

AVIS 04-2017

Objet:

**Estimation de l'exposition des consommateurs belges à la  
cysticercose bovine**

(SciCom 2016/05 – auto-saisine)

Avis scientifique approuvé par le Comité scientifique le 13/01/2017

**Mots-clés:** cysticercose – viande bovine crue – exposition

**Key terms:** cysticercosis – raw bovine meat - exposition

## Table des matières

Résumé.....	3
Executive summary – Exposure assessment of the Belgian consumers to bovine cysticercosis..	<b>Erreur !</b>
<b>Signet non défini.</b>	
1. Contexte.....	5
2. Objectifs de l’avis .....	5
3. La cysticercose bovine .....	6
4. Méthodologie.....	7
4.1. Estimation du nombre de cysticerques viables entrant annuellement dans la chaîne alimentaire .....	7
4.2. Estimation de la consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite en Belgique	10
5. Résultats.....	12
6. Options de gestion .....	14
7. Incertitudes .....	15
8. Conclusions .....	15
Références.....	17
Membres du Comité scientifique.....	18
Conflit d’intérêts.....	18
Remerciement .....	18
Composition du groupe de travail.....	18
Cadre juridique.....	19
Disclaimer .....	19
Annexe 1: Modèle développé dans R.....	20
Annexe 2: Résultats des extractions de l’enquête alimentaire belge de 2004 .....	24
Annexe 3: Restrictions d’utilisation des boues d’épuration .....	26

## Résumé

L'objectif de cette étude est d'estimer l'exposition des consommateurs belges à la cysticerose bovine via la consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite, compte tenu de nouvelles données de prévalence réelle des carcasses bovines infectées à l'abattoir (40,1 % au lieu de 0,28%) obtenues dans le cadre du projet de recherche EIDRUC (2012-2015).

Cette estimation de l'exposition des consommateurs à la cysticerose bovine a été réalisée par modélisation dans R (environnement multiplateforme de simulation du logiciel libre <https://www.r-project.org>) selon le schéma suivant : Estimation du nombre de cysticerques viables qui entrent annuellement dans la chaîne alimentaire x Consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite par les consommateurs belges.

Le nombre de cysticerques viables qui entrent annuellement dans la chaîne alimentaire (consommation de viande bovine crue) en Belgique est estimé à 137.843. Cette viande bovine est consommée soit crue, soit cuite, soit insuffisamment cuite. Considérant une consommation la plus probable de 57,6 gr de viande bovine crue par mois par habitant (viande hachée, filet américain pur, rosbief, carpaccio), le modèle développé estime que 11.731 cas humains annuels sont attendus par an. Un consommateur moyen Belge mange 57,6 gr de viande bovine crue par mois ce qui présente un taux d'infection annuel de 0,001035 (une infection tous les 996 ans). Un 'grand' consommateur (100 gr de viande bovine crue par semaine) risque un taux d'infection annuel de 0,0078, c.à.d. une infection tous les 128 ans, tandis que un consommateur 'excessif' (500 gr de viande bovine crue par jour) a un taux d'infection annuel de 0,2734, c.à.d. en moyenne une infection tous les 3,66 ans.

Des options de gestion afin de réduire l'exposition des consommateurs à la cysticerose bovine et de réduire la prévalence chez les bovins sont proposées.

## Executive summary – Advice 04-2017 on the exposure assessment of the Belgian consumers to bovine cysticercosis

The objective of this study is to estimate the exposure of the Belgian consumers to bovine cysticercosis through the consumption of raw or undercooked beef, given new data on the true prevalence of infected bovine carcasses in the slaughterhouse (40.1% instead of 0.28%), which were obtained in the 'EIDRUC' researchproject (2012-2015).

This estimation of the consumers' exposure to bovine cysticercosis was carried out by modeling in R (<https://www.r-project.org>) according to the following scheme: Estimated number of viable cysticerqui who annually enter the food chain x Consumption of raw or undercooked beef by the Belgian consumers.

The number of viable cysticerqui, which annually enter the food chain via beef consumption, is estimated at 137.843. This meat is consumed either raw, cooked or undercooked. Considering a most likely consumption of 57,6 grams of raw beef per capita per month (minced meat, pure American filet, roastbeef, carpaccio), the developed model estimates 11.731 human infections to be expected annually. A mean Belgian consumer ingests 57,6 gr raw beef per month and has an annual infection rate of 0.001035, meaning one infection per 996 years. A 'big' consumer (100 gr raw beef per week), is at risk of a yearly infection rate of 0,0078, meaning one infection per 128 years, while an 'excessive' consumer (500 gr raw beef per day) has a yearly infection rate of 0,2734, representing a mean of one infection per 3,66 years.

Management options to reduce the consumers' exposure to bovine cysticercosis and the prevalence in cattle are proposed.

## 1. Contexte

La détection de la cysticerose à l'abattoir se fait actuellement par inspection visuelle de toutes les carcasses bovines de plus de 6 semaines (Règlement (CE) 854/2004<sup>1</sup>).

Jusqu'à présent, la sensibilité de détection des carcasses infectées par inspection visuelle a été estimée à 10-30 % (**Dorny et al 2000, Kyvsgaard et al 1990**). Sur cette base, la prévalence d'infection des carcasses bovines à l'abattoir a été estimée à 0,28 % (1429 carcasses infectées / 500.000 bovins abattus par an, avec 554 cysticerques viables).

Un projet de recherche (EIDRUC, « Evaluation et impact des méthodes de détection post mortem de la cysticerose chez les bovins ») a été mené entre 2012 et 2015 et a généré de nouvelles données concernant le prévalence de la cysticerose en Belgique.

Selon ce projet de recherche, la sensibilité de détection par inspection visuelle est largement surestimée et ne serait que de 0,76% (IC 95% : 0,57%-0,92%) pour la détection de carcasses infectées par des cysticerques viables + morts, et de 0,44% pour la détection de cysticerques viables uniquement. Cette nouvelle estimation est basée sur les résultats d'un test ELISA Antigène (Ag) (**Dorny et al 2002**) beaucoup plus sensible que l'inspection visuelle (voir ci-dessous).

Vu cette faible sensibilité de détection par inspection visuelle, la prévalence d'infection des carcasses bovines à l'abattoir en Belgique serait également largement sous-estimée, et un nombre important de carcasses infectées ne seraient pas détectées et entreraient dans la chaîne alimentaire.

L'application de la méthode ELISA Ag pour la détection de la cysticerose bovine à l'abattoir permettrait d'obtenir une réduction de 39,7 % de cysticerques viables pouvant se retrouver dans la chaîne alimentaire car non détectés par l'inspection visuelle (amélioration de la détection de 39,7 %).

## 2. Objectifs de l'avis

L'objectif de cet avis est d'estimer l'exposition des consommateurs belges à la cysticerose via la consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite, compte tenu des nouvelles données : sensibilité (vis-à-vis des cysticerques viables) du test ELISA Ag de 40,9 % (au lieu de 0,44 % par l'inspection visuelle) et prévalence de carcasses infectées de 40,1 % (au lieu de 0,28 %).

