



HAL
open science

**Avis du 16 décembre 2016 révisé le 14 mars 2017 de
l'Anses relatif à la contamination de produits de
charcuterie crue par *Trichinella* spp.**

Isabelle Villena, Jean-Christophe Augustin, Anne Brisabois, Frederic Carlin,
Olivier Cerf, Pierre Colin, Philippe Dantigny, Florence Dubois-Brissonnet,
Michel M. Federighi, Benoît Foligné, et al.

► **To cite this version:**

Isabelle Villena, Jean-Christophe Augustin, Anne Brisabois, Frederic Carlin, Olivier Cerf, et al.. Avis du 16 décembre 2016 révisé le 14 mars 2017 de l'Anses relatif à la contamination de produits de charcuterie crue par *Trichinella* spp.. [0] Saisine n°2016-SA-0040, Anses. 2017, 34 p. hal-02796226

HAL Id: hal-02796226

<https://hal.inrae.fr/hal-02796226>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 14 mars 2017

AVIS¹ du 16 décembre 2016 révisé le 14 mars 2017 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relatif à la contamination de produits de charcuterie crue par *Trichinella* spp.

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part à l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L. 1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont publiés sur son site internet.

L'Anses a été saisie le 9 février 2016 par la Direction générale de l'alimentation (DGAL) pour la réalisation de l'expertise suivante : Demande d'avis relatif à la contamination de produits de charcuterie crue par *Trichinella*.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA SAISINE

Un épisode de toxi-infection alimentaire collective (TIAC) dû à *Trichinella* lié à la consommation de charcuterie crue de viande de porc (figatelles) est survenu en avril 2015. Cette toxi-infection a entraîné trois cas confirmés pour 17 personnes exposées.

Les analyses réalisées sur les figatelles par le laboratoire national de référence (LNR, Anses, Maisons-Alfort) ont permis d'identifier la présence de *Trichinella britovi*. Les figatelles ont été retirées de la chaîne alimentaire et l'élevage des porcs incriminés dans leur fabrication a fait l'objet d'un arrêté préfectoral de mise sous surveillance (APMS) en avril 2015. Le(s) porc(s) ayant été à l'origine de la TIAC avai(en)t été abattu(s) clandestinement.

Par la suite, les analyses conduites au laboratoire vétérinaire départemental d'Ajaccio (LVD 2A), dans les conditions du diagnostic réglementaire, ont permis d'identifier deux porcs positifs avec présence de deux larves de *Trichinella* dans des échantillons de diaphragme de masse ≥ 5 g. Ces

¹ Annule et remplace l'avis du 16 décembre 2016. La recommandation relative à l'étiquetage p 27 « cuire suffisamment les charcuteries à base de foie de porc destinées à être consommées cuites » est modifiée comme suit : « De façon plus générale, les experts recommandent un étiquetage mentionnant : « cuire à cœur » pour les produits à base de porc destinés à être consommés cuits.»

porcs provenaient de l'élevage placé sous APMS. Les analyses du laboratoire vétérinaire départemental ont été confirmées par le LNR avec l'identification de l'espèce *Trichinella britovi*. Les résultats des analyses montrent que les charges parasitaires sont très faibles puisqu'elles sont inférieures à une larve/gramme (LPG). La détection d'une charge parasitaire d'une LPG avec le test de digestion artificielle réglementaire nécessite l'analyse d'au moins trois à cinq grammes de muscle (Forbes et Gajadhar 1999), cela constitue la limite de détection du test officiel. Cette charge d'une LPG correspond également à la limite en-dessous de laquelle il a été jusqu'ici considéré que l'individu qui ingère de la viande contaminée n'exprimera pas de trichinellose symptomatique (OIE 2012).

La réglementation communautaire relative aux contrôles officiels et aux protocoles analytiques concernant la présence de *Trichinella* dans les viandes a été révisée en août 2015 (règlement d'exécution (UE) 2015/1375 de la Commission du 10 août 2015).

Les questions instruites dans l'avis sont les suivantes :

1. Actualisation des connaissances relatives à la contamination des porcs par *Trichinella* et au risque pour le consommateur, par rapport aux avis de l'Afssa de 2007 (Afssa 2007a, b, c, d, e) et à la fiche de danger biologique transmissible par les aliments de 2011. Cette actualisation portera en particulier sur les nouvelles connaissances acquises relatives à la relation dose-réponse chez l'Homme.
2. Analyse de la probabilité de détection de *Trichinella* dans la viande de porc.
3. Evaluation de l'adéquation entre le système de surveillance actuel et le risque sanitaire pour le consommateur.

Le périmètre de l'expertise est limité aux élevages corses de porcs en plein air.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (Mai 2003) ».

L'expertise relève du domaine de compétences du Comité d'experts spécialisé « Evaluation des risques biologiques liés aux aliments » (CES BIORISK). L'Anses a confié l'expertise initiale à quatre rapporteurs dont les travaux ont été présentés au CES BIORISK tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques les 3 mai, 18 octobre, 8 novembre et 6 décembre 2016. Ils ont été adoptés par le CES BIORISK réuni le 6 décembre 2016.

L'expertise a été conduite sur la base du référentiel d'évaluation du risque du *Codex Alimentarius* (CAC/GL 30-1999) en intégrant les étapes suivantes : identification du danger, caractérisation du danger (relation dose-réponse), évaluation de l'exposition et caractérisation du risque. La relation dose-réponse publiée par P. Teunis (Teunis *et al.* 2012) a été mise à jour avec les données de foyers de trichinellose humaine survenus après 2012. Ce travail de modélisation statistique a fait l'objet d'un appui scientifique et technique de l'unité Méthodes et études de la Direction de l'évaluation des risques de l'Anses.

L'expertise collective s'est également appuyée sur les avis scientifiques de l'Afssa (Afssa 2006, 2007a, b, c, d, e), sur les travaux scientifiques publiés depuis 2007, sur des données transmises par le LNR et le LVD de Corse du Sud, les données brutes ayant servi à la publication de Faber *et al.* (2015) transmises par les auteurs pour cette saisine et sur les auditions des personnalités suivantes :

- M. Peter Teunis, scientifique au RIVM (Pays-Bas), sur ses travaux de modélisation de la relation dose-réponse de *Trichinella* chez l'Homme. L'audition a été réalisée le 14 juin 2016 ;

- Mme Gina Zanella, scientifique du Laboratoire de santé animale (LSA) de l'Anses, sur ses travaux relatifs à la sensibilité de la méthode de dépistage de trichine en France. L'audition a été réalisée le 17 juin 2016 ;
- MM. Olivier Fontana et Laurent Larivière de la Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations (DDCSPP) de Corse du Sud, le 11 juillet 2016 ;
- Mmes Michèle Riera, Magali Morelli et Cristel Neydt du laboratoire vétérinaire départemental de Corse du Sud, le 29 septembre 2016.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise. Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

Aucun lien ni conflit d'intérêt n'a été identifié au cours des travaux.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU CES BIORISK

L'analyse est organisée en quatre étapes :

1. L'identification du danger est décrite dans le paragraphe 3.1. Elle correspond à la mise à jour des connaissances relatives au parasite *Trichinella* et en particulier à l'espèce *Trichinella britovi* présente en Corse, et aux modalités de la surveillance des trichines chez l'animal et chez l'Homme. Cette partie répond à la première question de la saisine : « Actualisation des connaissances relatives à la contamination des porcs par *Trichinella* et au risque pour le consommateur, par rapport aux avis de l'Afssa de 2007 et à la fiche de danger biologique transmissible par les aliments de 2011 ».
2. La caractérisation du danger fait l'objet d'une mise à jour de la relation dose-réponse de *Trichinella* chez l'Homme dans le paragraphe 3.2.
3. L'évaluation de l'exposition du consommateur a été examinée au regard des dernières connaissances relatives à la prévalence du parasite chez le porc en Corse, aux modalités de fabrication des charcuteries crues corses et aux habitudes de consommation de ces produits par les consommateurs.
4. L'évaluation de la probabilité de détection de *Trichinella* par la méthode d'analyse dans la viande de porc (question 2 de la saisine) et l'évaluation de l'adéquation entre le système de surveillance actuel et le risque pour le consommateur (question 3 de la saisine).

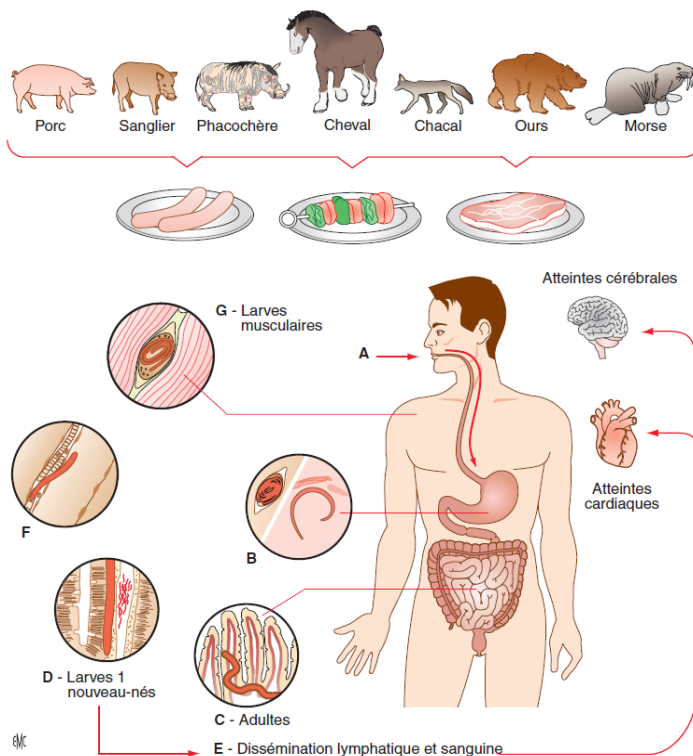
3.1. Actualisation des connaissances relatives à la contamination des porcs par *Trichinella* et au risque pour le consommateur, par rapport aux avis de l'Afssa de 2007 et à la fiche de danger biologique transmissible par les aliments de 2011

L'actualisation des connaissances a porté sur :

- les nouvelles connaissances relatives à *T. britovi* et *T. spiralis* depuis 2007 ;
- les modalités de la surveillance des trichines chez l'animal et des trichinelloses chez l'Homme ;
- la connaissance de l'histoire naturelle de la maladie et la définition du cas de trichinellose chez l'Homme.

3.1.1. Description du parasite et de son cycle

Trichinella est un ver rond parasite appartenant à la classe des nématodes. Le cycle du parasite est résumé dans la figure 1.



Ingérées lors de la consommation de viande parasitée crue ou insuffisamment cuite (A), les larves (invisibles à l'œil nu) sont libérées par la digestion chlorhydro-pepsique gastrique (B). Ces larves pénètrent dans l'épithélium intestinal et deviennent adultes en 48 heures (C). Après accouplement, les femelles pondent des larves L1 nouveau-nées (L1NN) puis sont rapidement expulsées. Les larves L1NN migrent par voie lymphatique et sanguine dans tout l'organisme (D) et, lors de complications, peuvent provoquer par leur transit des atteintes cérébrales et cardiaques (E). Elles atteignent ensuite leur niche définitive : la fibre musculaire (F) qui se transforme en cellule nourricière. Ces larves musculaires (L1M) grossissent en une quinzaine de jours et s'encapsulent pour la plupart des espèces (G). Elles demeureront viables pendant des années. Seule la larve L1M est infectante.

Figure 1 : Cycle biologique de *Trichinella* chez l'Homme et principales sources de contamination (d'après Dupouy-Camet et al. 2015)

Le genre *Trichinella* comprend différentes espèces et différents génotypes. Sur le plan épidémiologique, la faune sauvage représente le réservoir principal pour *Trichinella*. En France, trois espèces ont été isolées chez l'animal : *T. spiralis*, *T. britovi* et *T. pseudospiralis*. Il faut noter que d'autres espèces ont pu être isolées chez l'Homme lors de cas importés (données du Centre hospitalier Cochin (<http://cnrdestrichinella.monsite-orange.fr/>)). En Corse depuis 2004, seule *T. britovi* a été isolée chez l'animal.

T. spiralis et *T. britovi* sont les deux espèces les plus communes de *Trichinella* circulant en Europe. *T. pseudospiralis* circule également dans plusieurs pays européens, dont la France continentale, mais à des niveaux de prévalence très faibles (Pozio, Hoberg, et al. 2009).

D'une manière générale, *T. spiralis* est retrouvée dans les zones tempérées à l'échelle mondiale. Cette espèce est communément identifiée chez le sanglier et les porcins domestiques qui constituent le réservoir le plus important. Elle est également retrouvée chez les chevaux, les carnivores et les rongeurs (Pozio, Rinaldi, et al. 2009, Pozio et Zarlenga 2013).

T. britovi a une distribution plus réduite incluant l'Europe, une partie de l'Afrique (Nord et Ouest) et le Moyen-Orient. Son réservoir principal est représenté par les carnivores sauvages, mais on peut le retrouver également chez le sanglier. *T. britovi* peut infecter les porcins domestiques et les chevaux (Pozio et Zarlenga 2013).

Pozio, Rinaldi, et al. (2009) ont montré que *T. britovi* est plus répandue que *T. spiralis* chez les carnivores sylvestres (sur 629 isolats de carnivores, 89% sont de l'espèce *T. britovi* et 11% de l'espèce *T. spiralis*). A l'inverse, *T. spiralis* est plus répandue que *T. britovi* chez le sanglier (438

isolats : 62% *T. spiralis* vs 38% *T. britovi*), le porc domestique (205 isolats : 82% *T. spiralis* vs 18% *T. britovi*) et les rongeurs (44 isolats : 75% *T. spiralis* vs 25% *T. britovi*). Cependant, aucune différence de répartition des espèces n'a été observée en fonction des caractéristiques des zones d'isolement (zones agricoles, forestières, altitude, etc.) de *T. spiralis* et de *T. britovi* (Pozio, Rinaldi, *et al.* 2009).

Ces données suggèrent l'hypothèse d'une adaptation préférentielle de *T. spiralis* notamment aux suidés et de *T. britovi* aux carnivores.

