

Étude de la contamination par *Toxoplasma gondii* des viandes ovines, bovines et porcines – résultats des plans de surveillance pour les années 2007, 2009 et 2013

Radu Blaga (rblaga@vet-alfort.fr) (1), Dominique Aubert (2), Anne Thébault (3), Catherine Perret (4), Régine Geers (2), Myriam Thomas (4), Annie Alliot (4), Vitomir Djokic (4), Tamara Ducry (4), Naïma Ortis (2), Lenaig Halos (1*), Benoit Durand (5), Corinne Danan (6), Isabelle Villena (2), Pascal Boireau (4)

(1) PRES Paris-Est, Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, Anses, Inra, UMR BIPAR, Maisons-Alfort, France

(2) Laboratoire de parasitologie-mycologie, Centre national de référence de la toxoplasmose, Centre de ressources biologiques *Toxoplasma*, CHU Reims, EA 3800, SFR CAP-Santé, Université Reims Champagne-Ardenne, USC EpiToxo Anses, Reims, France

(3) Anses, Direction de l'évaluation des risques, Unité d'études et appuis en microbiologie et santé animale, Maisons-Alfort, France

(4) PRES Paris-Est, Anses, ENVA, Inra, Laboratoire de santé animale, UMR BIPAR, Maisons-Alfort, France

(5) PRES Paris-Est, Anses, Laboratoire de santé animale, Unité d'épidémiologie, Maisons-Alfort, France

(6) Direction générale de l'alimentation, Sous-direction de la sécurité sanitaire des aliments, Bureau d'appui à la surveillance de la chaîne alimentaire, Paris, France

*Adresse actuelle: Merial, Lyon, France

Résumé

La toxoplasmose est l'une des zoonoses parasitaires les plus fréquentes, due à un protozoaire, *Toxoplasma gondii*. L'infection humaine se fait principalement par la consommation de viande mal cuite contenant des kystes tissulaires où sont présents des parasites vivants. Ces parasites peuvent être responsables de formes graves de toxoplasmose en cas de transmission congénitale ou chez les personnes immunodéprimées (principalement des lésions oculaires et/ou cérébrales). Afin de mieux comprendre l'épidémiologie de l'infection humaine en France, l'estimation de la prévalence du parasite dans les viandes destinées à la consommation humaine est fondamentale. Des plans de surveillance ont ainsi été réalisés en 2007, 2009 et 2013, afin de déterminer respectivement la séroprévalence de l'infection par *T. gondii* dans les viandes ovines, bovines et porcines, d'origine française et importées, destinées à la consommation humaine. Au cours de ces enquêtes successives, des échantillons de cœur et de diaphragme ont été collectés chez 425 ovins, 2 349 bovins et 1 549 porcins dans des abattoirs français, et analysés selon l'âge des animaux, leur origine géographique et le type d'exploitation. Au marché d'intérêt national de Rungis, 376 et 562 carcasses d'ovins et bovins importées ont également été prélevées. Un titrage des anticorps spécifiques par la technique d'agglutination directe haute sensibilité (ADHS) a été effectué sur tous les prélèvements. L'enquête a permis de mettre en évidence une séroprévalence qui se situe, selon l'espèce et l'origine des viandes, entre 2,46 % pour les porcelets hors-sol et 69,5 % pour les ovins adultes d'origine française, mais avec des facteurs de variation importants, le principal étant lié à l'âge de l'animal. Pour les porcs, un effet significatif a pu être mis en évidence pour le type de production ($p=0.004$), un porc plein-air ayant 5,4 fois plus de risque d'être séropositif qu'un porc hors-sol. Concernant l'origine géographique des échantillons, de fortes variations de séroprévalence ont été mises en évidence dans les viandes ovines et bovines, mais pas dans les viandes porcines. Des parasites vivants ont été retrouvés dans 11,9 % des carcasses ovines d'origine française (48 isolats), parmi lesquelles 30 % étaient des agneaux. Deux isolats (2/207) ont pu être obtenus chez les bovins. L'isolement de parasites vivants a pu être réalisé à partir de 41 carcasses de porcs. Le génotype II a été identifié de façon quasi-exclusive pour les souches concernées. Ces résultats offrent une image représentative de la contamination par *T. gondii* des viandes d'origine ovine, bovine et porcine destinées à la consommation humaine, en France. Des investigations complémentaires sont nécessaires afin de comprendre l'origine de la contamination des animaux et définir des recommandations en matière de conduite d'élevage.