---

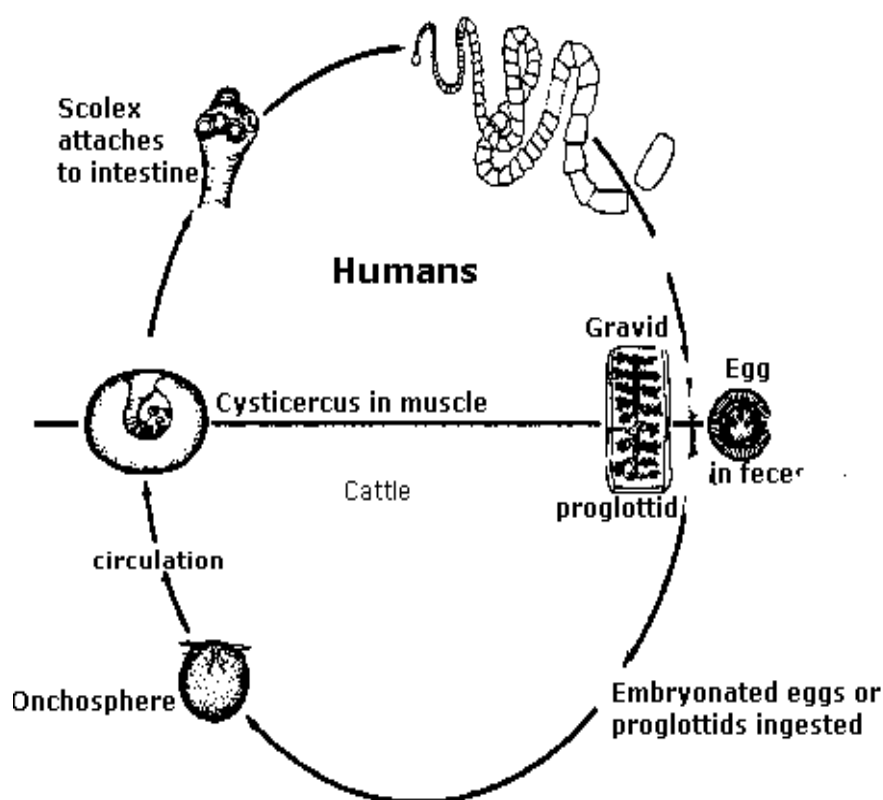
<sup>1</sup> Règlement (CE) N°854/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine.

Vu les discussions durant les réunions de groupe de travail des 22 février, 28 avril et 30 mai 2016, et les séances plénières du Comité scientifique du 16 décembre 2016 et du 13 janvier 2017,

## le Comité scientifique émet l'avis suivant:

### 3. La cysticerose bovine

*Cysticercus bovis* est la larve, présente chez le bovin (hôte intermédiaire), de l'helminthe *Taenia saginata*, un cestode parasite du tube digestif de l'humain (hôte définitif). La cysticerose bovine est une cyclo-zoonose et se transmet de l'homme au bovin ainsi que du bovin à l'homme : les transmissions homme-homme et bovin-bovin sont impossibles. Le ver adulte, chez l'humain, est constitué d'une chaîne de segments (proglottis), libérant des œufs qui contaminent l'environnement (pâturages). Les bovins développent la forme larvaire (cysticerque), après ingestion des œufs via la nourriture (pâturages contaminés). Chez ces bovins, les cysticerques survivent dans les muscles, en particulier dans certains sites de prédilection que sont le diaphragme, le cœur, la langue et les masséters. Le cysticerque a une durée de vie de quelques mois à 2 ans, après quoi il meurt et se calcifie *in situ*. La contamination humaine (taeniose) se fait par ingestion de viande bovine infectée crue ou insuffisamment cuite qui contient des cysticerques viables. Le parasite est tué par la cuisson à une température à cœur de 60 °C pendant 10 minutes ou par la congélation à -18 °C pendant 10 jours (WHO/FAO/OIE, 2005)



Source :

<http://web.stanford.edu/group/parasites/ParaSites2001/taeniasis/saginata3.html#transmission>

La cysticerose persiste en Belgique à cause de la présence de :

- facteurs de risque d'infection des bovins : principalement absence de notification obligatoire pour des cas chez l'homme, contamination fécale humaine environnementale,
- facteurs de risque d'infection chez l'homme : principalement détection incomplète des carcasses infectées à l'abattoir, consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite.

#### 4. Méthodologie

L'évaluation de l'exposition des consommateurs à la cysticerose a été réalisée par modélisation dans R (**Annexe 1**) selon le schéma suivant :

Estimation du nombre de cysticerques viables qui entrent annuellement dans la chaîne alimentaire (nombre de cysticerques par gramme)	X
Consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite par les consommateurs belges (grammes par personne par jour)	

#### 4.1. Estimation du nombre de cysticerques viables entrant annuellement dans la chaîne alimentaire

Dans le projet de recherche EIDRUC, une méthode ELISA Ag, basée sur la détection sérologique de l'antigène circulant qui est excrété uniquement par les larves viables, a été utilisée. La sensibilité de ce test est de 40% (CI 95% : 21,8%-61,6%), ce qui est faible mais largement supérieur à la sensibilité de la détection visuelle. Sa spécificité est de 100% (IC 95% : 98,1%-100%). Tenant compte des caractéristiques de ce test ELISA Ag, la prévalence d'infection des carcasses bovines est en réalité de 40,1 % (200.684 carcasses infectées / 500.000 bovins abattus par an, avec 138.424 cysticerques viables). Dans les carcasses infectées, 4,6 % des cysticerques sont viables (résultats du projet EIDRUC). Il y a donc un nombre très élevés de cysticerques morts dans ces carcasses. Parmi les 138.424 cysticerques viables, seulement 582 seraient éliminées de la chaîne alimentaire après le réjet de la carcasse infectée suite à l'inspection visuelle. Ceci signifie que l'on estime que 137.842 cysticerques viables entreraient par an dans la chaîne alimentaire car ils ne sont pas détectés, étant donné que l'on n'applique actuellement pas le test ELISA Ag. Parmi les cysticerques viables, 8 % sont transmissibles à l'homme via la consommation de viande crue ou insuffisamment cuite. Ce chiffre est basé sur le rapport entre le nombre annuel de cas humains (11.027 cas humains par an, ce qui correspond aux ventes annuelles de Yomesan en Belgique, médicament spécifique pour lutter contre les taenioses) et le nombre de cysticerques viables qui entrent dans la chaîne alimentaire (137.842).

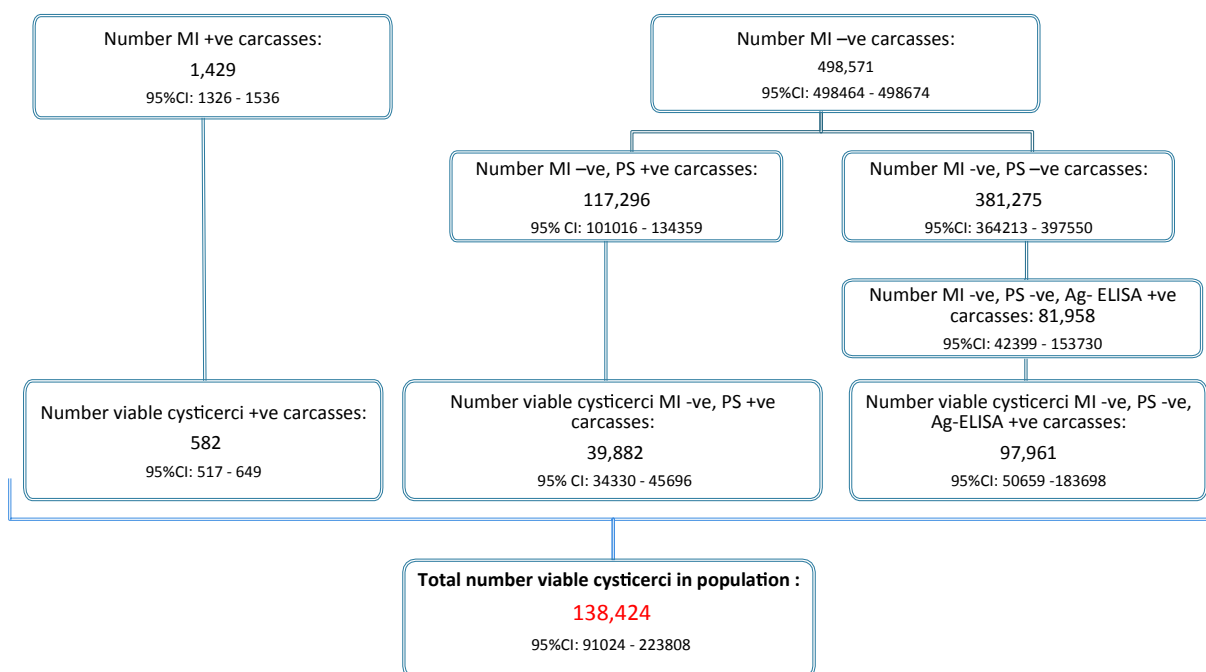
Le nombre de cysticerques viables entrant par an dans la chaîne alimentaire dépend :

- (1) du nombre de carcasses infectées, non détectées à l'abattoir par l'inspection visuelle (carcasses MI- ; MI = meat inspection), qui entrent dans la chaîne alimentaire. Les carcasses infectées détectées à l'abattoir par inspection visuelle (carcasses MI+) sont traitées (congélation / élimination) et les cysticerques viables de ces carcasses n'entrent pas dans la

chaîne alimentaire. Actuellement, seule l'inspection visuelle est pratiquée en Belgique (faible sensibilité de détection).