La prévalence de *T. britovi* dans la faune sauvage a été rapportée dans différentes études européennes. En Roumanie, la prévalence de *T. britovi* chez le renard roux était de 21,5% avec une charge parasitaire moyenne de 10,5 LPG (Imre *et al.* 2015). En Lettonie, *T. britovi* a été isolée chez 37 à 100 % des carnivores sauvages testés (blaireau, martre, fouine, chacal doré, loup, chien viverrin, renard roux, lynx) avec des charges parasitaires globalement faibles variant toutefois de 1,2 à 27,9 LPG (Deksne *et al.* 2016, Kirjusina *et al.* 2016).

Les différentes TIAC rapportées ces dernières années appuient l'hypothèse que les animaux naturellement infectés présentent des charges parasitaires relativement faibles. En effet, des TIAC de trichinellose humaine ont été associées à la consommation de viande de porc ou de sanglier présentant des charges allant de 0,5 à 187 LPG. Dans les TIAC dues à *T. britovi*, on observe que les concentrations varient de 2 à 8 LPG (Tableau 1). De plus, les carcasses de porcs détectées positives par le LVD 2A en Corse depuis 2004 ont montré dans la majorité des cas (80% des résultats disponibles) des charges parasitaires inférieures à 10 LPG. Les charges parasitaires s'étendent de 0,1 à 132,8 LPG (données LVD 2A).

Tableau 1 : Concentrations parasitaires en larves par gramme (LPG) de viande de porc et de sanglier lors de TIAC

Références	Espèces de <i>Trichinella</i>	Concentration (LPG)
Ranque <i>et al.</i> (2000)	<i>T. pseudospiralis</i>	187
Pozio, Mesina, <i>et al.</i> (2006)	<i>T. britovi</i>	8
Gari-Toussaint <i>et al.</i> (2005)	<i>T. britovi</i>	3
Turk <i>et al.</i> (2006)	<i>T. britovi</i>	6,5
Littman <i>et al.</i> (2006)	<i>T. spiralis</i>	106
Nans Les Pins en 2006 ^a	<i>T. spiralis</i>	23,5
Collobrières en 2006	<i>T. britovi</i>	7,62
Faber <i>et al.</i> (2015)	<i>T. spiralis</i>	0,5
Ruetsch <i>et al.</i> (2016)	<i>T. britovi</i>	2

^a Nans Les Pins et Collobrières correspondent aux villes où se sont produites les TIAC en 2006. Les données sont issues de la publication de Teunis *et al.* (2012).

Les charges parasitaires dans les muscles d'animaux naturellement infectés par *Trichinella* spp. sont en général faibles (< 10 LPG), très peu d'animaux hébergent plus de 10 LPG. Des cas humains ont été associés à la consommation de viande de porc avec des charges inférieures à 1 LPG.

En conditions expérimentales, le niveau d'infection chez le porc domestique est plus faible pour *T. britovi* que pour *T. spiralis* : avec le même inoculum, le nombre de larves par gramme de muscle deux mois post-infestation est de 1,6 à 280 fois plus faible avec *T. britovi* qu'avec *T. spiralis* (Nöckler *et al.* 2005) (voir le tableau 2). Les travaux de Nöckler *et al.* (2005) portant sur des porcs

Large White exempts d'organisme pathogène spécifique (EOPS) et sur des porcs conventionnels de race ibérique (à croissance lente, comme le porc de race corse) mettent en évidence des différences significatives entre ces deux groupes (tableaux 2 et 3). Chez le groupe de porcs ibériques, les sites de prédilection sont le diaphragme et la langue alors que chez le groupe de porcs Large White EOPS, les sites de prédilection sont la langue, le diaphragme et les masséters.

De plus, une corrélation positive entre la dose d'inoculation et la charge parasitaire dans les muscles a été observée, avec une différence entre les races de porcs. Pour les espèces *T. britovi* et *T. pseudospiralis*, la charge larvaire dans le muscle était plus élevée pour le porc ibérique. Les résultats de l'étude de Nöckler *et al.* (2005) sont présentés dans les tableaux 2 et 3.

Les porcs ibériques montrent des charges moyennes de larves de *T. britovi* plus élevées que les porcs de race Large White EOPS. Mais, du fait de la différence de statut sanitaire des animaux testés, ces résultats ne permettent pas de conclure sur l'influence de la race de porcs sur la charge parasitaire musculaire.

Tableau 2 : Résultats des charges moyennes de larves de trichine chez les porcs EOPS, 60 jours après une infection avec différentes doses de *T. spiralis* et de *T. britovi* (extrait de Nöckler *et al.* 2005)

	<i>T. spiralis</i>			<i>T. britovi</i>		
	dose inoculée			dose inoculée		
	200 larves	1 000 larves	20 000 larves	200 larves	1 000 larves	20 000 larves
Charges moyennes dans les muscles (en LPG)						
Langue	5,4	37,9	674,7	0,00	0,10	9,31
Diaphragme	4,2	26,3	699,2	0,00	0,10	6,05
Masséter	4,6	20,08	594,2	0,03	0,11	6,09
Epaule	2,7	15,1	488,2	0,01	0,07	2,51
Jambon	2,8	10,4	372,3	0,01	0,04	1,47
Muscle abdominal	2,1	13,5	334,3	0,01	0,06	2,56
Membre antérieur	1,4	7,4	187,7	0,00	0,05	1,24
Muscle intercostal	1,3	6,0	259,3	0,00	0,04	1,88
Filet	0,9	5,1	141,7	0,00	0,02	0,64
Moyenne	2,8	15,9	416,8	0,01	0,07	3,53

Tableau 3 : Charges moyennes de larves de trichine chez les porcs ibériques, 60 jours après une infection avec différentes doses de *T. spiralis* et de *T. britovi* (extrait de Nöckler *et al.* 2005)

	<i>T. spiralis</i>			<i>T. britovi</i>		
	dose inoculée			dose inoculée		
	200 larves	1 000 larves	20 000 larves	200 larves	1 000 larves	20 000 larves
Charges moyennes dans les muscles (en LPG)						
Langue	5,6	87,0	870,8	2,67	1,79	230,2
Diaphragme	6,0	69,6	1103,5	3,80	2,54	239,7
Masséter	3,7	43,9	480,3	1,36	0,47	145,6
Epaule	3,1	35,6	635,1	1,51	0,73	129,1
Jambon	1,9	37,8	437,1	1,77	0,99	94,1
Muscle abdominal	1,9	35,3	474,5	2,63	1,15	110,7
Membre antérieur	2,6	23,1	440,0	1,11	0,39	60,9
Muscle intercostal	1,4	21,1	256,7	0,73	0,56	67,1
Filet	1,2	13,6	151,1	0,75	0,21	30,8
Moyenne	3,0	43,1	538,8	1,82	0,98	123,1

Dans les conditions naturelles, la survie des larves dans les cadavres d'animaux dépend des espèces de *Trichinella* : les espèces encapsulées (dont font partie *T. spiralis* et *T. britovi*) sont de manière générale résistantes à la putréfaction à température du milieu ; de plus *T. britovi* et *T. nativa* sont également résistantes au froid négatif (Pozio et Zarlenga 2013). La tolérance au froid négatif des larves dépend de nombreux facteurs notamment l'espèce de *Trichinella*, l'espèce hôte, l'ancienneté de l'infection, le couple temps/température appliqué et le développement de la paroi de la capsule de la larve.

Chez le sanglier, en conditions naturelles d'infection, la survie des larves de *T. britovi* a été observée jusqu'à 3 semaines après congélation à -20°C (mortalité à partir de 4 semaines de congélation) (Pozio, Kapel, *et al.* 2006). Chez le même hôte, les données de Lacour *et al.* (2013) obtenues en conditions expérimentales montrent que les larves de *T. britovi* ou de *T. spiralis* âgées de 24 semaines post-infection ne sont plus mobiles ni infectantes à partir d'une semaine de congélation du tissu musculaire à -21° C.

Chez le porc infecté expérimentalement, la survie des larves de *T. britovi* âgées de 5-10 semaines serait supérieure à 4 semaines à -5°C et inférieure à 1 semaine à -18°C (Pozio, Kapel, *et al.* 2006).

Selon les conditions liées à l'animal (sanglier, porc), à l'ancienneté de l'infection (âge des larves) et au couple temps/température, *T. britovi* peut survivre jusqu'à quatre semaines à la congélation.

3.1.2. La surveillance chez l'animal

a) Modalités

Le dispositif français repose sur la réglementation européenne (Règlement d'exécution (UE) 2015/1375 fixant les règles spécifiques applicables aux contrôles officiels concernant la présence de *Trichinella* dans les viandes). Ce règlement est renforcé par des notes de services de la DGAL permettant d'adapter cette réglementation à la situation épidémiologique nationale et aux conditions d'élevage.

Les objectifs de la surveillance dans l'Union européenne sont précisés par les considérants 9 et 10 du règlement (UE) 2015/1375, et font référence au rapport de l'EFSA, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (BIOHAZ 2011).

« (9) : L'EFSA reconnaît la présence sporadique de *Trichinella* dans l'Union, principalement chez les porcs élevés en plein air et les porcs de basse-cour. L'EFSA a également constaté que le type de système de production était le principal facteur de risque des infections par *Trichinella*. En outre, les données disponibles montrent que le risque d'infection par *Trichinella* des porcs hébergés dans des conditions contrôlées officiellement reconnues est négligeable ».

Le considérant (10) précise que le « risque négligeable » n'est plus accordé qu'à des compartiments d'une ou plusieurs exploitations appliquant certaines conditions d'hébergement contrôlé.

L'organisation de la surveillance de *Trichinella* en France vise donc à démontrer le statut de risque négligeable sur des compartiments² de production. Cette surveillance s'appuie sur un échantillonnage des carcasses fondé sur le risque (Stärk *et al.* 2006).

La recherche directe de larves musculaires (L1M) de *Trichinella* spp. est imposée dans les viandes de porcs (excepté celles issues d'élevages officiellement reconnus comme pratiquant des

² « compartiment » : un groupe d'exploitations qui appliquent des conditions d'hébergement contrôlées. L'ensemble des exploitations appliquant des conditions d'hébergement contrôlées dans un État membre peuvent être considérées comme un compartiment (Commission européenne 2013).

conditions d'hébergement contrôlé), dans les viandes chevalines et le gibier sensible à ce parasite comme les sangliers. Les prélèvements musculaires destinés à l'analyse s'effectuent à l'abattoir pour les porcs ou en atelier de traitement pour les sangliers d'élevage.

Pour ce qui est des sangliers sauvages, l'analyse est obligatoire pour les venaisons commercialisées en circuit court (remise directe aux commerces de détail, restaurateurs, repas de chasse ou associatif) (note de service DGAL/SDSSA/N2008-8250 du 24 septembre 2008). L'analyse de la viande est fortement recommandée pour les sangliers sauvages destinés à une consommation dans un cercle familial.

Au niveau national, le système de surveillance chez les porcs est basé sur le risque. Ainsi, tous les porcs plein-air et/ou reproducteurs font l'objet d'une recherche de larves de *Trichinella* (note de service DGAL/SDSSA/SDRRCC/N2007-8054 du 27 février 2007). Les porcs hors-sol non reproducteurs sont quant à eux contrôlés par sondage à raison de 1/1000 puisqu'en principe ils ne sont pas exposés au risque trichine. En ce qui concerne les sangliers, tous les animaux d'élevage sont analysés alors que la proportion de sangliers sauvages réellement contrôlés reste difficile à évaluer. En effet, toutes les données chiffrées d'animaux sauvages abattus, générées directement par les chasseurs ou les fédérations de chasse, ne sont pas systématiquement centralisées au niveau des directions départementales (DD(CS)PP).

o Caractéristiques du test de dépistage

L'analyse des carcasses repose sur un test de digestion artificielle chlorhydro-peptique d'échantillons musculaires prélevés à l'abattoir. Les sites de prélèvement musculaire et les masses à analyser sont imposés par la réglementation européenne, renforcée par des notes de service de la DGAL (Tableau 4). Les échantillons musculaires prélevés peuvent être groupés au sein d'une même analyse et l'on peut ainsi analyser plusieurs animaux en même temps dès lors que les masses minimales à analyser sont conformes aux dispositions de la note de service (Tableau 4). L'analyse porte sur au maximum 100 g d'échantillons groupés, avec une tolérance jusqu'à 115 g uniquement dans le cadre de l'analyse des porcs. La prise d'essai minimum, si le nombre d'animaux est restreint, est de 50 g d'échantillons groupés.

Lors d'un résultat positif ou douteux sur une analyse d'échantillons groupés, les analyses de seconde intention doivent être réalisées sur 20 g de viande pour les porcs et sur 50 g pour les sangliers. Les analyses se font alors en « mini-pool » jusqu'à l'analyse individuelle permettant l'identification de l'animal positif. L'identification d'une carcasse positive conduit à sa destruction.

Tableau 4: Masses minimales à analyser lors des analyses de première intention, en fonction de l'espèce animale et du type d'élevage ou statut de l'animal.

Espèce animale	Type d'élevage ou statut	Site de prélèvement	Masse minimale à analyser	Référence
Porcs domestiques	Elevage hors-sol	Piliers du diaphragme	1 g	Règlement (UE) 2015/1375 Annexe I, Chapitre I
		Si absence des piliers du diaphragme : muscles masticateurs, langue, muscles abdominaux, diaphragme	2 g	
	Elevage plein air et/ou Reproducteurs	Piliers du diaphragme	2 g	Notes de service DGAL N2007-8054 du 27 février 2007 et N2007-8161 du 3 juillet 2007
		Si absence des piliers du diaphragme : muscles masticateurs, langue.	4 g	
	Morceaux de viande (muscle inconnu) ou Viande destinée à consommation sans cuisson à cœur ou autre traitement		5 g	Règlement (UE) 2015/1375 Annexe I, Chapitre I, § 2b
Sangliers		Membre antérieur, langue ou piliers du diaphragme	5 g	Règlement (UE) 2015/1375 Annexe III Note de service DGAL/SDSSA/2007-8003 du 2 janvier 2007

Les quantités à prélever et à digérer sont précisées à l'alinéa b du paragraphe 2 du chapitre I de l'annexe I du règlement d'exécution (UE) 2015/1375. Il est indiqué dans ce paragraphe b) : « prélever un échantillon de même taille [5 g] dans la viande non destinée à une cuisson à cœur ou à un autre traitement après abattage. » Dans le cas des porcs dont la viande est potentiellement destinée à la fabrication de charcuterie crue, la quantité à digérer devrait être de 5 g, que la carcasse soit entière ou que l'opérateur ne dispose que d'un morceau de viande.

