisation de la revue Parasite.

du lac Léman, nous avons trouvé une prévalence globale de 0,93 % (0,5-1,5 %). Des larves plérocercoides ont été trouvées dans les muscles ou dans la cavité générale de 62 poissons du Léman (chez les six brochets, chez sept perches sur 24 et chez deux lottes sur sept). Aucune larve n'a été identifiée dans les autres espèces examinées, ombles chevalier et corégones en particulier. Les densités les plus élevées de larves ont été observées chez le brochet (jusqu'à 18 larves chez un seul poisson). Aucune larve plérocercocide n'a été trouvée chez les 25 poissons entiers et les 76 filets de perche du lac d'Annecy ainsi que chez les 55 poissons du lac du Bourget (tableau 2). La prévalence de la parasitose chez les poissons et l'incidence de la maladie humaine semblent en diminution par rapport aux enquêtes effectuées il y a quelques années (Dupouy-Camet et al. 2015). La méthode d'identification rapide de *D. latum* par

PCR en temps réel TaqMan® a été validée et l'existence de minisatellites dans l'ADN mitochondrial de *D. latum*, prouvée. Ces minisatellites, caractérisés par la répétition en tandem d'un motif de 10 à 160 paires de bases, varient dans leur séquence ou par le nombre du motif répété et pourraient permettre l'étude de la diversité génétique intra-spécifique de *D. latum* (Malak Haidar, communication personnelle). L'examen des filets sur une table de mirage pour détecter des larves est une technique efficace de dépistage mais elle n'a pas été évaluée statistiquement en raison de la faible prévalence de l'infestation des filets quand nous avons pu utiliser cette technique. Enfin, une enquête auprès des laboratoires d'analyse médicale de Savoie et de Haute-Savoie a identifié six cas humains de 2011 à 2013, et exclusivement en Haute-Savoie (Dupouy-Camet et al. 2015).

Nom commun (nombre)	Nom latin	Poids (g)	Poissons parasités Lac Léman	Poissons parasités Lac Annecy	Poissons parasités Lac Bourget
Brochet (n=20)	<i>Esox lucius</i>	60-3700	7/7	0/6	0/7
Perche (n=76)	<i>Perca fluviatilis</i>	16-1500	7/25	0/9	0/42
Lotte (n=14)	<i>Lotta lotta</i>	70-550	2/9	0/2	0/3
Ombre chevalier (n=16)	<i>Salvelinus alpinus</i>	220-620	0/8	0/7	0/1
Fera (n=14)	<i>Coregonus lavaretus</i>	220-720	0/14	0/0	0/0

Autres espèces examinées et toutes négatives (n=9) : *Squalius cephalus* ou chevesne, Léman (n=1), *Abramis brama* ou brème, Léman (n=1), *Tinca tinca* ou tanche, Léman (n=1), *Rutilus rutilus* ou gardon, Léman (n=3), *Salmo trutta* ou truite, Annecy (n=1), *Ameiurus melas* ou poisson chat, Bourget (n=2)

Tableau 2 : Prévalence des larves plérocercoides chez 149 poissons entiers d'intérêt commercial provenant des lacs Léman, d'Annecy et du Bourget (2011-2015). Données Fish Parasite plus quelques examens pratiqués en dehors de ce programme.

DISCUSSION

La consultation d'anciens traités de Parasitologie confirme que la diphyllbothriose rapportée comme fréquente en Suisse, était considérée comme une parasitose rare en France. Des études paléoparasitologique (Le Bailly & Bouchet, 2013) la mentionne cependant dès le néolithique dans des habitats palafittes néolithiques près du lac de Chalain (Jura) et médiévaux près du lac de Paladru (Isère). Dans la 3^{ème} édition (1741) de « De la génération des vers dans le corps de l'homme », Nicolas Andry donne de remarquables gravures de *Diphyllbothrium* et il distingue bien un *Taenia* de la seconde espèce avec des « articulations beaucoup plus pressées les unes vers les autres... il a une longue suite de nœuds, ou grains raboteux, qui s'étendent en forme d'épine, tout le long du milieu de son corps ». Ces vers avaient été émis par des Parisiens dont l'auteur donne l'adresse exacte.