Afin d'estimer, à l'échelle nationale, le nombre de carcasses infectées qui ne sont pas détectées à l'abattoir par inspection visuelle et qui entrent dans la chaîne alimentaire, il est nécessaire de se baser sur les résultats obtenus avec des tests plus sensibles. Ces données ont été générées sur base d'un échantillon de carcasses utilisées dans le projet de recherche EIDRUC (2012-2015) et sur base de tests plus sensibles: découpe des sites de prédilection (PS = predilection site) et usage d'un test ELISA Ag. Les résultats ont été extrapolés à la population totale de 500.000 carcasses (500.000 bovins abattus par an). Le projet EIDRUC a donc permis d'estimer le nombre de carcasses infectées non détectées par inspection visuelle et qui entrent dans la chaîne alimentaire: carcasses MI- mais PS+ (PS: predilection site) et ELISA Ag+ (**Figure 1**).

(2) du nombre moyen de cysticerques viables (proportion cysticerques viables/morts) dans ces carcasses, sachant que seuls les cysticerques viables transmettent l'infection.



**Figure 1.** Illustration du nombre réel annuel de carcasses détectées par inspection visuelle à l'abattoir (carcasses MI+ ; 1.429 – moyenne des dernières 10 années) et du nombre de carcasses non détectées par inspection visuelle qui entrent dans la chaîne alimentaire (carcasses négatives à l'inspection visuelle et positives dans les sites de prédilection (MI- et PS+ :117.296) et carcasses négatives à l'inspection visuelle, négatives dans les sites de prédilection et positives en test ALISA-Ag (MI-, PS-, ELISA+ : 81.958), extrapolées à la population totale des carcasses (500.000) sur base d'un échantillonnage réalisé dans le cadre du projet EIDRUC (2012-2015).

Estimation du nombre de cysticerques viables dans ces différentes catégories de carcasses : cysticerques viables écartés de la chaîne alimentaire (582) et cysticerques viables qui entrent dans la chaîne alimentaire (39.882 + 97.961= 137.843). Les explications de ces chiffres sont détaillées plus loin dans l'avis. Dans le groupe MI- PS- ELISA+, il y a plus de chances de retrouver un ou plus d'un cysticerque viable par carcasse que dans les autres catégories car le test ELISA Ag vise spécifiquement la détection de l'antigène circulant qui est excrété uniquement par les cysticerques viables. Dans ce



groupe MI- PS- ELISA+, la taille de l'échantillonnage est petite, ce qui induit une intervalle de confiance très large et une certaine incertitude qui pourrait avoir une influence sur les résultats finaux.

Données utilisées (les chiffres entre parenthèses réfèrent à l'annexe 1, MI : inspection visuelle ; PS = sites de prédilection ; +/- résultat positif/négatif du test):

- Nombre moyen de bovins abattus par an : 500.000 (1.1.1) – données nationales
- Nombre de carcasses infectées détectées par l'inspection visuelle à l'abattoir : 1.428,2 (1.1.2) – données nationales
- Nombre de carcasses MI- : 614 (1.2.1), MI- PS+ : 144 (1.2.2), MI- PS- : 470 (1.2.3), MI- PS- ELISA + : 40 (1.2.4) – données du projet EIDRUC. Comme expliqué ci-dessus, cette faible taille d'échantillonnage induit une certaine incertitude, qui a été prise en compte dans la simulation R par moyen d'une distribution bêta.
- Nombre de cysticerques par catégorie de carcasses : MI+ et MI- PS+ (1.2.5 à 1.2.8) ; et proportion de cysticerques viables / cysticerques morts pour les carcasses MI+ et MI- PS+ : 4,6 % de cysticerques viables (1.2.9 à 1.2.10) – données EIDRUC (disponible via l'SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement)
- Nombre de cysticerques par carcasse dans les carcasses MI- PS- ELISA+ (1.2.11 à 1.2.12) , considérant que 100 % des cysticerques des carcasses détectées par ELISA Ag sont viables vu que le test ELISA Ag ne détecte que des cysticerques viables – données EIDRUC
- Sensibilité du test ELISA Ag : 40,9 % (1.2.13 à 1.2.14). La découpe des sites de prédilection est considérée comme le test standard de sensibilité de 100 % – données EIDRUC
- Spécificité du test ELISA Ag : 99,6 % (1.2.15 à 1.2.16). La découpe des sites de prédilection est considérée comme le test standard de spécificité de 100 % – données EIDRUC

#### Compilation des données dans le modèle

1. **Estimation du nombre de carcasses infectées** dans la population totale annuelle de carcasses belges (500.000 carcasses/an ; (1.4.1) ) sur base de l'échantillon de EIDRUC (1.2.1. à 1.2.4) (**Annexe 1**)
  - nombre de carcasses MI+ : 1.429 (1.4.2) – données nationales
  - nombre de carcasses MI- : 498.571 (1.4.3) - = 500.000 – 1.429
  - nombre de carcasses MI-PS+ : 117.296 (1.4.4) – sur base de l'échantillon EIDRUC
  - nombre de carcasses MI-PS- : 381.275 (1.4.5) – = 498.571 – 117.296
  - nombre de carcasses infectées parmi les carcasses MI-PS-, c.à.d carcasses MI-PS-ELISA+, sur base des caractéristiques (Se et Sp) du test ELISA et de l'échantillon EIDRUC: 81.958 (1.4.6)
  - nombre de carcasses infectées (avec cysticerques viables ou morts): 1.429 + 117.296 + 81.958 = 200.684 (40,1 %)
  - nombre de carcasses infectées (avec cysticerques viables ou morts) qui entrent dans la chaîne alimentaire : 117.296 + 81.958 = 199.254
2. **Estimation du nombre de cysticerques viables dans les carcasses infectées**
  - Dans les carcasses MI+ : sur base de l'estimation du nombre de cysticerques par carcasse MI+ et de la proportion de cysticerques viables/morts: 582 (1.4.7) ; ces carcasses sont détectées à l'abattoir et ces cysticerques viables ne rentrent pas dans la chaîne alimentaire – données EIDRUC
  - Dans les carcasses MI- PS+, sur base de l'estimation du nombre de cysticerques par carcasse MI-PS+ et de la proportion de cysticerques viables/morts: 39.882 (1.4.8) ; ces carcasses ne sont pas détectées à l'abattoir et ces cysticerques viables rentrent dans la chaîne alimentaire – données EIDRUC
  - Dans les carcasses MI- PS- ELISA+, sur base de l'estimation du nombre de cysticerques viables par carcasse MI- PS- ELISA+, considérant que 100 % des cysticerques sont viables dans les

carcasses détectées par le test ELISA: 97.961 (1.4.9) ; ces carcasses ne sont pas détectées à l'abattoir et les cysticerques rentrent dans la chaîne alimentaire – données EIDRUC

### 3. Estimation du nombre de cysticerques viables dans les carcasses infectées qui entrent dans la chaîne alimentaire

L'estimation du nombre de cysticerques viables dans les carcasses infectées qui entrent dans la chaîne alimentaire (MI- PS+ et MI- PS- ELISA+) est: **137.843 (1.4.10)**

## 4.2. Estimation de la consommation de viande bovine crue ou insuffisamment cuite en Belgique

Seule la viande bovine consommée crue ou insuffisamment cuite contient des cysticerques viables pouvant être transmis aux consommateurs. La quantité de viande bovine consommée est estimée principalement grâce à l'enquête de consommation alimentaire de 2004. Les consommateurs belges consomment la viande bovine soit crue (ex. filet américain, carpaccio, haché porc/boeuf), soit cuite (ex. steak). Toutefois, une partie de la viande bovine destinée à être consommée cuite sera en réalité consommée insuffisamment cuite (ex. roastbeef), et une grande proportion de la viande hachée porc/boeuf sera consommée cuite. L'enquête de consommation alimentaire ne contient pas de données sur le niveau de cuisson de la viande consommée ni sur la proportion de viande hachée effectivement consommée crue. Cette incertitude sur la quantité de viande bovine réellement consommée crue ou insuffisamment cuite a été traitée dans le modèle.