○ Limite de détection du test par digestion enzymatique

L'analyse réglementaire est une méthode directe permettant l'isolement du parasite (Larve L1 musculaire) dans un liquide de digestion chlorhydro-pepsique. La méthode officielle est décrite dans le chapitre I de l'annexe I du règlement (UE) 2015/1375 ; elle a également été récemment normalisée au niveau international (norme ISO 18743-2015). Les méthodes ont été jugées équivalentes par le laboratoire de référence de l'Union européenne (Rossi 2016). La méthode de la norme ISO est, à l'heure actuelle, la méthode de référence bien qu'elle présente des limites de détection en fonction de la charge parasitaire, de la masse analysée, du site de prélèvement et de l'espèce animale. Ainsi, si l'on considère l'espèce porcine, la langue et le diaphragme sont les sites électifs ; les charges parasitaires ≥ 3 LPG sont systématiquement détectées si on analyse 1 g de viande. En revanche, pour les charges parasitaires comprises entre 1 et 3 LPG, seule l'analyse de 5 g de viande donne des résultats satisfaisants (99 échantillons détectés positifs sur 100). Pour les charges inférieures à 1 LPG, 75% des tests effectués sur 5 g de viandes avec des charges comprise entre 0,01 et 0,9 LPG sont positifs (Forbes et Gajadhar 1999).

○ Conservation des échantillons

La réglementation européenne pour le contrôle de *Trichinella* ne prévoit pas de recommandation concernant la conservation des prélèvements de muscles ayant servi à la préparation des échantillons d'analyse.

Au niveau national, depuis les TIAC à *Trichinella* des années 1990 et les problèmes de traçabilité qui peuvent survenir de l'abattoir jusqu'au consommateur, le LNR recommande aux LVD de conserver à -20°C les prélèvements musculaires des animaux contrôlés pendant au moins huit semaines après l'analyse de première intention. Cette procédure permet de refaire des analyses si une TIAC survient et de vérifier la conformité des résultats d'analyses si nécessaire.

Le retour d'expérience de la TIAC d'avril 2015 conforte la nécessité de cette procédure. Par ailleurs, étant donné que la consommation de produit charcutier peut être plus tardive que la consommation de viande fraîche, il serait souhaitable d'envisager une conservation des prélèvements musculaires plus longue, c'est-à-dire d'au moins 10 à 12 semaines.

b) Situation épidémiologique

○ En France continentale

Le parasite *Trichinella* spp. a été isolé principalement dans la faune sauvage. Les différents animaux détectés positifs sont rappelés dans le tableau 5.

En ce qui concerne les porcs domestiques, il n'y a pas eu de cas détecté de trichinellose porcine depuis 10 ans, à l'exception d'un porc déclaré positif pour *T. spiralis* en Bretagne en 2007 dans un élevage hors-sol. Ce cas détecté lors d'un autocontrôle de viandes destinées à l'exportation est resté exceptionnel et inhabituel pour un porc élevé dans ce type d'élevage. Ce cas a été à l'origine de plusieurs avis de l'Afssa en 2007 (Afssa 2007a, c, d, e) . L'enquête épidémiologique qui a suivi n'a pas permis de mettre en évidence d'autres animaux contaminés dans l'élevage. La contamination de ce porc par un petit rongeur pourrait être à l'origine de ce cas, bien que l'enquête n'ait pas décelé de contamination dans la faune sauvage (petits rongeurs) environnante de l'élevage.

La situation de la trichinellose porcine en Corse sera évoquée dans le paragraphe à suivre relatif au foyer de *Trichinella britovi* dans les îles méditerranéennes.

Tableau 5 : Espèces de *Trichinella* identifiées en France métropolitaine dans la faune sauvage depuis 2007 (données LNR)

Espèce animale	Nombre d'animaux détectés positifs	Année	Lieu	Espèce de <i>Trichinella</i>
Sanglier	2	2007, 2016	Ariège	<i>T. britovi</i>
	1	2011	Gard	<i>T. britovi</i>
	1	2012	Alpes-Maritimes	<i>T. britovi</i>
Renard	3	2008	Var	<i>T. britovi</i>
	1	2013	Haute-Savoie	<i>T. britovi</i>
Loup	4	2007	Savoie	<i>T. britovi</i>
	1	2012	Isère	<i>T. britovi</i>
	1	2013	Haute-Savoie	<i>T. britovi</i>
	1	2014	Alpes-Maritimes	<i>T. britovi</i>
	1	2015	Alpes-Maritimes	<i>T. britovi</i>

○ Le foyer de *T. britovi* dans les îles méditerranéennes

Jusqu'en 2004, les îles du bassin méditerranéen ont été considérées comme indemnes de *Trichinella* exceptée la Sicile qui a connu quatre épidémies humaines entre 1933 et 1946 avec pour origine la consommation de viande de porc (Pozio, Mesina, *et al.* 2006).

En Corse, en 2004, deux porcs en élevage extensif en plein-air et un renard proche de la zone de l'élevage ont été identifiés positifs pour *T. britovi* dans la vallée du Haut-Taravo. Depuis 2004, 25 porcs domestiques ont été détectés positifs pour *T. britovi* dans cette même vallée ou dans les vallées voisines. Les enquêtes sérologiques de surveillance sur l'île pendant la période 2006-2008 ont permis de confirmer la circulation à bas bruit du parasite dans les populations de sangliers avec une prévalence de 2,01 % (IC 95%, 1,36-2,86) (Richomme *et al.* 2010). Lors de recherche directe de larves, tous les échantillons testés ont été trouvés négatifs (1881 échantillons de muscles de sangliers et 74 de renards). Les enquêtes épidémiologiques conduites en Corse ont également permis d'émettre l'hypothèse de l'implication des chiens (chiens de chasse et chiens errants) dans le cycle du parasite. Les chiens pourraient assurer le lien entre la faune sauvage et les élevages porcins, voire constituer un réservoir pour le parasite (communication personnelle François Casabianca, Inra Corte). Cette hypothèse est d'ailleurs avancée par le laboratoire de référence de l'Union européenne « Parasites » qui propose d'analyser en sérologie les chiens de chasse dans le cadre des programmes de surveillance de la faune sauvage (Gómez-Morales *et al.* 2016).

En 2015, le porc élevé en Corse ayant été à l'origine de la TIAC par consommation de figatelles fraîches provenait du village d'Aullène, proche de la Vallée du Haut-Taravo. Les figatelles étaient positives pour *T. britovi* et présentaient une charge parasitaire de l'ordre de 4 LPG de la partie maigre. Par la suite, un saucisson saisi chez le même éleveur-charcutier présentait une charge parasitaire de 3,66 LPG de la partie maigre. En 2016, ce sont 3 porcs d'Aullène qui ont de nouveau été identifiés positifs pour *T. britovi*.

En Sardaigne, un foyer de trichinellose humaine lié à la consommation de saucisses crues fabriquées à partir d'un seul porc infecté a été enregistré en avril 2005 (11 personnes atteintes). Il y a eu huit autres cas en décembre 2005 et un autre en mai 2007. La source pour tous ces cas a été l'ingestion de viande de porcs infestés par *T. britovi*.

Une première étude épidémiologique sarde en 2006 a permis d'observer une prévalence de *T. britovi* de 0,6% chez le porc de basse-cour (back-yard) ou ayant accès à un parcours (free-range).

Les charges larvaires observées sur sept porcs infectés ont été les suivantes : un cou (43 LPG), quatre diaphragmes (0,1 ; 0,9 ; 4 et 34 LPG), un dans les muscles intercostaux (15 LPG). Dans une saucisse, une charge de 20 LPG a été relevée (Pozio, Cossu, *et al.* 2009). Les résultats sur des échantillons provenant de 6188 sangliers et 13 renards étaient tous négatifs.

Une seconde étude épidémiologique menée pendant les années 2010-2014 a montré qu'une seule municipalité de l'île était concernée avec des prévalences pour *T. britovi* de 2,6% chez le porc élevé en plein air (free-ranging), 0,2% chez le porc de basse-cour (backyard), 0,4% chez le sanglier et 27,6% chez le renard roux (Bandino *et al.* 2015). Les prévalences similaires et faibles chez les suidés et élevées chez le renard confirment que les porcs domestiques et les sangliers ne sont pas de bons réservoirs par rapport au renard roux et que le système d'élevage en plein air est plus à risque que le système en basse-cour (Bandino *et al.* 2015).

Les hypothèses concernant l'apparition de *T. britovi* en Sardaigne ou en Corse incluent celle d'une importation accidentelle de *T. britovi* par des déchets de chasse, de viande infectée, d'animaux vivants (porcs, chiens en Corse). La surmortalité liée à la peste porcine classique et la peste porcine africaine en Sardaigne peut avoir facilité la diffusion de *T. britovi* vers la faune sauvage (mortalités et charognage). Par ailleurs, une endémicité de l'infection à *T. britovi* ne peut être exclue (Bandino *et al.* 2015, Pozio, Mesina, *et al.* 2006).

Les travaux de Marucci *et al.* (Présentation au congrès ICT, Berlin 2015), portant sur le typage des isolats par analyse de microsatellites, suggèrent des origines géographiques différentes pour les isolats corses et sardes. L'origine de la contamination de la Sardaigne serait très ancienne car il existe des différences génétiques par rapport aux isolats continentaux (Italie, France et Espagne) et corses. En revanche, l'introduction de *T. britovi* en Corse serait beaucoup plus récente étant donné la présence d'allèles présents chez les souches continentales européennes.

- Le foyer de *T. britovi* en Grèce (Boutsini *et al.* 2014)

L'élevage porcin en plein air (agriculture biologique) se développe en Grèce, en particulier dans trois dèmes du nord-est. Une prévalence de 0,29% (12 717 porcs analysés) a été observée chez les porcs d'élevages extensifs testés durant la période 2009-2012 (test sur diaphragme). L'ensemble des isolats analysés (31) a été identifié comme *T. britovi*. Cette prévalence est en augmentation sur les quatre ans de l'étude. Par ailleurs, l'émergence de *T. britovi* en Grèce est attribuée à l'abandon des carcasses et viscères de sangliers par les chasseurs avec un cycle initialement dans la faune sauvage impliquant ensuite le porc domestique en raison du mode d'élevage (alimentation des porcs, absence de mesures de biosécurité) et à l'abattage non contrôlé sur un mode très proche de ce qui est pratiqué en Corse et Sardaigne (Boutsini *et al.* 2014). Selon Murrell (2016), la dynamique de l'épidémiologie de *Trichinella* spp. et notamment la nature du risque d'infection pour le porc domestique à partir de la faune sauvage réservoir reste complexe i) dans la définition précise du mode d'élevage de type « free-range », ii) dans le mode précis de contamination des porcs (sauf dans le cas où l'Homme donne des déchets de chasse) et iii) dans la nature du réservoir le plus à risque pour les porcs.

3.1.3. La surveillance chez l'Homme

Jusqu'en 2012, le service de parasitologie de l'Hôpital Cochin à Paris avait le mandat de Centre national de référence (CNR). Depuis 2012, il n'y a plus de CNR en France mais le service de parasitologie de Cochin reste conventionné avec Santé publique France pour la surveillance des cas humains de trichinellose.

Chez l'Homme, la trichinellose n'est pas une maladie à déclaration obligatoire.

3.1.3.1. Histoire naturelle de la maladie

Selon Dupouy-Camet *et al.* (2015), la maladie présente habituellement trois phases : i) une première phase d'incubation qui dure d'une à quatre semaines avec l'observation de diarrhée (environ la moitié des cas), des vomissements et des douleurs abdominales, ii) une deuxième phase aiguë qui dure de trois à quatre semaines avec une triade de symptômes (fièvre, myalgie, et œdème de la face et/ou périorbitaire bilatéral) et des signes biologiques (éosinophilie très élevée accompagnée d'une augmentation des enzymes musculaires) et un sérodiagnostic est possible 15 jours après l'infection, iii) une troisième phase de convalescence où les symptômes régressent progressivement (sauf si des séquelles définitives se sont installées). Les myalgies et l'asthénie durent trois à quatre semaines. Des formes prolongées myalgiques sur plusieurs mois ou années sont possibles.

La phase aiguë peut cependant se présenter sous d'autres formes sévères ou modérément sévères. Il existe également des formes bénignes ou asymptomatiques. Les symptômes chez l'enfant sont généralement moins prononcés. Chez les femmes enceintes, la trichinellose peut se traduire par un avortement ou un accouchement prématuré.

3.1.3.2. Définition du cas

On distingue les cas isolés des cas épidémiques.

○ Cas isolés

Les définitions d'un cas pour le CNR (ex-CNR depuis 2012) quand il s'agit d'un cas isolé ou de début d'épidémie sont les suivantes :

- Cas certain :

- patient présentant une biopsie musculaire positive avec des larves de *Trichinella* spp. et ayant présenté au moins un signe ou symptôme évocateur de trichinellose (fièvre > 39°C, myalgies, œdème de la face, éosinophilie >1 000 par mm³, élévation des enzymes musculaires) dans le mois précédant l'examen.

ou

- patient présentant un sérodiagnostic de trichinellose positif au-delà du seuil de spécificité du laboratoire, confirmé par western blot (bandes spécifiques de 43-44 kD et 64 kD), et ayant présenté au moins trois des signes ou symptômes évocateurs (fièvre > 39°C, myalgies, œdème de la face, éosinophilie > 1 000 par mm³, élévation des enzymes musculaires) de trichinellose dans le mois précédant l'examen.

- Cas suspect : patient ne répondant pas aux critères de cas certain mais présentant un sérodiagnostic de dépistage trichinellose positif au-delà du seuil de spécificité du laboratoire et pour lequel le diagnostic de trichinellose n'a pu être écarté.

- Cas ancien : l'introduction du western blot (spécifique) permet de définir une nouvelle catégorie : les cas anciens. Il s'agit de patients ayant une sérologie positive confirmée par western blot et, si possible, ayant eu avant l'année d'enquête considérée des signes ou un diagnostic de trichinellose.

○ Cas dans un contexte d'épidémie

Le cas de trichinellose humaine est défini dans la Décision d'exécution de la Commission européenne du 8 août 2012 établissant des définitions de cas pour la déclaration des maladies transmissibles au réseau communautaire. La définition du cas repose sur des critères cliniques, des critères de laboratoire et des critères épidémiologiques. Pour les critères cliniques, un cas doit présenter au moins trois symptômes parmi les symptômes suivants :

fièvre,
douleurs musculaires,
diarrhée,
œdème de la face,
éosinophilie,
hémorragies sous-conjonctivales, sous-unguéales et rétiniennes.