À l'issue de nos recherches d'une quinzaine d'années sur cette parasitose, il est possible de dire que le cycle du parasite existe toujours dans le lac Léman et que le nombre de cas humains ainsi que la prévalence de l'infestation des filets de perche sont en baisse. La parasitose n'est pas diagnostiquée chez les poissons du lac d'Annecy et du Bourget. En ce qui concerne le lac Léman, la prévalence actuelle de la parasitose chez les perches est inférieure à 1%. Elle contraste avec les prévalences comprises entre quatre et 10 % que nous avons observées il y a une dizaine d'années (Nicoulaud *et al.* 2005). À l'examen des poissons entiers, seules trois espèces ont été trouvées parasitées dans le lac Léman : tous les brochets et un tiers, environ, des perches et des lottes. Les larves ont été principalement observées dans la cavité générale du poisson et parfois dans les filets, d'où une prévalence plus élevée observée chez les perches entières que dans les filets. La perche représente le principal danger épidémiologique car elle est souvent consommée crue sous forme de carpaccio. La lotte est consommée très cuite dans des soupes de poisson. Les corégones (*Coregonus lavaretus*) sont une des principales espèces pêchées et ont un grand intérêt commercial. Appelées féra sur le lac Léman et lavaret sur le lac du Bourget, elles sont parfois consommées crues sous forme de filets fumés. Aucune des corégones du lac Léman n'est porteuse du parasite mais les *Coregonus sp.* réceptifs à l'espèce arctique *D. dendriticum*, sont, d'après la littérature, peu ou pas sensibles à *D. latum* (Von Bonsdorf, 1977). Aucun des ombles chevaliers examinés n'est porteur du parasite. Le brochet est habituellement consommé cuit ou en quenelles mais plusieurs consommateurs disent le préparer sous forme de filets fumés crus... Un cas nous a été signalé récemment chez un pêcheur du lac du Bourget après consommation de filets fumés de très gros brochets. Des investigations sont poursuivies sur le lac du Bourget car les sept brochets de ce lac que nous avons pu examiner étaient négatifs. A noter que le lac du Bourget se déverse dans le Rhône par le canal de Savières dont le cours peut s'inverser lorsque le Rhône est en crue et que son niveau dépasse celui de ce canal. L'eau du fleuve reflue alors en direction du lac du Bourget dont le niveau s'élève de plusieurs mètres. On peut

imaginer, à cette occasion, un passage de brochets du Léman dans le Rhône, puis dans le lac du Bourget.

En ce qui concerne les cas humains, nous avons diagnostiqué 27 cas de façon rétrospective, entre 1993 et 2000 dans le seul département de Haute-Savoie (soit 2,75 cas/an (Desvois *et al.* 2001). Wicht (2009) y identifie dans le même département 44 cas (7,3 cas/an) entre 2002 et 2007. Dans le présent travail, nous ne rapportons que cinq cas entre 2011 et 2013 (soit deux cas par an). Une meilleure connaissance de la maladie par les professionnels, les consommateurs et les autorités sanitaires peut-elle expliquer cette décroissance de la prévalence chez les poissons et de l'incidence chez l'homme? De fait, notre première enquête publiée en 2001 avait fait la une du journal régional, le « Dauphiné Libéré ». La Télévision suisse romande avait également réalisé en 2006 une émission sur le sujet diffusée à une heure de grande écoute et cette émission est toujours visible sur le web (<http://www.rts.ch/emissions/abe/1375410-poissons-crus-ou-peu-cuits-attention-aux-parasites.html>). L'examen des cartes des restaurants locaux a montré que les recettes de carpaccio à base de filet de perche ont été remplacées par des poissons a priori indemnes de cette parasitose (gardon, corégone...). De même, les restaurateurs se sont probablement astreints à la réglementation imposant la congélation du poisson destiné à être mangé cru (ANSES, 2012). Par ailleurs, ces différentes enquêtes auprès des laboratoires d'analyses médicales ont sensibilisé les biologistes et les médecins prescripteurs à la prophylaxie de la parasitose. La persistance du cycle de ce parasite est le témoin d'une pollution fécale de ces lacs. Les lacs d'Annecy et du Bourget bénéficient depuis longtemps d'un réseau d'égouts entourant ces deux lacs ; ceci expliquerait l'absence probable de la parasitose dans ces lacs. Le lac Léman bénéficie d'un réseau de station d'épuration dont la modernisation récente a dû améliorer la situation locale. Un contrôle des installations sanitaires individuelles a également été instauré, il y a peu, dans toutes les communes de Haute-Savoie.