#### Données utilisées:

- Poids moyen des carcasses bovines : 325 kg (2.1.1. ; **Claes, communication personnelle, 2016**)
- Pourcentage de viande dans les carcasses : 56,666 %  
(2.1.2. <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1822.pdf>)  
Note : Si l'on considère les parties de la carcasse qui entrent dans la préparation des différents types de viande de bœuf, tout ce qui est steak, roastbeef et carpaccio vient de la moitié arrière de la carcasse (+ aussi derrière l'épaule), et tout ce qui est filet américain, viande hachée et hamburger vient de la moitié avant de la carcasse. Mais il y a possibilité d'utiliser des parties avant pour le steak et des parties arrière pour la viande hachée. De ce fait, l'entièreté de la carcasse doit être prise en considération.
- Extrait des données de consommation de l'enquête alimentaire belge de 2004 (**Annexe 2**)

Denrée	Moyenne (g/jour)	P50	P95	P99
viande hachée n.s.	0,66	0,00	0,00	17,62
viande hachée mélange porc/bœuf	8,03	0,00	50,00	110,55
<b>Total viande hachée porc/boeuf</b>	<b>0,66+8,03 = 8,69</b>			
bœuf roastbeef	0,61	0,00	0,00	28,00
bœuf filet américain préparé	1,50	0,00	0,00	52,50

bœuf carpaccio	0,04	0,00	0,00	0,00
total bœuf	17,76	0,00	92,50	156,45

- Proportion de bœuf dans la viande hachée porc/bœuf : les données de consommation pour la viande hachée porc/bœuf surestiment la consommation de bœuf car la viande de porc ne contient pas de larves de *Taenia saginata*. Il faut corriger les données de consommation pour la viande hachée porc/bœuf en ne tenant compte que du % de bœuf présent dans la viande hachée : valeurs dans le commerce = entre 10 % (2.1.3) et 60 % (2.1.4), moyenne : 35 % (source : étiquettes dans différents magasins de la grande distribution : (1): 56 % bœuf, 37 % porc, (2): 36 % bœuf, 55 % porc ; (3): 59 % bœuf, 39 % porc ; (4): 13 % bœuf, 69 % porc ; (5) : 32 % bœuf, 54 % porc, (6) : 37 % bœuf, 55 % porc).
- Nombre de cas de taeniose par an en Belgique chez l'homme (basé sur le nombre de doses de Yomesan vendues) : 11.000 (2.1.5). Le Yomesan est un traitement spécifique du *Taenia* chez l'homme. Il n'est plus utilisé chez les chiens et chats. Le nombre de doses vendues en Belgique annuellement est donc un bon indicateur du nombre de cas humains annuels belges (sans oublier toutefois la possibilité d'infection liée au tourisme dans des pays où l'incidence est élevée).
- Nombre de cysticerques viables nécessaires pour provoquer une infection chez l'homme : 1 cysticerque viable (2.1.6)

#### Compilation des données dans le modèle:

1. Quantité totale de viande de bœuf produite par an :  $500.000 \times 325 \text{ kg} \times 0,5666 = 92.083.333 \text{ kg}$  (2.2.1). La valeur 0,5666 est un facteur de correction (2.1.2) visant à ne tenir compte que de la viande pure présente au niveau des carcasses, et à éliminer les organes non consommés. Ces 92.083.333 kg contiennent 137.843 cysticerques viables. On part du principe que ces 500.000 carcasses sont toutes destinées au marché belge.
2. Quantité de viande de bœuf achetée par personne par jour (sans savoir si c'est pour finalement être consommé cru ou cuit) : **22,25 gr/pers./jour** (2.2.2)
  - $= (92.083.333 \text{ kg} \times 1000) / (11.337.000 \text{ habitants} \times 365 \text{ jours}) =$  répartition de toute la viande produite par an, par habitant par jour, puis en grammes.
  - Ce résultat est utilisé dans le modèle. Sa concordance avec les données de l'enquête de consommation alimentaire a été vérifiée :  $0,66$  (viande hachée n.s.) gr/pers./jour +  $8,03$  (viande hachée mélange porc/bœuf)  $\times 0,35$  (proportion moyenne de bœuf dans la viande hachée porc/bœuf) gr/pers./jour +  $17,76$  (total bœuf) gr/pers./jour =  $21,23$  gr/pers./jour.
  - Cette viande va être consommée soit cuite, soit insuffisamment cuite, soit crue.
3. Nombre total de cysticerques viables qui entrent dans la chaîne alimentaire : 137.843 (2.2.3) (cf résultats ci-dessus)
4. Nombre de cysticerques viables présents / 1000 kg bœuf : 1.497 (IC 95 % : 0,99 – 2,35) (2.2.4).  
 $137.843 \text{ cysticerques viables au total qui entrent dans la chaîne alimentaire} / 92.083.333 \text{ kg de viande de bœuf produite} = 0,001497 \text{ cysticerques /kg bœuf} = \mathbf{0,00001497 \text{ cysticerques / gr bœuf.}}$

5. Proportion de bœuf dans la viande hachée porc/bœuf : 35 % (2.2.5)
6. Quantité de viande de bœuf achetée par personne par jour afin d'être potentiellement consommée crue : **5,84 gr/pers/jour** (IC 95 % : 4,28 – 7,23)
- La viande achetée pour être potentiellement consommée crue ne va en réalité pas être à 100 % consommée crue. Par exemple, le rôti de boeuf n'est pas consommé cru, mais insuffisamment cuit (rosé). Une proportion de viande hachée va être consommée crue, mais une plus grande proportion va être consommée cuite. Il est donc nécessaire d'estimer la quantité de cette viande achetée pour être potentiellement consommée crue, qui va être réellement consommée crue (cf. calcul du rapport, point suivant).
  - Basé sur les données de l'enquête de consommation alimentaire, le rapport entre la quantité de viande bovine potentiellement consommée crue par personne par jour (*0,61 g/j rôti de boeuf + 1,50 g/j filet américain préparé + 0,04 g/j carpaccio + 0,66 g/j viande hachée n.s. + 8,03 g/j viande hachée porc/bœuf x 0,35 correction pour la proportion de bœuf dans la viande hachée = 5,62 g/j*) et la quantité totale de viande bovine consommée (cuite ou crue) (*0,66 g/j viande hachée n.s. + 8,03 g/j viande hachée porc/bœuf x 0,35 correction pour la proportion de bœuf dans la viande hachée + 17,76 g/j total bœuf = 21,23 g/j*) est de 0,264 (2.2.6).
  - La quantité de viande de bœuf achetée par personne par jour afin d'être potentiellement consommée crue est calculée en multipliant ce rapport (0,264) par la quantité de viande de bœuf achetée (consommée) par personne par jour (22,25 g/pers./jour).
7. Il s'agit ici de la proportion entre la viande effectivement consommée crue et la viande achetée pour être potentiellement consommée crue : **33 %** (IC 95 % : 18 % – 53 %) (2.2.7). Il faut noter que cette estimation est le résultat des simulations et diffère donc de l'estimation déterministe calculée à partir des moyennes (voir plus bas).
- Vu l'absence de données, dans l'enquête alimentaire, sur le niveau de cuisson de la viande (ex. rosbeef) et sur la proportion de viande réellement consommée crue (ex. la viande hachée est soit consommée cuite, soit crue), cette proportion a été estimée sur base de
- nombre de cas humains : 11.000
  - nombre de cysticerques nécessaires pour causer une infection chez l'homme : 1 **Tembo and Craig 2015**)
  - nombre moyen de cysticerques qui entrent dans la chaîne alimentaire : 137.843
  - proportion de viande bovine achetée pour être potentiellement consommée crue sur la quantité totale de viande bovine consommée (cuite ou crue) : 0,264
  - =  $(11.000 \times 1) / (137.843 \times 0,264) = 0,302 \sim 0,33$
8. Quantité de bœuf consommé cru par personne par jour : **1,92 gr/pers/jour** (IC95 % : 1,09-2,69) (2.2.8) = 5,84 x 0,33