Mots-clés

Toxoplasma, viande de boucherie, séroprévalence, France

Abstract

National surveys of *Toxoplasma gondii* infection in production animals (sheep, cattle, pigs) in France – results of the surveillance programmes for 2007, 2009 and 2013

Toxoplasmosis is one of the most common parasitic zoonoses, caused by a protozoan, Toxoplasma gondii. Human infection mainly occurs through the consumption of undercooked meat containing tissue cysts with live parasites. They can cause severe disease in case of congenital transmission or in immunodeficient patients (mainly ocular and neurological lesions). In order to better understand the epidemiology of human infection in France, the prevalence of the parasite in meat must be estimated. Therefore nationwide studies have been conducted to evaluate the prevalence of T. gondii in fresh mutton, beef and pork. Diaphragms and hearts from 425 sheep, 2 349 cattle and 1 549 pigs raised and slaughtered in France were collected and analyzed based on their age, geographical origin and type of production system (indoor vs. outdoor). Diaphragmatic muscle samples from the carcasses of imported sheep (376 samples) and cattle (562 samples) were also collected. Heart and diaphragm fluids were tested serologically and direct detection of parasites was performed using a mouse bio-assay. The overall estimate of T. gondii seroprevalence in animals slaughtered in France varied according to animal species and age, from 2.46% for piglets to 69.5% for adult sheep originating from France, with seroprevalence being significantly higher in older animals. With regard to the pig population, the type of housing used had a significant effect ($p=0.004$), with pigs housed outdoors having a 5.4 times higher chance of being seropositive than indoor pigs. Strong geographical variations were identified for sheep and cattle but not for pigs. According to bioassay results, the proportion of French sheep carcasses harbouring live parasites was 11.9% (48 strains), of which 30% were lambs. Two isolates (2/207) were obtained from cattle carcasses and 41 isolates from pig carcasses. Almost all the isolates belonged to genotype II. This study provides an accurate picture of the toxoplasmosis pattern in mutton, beef and pork intended for human consumption in France, as well as a model for a zoonosis hazard control survey. However, further investigations are needed in order to better understand the origin of animal contamination.

Keywords

Toxoplasma, Butchery meat, Seroprevalence, France

La toxoplasmose est l'une des zoonoses parasitaires les plus fréquentes (Tenter *et al.*, 2000) due à un protozoaire, *Toxoplasma gondii*. Les niveaux de prévalence chez l'Homme sont très variables selon les pays et les régions au sein d'un même pays. La France a des niveaux de séroprévalence parmi les plus élevés en Europe (autour de 40 %), comparables à ceux de l'Allemagne, l'Italie, la Belgique et la Suisse et très supérieurs à ceux de l'Angleterre (moins de 10 %) ou les pays de l'Europe du Nord (entre 15 et 30 %) selon les enquêtes. L'importance de l'infection humaine a été récemment réévaluée en incluant l'impact direct en santé humaine (pathologies et morbidité associées à l'infection par *Toxoplasma*) et l'impact indirect (coût de la surveillance de la femme enceinte, obligatoire en France pour toute femme enceinte non immunisée vis-à-vis de la toxoplasmose - sérologies mensuelles et dépistage prénatal en cas de séroconversion per-gravidique). Ceci a conduit à considérer *T. gondii* comme un agent majeur de zoonose au même titre que d'autres agents pathogènes transmis par les aliments (Havelaar *et al.*, 2007). L'infection humaine se fait principalement par voie orale, soit par l'ingestion d'oocystes extrêmement résistants excrétés dans l'environnement par les chats et autres félinés, soit par l'ingestion de kystes tissulaires qui peuvent être présents dans une grande variété de produits carnés. Le mode principal de contamination est supposé être la consommation de viande mal cuite contenant des kystes tissulaires. Le parasite n'est pas spécifique d'un hôte intermédiaire et une très grande variété d'animaux peut être contaminée. Néanmoins les viandes d'origines ovine, bovine et porcine sont les plus souvent en cause. Afin d'être en mesure de comprendre l'épidémiologie de l'infection sur le territoire français, l'estimation de la prévalence du parasite dans les carcasses destinées à la consommation est fondamentale.