Le rôle des carnivores domestiques (chiens, chats) ou sauvages (renards) dans le maintien du cycle parasites dans la région des lacs sub-alpins est totalement méconnu. En 1963, autour du lac Léman, Bouvier *et al.* avaient trouvé deux chiens infestés sur 259. Aucun des 179 chats et 31 renards examinés n'était infesté mais on ne connaît pas l'incidence de la parasitose chez l'homme à cette époque. En 2011, des coprologies sur des prélèvements de selles de 26 chiens et d'un chat provenant d'une clientèle vétérinaire d'Évian-les-Bains, n'ont pas révélé la présence du parasite (Renaud, 2011). Des cas isolés d'infestation du renard ont été rapportés dans les cantons suisses des Grisons, du Tessin et de Genève (Patrick Deplazes, communication personnelle). Par ailleurs, *D. latum* a été trouvé chez 0,5 % des renards capturés à Karlsruhe en Allemagne (Weebecher *et al.* 1994), chez 0,4 % des chiens examinés en Finlande (Pullola *et al.* 2006) et chez 0,5 % des chiens examinés en Suisse (Sager *et al.* 2006). En Pologne, l'examen coproscopique de déjections d'une douzaine de carnivores sauvages de la forêt de Białowieża

Primeval, n'a permis de trouver des œufs de *D. latum* que chez les loutres (2,6% des déjections) et chez les loups (31,6%) (Górski *et al.* 2006). Le lynx est porteur du parasite en Estonie (Valdmann *et al.* 2004). En 2004, Daniel Gerdeaux (INRA) et Marc Morand (Direction des services vétérinaires du Jura) nous avaient suggéré la possibilité d'un cycle sauvage assuré par les truites et les renards car ces derniers ont été observés se nourrissant de géniteurs morts dans les frayères en bord de lac. Dans une étude magistrale dans des zones de haute endémicité humaine au Chili (prévalence de 1,2%), Torres *et al.* (1989) rapportaient des prévalences d'infestation des chiens de 5,3% à 9,8%. Les chats et les porcs examinés n'étaient pas infestés. Cependant, d'après Von Bonsdorff (1977), le parasite ne se développe pas très bien chez ces carnivores et ceux-ci ne joueraient qu'un rôle mineur dans le maintien du cycle.

CONCLUSION

La diphyllobothriose à *D. latum* est toujours présente dans la région du lac Léman mais absente dans la région du lac d'Annecy et probablement aussi de celle du Bourget. La persistance d'un rejet d'eaux usées dans les lacs ainsi qu'un possible réservoir animal sont autant de facteurs permettant d'entretenir