## 5. Résultats

L'exposition des consommateurs belges à la cysticerose bovine est exprimée en "nombre annuel estimé d'infections" (ou nombre de cycles viables ingérés par an ou nombre d'infections par an), en fonction de la quantité de viande bovine consommée crue (ou insuffisamment cuite). Différents profils de risque sont présentés ci-dessous en fonction de la quantité de viande bovine crue consommée (gr/jour). Ces résultats sont basés sur l'affirmation qu'un cysticerque viable peut provoquer une infection chez l'homme.

A.	B.	C.	D.	E.
Scenario	Type de consommateur	Consommation de viande bovine crue	Nombre estimé annuel d'infections	Nombre de cas annuels dans la population belge si la consommation indiquée dans la colonne C correspond à la consommation moyenne de la population
1	Gros consommateurs	500 gr/jour	0,273287 = 1 infection tous les 3,6 ans	3.098.254
2		200 gr/jour	0,109315 = 1 infection tous les 9,1 ans	1.239.304
3		100 gr/jour	0,054657 = 1 infection tous les 18,3 ans	619.646
4		100 gr/semaine	0,007808 = 1 infection tous les 128 ans	88.519
5		100 gr/mois	0,001822 = 1 infection tous les 548 ans	20.656
6	Consommateurs moyens	57,6 gr/mois	0,00103* = 1 infection tous les 996 ans	11.731
7	Faibles consommateurs	10 gr/mois	0,000182 = 1 infection tous les 5.494 ans	2.063

\* exemple de calcul

0,000001497 cysticerques viables / gr bœuf

0,00008623 cysticerques viables / 57,6 gr de bœuf

0,00008623 cysticerques viables / mois

0,001035 cysticerques viables /an

Les premiers scénarios donnent une estimation du taux annuel d'infection des gros consommateurs de viande bovine crue. Les derniers scénarios donnent une estimation du taux annuel d'infection des faibles consommateurs de viande bovine crue. Le scénario 6 est le scénario le plus probable, considérant une consommation moyenne belge de viande bovine crue de 57,6 gr/pers/mois, ce qui correspond à la consommation estimée dans le modèle de 1,92 gr/pers/jour. Si la moyenne belge de consommation de viande bovine crue est de 57,6 gr/mois, le taux annuel d'infection individuel est

estimé à 0,001035 %. Ceci correspond au nombre annuel de cas humains observé en Belgique ( $0,001035 \times 11.337.000$  habitants = 11.731 cas ; IC 95% : 6.009-20.989<sup>2</sup>).

## 6. Options de gestion

Le Comité scientifique propose au gestionnaire de risque **des options** de gestion afin de réduire l'exposition des consommateurs à la cysticerose et de réduire la prévalence chez les bovins. Il ne s'agit pas de recommandations car une étude coût/bénéfice préalable serait utile pour décider, le cas échéant, de mesures de gestion.

- Options de gestion visant à améliorer la détection des carcasses infectées à l'abattoir, en assurer le traitement adéquat (ex. congélation) et à réduire l'exposition des consommateurs (nombre de cas humains annuels):
  - découpe de sites de prédilection à l'abattoir associée à l'inspection visuelle
  - lorsqu'il sera disponible commercialement : utilisation du test ELISA Ag de sensibilité de 40,9% et de spécificité de 100%, (amélioration de la détection de 40 % par rapport à l'inspection visuelle).

Avant d'envisager ces options le Comité scientifique recommande de réaliser une étude coût/bénéfice :

- a. Coûts :
    - i. coût de la découpe des sites de prédilection associée à l'inspection visuelle, versus coût d'un prélèvement sérologique et d'un test ELISA Ag commercial
    - ii. coût des saisies à l'abattoir et du traitement (congélation) des carcasses
  - b. Bénéfices :
    - i. réduction des coûts de santé publique due à la réduction du nombre de cas humains suite à, soit la découpe des sites de prédilection associée à l'inspection visuelle, soit l'utilisation du test ELISA Ag ;
    - ii. dans le cadre du projet de recherche EIDRUC, des modélisations à 10 ans montrent qu'en améliorant la détection à l'abattoir avec le test ELISA Ag (par rapport à l'inspection visuelle seule) et en congelant les carcasses infectées, il est possible de diminuer quasi totalement l'exposition des consommateurs, enrayer le cycle de transmission du parasite et *in fine* diminuer la prévalence de la cysticerose chez les bovins.
- Options de gestion visant à réduire la prévalence d'infection chez les bovins par les larves de cysticerose :
    - Rendre obligatoire la déclaration obligatoire des cas humains.
    - Systématiser le 'tracing back' jusqu'à l'exploitation d'origine lors de détection d'une carcasse infectée à l'abattoir, enquête et avertissement de l'éleveur du risque potentiel qu'il fait courir à ses bovins
    - Campagnes d'information envers le grand public afin de réduire la dissémination des œufs sur les pâtures à partir des porteurs de taenia (dans les exploitations agricoles, touristes, défécation à ciel ouvert, périmètre de sécurité autour des voies ferrées). Une étude de la distribution des cas par province par typage moléculaire permettrait de cibler les actions de sensibilisation.
    - Raccordement des habitations aux égouts. Le traitement d'un humain infecté va provoquer le rejet du parasite dans les toilettes mais ne va pas le tuer. Si l'habitation n'est pas raccordée aux

---

<sup>2</sup> L' IC de 95% est calculé comme des quantiles de 2,5% et 97,5% de 10<sup>6</sup> simulations : 365,2422 jours x grammes de viande crue consommée par personne par jour (déviation normale randomisée avec m=1,92 et déviation standard = 0,402) x nombre de cysticerces par gramme de viande bovine (10<sup>-6</sup> x déviation lognormale randomisée avec m=log(1,497) et déviation standard = log(1,255) x 11.337.000

égouts, les œufs non détruits se retrouvent dans les fosses septiques et possiblement sur les pâtures.

- Les œufs sont résistants 8 mois dans l'environnement. On trouve beaucoup d'œuf de parasites dans les eaux usées et les boues d'épuration. Il est donc nécessaire de les traiter de manière adéquate, conformément à ce qui est prévu dans la législation, avant de les utiliser en agriculture. Il est également nécessaire de gérer adéquatement les inondations et les eaux de ruissellement. Des informations sur l'épandage des boues d'épuration (législation, procédures appliquées en Belgique), sont présentées à l'**Annexe 3**.