Un groupe de travail multidisciplinaire constitué au sein de l'Agence française de sécurité des aliments (Afssa, devenue Anses) en 2005, a effectué un état des lieux des connaissances sur la toxoplasmose en France et à l'étranger (rapport Afssa, décembre 2005). Il a pointé le manque de données disponibles concernant la présence de *T. gondii* dans les aliments et l'absence de système de surveillance des denrées alimentaires en France. Aucune enquête n'avait été réalisée en France à grande échelle chez l'animal depuis plus de dix ans. Le groupe d'experts a identifié comme un axe prioritaire d'intervention l'évaluation de la contamination par *T. gondii* des denrées alimentaires et de l'eau, notamment pour estimer la part respective des différents

types d'aliments dans l'infection humaine. Cet axe de travail associe le développement de techniques sensibles de détection des parasites dans les matrices alimentaires et dans l'environnement, et la mise en place de plans d'échantillonnage permettant une estimation fiable des taux de contamination. C'est ainsi qu'en 2007, 2009 et 2013, la Direction générale de l'alimentation a successivement financé des plans de surveillance de la contamination par *T. gondii* des viandes ovines, bovines et porcines consommées en France. Ces plans de surveillance constituent les premières enquêtes réalisées à l'échelle du territoire et reposent sur un échantillonnage qui permet une estimation robuste des taux d'infection dans les viandes destinées à la consommation.

Les principaux objectifs de ces plans étaient :

- d'estimer la séroprévalence de l'infection par *T. gondii* des viandes ovines, bovines et porcines destinées à la consommation humaine en France, afin de fournir des données en vue de l'évaluation de l'exposition de la population;
- d'identifier les facteurs de risque de portage chez l'animal (âge, origine géographique, sexe, type de production, etc.);
- de caractériser les génotypes de *T. gondii* présents chez les ovins, bovins et porcins.

Cadre réglementaire et normatif

Selon la directive 2003/99/CE, les États membres sont tenus de mettre en place un dispositif de surveillance des zoonoses et des agents zoonotiques. La toxoplasmose et *T. gondii* font partie de la liste des maladies et agents à surveiller lorsque la situation épidémiologique le justifie. La France est un pays où la séroprévalence de la maladie chez l'Homme reste élevée par rapport aux autres États membres de l'Union européenne (UE), même si une diminution sensible a été observée depuis 1995. Les dernières données relevées lors des ENP (Enquêtes nationales périnatales) montrent une diminution régulière de la séroprévalence en France (54 % en 1995, 44 % en 2003, 37 % en 2010). Ces chiffres indiquent que la séroprévalence de la toxoplasmose augmente avec l'âge (Bellali *et al.*, 2013). Parallèlement à la baisse de la prévalence, une baisse de l'incidence est observée.

De plus, l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) suggère actuellement de réaliser une surveillance accrue de l'infection chez l'animal (question N° EFSA Q 2007 038) notamment chez les ovins, les

Tableau 1. Résultats du plan de surveillance 2007 de la contamination par *T. gondii* des viandes ovines

Résultats	Viandes d'ovins d'origine française (abattoirs)			Viandes d'ovins importées (MIN Rungis)		
	Agneaux (<12 mois)	Adultes	Total	Agneaux (<12 mois)	Adultes	Total
Nombre d'échantillons analysés	336	82	425**	276	98	376**
Séroprévalence (en %) [IC95]*	13,1 [9,9-7,1]	69,5 [58,8-8,4]	24,0 [20,2-8,3]	15,9 [12,1-10,7]	50,0 [40,3-59,7]	24,7 [20,6-29,3]

* [IC95]: intervalle de confiance à 95 % ** inclus plusieurs animaux d'âge indéterminé

Tableau 2. Résultats du plan de surveillance 2009 de la contamination par *T. gondii* des viandes bovines