le cycle parasitaire. La parasitose semble être en diminution depuis le début des années 2000 malgré la généralisation des comportements alimentaires qui incitent à la consommation de poissons crus, tant indigènes qu'importés. Le brochet, au sommet de la pyramide alimentaire, concentre les larves plérocercoides et est un bon indicateur pour évaluer la présence ou l'absence de la parasitose dans la région du lac considéré. Une détection des larves plérocercoides pourrait facilement être effectuée par les professionnels par examen des filets sur une table de mirage. Mais les meilleures préventions individuelles demeurent la cuisson suffisante du poisson (à 55°C pendant au moins 10 minutes) ou la congélation. La législation prévoit, que tout poisson (local ou importé), destiné à être consommé cru au restaurant, doit être préalablement congelé à une température inférieure à -20°C, pendant au moins 24 heures. La salaison, la fumaison et le marinage ne sont pas efficaces contre les larves plérocercoides (ANSES, 2012). Des enquêtes répétées auprès des laboratoires d'analyses médicales de la région, des examens réguliers de filets de perche sur une table de mirage et la dissection de quelques brochets seraient des données simples à recueillir et, à même, de permettre une surveillance épidémiologique de la parasitose.

REMERCIEMENTS

Ce travail s'inscrit, en partie, dans le cadre de l'ANR « Fish Parasite » ANR-10-ALIA-004.

BIBLIOGRAPHIE

- Andry N. De la génération des vers dans le corps de l'homme. Tome I. 3ème édition, Paris, 1741.
- ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation). Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments *Diphyllobothrium latum*, Avril 2012 http://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC2012sa0059Fi_0.pdf (consulté le 30/12/14)
- Bouvier G, Horning B, Matthey G. La diphyllobothriose en Suisse, plus spécialement en Suisse romande. Bull Acad Suisse Sciences Med. 1963;19:364-374
- Desvois L, Gregory A, Ancelle T, Dupouy-Camet J. Enquête sur l'incidence de la bothriocéphalose en Haute-Savoie (1993-2000). Bull Épidémiol Hebd. 2001; 45:1-5
- Dupouy-Camet J. & Peduzzi R. Current situation of human diphyllobothriasis in Europe. Euro Surveill. 2004; 9:31-5.
- Dupouy-Camet J. & Yera H. *Diphyllobothrium*. In Molecular detection of foodborne pathogens. Don Liu, ed. New York: Taylor & Francis CRC Press; 2009, pp. 781-8.
- Dupouy-Camet J. & Peduzzi R. *Diphyllobothrium*. In: Encyclopedia of food safety. Motarjemi Y, ed. Elsevier ; 2014, pp 130-3.
- Dupouy-Camet J, Haidar M, Dei-Cas E, Yera H, Espinat L, Benmostefa A, Guillard J, Aliouat-Denis CM. Prévalence de l'infestation par *Diphyllobothrium latum* de différents poissons des lacs Léman, du Bourget et d'Annecy et évaluation de l'incidence des cas humains auprès des laboratoires d'analyse médicale de la région (2011-2013). Bull Epid Santé Anim Alim. 2015, 67, 2-5.
- Golay M. & Mariaux J. Situation de *Diphyllobothrium latum*, L., 1758, dans quatre lacs du plateau suisse. Bull Soc Neuch Sci Nat. 1995; 118 : 79-86.
- Górski P, Zalewski A, Lakomy M. Parasites of carnivorous mammals in Białowieza Primeval Forest. Wiad Parazytol. 2006; 52:49-53.
- Gregory A, Gardien E, Fassier NP. Bothriocéphalose (parasitose à *D. latum*). Etude de 2 cas. Feuilles de Biologie. 1998; 39:65-7
- Kuchta R, Scholz T, Brabec J, Bray RA. Suppression of the tapeworm order Pseudophyllidea (Platyhelminthes: Eucestoda) and the proposal of two new orders, Bothriocéphalidea and Diphyllobothriidea. Int J Parasitol. 2008; 38:49-55.
- Le Bailly M & Bouchet F. *Diphyllobothrium* in the past: review and new records. Int J Paleopath. 2013; 3: 182-7.
- Mariaux J. A molecular phylogeny of the Eucestoda. J Parasitol. 1998; 84:114-24
- Matskasi I & Juhasz S. *Ligula intestinalis* L (1758): investigation on plerocercoids and adults for protease and protease inhibitor activities. Parasit Hung. 1977; 10:51-61
- Nicoulaud J, Yera H, Dupouy-Camet J. Prevalence de l'infestation par *Diphyllobothrium latum*, L., 1758 chez les perches (*Perca fluviatilis*) du lac Léman. Parasite 2005; 12:362-4.
- Nyberg W, Gräsbeck R, Saarni M, Von Bonsdorff B. Serum vitamin B12 levels and incidence of tapeworm anemia in a population heavily infected with *Diphyllobothrium latum*. Am J Clin Nutr. 1961; 9 : 606-12.
- Peduzzi R. Résurgence de la bothriocéphalose (parasitose à *Diphyllobothrium latum*) dans la région du lac Majeur. Med Mal Inf. 1990; 20:493-7.
- Pullola T, Vierimaa J, Saari S, Virtala AM, Nikander S, Sukura A. Canine intestinal helminths in Finland: prevalence, risk factors and