Pour les critères de laboratoire, au moins un des deux critères suivants :

- mise en évidence de larves de *Trichinella* dans des tissus obtenus par biopsie musculaire,
- formation d'anticorps spécifiques de *Trichinella* (immunofluorescence indirecte, ELISA ou Western blot).

Enfin pour les critères épidémiologiques, au moins un des deux liens épidémiologiques suivants :

- exposition à des aliments contaminés (viande),
- exposition à une source commune.

Un cas probable correspond à toute personne répondant aux critères cliniques et présentant un lien épidémiologique. Un cas confirmé correspond à toute personne répondant aux critères cliniques et aux critères de laboratoire.

3.1.3.3. Bilan des TIAC depuis 2007

Le bilan des TIAC en France depuis 2007 est présenté dans le tableau 6. Les données sont issues du site internet du laboratoire du service de parasitologie de l'Hôpital Cochin, conventionné avec Santé publique France pour la surveillance des cas humains de trichinellose.

Tableau 6 : TIAC déclarées depuis 2007 (source : <http://cnrdestrichinella.monsite-orange.fr/>)

Année	Lieu	Aliment	Espèce de <i>Trichinella</i>	Nombre de cas
Cas autochtones				
2008	Alpes-Maritimes	Sanglier	nd	3
2011	Gard	Sanglier	nd	2
2015	Alpes-Maritimes	Porc (figatelle corse)	<i>T. britovi</i>	3
Cas importés				
2007	Laos	Porc	nd	1
2009	Sénégal	Phacochère	nd	5
2009	Nunavut	Ours grizzly	nd	4
2016	Groenland	Ours polaire	nd	3

nd : non disponible

3.2. Caractérisation du danger : mise à jour de la relation dose-réponse

Un modèle dose-réponse estimant la probabilité d'infection (séroconversion) à l'échelle de la population en fonction de différents niveaux d'exposition aux larves de *Trichinella* a été développé par Teunis *et al.* (2012). Ce modèle s'appuie sur des données épidémiologiques et tient compte des caractéristiques de la reproduction sexuée du parasite. Une sélection d'études appropriées de la littérature scientifique a permis d'estimer pour différentes TIAC/foyers de trichinellose le nombre d'individus exposés et infectés ainsi que les doses d'exposition. L'analyse de l'ensemble de ces données a permis d'établir une relation dose-réponse où l'exposition à de faibles doses (quelques larves) est associée à une probabilité élevée de survenue d'infection.

Dans le cadre de la présente saisine, la méthodologie proposée par Teunis *et al.* (2012), par modélisation par inférence bayésienne est appliquée pour estimer le risque de maladie en fonction de la dose. Une définition commune du cas symptomatique lié aux TIAC a été appliquée aux TIAC déjà utilisées par Teunis ainsi qu'aux données épidémiologiques de TIAC postérieures à 2012. En effet, deux nouveaux foyers ont été identifiés : un en France (à l'origine de la présente saisine), et décrit dans la publication de Ruetsch *et al.* (2016), et un autre en Allemagne (Faber *et al.* 2015). En plus de ces deux foyers, des réajustements sur les mesures d'exposition ont été effectués. Enfin, à la différence de la publication de Teunis *et al.* (2012) qui prenait en compte les TIAC à *Trichinella nativa* (présentes dans la viande d'ours), seules les TIAC concernant les espèces de trichines identifiées sur des suidés français ont été prises en compte, à savoir *T. spiralis*, *T. pseudospiralis* et *T. britovi*. Au total neuf TIAC ont été prises en compte pour l'estimation de la dose-réponse.

3.2.1. Modèle de dose-réponse

L'ingestion de larves de *Trichinella* n'a pas toujours comme conséquence l'infection ou l'apparition des signes cliniques précédemment décrits. Différents facteurs peuvent constituer des barrières ou augmenter la probabilité d'infection ou de survenue des signes cliniques. Le modèle dose-réponse adopté pour les trichines est un modèle sans seuil qui suppose une indépendance d'action des larves ingérées tout en prenant en compte la nécessité de reproduction du parasite dans l'intestin de l'hôte. L'occurrence de l'infection ou de la maladie nécessite au préalable la survie d'au moins un couple mâle-femelle. La femelle pond des larves, capables de traverser l'intestin et de migrer dans les sites de prédilection du parasite. La probabilité de survie est considérée identique pour les larves mâles et femelles : p_m .

Si la proportion des femelles est de r , alors la probabilité d'infection après l'ingestion de N larves est égale à la probabilité de survie d'au moins une larve femelle et d'une larve mâle :

$$P(\text{infestation}) = P(k_F > 0) \times P(k_M > 0)$$

Avec k_F et k_M le nombre de femelles et de mâles survivant capables de se reproduire. Ils suivent tous les deux des lois binomiales avec un nombre de tirage au sort de N_F et N_M respectivement et une probabilité de succès égale à p_m .

N_F et N_M sont le nombre de larves femelles et mâles parmi les N larves ingérées. Le nombre N_F suit une loi binomiale de paramètres N et r .

La probabilité p_m de survie d'une larve est le résultat de l'interaction entre les facteurs spécifiques de l'hôte, du parasite et de l'aliment. Elle est considérée identique pour chaque occasion d'exposition, c'est-à-dire la même pour un ensemble de larves ingéré à l'occasion de la consommation d'un aliment par un individu donné. Cependant, cette probabilité va varier entre les différentes occasions d'exposition et peut donc prendre des valeurs comprises entre 0 et 1. Cette variabilité est décrite à l'aide d'une loi bêta de paramètre strictement positifs α et β . Ce sont ces deux derniers paramètres que l'on cherche à estimer à partir des données épidémiologiques disponibles. La probabilité d'infection conditionnellement à l'ingestion de N_F larves femelles et de N_M larves mâles peut être déduite en fonction des paramètres de la loi bêta³.

3.2.2. Données utilisées pour l'estimation de la relation dose-réponse

Les données utilisées pour estimer la relation dose-réponse sont présentées dans le tableau 7. La définition du cas a été précisée car elle n'était pas commune entre les différentes TIAC publiées et documentées. Par exemple, dans la publication de Faber *et al.* (2015), les cas étaient définis

³ $P(\text{infestation} | N_F \text{ et } N_M) = 1 - \frac{\Gamma(\alpha+\beta) \times \Gamma(\beta+N)}{\Gamma(\alpha+\beta+N)} - \frac{\Gamma(\alpha+\beta) \times \Gamma(\beta+N_F)}{\Gamma(\alpha+\beta+N_F)} - \frac{\Gamma(\alpha+\beta) \times \Gamma(\beta+N_M)}{\Gamma(\alpha+\beta+N_M)}$

Avec $N_M + N_F = N$ et Γ la fonction mathématique gamma.

comme ayant présenté une myalgie et/ou un œdème périorbitaire, avec détection d'immunoglobulines M (ou G après exposition), et avec un lien épidémiologique établi. Dans la TIAC décrite par Turk *et al.* (2006), la définition du cas repose sur l'existence d'une séroconversion et d'un lien épidémiologique.

Pour intégrer l'ensemble des données épidémiologiques disponibles, la définition du cas proposée est la suivante : un cas de trichinellose est un individu exposé à un aliment contaminé par *Trichinella* (lien épidémiologique), ayant un test sérologique positif dans un délai compatible à son exposition, et ayant montré au moins un des six symptômes suivants : fièvre, myalgie, diarrhée, œdème de la face, éosinophilie, microhémorragies (sous conjonctivales, sous-unguéales ou rétinienes).

La quantité de larves (dose) ingérée par individu est inconnue mais est renseignée dans le modèle comme incertaine selon une loi négative-binomiale de paramètres : $(Cxm; \rho)$. Les doses d'exposition sont ainsi caractérisées par la concentration moyenne observée sur les aliments incriminés (C), la quantité ingérée moyenne en g (m) et un paramètre de dispersion (ρ). Lorsque le paramètre ρ augmente, la loi de distribution des doses se rapproche de la loi de Poisson.

Tableau 7 : Données utilisées pour l'estimation de la relation dose-réponse

Références	<i>Trichinella</i>	Concentration (larves/g)	Consommation (g)		Réponse		
			m	ρ	Exposés	Sérologie +	Cas
Ranque <i>et al.</i> (2000)	<i>pseudospiralis</i>	187	188,3	5,09	2	2	2
			396,7	25,5	2	2	2
Pozio <i>et al.</i> (2006)	<i>britovi</i>	8	188,3	5,09	11	11	10
Gari-Toussaint <i>et al.</i> (2005)	<i>britovi</i>	3	192,9	5,8	6	6	6
Turk <i>et al.</i> (2006)	<i>britovi</i>	6.5	58	8,13	474	154	150
(Littman <i>et al.</i> 2006)	<i>spiralis</i>	106 ^b	80,4	2,9	22	17	16*
Nans Les Pins en 2006 ^a	<i>spiralis</i>	23.5 ^c	201,7	8,4	3	3	3
Collobrières en 2006 ^a	<i>britovi</i>	7.62	150,6	4,83	9	6	6
Faber <i>et al.</i> (2015)	<i>spiralis</i>	0.5	100	80	16	2	1
			200	200	31	11	8
			300	200	13	4	3
			420	200	5	4	3
Ruetsch <i>et al.</i> (2016)	<i>britovi</i>	2 ^d	200	65	2	2	2
			100	90	1	1	1

^a Nans Les Pins et Collobrières correspondent aux villes où se sont produites les TIAC en 2006. Les données sont issues de la publication de Teunis *et al.* (2012)

^b Valeur relevée dans publication de Littman, Nockler, and Hallauer (2006) et différente de celle utilisée dans la publication de Teunis *et al.* (2012).

^c Valeur confirmée par le LNR et différente de celle utilisée dans la publication de Teunis *et al.* (2012).

^d Valeur tenant compte du pourcentage de gras dans une figatelle (le gras n'est pas analysé).

3.2.3. Méthode statistique

La figure 2 présente graphiquement le modèle statistique permettant d'ajuster les paramètres de la relation dose réponse α et β .

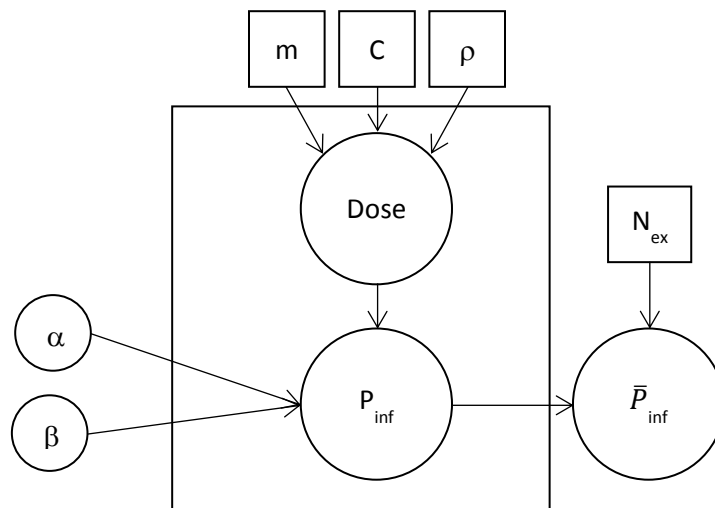


Figure 2 : Schématisation du modèle statistique bayésien pour l'estimation des paramètres de la relation dose-réponse α et β . Les carrés correspondent à des composantes fixes du modèle (m : moyenne des quantités de l'aliment ingérées, C : concentration moyenne dans l'aliment, ρ : paramètre de dispersion et N_{ex} : nombre d'individus exposés). Les cercles sont des composantes aléatoires du modèle.

Le modèle est ajusté grâce à un ensemble de tirages au sort aléatoires (MCMC : méthode de Monte-Carlo par chaînes de Markov), à deux niveaux emboîtés d'itérations :

- Niveau 1 : concerne les paramètres α et β . A chaque itération un couple de valeur de ces paramètres est tiré au sort d'une loi de distribution *a priori* non informative.
- Niveau 2 : plusieurs tirages au sort d'une dose suivis de calcul des probabilités d'infection en fonction de ces doses et des valeurs des paramètres α et β tirées au sort au niveau 1. La moyenne des probabilités d'infection est calculée sur l'ensemble des itérations du niveau deux. La vraisemblance (probabilité) du nombre observé d'individus infectés parmi les individus exposés est calculée selon la formule de la loi binomiale de paramètres : \bar{P}_{inf} et N_{ex} . Cette vraisemblance n'est autre que la probabilité d'avoir observé un nombre d'individus infectés sachant les conditions d'exposition caractérisées par m , C , ρ et N_{ex} et pour des valeurs particulières de α et β .

En fin de processus, on obtient une série de vraisemblances calculées pour une série de couples de valeurs possibles de α et β tirées au sort dans une loi *a priori*. Grâce au théorème de Bayes (calcul des probabilités conditionnelles), il est possible de déduire de cette série de valeurs de vraisemblance la distribution *a posteriori* des paramètres α et β : probabilités de α et β sachant le nombre observé d'individus infectés et les conditions d'exposition. La distribution *a posteriori* représente ici l'incertitude sur la détermination de la relation dose-réponse.

La détermination de la distribution *a posteriori* de α et β est faite TIAC par TIAC ou pour un ensemble de TIAC regroupant par exemple les TIAC concernées par la même espèce de *Trichinella*.

Étant donné que la procédure d'estimation est itérative, il est nécessaire de vérifier la convergence de la procédure d'estimation. Le critère de Gelman et Rubin qui compare les variances intra et inter-chaînes des distributions *a posteriori* est utilisé.

3.2.4. Résultats

Les figures 3 et 4 présentent la courbe de la relation entre le nombre de larves de *Trichinella* ingérées et la probabilité de développer une trichinellose.