Résultats	Viandes de bovins d'origine française (abattoirs)			Viandes de bovins importées (MIN Rungis)		
	Veaux (<250 j.)	Adultes	Total	Veaux (<250 j.)	Adultes	Total
Nombre d'échantillons analysés	573	1 775	2 349**	225	337	562
Séroprévalence (en %) [IC95]*	2,5 [1,0-4,0]	15,0 [13,0-17,0]	11,0 [9,0-12,0]	6,0 [3,0-10,0]	34,0 [30,0-40,0]	22,0 [18,0-26,0]

* [IC95]: intervalle de confiance à 95 % ** inclus un animal d'âge indéterminé

Tableau 3. Résultats du plan de surveillance 2013 de la contamination par *T. gondii* des viandes porcines

Résultats	Porcs hors-sol				Porcs plein-air			
	Porcelet (<25 kg)	Charcutier	Réforme	Total	Porcelet (<25 kg)	Charcutier	Réforme	Total
Nb. d'échantillons analysés	126	963	237	1 326	5	195	7	207
Séroprévalence (en %) [IC95]*	2,5 [2,1-2,6]	2,8 [2,7-2,9]	13,4 [13,1-13,9]	30 [2,9-3,1]	Non calculée (0 positif)	6,3 [5,8-6,5]	Non calculée (2 positifs)	5,8 [5,5-6,1]

* [IC95]: intervalle de confiance à 95 %

porcins et les bovins. Dans le cadre de l'avis scientifique sur l'inspection de la viande porcine, l'Efsa invite les États-membres à soutenir des études au niveau national pouvant préciser les facteurs de risque d'infection chez le Porc, ainsi que le rôle de cette viande comme source d'infection humaine (EFSA Journal 2011; 9(10):2371).

Modalités de mise en œuvre

Les modalités de mise en œuvre ainsi que les techniques utilisées sont décrites en détail dans les bilans des plans de surveillance officiels rendus publics par obligation réglementaire (Bilan PSPC ovin 2007; Bilan PSPC bovin 2009; Bilan PSPC porc 2013; Halos *et al.* 2010; Villena *et al.*, 2012). <http://agriculture.gouv.fr/dispositif-surveillance-control-securite-sanitaire-aliments-564>. Les plans d'échantillonnage, construits rigoureusement, s'appuient sur une répartition géographique des prélèvements représentative des volumes de viande d'animaux abattus en France continentale (la Corse ayant été exclue), et des volumes de viande importée. Deux types de production ont été initialement différenciés, pour la viande ovine et bovine, en fonction de l'origine de la viande: la production française et la production importée (depuis des pays de l'UE). En ce qui concerne la viande française, les abattoirs participants et les effectifs d'animaux prélevés dans chacun d'entre eux ont été déterminés en fonction des volumes abattus au cours de l'année précédente. En ce qui concerne la viande importée, les effectifs ont été déterminés en fonction des pays exportateurs et des volumes importés correspondants. Le nombre prévisionnel d'animaux prélevés (échantillons de cœur et de diaphragme) était de 800 échantillons pour les ovins (400 d'origine française prélevés en abattoir, et 400 échantillons d'ovins importés prélevés sur le marché d'intérêt national [MIN] de Rungis en provenance de quatre pays), et de 3000 échantillons de bovins (2350 bovins d'origine française, prélevés dans les abattoirs participants, et 650 bovins importés, prélevés sur le MIN de Rungis en provenance de onze pays). En ce qui concerne la viande de porc, deux types d'exploitation ont été distingués: les exploitations hors-sol et les exploitations de plein-air, avec 1290 échantillons initialement prévus pour les exploitations hors-sol et 301 pour les exploitations de plein-air. La détection indirecte des infections toxoplasmiques a été réalisée par analyse sérologique (agglutination directe haute sensibilité) afin d'estimer la séroprévalence de *T. gondii* dans les populations ovines, bovines et porcines destinées à la consommation. La détection directe (bio-essai) et le génotypage, ont permis d'analyser la charge parasitaire et la contamination des échantillons par des parasites vivants.