- endoparasite control practices. *Vet Parasitol.* 2006 ;140:321-6.
- Renaud, M., 2011. Etude épidémiologique de la diphyllobothriose: zoonose parasitaire en Haute-Savoie . Thèse médecine vétérinaire, Université Claude Bernard-Lyon1, 177 pp.
 - Saarni M, Nyberg W, Grasbeck R, Von Bonsdorff B. Symptoms in carriers of *Diphyllobothrium latum* and in non-infected controls. *Acta Med Scand.* 1963; 173:147-154
 - Sager H, Moret ChS, Grimm F, Deplazes P, Doherr MG, Gottstein B. Coprological study on intestinal helminths in Swiss dogs: temporal aspects of anthelmintic treatment. *Parasitol Res.* 2006;98:333-8.
 - Scholz T, Garcia HH, Kuchta R, Wicht B. Update on the human broad tapeworm (genus *Diphyllobothrium*), including clinical relevance. *Clin Microbiol Rev.* 2009; 22:146-260.
 - Scudamore HH, Thompson JH, Owen CA, Absorption of Co60-labeled vitamin B12 in man and uptake by parasites, including *Diphyllobothrium latum*. *J Lab Clin Med.* 1961; 57:240-6
 - Torres P, Franjola R, Pérez J, Auad S, Uherek F, Miranda JC, Flores L, Riquelme J, Salazar S, Hermosilla C, *et al.* Epidemiologia de la difilobotriasis en la Cuenca del Rio Valdivia, Chile *Rev Saude Publica.* 1989;23:45-57.
 - Valdmann H, Moks E, Talvik H. Helminth fauna of Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Estonia. *J Wildl Dis.* 2004; 40(2):356-60.
 - Von Bonsdorff B. *Diphyllobothriasis in man.* London: Academic Press; 1977.
 - Wicht B. Ecology, epidemiology and molecular identification of the genus *Diphyllobothrium* Cobbold, 1858 in the sub-alpine lakes region. Thèse d'Université. Genève : Université de Genève ; 2009. 234 p.
 - Weebecher H, Dalchow W, Stoye M. The helminth fauna of the red fox in the administrative district of Karlsruhe. 1. Cestodes. *Dtsch Tierarztl Wochenschr.* 1994;101:322-326?
 - Wicht B, Peduzzi R, Dupouy-Camet J. Diphyllobothriose. In: *Actualités permanentes en bactériologie clinique*, vol. IX. Paris : Editions ESKA ; 2010.
 - Yera H, Estran C, Delaunay P, Gari-Toussaint M, Dupouy-Camet J, Marty P. Putative *Diphyllobothrium nihonkaiense* acquired from a Pacific salmon (*Oncorhynchus keta*) eaten in France: genomic identification and case report. *Parasitol Int.* 2006; 55: 45-9.
 - Yera H, Nicoulaud J, Dupouy-Camet J. Use of nuclear and mitochondrial DNA PCR and sequencing for molecular identification of *Diphyllobothrium* isolates potentially infective for humans. *Parasite.* 2008 ; 15: 402-7.
 - Yera H, Kuchta R, Brabec J, Peyron F, Dupouy-Camet J. First identification of eggs of the Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidea) in human stool. *Parasitol Int.* 2013;62: 268-71.