## 7. Incertitudes

- L'exposition des consommateurs est surestimée. Le nombre de cysticerques viables qui entrent dans la chaîne alimentaire est estimé à 137.843. Cependant, les organes de prédilection (diaphragme, cœur, langue, masséters), par définition les plus chargés en cysticerques, ne sont pas utilisés dans la préparation d'américain ou viande consommée crue. Ces organes ont néanmoins été pris en considération dans les calculs car il s'agit d'organes consommés. Comme il est impossible d'estimer le niveau de cuisson de ces organes (cuits ou insuffisamment cuits), le worst case scénario a été calculé.
- Nombre de cysticerques dans les carcasses. Les données de base pour estimer le nombre de cysticerques viables par carcasse sont basées sur une petite taille d'échantillon, en particulier dans le groupes d'animaux MI-, PS-, ELISA+, voir Figure 1). De ce fait, certains intervalles de confiance sont larges, ce qui peut avoir une influence sur les résultats finaux. Une analyse de sensibilité permettrait de connaître les paramètres qui ont le plus d'influence sur le résultat final et de mieux interpréter ces derniers.
- Niveau de cuisson de la viande bovine (ex. rôti de bœuf : faible degré de cuisson) et proportion de viande achetée pour être potentiellement consommée crue qui est effectivement consommée crue (ex. viande hachée). Ce manque de données a été résolu dans le modèle en utilisant des données relatives au nombre de cas humains (surrogate data);
- Lors du hachage (filet américain, viande hachée), le diamètre des trous (max 2-3 mm en Belgique) est inférieur à la taille du cysticerque (0,5 cm de large sur 1 cm de long) qui est broyé et tué, mais supérieur à la taille du scolex (1 mm) qui peut rester intact. Le scolex seul peut rester infectant (les cellules germinatives sont situées à la base du scolex) dans la viande hachée pendant un temps assez court mais que l'on ne connaît pas avec précision (**opinion d'expert**). Dans l'américain minute (haché et consommé immédiatement), le scolex peut donc encore être infectant.
- Le nombre de doses de Yomesan vendues annuellement en Belgique (11.000 doses) correspond au nombre de cas humains infectés en Belgique mais également à des infestations acquises à l'étranger (retour de voyages). Le nombre annuel de cas de taenioses en Belgique (11.000) est probablement légèrement surestimé.

## 8. Conclusions

Cet avis attire l'attention sur la problématique connue de la cysticerose bovine et le risque d'infection chez l'homme, mais avec des données récentes de prévalence de contamination des carcasses bovines par les cysticerques, obtenues avec un test de détection plus sensible (ELISA Ag) que l'inspection visuelle.

Le nombre de cysticerques viables qui entrent annuellement dans la chaîne alimentaire (consommation de viande bovine crue) est estimé à 137.843. Cette viande bovine est consommée crue, cuite, ou insuffisamment cuite. Une cuisson à cœur suffisante **tue les larves. Une viande consommée crue ou insuffisamment cuite** contient toujours des cysticerques viables. Un cysticerque viable est suffisant pour infecter le consommateur. Considérant une consommation la plus probable de 57,6 gr de viande bovine crue par mois par habitant (viande hachée, filet américain pur, rôti de boeuf, carpaccio), le modèle développé estime que 11.731 cas humains peuvent être attendus par an. Ceci correspond aux ventes actuelles de Yomesan, l'antihelminthique spécifique du traitement de la taeniose chez l'homme (11.000 doses vendues par an en Belgique. Les consommateurs moyens (57,6 gr de viande bovine crue par mois) présentent un taux d'infection annuel estimé de 0,001035, c'est-à-dire une infection tous les 996 ans (=  $1/0,001035$ ). Les gros consommateurs de viande bovine crue (par exemple 500 gr/jour), présentent un taux d'infection annuel de 0,273287 (27 %, c'est-à-dire une infection tous les 3,6 ans).

Pour le Comité scientifique,  
Le Président,

Prof. Dr. E. Thiry(Se)

Bruxelles, le 27/02/2017



## Références

Allen, R.W. (1945). The thermal death point of *Cysticercus bovis*. J. Parasit. 31, Publ. Health Ass, 34, 205-215, Suppl. P 21 Taeniasis and Cysticercosis.

Allen, R.W. (1947). The thermal death point of cysticerci of *Taenia saginata*. J. Parasit.,33,331-338.

Dorny P., Vercammen F., Brandt J., Vansteenkiste W., Berkvens D. and S. Geerts (2000). Sero-epidemiological study of *Taenia saginata* cysticercosis in Belgian cattle. *Veterinary Parasitology* 88: 43 – 49.

Dorny P., Phiri I., Gabriel S., Speybroeck N. and J. Vercruyse (2002). A sero-epidemiological study of bovine cysticercosis in Zambia. *Veterinary Parasitology* 104: 211 – 215.

Projet EIDRUC financé par la Recherche contractuelle du SPF Santé publique (RF11/6254) exécuté entre 01/04/2012 et 31/03/2015 par Dorny P., Gabriël S., Berkvens D., Jansen F., Praet N., Devleeschauwer B., Makay C., Van den Broeck N.

Kyvsgaard N.C., Ilsoe B., Henriksen S.A. and P. Nansen 1990. Distribution of *Taenia saginata* cysts in carcasses of experimentally infected calves and its significance for routine meat inspection. *Research in Veterinary Science* 49: 29 – 33.

Tembo A. and P.S. Craig (2015). *Taenia saginata* taeniosis : copro-antigen time-course in a voluntary self-infection. *Journal of Helminthology* 89 : 612 – 619.

WHO/FAO/OIE Guidelines for the surveillance, prevention and control of taeniasis/cysticercosis. K.D. Murell (Ed), OIE (World Organisation for Animal Health) WHO and FAO, 2005, 138 pp.

## Présentation du Comité scientifique de l'AFSCA

Le Comité scientifique est un organe consultatif de l'Agence fédérale belge pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA) qui rend des **avis scientifiques indépendants** en ce qui concerne l'évaluation et la gestion des risques dans la chaîne alimentaire, et ce sur demande de l'administrateur délégué de l'AFSCA, du ministre compétent pour la sécurité alimentaire ou de sa propre initiative. Le Comité scientifique est soutenu administrativement et scientifiquement par la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques de l'Agence alimentaire.

Le Comité scientifique est composé de 22 membres, nommés par arrêté royal sur base de leur expertise scientifique dans les domaines liés à la sécurité de la chaîne alimentaire. Lors de la préparation d'un avis, le Comité scientifique peut faire appel à des experts externes qui ne sont pas membres du Comité scientifique. Tout comme les membres du Comité scientifique, ceux-ci doivent être en mesure de travailler indépendamment et impartialement. Afin de garantir l'indépendance des avis, les conflits d'intérêts potentiels sont gérés en toute transparence.

Les avis sont basés sur une évaluation scientifique de la question. Ils expriment le point de vue du Comité scientifique qui est pris en consensus sur la base de l'évaluation des risques et des connaissances existantes sur le sujet.

Les avis du Comité scientifique peuvent contenir des **recommandations** pour la politique de contrôle de la chaîne alimentaire ou pour les parties concernées. Le suivi des recommandations pour la politique est la responsabilité des gestionnaires de risques.

Les questions relatives à un avis peuvent être adressées au secrétariat du Comité scientifique: [Secretariat.SciCom@afsca.be](mailto:Secretariat.SciCom@afsca.be)

## Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants:

D. Berkvens, A. Clinquart, G. Daube, P. Delahaut, B. De Meulenaer, S. De Saeger, L. De Zutter, J. Dewulf, P. Gustin, L. Herman, P. Hoet, H. Imberechts, A. Legrève, C. Matthys, C. Saegerman, M.-L. Scippo, M. Sindic, N. Speybroeck, W. Steurbaut, E. Thiry, M. Uyttendaele, T. van den Berg

## Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été signalé.

## Remerciement

Le Comité scientifique remercie la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis.

Le Comité scientifique souhaite également remercier N. Speybroeck (Sci Com) pour le 'peer review' de l'avis.

## Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de:

Membres du Comité scientifique:	D. Berkvens (rapporteur), L. De Zutter, C. Matthys, C. Saegerman
Experts externes:	P. Dorny (IMT), F. Jansen (IMT), N. Korsak (ULg), B. Losson (ULg)
Gestionnaire du dossier:	S. Cardoen (AFSCA), X. Van Huffel (AFSCA)

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs): J. Wits (AFSCA).