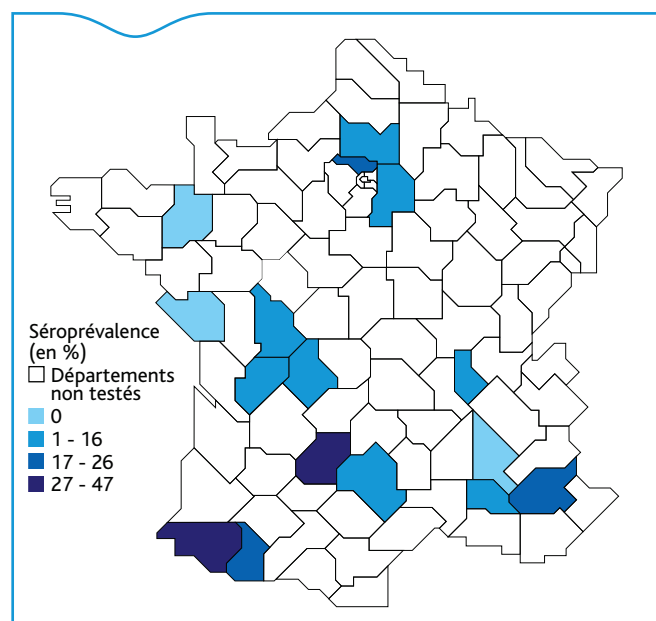


Figure 1. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les agneaux français (plan de surveillance 2007, carte Afssa d'après données DGAL)

Résultats

Le taux de réalisation global des plans d'échantillonnage a été respectivement de 93,5 % pour les ovins, de 97 % pour les bovins et de 97,3 % pour les porcins. Les résultats des plans de surveillance (2007, 2009 et 2013) sont présentés dans les Tableaux 1, 2 et 3.

La séroprévalence se situe, selon l'espèce et l'origine des viandes, entre 2,5 % pour les porcelets hors-sol et 69,5 % pour les ovins adultes d'origine française, avec des facteurs de variation importants, le principal étant lié à l'âge de l'animal. Cette séroprévalence est significativement plus élevée chez les animaux âgés (de plus d'un an pour les ovins, plus de 9 mois pour les bovins et porcins) que chez les jeunes. Ceci est vraisemblablement lié au mode de contamination par voie orale des animaux, et au cumul de l'exposition au cours de la vie de l'animal. Pour les porcs, une association significative a pu être mise en évidence entre la séroprévalence de la toxoplasmose et le type de production ($P=0,004$), un porc plein-air ayant 5,4 fois plus de risque d'être séropositif qu'un porc hors-sol.

Concernant l'origine géographique des échantillons (Figures 1, 2, 3), de fortes variations de séroprévalence ont été mises en évidence chez les ovins et les bovins. Certains départements ont présenté une séroprévalence plus importante que d'autres à l'abattoir. Pour les bovins (tous âges confondus), la séroprévalence apparaît liée à la région d'abattage ou à la région de naissance, après ajustement sur l'âge des animaux (Figure 2). Pour les porcs (charcutiers) en revanche, il n'y a pas d'association significative avec la région ou le département d'abattage ou de naissance ($P=0,33$) (Figure 3).

Concernant la comparaison entre les viandes ovines et bovines d'origine française et les viandes importées, aucune différence significative n'a pas pu être mise en évidence en fonction du pays d'origine.

Des parasites vivants ont été retrouvés dans 11,9 % des carcasses ovines d'origine française (48 isolats avec 47 souches génotype II, et une souche de génotype III), parmi lesquelles 30 % provenaient d'agneaux qui constituent la viande la plus susceptible d'être consommée peu cuite. Deux parasites vivants appartenant au génotype II ont pu être mis en évidence dans les échantillons de viande bovine, suggérant la possibilité d'une transmission à l'Homme en cas de consommation de viande insuffisamment cuite. L'isolement des parasites vivants a pu être réalisé à partir de 25 carcasses de porcs hors-sol sur les 113 testées, et seize carcasses de porcs de plein-air parmi les 34 testées. Le génotype II a été identifié pour l'ensemble des souches testées.