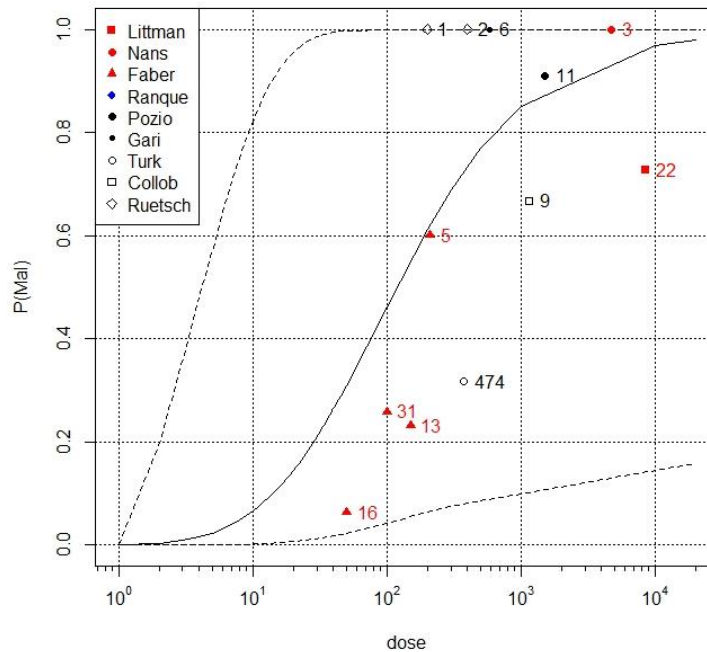


Figure 3 : Relation dose-réponse estimée à partir de l'ensemble des TIAC du tableau 7 (probabilité de survenue d'un cas de trichinellose en fonction des quantités de larves ingérées) (données issues de TIAC à *T. britovi*, *T. spiralis* et *T. pseudospiralis*)

Les courbes en pointillés représentent l'intervalle de confiance des probabilités d'infection à 95%. Les points et les chiffres représentent respectivement les taux d'attaques en fonction de la dose moyenne et les nombres le nombre de personnes exposées aux doses moyennes

La Figure 3 montre le résultat *a posteriori* et son intervalle de confiance à 95% (IC95) pour le modèle avec effet TIAC et sans effet espèce de trichine. Ce résultat est proche de celui obtenu par Teunis *et al.* (2012). La médiane de la probabilité de survenue de la trichinellose suite à une exposition de 10 larves est proche de 0,1. Grâce aux données issues des TIAC publiées après 2012, l'information aux faibles doses est plus importante ici que dans le travail de Teunis *et al.* (2012). En termes de qualité d'ajustement, les estimations des taux d'attaque des TIAC sont bien dans l'IC95 de la prévision. Cependant, pour les expositions aux faibles doses, la valeur médiane tend à surestimer le risque.

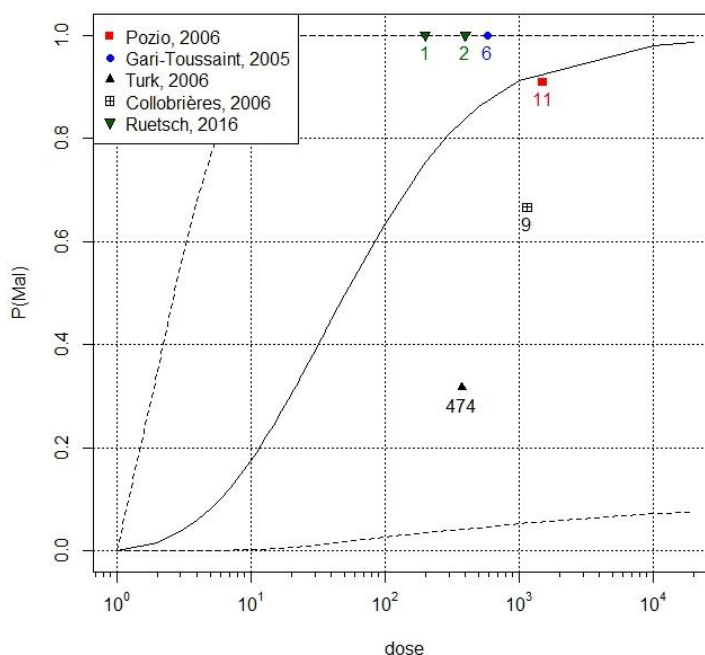


Figure 4 : Relation dose-réponse estimée à partir des TIAC à *Trichinella britovi* uniquement (probabilité de survenue d'un cas de trichinellose en fonction des quantités de larves ingérées)

Les courbes en pointillés représentent l'intervalle de confiance des probabilités d'infection à 95%. Les points et les chiffres représentent respectivement les taux d'attaques en fonction de la dose moyenne et les nombres le nombre de personnes exposées aux doses moyennes

La figure 4 présente le résultat *a posteriori* pour le modèle avec effet TIAC mais incluant uniquement les données relatives à *T. britovi*.

Les résultats de la mise à jour de la relation dose-réponse renforcent les conclusions de Teunis *et al.* (2012) : il est possible d'observer des cas de trichinellose à des doses inférieures à 10 larves par portion.

La valeur médiane de la probabilité de survenue de la trichinellose suite à une exposition à une dose de 10 larves de *T. britovi* est proche de 0,2. Cette valeur médiane est plus élevée que celle estimée pour l'ensemble des espèces de trichines impliquées dans les TIAC.

3.3. Evaluation de l'exposition à *Trichinella britovi* via la consommation de produits de charcuterie corse

3.3.1. Prévalence d'infection des porcs corses par *Trichinella britovi*

■ Elevages porcins en Corse

Environ 98 % des éleveurs porcins en Corse (Relun *et al.* 2015) élèvent leurs animaux en plein-air intégral toute l'année. Cette particularité en fait une des rares régions de France où s'est maintenue une forme d'élevage extensif, utilisateur d'espaces de parcours et de forêts (ce mode d'élevage existe encore dans d'autres régions d'Europe méditerranéenne). Les 2% d'élevages restant sont des élevages en claustration, en particulier celui du pénitencier de Casabianda et des petits élevages de type basse-cour destinés à l'autoconsommation des familles (ce mode qui était très fréquent auparavant a progressivement disparu au cours des dernières décennies).

Dans une majorité de cas, l'exploitation des porcs se fait à titre principal, couplée avec la transformation fermière des carcasses obtenues. Il s'agit d'éleveurs naisseurs – engraisseurs – transformateurs dont le revenu provient principalement de cette activité. Les troupeaux comprennent en moyenne 10 truies, 2 verrats et 180 porcs charcutiers de tous âges car la

centaine de porcs à charcuter sont abattus à un âge avancé (en moyenne 18 mois) ce qui est lié à la croissance lente de ces animaux. En général, il s'agit de porcs de race locale, plus ou moins croisés avec des porcs sélectionnés (dans les années 60-70 avec le Large White, dans les années 80-90 avec le Duroc). La race locale, nommée *Nustrale*, fait l'objet d'une gestion collective (définition d'un standard de race, gestion d'un Livre généalogique, maintien des lignées mâles et femelles visant sa conservation au sein du LIGERAL (association des livres généalogiques collectifs des races locales de porcs)). Il faut signaler que la majorité des éleveurs de porcs sont également chasseurs de sangliers.

Environ la moitié des éleveurs font mettre bas leurs truies une seule fois par an, en général au printemps et plus rarement en automne. Une proportion de 40% fait deux mises-bas par an (au printemps et en automne), le reste des éleveurs observe des naissances tout au long de l'année. Une majorité des éleveurs tiennent les verrats et les truies ensemble dans des parcs de saillies durant les périodes de chaleur, tandis qu'une minorité les laissent vaquer librement sur les parcours. Tous les mâles non destinés à la reproduction sont castrés alors qu'un tiers des femelles le sont. Les saillies s'opèrent souvent sur parcours, ce qui peut conduire à des portées issues de sangliers.

L'usage des parcours (en dehors de la période de finition) est variable, mais en général les troupeaux disposent de vastes étendues organisées en parcelles de plusieurs dizaines d'hectares (la charge moyenne est estimée à 0,5 porc/ha) dont les limites ne sont pas clôturées ou avec des clôtures sommaires. Il est donc assez courant que plusieurs troupeaux parcourent les mêmes surfaces. Quelques éleveurs continuent de pratiquer la transhumance estivale pour leurs charcutiers (les truies et les jeunes porcelets demeurent dans l'exploitation). Durant la période de finition automnale, les porcs charcutiers disposent de surfaces de chânaies et de châtaigneraies durant deux à trois mois (charge moyenne estimée à cinq porcs/ha) où ils prennent rapidement du poids.

Une typologie des élevages a été récemment élaborée (Relun *et al.* 2015) et distingue quatre types selon les risques de transmission de maladies :

- Le type 1 rassemble des éleveurs qui conduisent leurs troupeaux sur des surfaces clôturées, ne transhument pas, font réaliser leurs saillies en parcs fermés, font abattre leurs porcs à l'abattoir, et, quand ils en ont, déposent leurs déchets et restes de carcasse dans des endroits sécurisés ;
- Le type 2 est composé des éleveurs qui sont engagés dans l'Appellation d'Origine Protégée (AOP), avec des troupeaux de race *Nustrale* conduits sur parcours plus ou moins clôturés, castrant leurs mâles et leurs femelles, font abattre leurs porcs à l'abattoir et, quand ils en ont, déposent leurs déchets et restes de carcasse dans des endroits sécurisés ;
- Le type 3 comprend des éleveurs qui ne sont pas engagés dans des labels de qualité, dont les troupeaux sont en général croisés entre la race locale et des races sélectionnées, conduits sur parcours plus ou moins clôturés, abattent leurs porcs majoritairement à la ferme et déposent leurs déchets et restes de carcasse dans le milieu naturel ;
- Le type 4 est composé des éleveurs qui ont des animaux de phénotype local conduits en liberté sur des parcours ouverts.

Il est toutefois difficile de donner des pourcentages de chaque type sur le total des éleveurs porcins de Corse.

Environ 98% des éleveurs porcins en Corse élèvent leurs animaux en plein-air intégral toute l'année. Cette particularité en fait une des rares régions de France où s'est maintenue une forme d'élevage extensif utilisateur d'espaces de parcours et de forêts.

En 2014, l'Établissement départemental d'élevage (EDE) recensait 48 520 porcs en Corse. Même si la sous-estimation est très difficile à quantifier, les services de la DDCSPP de Corse du Sud évaluent que seule un peu plus de la moitié des porcs de Corse sont déclarés.

■ Fonctionnement des abattoirs en Corse

La plupart des porcs sont abattus entre la fin novembre et la mi-mars (Relun *et al.* 2015). Pour les porcs qui sont abattus dans des abattoirs agréés, soit l'éleveur conduit ses animaux en petits lots (cinq à dix porcs) en bétailière jusqu'à la structure soit il fait appel au service de ramassage proposé par l'abattoir. Et, après un jour ou deux, il récupère les carcasses réfrigérées qui lui sont livrées en camion frigorifique à sa ferme. Il procède alors à la découpe et à la transformation en produits de charcuterie. Pour les porcs qui ne sont pas abattus en abattoir agréé, l'éleveur procède à un abattage à la ferme sans aucune vérification d'aucune sorte. Une grande majorité des éleveurs utilise les abattoirs agréés, mais pas forcément pour tous leurs porcs. Ainsi, quelques éleveurs passent tous leurs porcs par l'abattoir, une forte minorité (surtout en Haute-Corse) abattent tous leurs porcs à la ferme, et une grande majorité ne passent qu'une fraction de leurs porcs par l'abattoir, le reste étant abattu à la ferme.

Une série d'arguments est souvent déployée de la part des éleveurs qui n'envoient pas leurs porcs à l'abattoir (ou seulement une fraction de leurs porcs charcutiers). Le transport des animaux vivants (réalisé pour moitié par l'éleveur lui-même et pour moitié par un service proposé par l'abattoir) poserait des problèmes de délais (parfois plusieurs heures entre l'élevage et l'abattoir) et de conditions de route (routes enneigées en hiver). De plus, les bétailières semblent mal équipées pour le transport et les porcs peuvent arriver avec des ecchymoses ou des fractures. Ensuite, le traitement des animaux en abattoir montrerait des problèmes durant l'attente (abreuvement), l'amenée, l'anesthésie et la saignée. Enfin, les carcasses sont soumises à des traitements d'épilation (bac d'échaudage et épilateur) peu adaptés au type de porc local (soies abondantes et à implantation profonde dans le derme), ce qui semble provoquer des dégradations des carcasses, particulièrement problématiques pour les pièces destinées à faire des jambons. Le retour des carcasses vers l'atelier de transformation fait l'objet d'un transport en camion frigorifique, ce qui occasionne un renchérissement du coût total des services. La fréquence de saisie des foies (pour parasitisme) est élevée, ce qui perturbe les prévisions de production du transformateur.

Une très grande proportion des porcs ne passent pas par l'abattoir et ne sont donc pas contrôlés.

■ Prévalence apparente : données de la DDCSPP

Depuis 2004, un total de 48 595 porcs plein-air a été abattu en Corse du Sud parmi lesquels 22 ont été détectés positifs pour la présence de larves de *T. britovi*. A ces porcs, se rajoute celui de 2015 à l'origine de la TIAC. La prévalence apparente pour la période 2004-2015 est donc de 0,047% dans ce département.

3.3.2. Fabrication de la charcuterie crue corse

Seules quelques préparations sont cuisinées (fromage de tête, boudins, autres préparations cuites), la plus grande partie de la viande est transformée en produits crus.

■ Modalités de fabrication

Les carcasses sont découpées en pièces qui seront salées et séchées : la cuisse transformée en « *prisuttu* » ou jambon sec, l'échine transformée en « *coppa* » ou échine séchée, la longe transformée en « *lonzu* » ou « *lonzo* » séché. On peut y rajouter quelques pièces grasses comme la poitrine transformée en « *panzetta* » et la joue transformée en « *bulagna* ».

Le reste de la carcasse est transformé en produits divisés destinés à être embossés dans différents types de boyaux : le saucisson permet de valoriser les viandes nobles en « *salamu* » ou « *salciccìa* » (produit maigre destiné à un séchage plus ou moins long selon le diamètre du boyau), la figatelle permet de valoriser les viandes de deuxième qualité (la gorge, la langue et parfois les masseters) et les abats (foie, rate, cœur et poumons) en « *ficatellu* » (produit destiné soit à une consommation rapide sous forme grillée au feu de bois, soit à une consommation différée sous forme crue et sèche). Quelques producteurs font également la saucisette ou « *salciccetta* » qui

permet de récupérer des viandes plus grasses et du gras (produit gras destiné à être consommé sous forme cuisinée dans des plats traditionnels tels que les lentilles ou les haricots).