### Cadre juridique

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Ministre le 9 juin 2011.

### Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données deviennent disponibles après la publication de cette version.

## Annexe 1: Modèle développé dans R

### 1. VIABLE CYSTS IN THE FOOD CHAIN

## 1 Viable cysts in the food chain

### 1.1 National data

- 1.1.1. **Total N° of animals slaughtered:** average number of cattle slaughtered (default value = 500,000)
- 1.1.2. **N° MI +ve carcasses:** average number of annual meat-inspection positive carcasses (default value = 1428.2)

### 1.2 EIDRUC data

- 1.2.1. **N° of MI -ve carcasses:** number of randomly selected meat-inspection negative carcasses examined (default value = 614)
- 1.2.2. **N° of MI -ve PP +ve carcasses:** number of meat-inspection negative carcasses that were positive when the predilection sites were examined (default value = 144)
- 1.2.3. **N° of MI -ve PP -ve carcasses:** number of meat-inspection and predilection-sites negative carcasses (**item 1.2.1.** minus **item 1.2.2.**, default value = 470)
- 1.2.4. **N° of MI -ve PP-ve ELISA +ve carcasses:** number of **item 1.2.3.** carcasses that yielded a positive ELISA result (default value = 40)
- 1.2.5. **Shape Gamma N° cysts in MI +ve carcass:** first parameter of the gamma distribution used to randomly generate the total number of cysts in a meat-inspection positive carcass; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 2.10440827)
- 1.2.6. **Rate Gamma N° cysts in MI +ve carcass:** second parameter of the gamma distribution used to randomly generate the total number of cysts in a meat-inspection positive carcass; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 0.262293)
- 1.2.7. **Shape Gamma N° cysts in MI -ve PP +ve carcass:** first parameter of the gamma distribution used to randomly generate the total number of cysts in a meat-inspection negative but predilection-positive carcass; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 3.0984122)
- 1.2.8. **Rate Gamma N° cysts in MI -ve PP +ve carcass:** second parameter of the gamma distribution used to randomly generate the total number of cysts in a meat-inspection negative but predilection-positive carcass; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 0.4622496)
- 1.2.9. **Total N° cysts detected in MI +ve PP +ve carcasses:** total count of cysts in meat-inspection predilection-site positive carcasses (default value = 412)
- 1.2.10. **N° viable cysts detected in MI +ve PP +ve carcasses:** count of viable cysts in meat-inspection predilection-site positive carcasses, used together with **item 1.2.9.** to determine beta distribution of proportion viable cysts (default value = 20)

## 1. VIABLE CYSTS IN THE FOOD CHAIN

---

- 1.2.11. **Shape Gamma N° viable cysts in MI -ve PP -ve ELISA +ve carcasses:** first parameter of the gamma distribution used to randomly generate the number of viable cysts in meat-inspection negative predilection-site negative but ELISA positive carcasses; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 9.69744953)
- 1.2.12. **Rate Gamma N° viable cysts in MI -ve PP -ve ELISA +ve carcasses:** second parameter of the gamma distribution used to randomly generate the number of viable cysts in meat-inspection negative predilection-site negative but ELISA positive carcasses; estimated from EIDRUC data using `fitdistr` in R (default value = 8.08599342)
- 1.2.13. **N° carcasses with viable cysts:** number of carcasses containing viable cysts (default value = 20)
- 1.2.14. **N° ELISA +ve carcasses with viable cysts:** number of carcasses containing cysts yielding a positive ELISA result (default value = 8)
- 1.2.15. **N° pasture calves tested:** number of one-year old pasture-kept calves tested with ELISA (default value = 154)
- 1.2.16. **N° ELISA -ve pasture calves:** number of [item 1.2.15.](#) calves testing negative in ELISA (default value = 154)

### 1.3 User supplied data

- 1.3.1. **N° of iterations:** the number of iterations, *i.e.* the number of random numbers of viable cysts that enter the foodchain (default value = 10); keep an eye on the time run when increasing the number of iterations

### 1.4 Computations

The following computations are repeated [item 1.3.1.](#) times.

- 1.4.1. Calculations start from the number of carcasses slaughtered ([item 1.1.1.](#))
- 1.4.2. Randomly generate the number of meat-inspection positive carcasses from a binomial distribution with a probability randomly generated from a beta distribution based on [item 1.1.1.](#) and [item 1.1.2.](#)
- 1.4.3. Compute the number of meat-inspection negative carcasses as difference between [item 1.4.1.](#) and [item 1.4.2.](#)
- 1.4.4. Randomly generate the number of meat-inspection negative predilection-site positive carcasses from a binomial distribution with a probability randomly generated from a beta distribution based on [item 1.2.1.](#) and [item 1.2.2.](#)
- 1.4.5. Compute the number of meat-inspection negative predilection-site negative carcasses as the difference between [item 1.4.3.](#) and [item 1.4.4.](#)

## 2. HUMAN RISK

- 1.4.6. Randomly generate the number of meat-inspection negative predilection-site negative infested animals, using Rogan-Gladen and ELISA as diagnostic test: apparent prevalence randomly generate from a binomial distribution using [item 1.4.5.](#) as size and with a probability of success (positive ELISA result) randomly generated from a beta distribution based on [item 1.2.3.](#) and [item 1.2.4.](#); test sensitivity randomly generated from a beta distribution based on [item 1.2.13.](#) and [item 1.2.14.](#); test specificity randomly generated from a beta distribution based on [item 1.2.15.](#) and [item 1.2.16.](#)
- 1.4.7. Randomly generate the total number of viable cysts in the meat-inspection positive carcasses: per carcass generate a random number of cysts using a gamma distribution based on [item 1.2.5.](#) and [item 1.2.6.](#) and from this randomly generate the number of viable cysts from a binomial distribution with a probability generated from a beta distribution based on [item 1.2.9.](#) and [item 1.2.10.](#); sum the individual numbers of viable cysts to obtain the total
- 1.4.8. Randomly generate the total number of viable cysts in the meat-inspection negative, predilection-site positive carcasses: per carcass generate a random number of cysts using a gamma distribution based on [item 1.2.7.](#) and [item 1.2.8.](#) and from this randomly generate the number of viable cysts from a binomial distribution with a probability generated from a beta distribution based on [item 1.2.9.](#) and [item 1.2.10.](#); sum the individual numbers of viable cysts to obtain the total
- 1.4.9. Randomly generate the total number of viable cysts in the meat-inspection negative, predilection-site negative, ELISA positive carcasses: per carcass generate a random number of viable cysts using a gamma distribution based on [item 1.2.11.](#) and [item 1.2.12.](#); sum the individual numbers of viable cysts to obtain the total
- 1.4.10. Compute the total number of viable cysts that enter the food chain as the sum of [item 1.4.8.](#) and [item 1.4.9.](#)
- 1.4.11. Write [item 1.4.10.](#) to disk

## 2 Human risk

### 2.1 Model parameters

- 2.1.1. **Carcass weight (kg):** average carcass weight (default value = 325, source: Leen Claes *pers.comm* 2016)
- 2.1.2. **Percentage meat in carcass:** percentage pure meat in dressed carcass (default value =  $\frac{425}{750}$ , source <https://extension.tennessee.edu/publications/Documents/PB1822.pdf>)
- 2.1.3. **Lower limit proportion beef in mixed beef/pork minced meat:** lower value found on labels in supermarkets (default value = 0.10)
- 2.1.4. **Upper limit proportion beef in mixed beef/pork minced meat:** upper value found on labels in supermarkets (default value = 0.60)

## 2. HUMAN RISK

- 2.1.5. **N° of human taeniasis cases per year:** number estimated from Yomesan sales (default value = 11,000)
- 2.1.6. **N° of viable cysts per human case:** average number of viable cysts required to result in one adult tapeworm (default value = 1)
- 2.1.7. **N° of iterations:** number of iterations to run simulation

### 2.2 Computations

The following steps are repeated **item 2.1.7.** times.