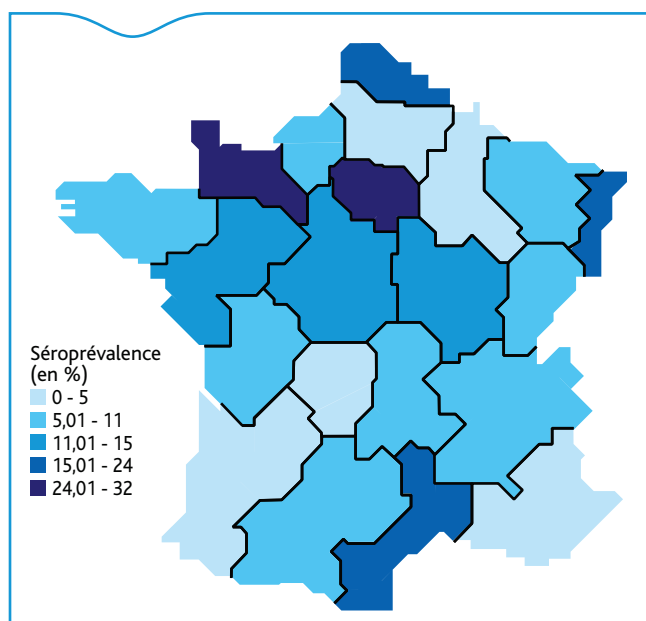


Figure 2. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les bovins français (tous âges confondus) (plan de surveillance 2009, données DGAL)

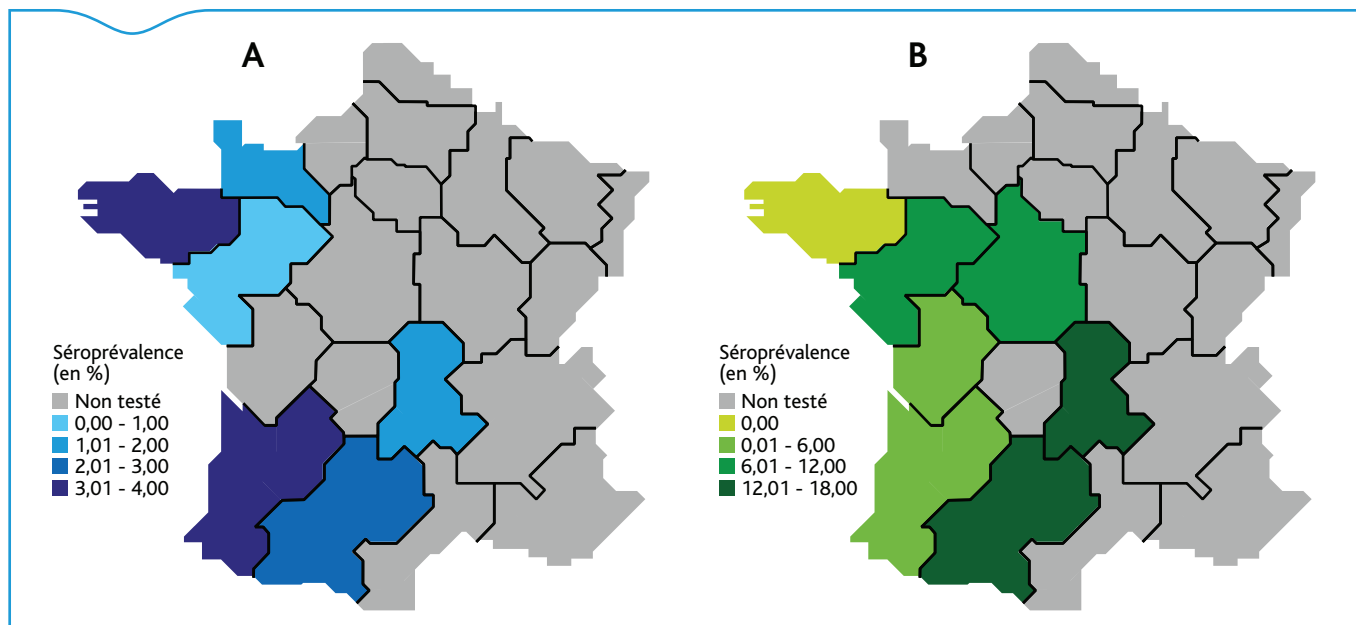


Figure 3. Séroprévalence de la toxoplasmose chez les porcs charcutiers hors-sol (A) et plein-air (B) (plan de surveillance 2013)