Les pratiques de fabrication utilisent pour la période de mise au sel soit le froid naturel hivernal (qui correspond à la période d'abattage), soit plus rarement des chambres froides pour du salage doux. Les pièces sont enfouies sous le sel durant un nombre de jours proportionnel à leur poids et qui varie selon les producteurs. Les jambons frais peuvent être laissés sous le sel durant un maximum de 40 jours contre 12 jours en salage court. Les pièces et produits divisés sont ensuite mis en séchoir durant quelques semaines (quelques mois pour les jambons) avant d'être affinés en caves jusqu'à leur commercialisation. Un *ficatellu* frais est vendu au bout d'une semaine à dix jours, un *lonzo* et un saucisson fin au terme de deux à trois mois, une *coppa* et un saucisson en boyau épais ainsi qu'un *ficatellu* sec au bout de quatre à six mois, un jambon léger au bout de huit à dix mois, un jambon plus lourd (de plus de 7 kg) au bout de 15 mois.

En général, les producteurs réalisent ces produits et préparations dans les ateliers en dispense d'agrément (pour une vente de proximité), seuls quelques ateliers disposent d'un agrément leur permettant de viser des marchés distants.

■ **Survie de *Trichinella* spp. à la salaison**

Les critères qui influencent la survie des larves de *Trichinella* dans les produits de salaison sont l'activité de l'eau (a_w), le pH et la teneur en sel. Il est démontré que pour inactiver les larves de *Trichinella*, il est nécessaire d'avoir une $a_w \leq 0,92$ associée à un $\text{pH} < 5,3$ ou une teneur en sel $> 4\%$. Si la teneur en sel est inférieure à 4%, l'inactivation sera dépendante de la durée de la salaison et de la valeur de pH.

Des travaux concernant la survie des larves de *T. britovi* ont été conduits au LNR et à l'INRA de Corte dans le cadre du projet de recherche TrichiCorse (Afssa et INRA 2009). Ce travail faisait suite à la découverte de *T. britovi* dans des porcins corses et avait entre autres objectifs l'évaluation de la rémanence de *Trichinella* dans les produits de salaison corses. Ainsi, les valeurs observées dans les produits charcutiers corses lors d'une infection expérimentale de porcs ont été les suivantes :

- Saucissons : à 20 jours post-préparation, $\text{pH} < 6$; $a_w < 0,90$ et teneur en sel $> 4\%$. Des larves vivantes et infectieuses ont été retrouvées jusqu'à 14 jours post-préparation.
- Jambons en salage court : à 71 jours post-préparation, des larves vivantes et infectieuses ont été retrouvées. En revanche, à 92 jours post-préparation, les larves étaient mortes.

Les figatelles analysées dans le cadre de l'investigation de la TIAC de 2015 ont révélé la présence de larves mortes dans des produits de plus de deux mois et des larves vivantes dans les figatelles fraîchement préparées.

À elle seule, la salaison des produits charcutiers préparés selon les méthodes traditionnelles ne garantit pas l'inactivation des larves de *Trichinella britovi*. Elle doit être associée à un temps de séchage suffisant pour permettre la diminution de l' a_w .

Tableau 8 : Principales charcuteries corses et caractéristiques physico-chimiques

Produit concerné	Temps pour atteindre une $a_w < 0,92$	Temps pour atteindre un pH < 6	Temps pour un niveau de sel > 4 %
Figatelle	30 à 60 j	inconnu	inconnu
Saucisson*	21j	1 j	21 j
Jambon sec salage long*	32 j. (sortie de sel)	32 j	32 j
Jambon sec salage court*	92 j	12 j	150 j
<i>Coppa</i> *	21 j	6 j	6 j
<i>Lonzo</i> *	14 j	6 j (sortie de sel)	6 j
<i>Panzetta</i>	Inconnu	Inconnu	Inconnu
<i>Bulgna</i>	Inconnu	inconnu	inconnu

*Les données concernant le saucisson, les jambons, la *coppa* et le *lonzo* ont été obtenues dans le cadre de l'étude TrichiCorse (Afssa et INRA 2009).

En fonction des morceaux du porc utilisés et des procédés de fabrication, le risque lié à la présence de *Trichinella* dans la charcuterie au moment de sa consommation est :

- maximal pour les figatelles vendues fraîches et consommées crues,
- non négligeable pour le saucisson dont le niveau de séchage est variable et qui peut présenter une a_w compatible avec la survie des larves de *Trichinella*,
- maîtrisé pour le jambon sec, la *coppa* et le *lonzo*, si les conditions de salage et la durée du séchage préconisées par l'AOP sont bien appliquées.

Le risque associé à la *panzetta* et la *bulgna* ne peut être évalué en raison d'absence de données.

3.3.3. Consommateur : habitudes /modalités de consommation

Concernant la figatelle, considérée comme le produit le plus à risque de contamination par des larves vivantes, les populations locales la consomment traditionnellement bien cuite. Cependant, avec l'essor du tourisme, une nouvelle clientèle a accès de plus en plus fréquemment à ce produit très spécifique et de fait, peut consommer la figatelle crue ou insuffisamment cuite.

La mention « à consommer cuit à cœur » apposée sur l'étiquette ne semble pas suffisante pour garantir des modes de préparation qui soient considérés comme sûrs (Ruetsch *et al.* 2016). De plus, les produits vendus en vente directe ne comportent en général aucune étiquette, ils semblent paradoxalement très attractifs pour des visiteurs à la recherche d'authenticité.

Au vu de la faiblesse des données disponibles, il semble pertinent de programmer des études sur les modes de consommation de ces produits.

3.4. Analyse de la probabilité de détection de *Trichinella* dans la viande de porc

La probabilité de détection de *Trichinella* dans la viande de porc est définie comme la probabilité de détecter un animal infecté sachant qu'un échantillon de muscle de diaphragme de masse m de cet animal est mélangé avec différents échantillons de muscle de diaphragme provenant d'autres animaux. Les mélanges de muscles sont faits au laboratoire départemental.

Le nombre d'animaux par mélange varie en fonction des quantités de muscles disponibles et du nombre d'échantillons reçus par jour (figure 5).

Compte tenu de la faible prévalence d'infection des porcs corses par *Trichinella*, le calcul de la probabilité de détection considère qu'un mélange a une probabilité très faible d'inclure plus d'un animal infecté⁴.

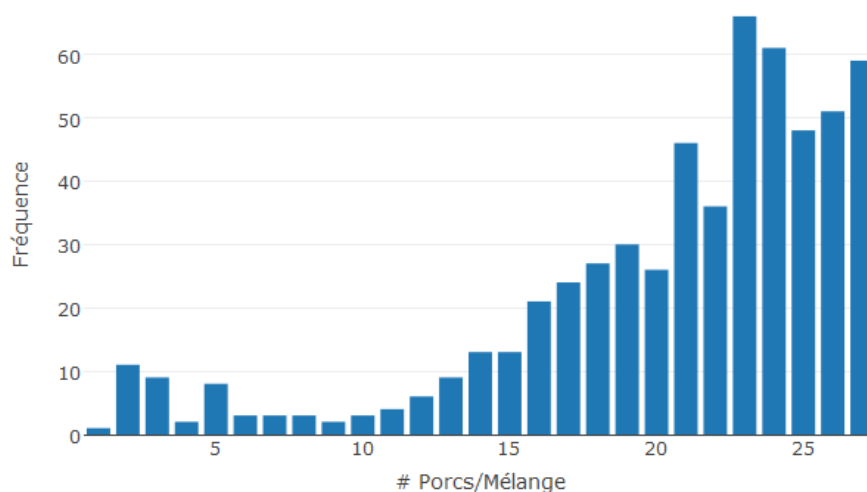


Figure 5 : Distribution du nombre d'animaux par mélange de muscles pour la recherche de *Trichinella* (données transmises par le LVD 2A pour la période 2014-2016)

Afin de simplifier les calculs, la probabilité de détection est calculée comme la probabilité d'isoler au moins une larve de *Trichinella* sachant que le mélange inclut un seul animal infecté :

$$Proba\ de\ détection = Se = 1 - \exp(-LPG \times m \times Rd)$$

Où LPG est le nombre de larves par gramme du tissu musculaire de l'animal infecté, m la masse en g du même tissu musculaire constituant l'échantillon individuel et Rd le rendement de la méthode analytique. Ce dernier élément de l'équation correspond à la capacité de la méthode analytique à révéler la présence d'une larve (probabilité de détecter une larve).

Le rendement du laboratoire a été estimé grâce à la compilation des résultats des tests circulaires effectués par le LNR durant les cinq dernières années à 83,4% avec un intervalle de crédibilité à 95% compris entre 78,4% et 87,6%.

Les valeurs de m sont variables et dépendent du nombre d'animaux par mélange. La variabilité de la masse (m en g) a été estimée grâce aux données transmises par le laboratoire départemental (figure 6).

⁴ Sous l'hypothèse d'une prévalence inférieure à 1/1000, la probabilité d'avoir deux animaux infectés ou plus par mélange est inférieure à 0,037% (calcul effectué à l'aide de la formule de la fonction cumulative d'une loi binomiale).

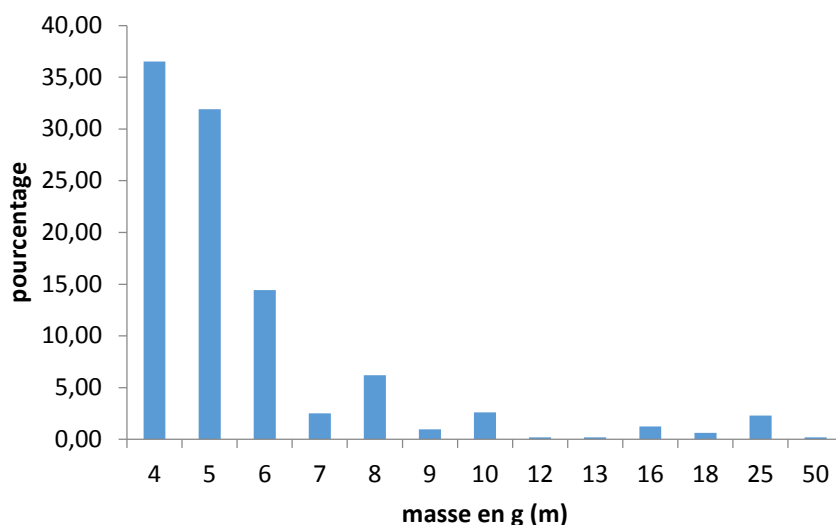


Figure 6 : Distribution de la quantité de muscle analysée par animal

La figure 7 présente la probabilité moyenne de détection intégrant la variabilité de la masse (m) en fonction du nombre de larves par gramme (LPG).

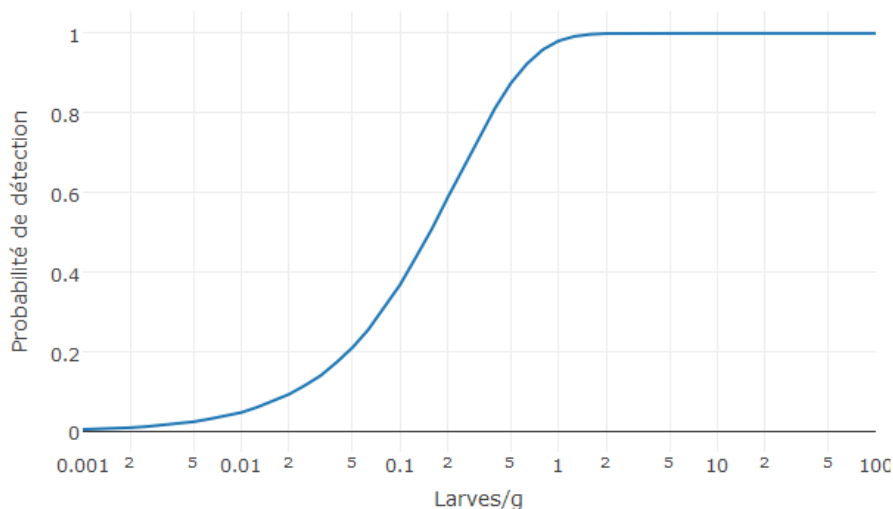


Figure 7 : Probabilité moyenne de détection d'un animal infecté, intégrant la variabilité de la masse de l'échantillon et son niveau d'infection

Un animal infecté avec 0,1 LPG (ou 1 larve/10 g) a en moyenne une probabilité d'être détecté de de l'ordre de 37%. Cette probabilité passe à 85% et à 98% lorsque l'animal est infecté à 0,5 et 1 LPG respectivement. Au-delà de 2 LPG la probabilité de détection est supérieure à 99,95%.

Les probabilités de détection pour un animal infecté à une LPG et pour des masses fixées sont :

- m = 2 g, probabilité de détection = 81%
- m = 4 g, probabilité de détection = 96,4%
- m = 5 g, probabilité de détection = 98,4%
- m = 6 g, probabilité de détection = 99,3%
- m = 10 g, probabilité de détection = 99,997%

3.5. Évaluation de l'adéquation entre le système de surveillance actuel et le risque pour le consommateur

Le risque de trichinellose est estimé pour le scénario suivant :

- la carcasse d'un animal non détecté est utilisée pour la fabrication d'un lot de figatelles ;
- le lot de figatelles utilise de la viande provenant de trois carcasses différentes ;
- la figatelle est composée de 25% de muscle squelettique ;
- la charge larvaire est considérée identique sur l'ensemble des muscles squelettiques utilisés pour la fabrication du lot de figatelles ;
- la figatelle est consommée crue avec une portion typique de 100 g.

Le scénario présenté ci-dessus est considéré comme le scénario du pire cas et donc le plus protecteur pour le consommateur pour les raisons suivantes :

- la charge larvaire est considérée comme identique dans tous les morceaux de muscle entrant dans la composition de la figatelle alors qu'il est démontré que les muscles utilisés dans la fabrication de la figatelle ne sont pas les sites électifs du parasite (et peuvent donc être moins chargés en parasite) ;
- la figatelle est fabriquée à partir de trois carcasses de porcs différents, alors que les acteurs locaux ont indiqué que la fabrication peut utiliser de la viande de trois à six carcasses différentes.