Conclusions et perspectives

Cette étude a permis d'estimer le niveau d'infection toxoplasmique des viandes ovines, bovines et porcines en France, pour lesquelles on ne disposait d'aucune donnée récente. La séroprévalence de la toxoplasmose varie de 3 % à 69,5 % selon l'espèce et l'origine des viandes. La séroprévalence augmente avec l'âge des animaux, ce paramètre ayant un effet significatif sur le niveau de séroprévalence pour chacune des espèces. Une différence significative d'infection par *T. gondii* (3 % vs 6,3 %, $P=0,004$) a été observée entre la production porcine de type hors-sol et celle de type plein-air. Pour la première fois, des parasites vivants appartenant au génotype II ont été détectés dans deux carcasses de bovins adultes, ce qui suggère une possible transmission à l'Homme par la consommation de viande bovine. Même si la prévalence reste nettement plus faible que pour la viande ovine, la forte consommation de viande bovine crue ou non cuite à cœur en France doit être considérée comme une source potentielle de contamination pour l'Homme.

Ces observations soulignent l'importance de rappeler que pour tout consommateur, et particulièrement pour les populations sensibles (femmes enceintes, personnes immunodéprimées), le meilleur moyen de prévention est la cuisson à cœur des viandes ou la congélation pendant plusieurs jours, comme le suggère le « Recueil de bonnes pratiques d'hygiène à destination des consommateurs » (accessible en ligne sur le site du ministère de l'Agriculture: http://alimentation.gouv.fr/IMG/pdf/GBPH-CONSO-27SEPT-BD2_cle42ed3.pdf).

La prévalence de *T. gondii* dans les élevages de porcs hors-sol révèle une perméabilité puisque le cycle (cf. Encadré) se perpétue chez 3 % des individus. Parmi les facteurs de risque, il y a l'utilisation de la paille (origine végétale, potentiellement contaminée par des oocystes) comme absorbant de lisier, mais également une maîtrise partielle du confinement de l'aliment et/ou de l'eau, et du confinement des bâtiments/zones d'élevage vis-à-vis de la faune domestique (chat) et sauvage (rongeurs). De ce fait, il pourrait être envisagé de prendre la prévalence de *T. gondii* comme marqueur de la maîtrise du confinement d'un élevage de porc hors-sol.

Remerciements

Les auteurs remercient le personnel des abattoirs, du MIN de Rungis, des DDcsPP, des SRAL et de la DGAL (Bureau d'appui à la surveillance de la chaîne alimentaire, Bureau des établissements d'abattage et de découpe) pour la réalisation des prélèvements mentionnés dans cet article. Ils remercient également le CRB *Toxoplasma* pour la collecte, le typage et la conservation des souches de *T. gondii* issues des plans de surveillance.

Encadré. Cycle évolutif de *Toxoplasma gondii*

Toxoplasma gondii est l'agent de la toxoplasmose, parasitose cosmopolite. C'est un parasite intracellulaire obligatoire appartenant à l'ordre des Coccidies, phylum Apicomplexa. Le cycle parasitaire comporte une multiplication asexuée qui s'effectue dans différents tissus chez les vertébrés homéothermes (mammifères et oiseaux) qui sont les hôtes intermédiaires et une multiplication sexuée qui s'effectue dans l'épithélium intestinal du chat et d'autres félinidés (seuls hôtes définitifs). Le chat excrète dans ses fèces des oocystes qui ne sont pas directement infectants lors de leur émission, ils le deviennent après sporulation dans le milieu extérieur (1 à 5 jours) et sont alors source potentielle de contamination par ingestion par de nouveaux hôtes (intermédiaires ou définitifs). Après la primo-contamination, l'excrétion fécale des oocystes dure sept à quinze jours, le temps que l'immunité active se mette en place. Chez l'hôte intermédiaire, la paroi des oocystes est lysée, libérant les formes infectantes (sporozoïtes). Celles-ci franchissent l'épithélium intestinal et se disséminent rapidement dans la circulation sanguine sous forme de tachyzoïtes (forme végétative de multiplication rapide). Après une parasitémie brève de quelques jours à quelques semaines, les parasites s'enkystent dans tous les tissus, préférentiellement les muscles striés et le cerveau. Ces kystes, qui peuvent persister durant toute la vie de l'hôte, représentent une source de contamination du chat ou d'un nouvel hôte intermédiaire, par ingestion (carnivorisme). Trois principales lignées clonales de *T. gondii* sont identifiées avec des génotypes atypiques résultant de la recombinaison génétique et conduisant à la description actuelle de quinze haplogroupes (Su *et al.*, 2012); tous les génotypes peuvent infecter l'Homme, mais une large prédominance du génotype II est observée en France métropolitaine et en Europe (Ajzenberg *et al.*, 2009). Ce génotype est en principe corrélé à une faible virulence. Au contraire, certains génotypes très virulents circulent en Guyane ainsi que dans toute l'Amérique du Sud (Mercier *et al.*, 2011).

Références bibliographiques

- Afssa. Toxoplasmose: état des connaissances et évaluation du risque lié à l'alimentation. Rapport du groupe de travail « *Toxoplasma gondii* » de l'Afssa. Maisons-Alfort, France: Afssa; 2005. 318pp, <https://www.anses.fr/sites/default/files/documents/MIC-Ra-Toxoplasmose.pdf>.
- Ajzenberg D, Yera H, Marty P, Paris L, Dalle F, Menotti J, Aubert D, Franck J, Bessières MH, Quinio D, Pelloux H, Delhaes L, Desbois N, Thulliez P, Robert-Gangneux F, Kauffmann-Lacroix C, Pujol S, Rabodonirina M, Bougnoux ME, Cuisenier B, Duhamel C, Duong TH, Filisetti D, Flori P, Gay-Andrieu F, Pratlong F, Nevez G, Totet A, Carme B, Bonnabau H, Dardé ML, Villena I. Genotype of 88 *Toxoplasma gondii* isolates associated with toxoplasmosis in immunocompromised patients and correlation with clinical findings. *J Infect Dis.* 2009 Apr 15;199(8):1155-67.

- Bellali H, Pelloux H, Villena I, Fricker-Hidalgo H, Le Strat Y, Goulet V. Prevalence of toxoplasmosis in France in 1998: is there a difference between men and women? At what age do children become infected? *Rev Epidemiol Santé Publique*. 2013 Aug;61(4):311-7.
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande ovine 2007 http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/recueil2007_031108.pdf.
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande bovine 2009 http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Recueil2009__tt_public_PSPC_.pdf.
- Bilan PSpC Toxoplasma dans la viande porcine 2013 http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Bilan_PSPC_2013_cle0e1631.pdf.
- EFSA, Technical specifications on harmonised epidemiological indicators for public health hazards to be covered by meat inspection of swine. *EFSA Journal* 2011 9 (10): 2371.
- Halos L, Thébault A, Aubert D, Thomas M, Perret C, Geers R, Alliot A, Escotte-Binet S, Ajzenberg D, Dardé ML, Durand B, Boireau P, Villena I. An innovative survey underlining the significant level of contamination by *Toxoplasma gondii* of ovine meat consumed in France. *Int J Parasitol*. 2010 Feb;40(2):193-200.
- Havelaar AH, Kemmeren JM, Kortbeek LM. Disease burden of congenital toxoplasmosis. *Clin Infect Dis*. 2007;44(11):1467-74.
- Mercier A, Ajzenberg D, Devillard S, Demar MP, de Thoisy B, Bonnabau H, Collinet F, Boukhari R, Blanchet D, Simon S, Carme B, Dardé ML. Human impact on genetic diversity of *Toxoplasma gondii*: Example of the anthropized environment from French Guiana. *Infect Genet Evol* 2011 11: 1378–1387.
- Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *Int J Parasitol* 2000;30 (12-13):1217-58.
- Villena I, Durand B, Aubert D, Blaga R, Geers R, Thomas M, Perret C, Alliot A, Escotte-Binet S, Thébault A, Boireau P, Halos L. New strategy for the survey of T in meat for human consumption. *Vet Parasitol*. 2012 Feb 10;183(3-4):203-8.
- Su C, Khan A, Zhou P, Majumdar D, Ajzenberg D, Dardé ML, Zhu XQ, Ajioka JW, Rosenthal BM, Dubey JP, Sibley LD. Globally diverse *Toxoplasma gondii* isolates comprise six major clades originating from a small number of distinct ancestral lineages. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2012 Apr 10;109(15):5844-9.