La dose ingérée de *T. britovi* est alors estimée par :

$$Dose \sim Poisson \left(LPG \times 100 \times \frac{0,25}{3} \right) \left(LPG \times 100 \times \frac{0,25}{3} \right)$$

Où LPG est le nombre de larve par gramme de muscle squelettique.

L'application de la relation dose-réponse de *T. britovi* sur les différentes doses permet d'obtenir la figure 8.

La figure 8 permet de visualiser les points de croisement de la courbe de non détection d'un animal infecté (1- probabilité de détection) et celle du risque de trichinellose par portion de 100 g de figatelle consommée crue en fonction de la charge larvaire de l'animal infecté. Plus le point d'intersection est haut sur l'axe des abscisses plus le contrôle à l'abattoir est considéré efficace pour éviter les cas de trichinellose chez le consommateur. Afin de tenir compte de l'incertitude sur la relation dose-réponse, trois courbes de risque sont figurées, une première pour la borne supérieure (Percentile 97,5%), une deuxième pour la médiane (Percentile 50%) et une troisième pour la borne inférieure (Percentile 2,5%). Pour la courbe de risque de la borne supérieure, le croisement se fait à un niveau de non détection de l'ordre de 34% et un niveau de risque de l'ordre de 31%. Pour la courbe médiane et celle de la borne inférieure les points de croisement sont respectivement : 10% pour la non détection et 7% pour le risque, et 3 pour mille pour la non détection et 4 pour mille pour le risque.

Le passage systématique à une masse d'échantillon par animal égal à 10 g (soit 10 animaux par mélange) n'améliore pas significativement la performance du contrôle à l'abattoir dans la mesure où le croisement des courbes de non détection et le risque se fait toujours à des niveaux de risque supérieur à $1,5 \times 10^{-3}$ pour la borne inférieure (figure 9).

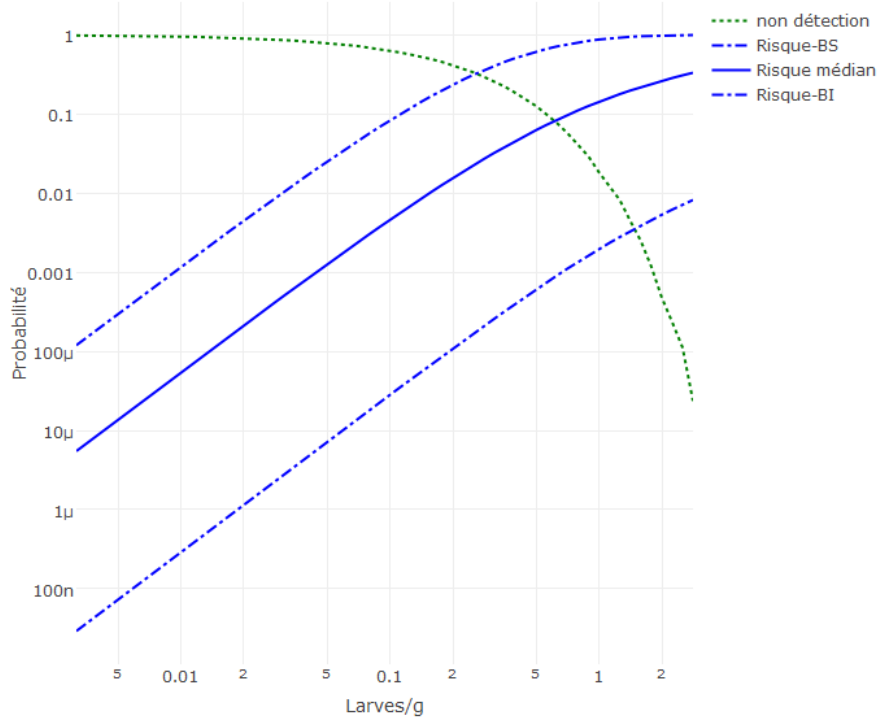


Figure 8 : Probabilité de trichinellose par portion de 100 g de figatelle consommée crue en fonction de la charge larvaire de l'animal infecté et de sa non détection (avec une masse variable de l'échantillon selon la répartition statistique décrite dans la figure 6)

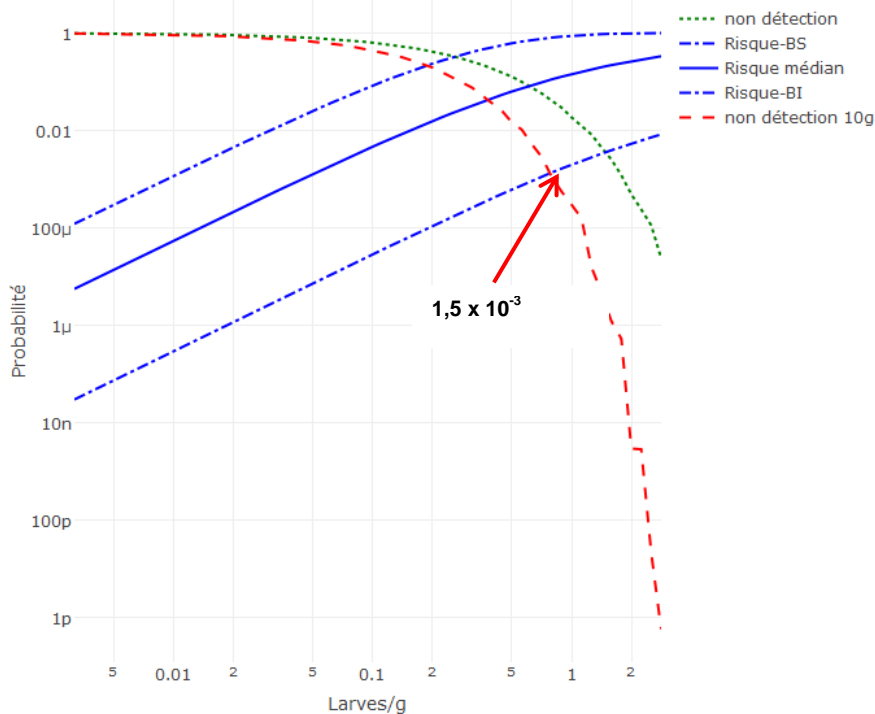


Figure 9 : Probabilité de trichinellose par portion de 100 g de figatelle consommée crue en fonction de la charge larvaire de l'animal infecté et de sa non détection (avec une masse variable de l'échantillon pour la courbe en vert et une masse fixée à 10 g pour la courbe en rouge)

3.6. Conclusions et recommandations du CES BIORISK

Les conclusions sont les suivantes :

- Les résultats de la mise à jour de la relation dose-réponse renforcent les conclusions de Teunis *et al.* (2012) : il est possible d'observer des cas de trichinellose chez l'Homme à des doses inférieures à 10 larves par portion (correspondant à des charges larvaires inférieures à une LPG). Ceci apparaît en contradiction avec la limite d'une LPG mentionnée par l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE 2012) comme seuil pour l'apparition de trichinellose symptomatique.
- L'analyse de la probabilité de détection associée aux conditions actuelles de dépistage montre que cette probabilité dépend à la fois de la masse de l'échantillon individuel, de la charge larvaire et du rendement de la technique du laboratoire. Les pratiques actuelles en Corse assurent en général que l'analyse est réalisée sur une masse d'au moins quatre grammes par porc. Si tous les animaux sont testés avec une masse de quatre grammes, la probabilité de détection est de 96,4% (pour les animaux avec une charge parasitaire d'une LPG). La probabilité de détection calculée avec des masses variables, selon les pratiques actuelles du laboratoire départemental, permet d'obtenir une probabilité de détection de 98 %. Si le prélèvement soumis à l'analyse est de cinq grammes pour tous les animaux, alors la méthode permettra de détecter 98,4% des animaux avec une charge larvaire égale à une LPG. Pour détecter plus de 99,99% des animaux à une LPG il faudra une masse de prélèvement par animal supérieure ou égale à 10 grammes.
- Avec des charges larvaires inférieures à une LPG, par exemple 0,1 ou 0,5 larve par gramme, la probabilité de détection est moindre, respectivement de 37 % et 85 % dans cet exemple. La viande de ces animaux infectés non détectés peut donc être utilisée dans différentes spécialités de charcuterie corse. Même avec des charges aussi basses, le risque n'est pas négligeable, par exemple, la consommation de 100 g de figatelles crues dont la fabrication utilise un porc contaminé à 0,1 LPG correspond à un risque médian de trichinellose de 37/10 000 avec un intervalle de confiance (95%) compris entre 0,2/10 000 et 690/10 000.

Au regard de ces conclusions, les experts recommandent :

- l'abattage de l'ensemble des porcs élevés en Corse dans des établissements agréés adaptés à l'inspection *post-mortem*, incluant la recherche des larves de trichine. L'examen de la situation actuelle en Corse montre qu'une grande partie des porcs élevés en Corse ne sont pas abattus en abattoir et ne sont donc pas contrôlés pour la trichine. Cette situation ne permet ni une évaluation précise ni une maîtrise du risque trichinellose d'origine porcine. L'amélioration continue des conditions de transport et d'abattage des porcs ainsi qu'une information accrue des éleveurs apparaissent des mesures à considérer face à la situation actuellement observée.
- l'étiquetage systématique et lisible des produits de charcuterie crue destinés à être consommés cuits, tels que les figatelles. Une information sur ces produits doit rappeler aux consommateurs la nécessité d'une cuisson à cœur afin de permettre la destruction des larves.
De façon plus générale, les experts recommandent un étiquetage mentionnant : « cuire à cœur » pour les produits à base de porc destinés à être consommés cuits.
- la conservation des prélèvements de muscles des carcasses testées négatives pour des éventuelles analyses en cas de survenue de TIAC. Du fait que des carcasses avec des charges larvaires inférieures à une LPG peuvent être à l'origine de cas humains, il est

important de conserver des prélèvements. La durée de conservation doit tenir compte des délais de consommation des produits à base de porc (10 à 12 semaines).

- d'agir sur le cycle parasitaire. Compte tenu du caractère vraisemblablement endémique de *T. britovi* en Corse, la diminution de la prévalence de porcs contaminés par *Trichinella* est un élément déterminant pour limiter l'exposition associée aux produits de charcuterie crue. La diminution de la prévalence peut être atteinte en agissant sur le cycle parasitaire. Celui-ci repose sur une contamination orale des porcs. Il est donc recommandé d'éviter que les porcs aient accès aux carcasses, aux restes d'animaux sauvages ainsi qu'aux décharges publiques et viennent au contact de chiens de chasse potentiellement contaminés par *Trichinella*. Si une alimentation totalement contrôlée n'est pas compatible avec le mode d'élevage extensif sur parcours libre, pour autant, le respect de l'interdiction de déposer des cadavres et déchets d'animaux dans l'environnement permettrait de diminuer l'exposition des porcs aux trichines. Une campagne de sensibilisation des éleveurs et des chasseurs pourrait apporter une aide déterminante pour atteindre cet objectif.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

L'Agence nationale de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, adopte les conclusions et recommandations du CES Biorisk.

Dr Roger GENET

MOTS-CLES

Trichinella spiralis, *Trichinella britovi*, trichine, AQR, charcuterie crue, Corse
Trichinella spiralis, *Trichinella britovi*, trichinella, QRA, raw delis, Corsica

BIBLIOGRAPHIE

- Afssa. 2006. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur un projet de décret modifiant la liste de maladies animales réputées contagieuses (MARC) établie à l'article D.223-21 du code rural et un projet d'arrêté relatif aux mesures applicables en vue de la recherche de larves de trichines et en cas de confirmation d'un cas de trichinellose.
- Afssa. 2007a. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments concernant le maintien des mesures de gestion conformément à l'arrêté ministériel du 13 avril 2007, consécutives à un cas de trichinellose en élevage porcin.
- Afssa. 2007b. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la contamination de viandes de porc par *Trichinella spiralis*.
- Afssa. 2007c. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur l'évaluation du risque trichine en France pour les élevages de porcs hors sol suite à la découverte d'un cas positif sur ce type d'élevage et sur les nouvelles mesures de maîtrise à mettre en œuvre.
- Afssa. 2007d. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur un projet d'arrêté relatif à des mesures de gestion d'un cas de trichinellose en élevage porcin.
- Afssa. 2007e. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur une modification de l'arrêté relatif à des mesures de gestion des cas de trichinellose chez les porcins.
- Afssa, et INRA. 2009. TRICHICORSE. Du danger à l'évaluation du risque engendré par *Trichinella britovi* chez les suidés domestiques et sauvages : application à l'émergence de la trichinellose en Corse. .
- Bandino, E., L. Goddi, M. Mulas, M. C. Murgia, M. Soddu, G. Marucci, P. Pezzotti, P. A. Cabras, et E. Pozio. 2015. "Trichinella britovi from domestic to wild animals of Sardinia, Italy." *Vet Parasitol* 212 (3-4):262-266. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.07.020.
- BIOHAZ. 2011. Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat swine.
- Boutsini, S., V. G. Papatsiros, D. Stougiou, G. Marucci, E. Liandris, L. V. Athanasiou, A. Papadoudis, E. Karagiozopoulos, A. Bisias, et E. Pozio. 2014. "Emerging *Trichinella britovi* infections in free ranging pigs of Greece." *Vet Parasitol* 199 (3-4):278-82. doi: 10.1016/j.vetpar.2013.10.007.
- Cochin, Service de Parasitologie Hopital. "Laboratoire conventionné avec l'INVS pour la surveillance des cas humains de trichinellose." Consulté le 15/10/2016. <http://cnrdestrichinella.monsite-orange.fr/>.
- Commission européenne. 2013. Décision d'exécution de la Commission du 8 août 2012 établissant des définitions de cas pour la déclaration des maladies transmissibles au réseau communautaire (2012/506/UE).
- Commission européenne. 2015. Règlement d'exécution (UE) 2015/1375 de la Commission du 10 août 2015 fixant les règles spécifiques applicables aux contrôles officiels concernant la présence de *Trichinella* dans les viandes
- Deksne, G., Z. Seglina, I. Jahundovica, Z. Esite, E. Bakasejevs, G. Bagrade, D. Keidane, M. Interisano, G. Marucci, D. Tonanzi, E. Pozio, et M. Kirjusina. 2016. "High prevalence of *Trichinella* spp. in sylvatic carnivore mammals of Latvia." *Vet Parasitol*. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.04.012.
- DGAL. 2007. Note de service DGAL/SDSSA/SDRRCC/N2007-8054 du 27 fév 2007.
- DGAL. 2008. Note de service DGAL/SDSSA/N2008-8250 du 24 septembre 2008.

- Dupouy-Camet, J., S. Lacour, I. Vallée, H. Yera, et P. Boireau. 2015. "Trichinelloses." *EMC - Maladies infectieuses* 12 (2).
- Faber, M., S. Schink, A. Mayer-Scholl, C. Ziesch, R. Schonfelder, H. Wichmann-Schauer, K. Stark, et K. Nockler. 2015. "Outbreak of trichinellosis due to wild boar meat and evaluation of the effectiveness of post exposure prophylaxis, Germany, 2013." *Clin Infect Dis* 60 (12):e98-e104. doi: 10.1093/cid/civ199.
- Forbes, L. B., et A. A. Gajadhar. 1999. "A Validated Trichinella Digestion Assay and an Associated Sampling and Quality Assurance System for Use in Testing Pork and Horse Meat." *Journal of food protection* (11):pp. 1243-1357, pp. 1308-1313(6).
- Gari-Toussaint, M., N. Tieulie, J. Baldin, J. Dupouy-Camet, P. Delaunay, J. G. Fuzibet, Y. Le Fichoux, E. Pozio, et P. Marty. 2005. "Human trichinellosis due to Trichinella britovi in southern France after consumption of frozen wild boar meat." *Euro Surveill* 10 (6):117-8.
- Gómez-Morales, Maria Angeles, Marco Selmi, Alessandra Ludovisi, Marco Amati, Eleonora Fiorentino, Lorenzo Breviglieri, Giovanni Poglayen, et Edoardo Pozio. 2016. "Hunting dogs as sentinel animals for monitoring infections with Trichinella spp. in wildlife." *Parasites & Vectors* 9 (1):154. doi: 10.1186/s13071-016-1437-1.
- Imre, K., E. Pozio, D. Tonanzi, C. Sala, M. S. Ilie, M. Imre, et A. Morar. 2015. "The red fox (*Vulpes vulpes*) plays a minor role in the epidemiology of the domestic cycle of Trichinella in Romania." *Vet Parasitol* 212 (3-4):448-50. doi: 10.1016/j.vetpar.2015.06.032.
- Kirjusina, M., E. Bakasejevs, P. Pezzotti, et E. Pozio. 2016. "Trichinella britovi biomass in naturally infected pine martens (*Martes martes*) of Latvia." *Vet Parasitol.* doi: 10.1016/j.vetpar.2016.05.008.
- Lacour, S. A., A. Heckmann, P. Mace, A. Grasset-Chevillot, G. Zanella, I. Vallee, C. M. Kapel, et P. Boireau. 2013. "Freeze-tolerance of Trichinella muscle larvae in experimentally infected wild boars." *Vet Parasitol* 194 (2-4):175-8. doi: 10.1016/j.vetpar.2013.01.049.
- Littman, M., K. Nockler, et J. Hallauer. 2006. "Cluster of trichinellosis cases in Mecklenburg-Vorpommern, Germany." *Euro Surveill* 11 (5):E060518.1.
- Murrell, K. D. 2016. "The dynamics of Trichinella spiralis epidemiology: Out to pasture?" *Vet Parasitol.* doi: 10.1016/j.vetpar.2016.03.020.
- Nöckler, K., F. J. Serrano, P. Boireau, C. M. Kapel, et E. Pozio. 2005. "Experimental studies in pigs on Trichinella detection in different diagnostic matrices." *Vet Parasitol* 132 (1-2):85-90. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.05.033.
- OIE. 2012. "Trichinellosis (Infection with *Trichinella* spp.)." In *Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres 2016*
- Pozio, E., P. Cossu, G. Marucci, M. Amati, A. Ludovisi, M. A. Morales, G. La Rosa, et T. Firinu. 2009. "The birth of a Trichinella britovi focus on the Mediterranean island of Sardinia (Italy)." *Vet Parasitol* 159 (3-4):361-3. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.10.055.
- Pozio, E., E. Hoberg, G. La Rosa, et D. S. Zarlenga. 2009. "Molecular taxonomy, phylogeny and biogeography of nematodes belonging to the Trichinella genus." *Infect Genet Evol* 9 (4):606-16. doi: 10.1016/j.meegid.2009.03.003.
- Pozio, E., C. M. Kapel, A.A. Gajadhar, P. Boireau, J. Dupouy-Camet, et H. R. Gamble. 2006. "Trichinella in pork : current knowledge on the suitability of freezing as a public health measure." *Eurosurveillance* 11 (10-12).
- Pozio, E., P. Mesina, F. Sechi, M. Pira, M. Liciardi, P. Cossu, G. Marucci, G. Garippa, et A. Firinu. 2006. "Human outbreak of trichinellosis in the Mediterranean island of Sardinia, Italy." *Vet Parasitol* 140 (1-2):177-80. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.03.012.
- Pozio, E., L. Rinaldi, G. Marucci, V. Musella, F. Galati, G. Cringoli, P. Boireau, et G. La Rosa. 2009. "Hosts and habitats of Trichinella spiralis and Trichinella britovi in Europe." *Int J Parasitol* 39 (1):71-9. doi: 10.1016/j.ijpara.2008.06.006.
- Pozio, E., et D. S. Zarlenga. 2013. "New pieces of the Trichinella puzzle." *Int J Parasitol* 43 (12-13):983-97. doi: 10.1016/j.ijpara.2013.05.010.
- Ranque, S., B. Faugere, E. Pozio, G. La Rosa, A. Tamburrini, J. F. Pellissier, et P. Brouqui. 2000. "Trichinella pseudospiralis outbreak in France." *Emerg Infect Dis* 6 (5):543-7. doi: 10.3201/eid0605.000517.

- Relun, A., F. Charrier, B. Trabucco, O. Maestrini, S. Molia, D. Chavernac, V. Grosbois, F. Casabianca, E. Etter, et F. Jori. 2015. "Multivariate analysis of traditional pig management practices and their potential impact on the spread of infectious diseases in Corsica." *Prev Vet Med* 121 (3-4):246-56. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.07.004.
- Richomme, C., S. A. Lacour, C. Ducrot, E. Gilot-Fromont, F. Casabianca, O. Maestrini, I. Vallee, A. Grasset, J. van der Giessen, et P. Boireau. 2010. "Epidemiological survey of trichinellosis in wild boar (*Sus scrofa*) and fox (*Vulpes vulpes*) in a French insular region, Corsica." *Vet Parasitol* 172 (1-2):150-4. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.04.026.
- Rossi, Patrizia. 2016. "Detection of *Trichinella* larvae in meat : ISO 18743:2015 versus Regulation (EU) 2015/1375." 11th Workshop of National Reference Laboratories for Parasites, Rome, 23-24 May 2016.
- Ruetsch, C., P. Delaunay, A. Armengaud, F. Peloux-Petiot, J. Dupouy-Camet, I. Vallee, B. Polack, P. Boireau, et P. Marty. 2016. "Inadequate labeling of pork sausages prepared in Corsica causing a trichinellosis outbreak in France." *Parasite* 23:27. doi: 10.1051/parasite/2016027.
- Stärk, Katharina DC, Gertraud Regula, Jorge Hernandez, Lea Knopf, Klemens Fuchs, Roger S. Morris, et Peter Davies. 2006. "Concepts for risk-based surveillance in the field of veterinary medicine and veterinary public health: Review of current approaches." *BMC Health Services Research* 6 (1):20. doi: 10.1186/1472-6963-6-20.
- Teunis, P. F., M. Koningstein, K. Takumi, et J. W. van der Giessen. 2012. "Human beings are highly susceptible to low doses of *Trichinella* spp." *Epidemiol Infect* 140 (2):210-8. doi: 10.1017/s0950268811000380.
- Turk, M., F. Kaptan, N. Turker, M. Korkmaz, S. El, D. Ozkaya, S. Ural, I. Vardar, M. Z. Alkan, N. A. Coskun, M. Turker, et E. Pozio. 2006. "Clinical and laboratory aspects of a trichinellosis outbreak in Izmir, Turkey." *Parasite* 13 (1):65-70.

ANNEXE 1

PRÉAMBULE : Les experts membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

RAPPORTEURS

M. Christophe CHARTIER – Professeur à Oniris, Ecole nationale vétérinaire de Nantes. Nommé rapporteur pour ses compétences en parasitologie et en zootechnie

M. François CASABIANCA – Directeur d'unité à l'INRA Corte. Nommé rapporteur pour son expertise sur les spécificités de l'élevage porcin en Corse et de la production de charcuterie corse.

Mme Isabelle VALLEE – Cheffe d'unité au Laboratoire de Santé animale à l'ANSES, LNR « Parasites transmis par les aliments ». Nommée rapporteuse pour ses compétences en parasitologie et son activité de référence pour les trichines.

Mme Isabelle VILLENA – Cheffe de service du laboratoire de Parasitologie-Mycologie du CHU de Reims. Nommée rapporteuse pour son expertise en parasitologie humaine.

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

CES "Evaluation des risques biologiques liés aux aliments" BIORISK – 6 décembre 2016.

Présidente

Mme Isabelle VILLENA – CHU Reims. Parasitologie, évaluation des risques sanitaires, infectiologie.

Membres

M. Jean-Christophe AUGUSTIN – Ecole vétérinaire de Maisons Alfort. Evaluation du risque Sanitaire, modélisation, microbiologie prévisionnelle, méthodes analytiques

Mme Anne BRISABOIS – Anses. Microbiologie des aliments, écologie, méthodes analytiques

M. Frédéric CARLIN – INRA. Microbiologie des aliments, filière fruits et légumes, technologie de décontamination

M. Olivier CERF – ENVA. Evaluation du risque Sanitaire, hygiène des aliments (lait), HACCP (bactériologie alimentaire)

M. Pierre COLIN – Université de Bretagne occidentale. Evaluation du risque Sanitaire, hygiène et microbiologie des aliments (viandes et produits carnés - volailles), bactériologie alimentaire (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*)

M. Philippe DANTIGNY – ENSBANA. Mycologie, procédés de décontamination, écologie microbienne et hygiène des aliments, modélisation, microbiologie prévisionnelle

Mme Florence DUBOIS-BRISSONNET – AGROPARITECH. Mécanismes d'adaptation au stress, biofilms, hygiène des surfaces et des procédés

M. Michel FEDERIGHI – ONIRIS. Evaluation du risque sanitaire, hygiène et microbiologie des aliments (viandes et produits carnés), bactériologie alimentaire (*Campylobacter*), procédés de décontamination (substances antimicrobiennes, hautes pressions, lumière pulsée, irradiation)

M. Benoit FOLIGNE – Faculté de pharmacie de Lille. Microbiote intestinal, interaction écosystème alimentaire/microbiote

Mme Florence FORGET-RICHARD – INRA. Mycotoxines, champignons filamenteux, biochimie, filières céréales

M. Philippe FRAVALO – Université de Montréal - Faculté de médecine vétérinaire. Evaluation du risque Sanitaire, Hygiène et Microbiologie des aliments (Produits avicoles et porcins); Bactériologie alimentaire (*Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*); Ecologie microbienne ; Biologie moléculaire et génie génétique

M. Pascal GARRY – IFREMER. Hygiène des aliments (produits de charcuterie notamment), coquillages, modélisation, microbiologie prévisionnelle, technologies alimentaires

M. Michel GAUTIER – AGROCAMPUS OUEST. Ecologie microbienne, biologie moléculaire et génie génétique, hygiène des aliments

M. Laurent GUILLIER – ANSES. Modélisation, AQR, microbiologie prévisionnelle, hygiène et microbiologie des aliments

Mme Nathalie JOURDAN-DA-SILVA – SPF. Epidémiologie des maladies entériques et zoonoses

M. Alexandre LECLERCQ – Institut Pasteur. Normalisation, *Listeria monocytogenes*, hygiène et microbiologie des aliments

M. Simon LE HELLO – Institut Pasteur. Epidémiologie, *E. coli*, *Shigella* et *Salmonella*, infectiologie clinique, écologie microbienne, méthodes analytiques et en statistiques

M. Eric OSWALD – CHU Toulouse - Université Paul Sabatier. Infectiologie clinique, écologie microbienne, épidémiologie, biologie moléculaire et génie génétique, bactériologie alimentaire sur *E.coli*

Mme Nicole PAVIO – ANSES. Virologie

Mme Sabine SCHORR-GALINDO – Université Montpellier 2. Mycologie, écologie microbienne, technologies alimentaires, biotechnologies, analyse des dangers, HACCP.

Mme Muriel THOMAS – INRA. Microbiote intestinal, alimentation humaine, probiotiques, santé

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

Mme Marie-Bénédicte PEYRAT – Cheffe de projets scientifiques et techniques à l'UERALIM – Direction de l'Evaluation des Risques

Mme Nathalie ARNICH – Adjointe au Chef d'unité de l'UERALIM – Direction de l'Evaluation des Risques

M. Moez Sanaa – Chef de l'UERALIM – Direction de l'Evaluation des Risques

Contribution scientifique

Mme Anne THEBAULT – Cheffe de projet à l'Unité méthodologie et études, – Direction de l'Evaluation des Risques

Secrétariat administratif

Mme Angélique LAURENT – Anses – Direction de l'Evaluation des Risques

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

RIVM - National institute for public health and the environment, Pays-Bas

M. Peter TEUNIS – Conseiller scientifique principal au Centre des zoonoses et de microbiologie environnemental. L'audition a porté sur ses travaux de modélisation de la relation dose-réponse trichine chez l'Homme.

L'audition a été conduite le 14 juin 2016.

Laboratoire de Santé animale de l'Anses, Maisons-Alfort

Mme Gina ZANELLA - chargée de projets scientifiques. L'audition a porté sur ses travaux relatifs à la sensibilité de la méthode de dépistage de trichine en France.

L'audition a été conduite le 17 juin 2016.

Direction départementale de la cohésion sociale et de la protection des populations de Corse du Sud

M. Olivier FONTANA, Chef Technicien des Services Vétérinaires Coordonnateur des Abattoirs en Corse du Sud

M. Laurent LARIVIERE, responsable du Pôle protection des populations.

L'audition a été conduite le 11 juillet 2016.

Laboratoire départemental d'analyses de Corse du Sud

Mme Michèle RIERA, vétérinaire

Mme Magali MORELLI, technicienne

Mme Cristel NEYDT, technicienne

L'audition a été conduite le 29 septembre 2016