- 2.2.1. Compute the total amount of beef produced as the product of **item 1.1.1.** × **item 2.1.1.** × **item 2.1.2.** (in kg)
- 2.2.2. Compute the daily beef consumption (purchase volume) per person (in g) as  

$$\text{item 2.2.1.} \times \frac{1000}{11337000 \times 365}$$
- 2.2.3. Read from disk the series of random numbers of viable cysts entering the food chain generated in **item 1.4.10.** and saved in **item 1.4.11.**
- 2.2.4. Calculate the number of viable cysts per g beef as  

$$\frac{\text{item 2.2.3.}}{\text{item 2.2.1.} \times 1000}$$
- 2.2.5. Generate a random proportion of beef in mixed minced meat with lower limit **item 2.1.3.** and upper limit **item 2.1.4.**
- 2.2.6. Generate a random proportion of beef purchased potentially to be consumed raw as  

$$\frac{0.61+1.50+0.04+0.66+8.03 \times \text{item 2.2.5.}}{17.76+0.66+8.03 \times \text{item 2.2.5.}}$$
- 2.2.7. Compute the proportion of beef purchased raw that is actually consumed raw as  

$$\frac{\text{item 2.1.5.} \times \text{item 2.1.6.}}{\text{item 2.2.3.} \times \text{item 2.2.6.}}$$
  
*i.e.* 
$$\frac{\text{N° human cases} \times \text{N° cysts per case}}{\text{N° of viable cysts into foodchain} \times \text{proportion beef bought raw}}$$
- 2.2.8. Output the various results

---

<sup>1</sup>values from food consumption survey

## Annexe 2: Résultats des extractions de l'enquête alimentaire belge de 2004

Afin d'estimer la consommation de viande bovine en Belgique, des extractions ont été réalisées à partir des résultats de l'enquête de consommation alimentaire menée en Belgique en 2004.

Pour l'enquête, 3083 personnes ont été interrogées 2 fois à 15 jours d'intervalle sur leur consommation alimentaire. Les résultats représentent la moyenne des deux journées d'enquête et la moyenne des 3083 personnes, qu'elles aient consommé ou non la denrée alimentaire d'intérêt lors des deux jours d'enquête. De cette manière, la population totale est représentée (cf l'objectif du dossier qui est de calculer l'exposition de la population belge totale).

Les denrées alimentaires contenant de la viande de bœuf suivantes ont été extraites des résultats de l'enquête alimentaire : viande hachée, viande de bœuf, viande de veau. Les résultats sont exprimés en grammes / jour et sont accompagnés du percentile 50 (médiane), du percentile 95 et du percentile 99.

code FOODNUM or GROUP	Denrée	Denrée	Moyenne (g/jour)	P50	P95	P99
	<b>Minced meat</b>	<b>viande hachée</b>				
743	ground meat n.s.	viande hachée n.s.	0,66	0,00	0,00	17,62
744	minced meat, mixed porc/beef	viande hachée mélange porc/bœuf	8,03	0,00	50,00	110,55
745	minced meat, mixed porc/veal	viande hachée mélange porc/veau	1,41	0,00	0,00	63,46
	<b>Beef</b>	<b>Bœuf</b>				
07 01 01	total BEEF	total bœuf	17,76	0,00	92,50	156,45
768	beef n.s.	bœuf viande n.s.	0,23	0,00	0,00	0,00
769	beef to be grilled	bœuf à griller	0,43	0,00	0,00	0,00
770	beef to be roasted	bœuf à braiser	0,17	0,00	0,00	0,00
772	beef, tenderloin/fillet	bœuf filet pur	0,45	0,00	0,00	0,00
773	beef tournedos	bœuf tournedos	0,64	0,00	0,00	0,00
774	beef chateaubriand	bœuf chateaubriand	1,07	0,00	0,00	50,04
775	beef, prime (fore)rib	bœuf steak entrecôte	2,02	0,00	0,00	71,71
776	beef, steak, flank	boeuf maigre	0,46	0,00	0,00	0,00
777	beef, T bone steak	bœuf steak T bone	0,15	0,00	0,00	0,00
778	beef, steak n.s.	boeuf steak n.s.	2,33	0,00	0,00	68,46
779	beef, kind of steak	bœuf bifsteak	1,94	0,00	0,00	66,00
780	beef, rump steak	bœuf rumsteak	1,77	0,00	0,00	66,00
781	beef, roast beef	bœuf rosbeef	0,61	0,00	0,00	28,00
785	beef, tartar minced steak	bœuf filet américain préparé	1,50	0,00	0,00	52,50
788	beef, carpaccio	bœuf carpaccio	0,04	0,00	0,00	0,00
790	beef, skewer	bœuf brochette	0,54	0,00	0,00	2,94
791	beef, burger	bœuf hamburger	0,34	0,00	0,00	0,00
792	beef, fondue	bœuf viande à fondue	0,03	0,00	0,00	0,00
793	beef, gourmet	bœuf viande à gourmet	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>veal</b>	<b>Veau</b>				



07 01 02 (GROUP)	total veal	total veau	3,53	0,00	26,50	86,05
794	veal n.s.	veau viande n.s.	0,07	0,00	0,00	0,00
795	veal to be grilled	veau à griller	0,04	0,00	0,00	0,00
796	veal to be roasted/braised	veau à braiser	0,04	0,00	0,00	0,00
800	veal, roast	veau roti	0,46	0,00	0,00	0,00
807	veal, minced meat	veau viande hachée	0,64	0,00	0,00	13,37
813	veal, sausage	veau saucisse	0,18	0,00	0,00	0,00

La viande de veau ne doit pas être considérée comme une viande à risque car elle n'est pas susceptible d'être infectée par la cysticerose bovine. Il s'agit d'animaux plus jeunes (6-8 mois) recevant une alimentation non susceptible de contenir des œufs de cysticerques (alimentation à l'intérieur, pas de pâturages).

Bien que les steaks peuvent subir différents niveaux de cuisson et être potentiellement consommés saignants, ils n'ont pas été considérés comme viande à risque dans le cadre de cette étude car le Comité scientifique est parti du principe que les règles de cuisson de ces steaks sont respectées et qu'ils sont cuits à 60°C. Uniquement le rosbeef a été pris en considération car il est souvent consommé très peu cuit.

Les denrées alimentaires suivantes ont été considérées pour estimer la proportion de viande bovine achetée afin d'être potentiellement consommée crue (ou insuffisamment cuite):

- Rosbeef : est souvent consommé saignant (insuffisamment cuit),
- filet américain préparé : est consommé cru,
- carpaccio : est consommé cru,
- viande hachée mélange porc/bœuf : certaines personnes la consomment crue,
- viande hachée n.s. (n.s. : non spécifié si porc/bœuf ou porc/veau),

La liste complète des denrées alimentaires dont il est possible d'extraire des données de consommation peut être consultée à l'adresse suivante : <https://www.wiv-isp.be/epidemiology/epifr/foodfr/food04fr/fooda32fr.pdf>

## Annexe 3: Restrictions d'utilisation des boues d'épuration

Source : A. Generet (SPF Santé publique)

- Restrictions d'utilisation pour les boues d'épuration provenant de station d'épuration d'industrie agro-alimentaire :

Utilisation interdite sur:

1° des herbages et des cultures fourragères si un délai de 6 semaines n'est pas respecté entre l'utilisation et le pâturage ou la récolte;

2° des sols occupés par des cultures légumières, fruitières et de pommes de terre, à l'exception des arbres fruitiers et pour autant que l'utilisation intervienne après la récolte et avant la floraison suivante;

3° des sols destinés à des cultures légumières ou fruitières qui sont normalement en contact direct avec le sol et qui peuvent être consommées à l'état cru, pendant une période de 10 mois précédant la récolte et pendant la récolte elle-même.

- Restrictions d'utilisation pour les boues d'épuration provenant de station d'épuration urbaine :

Les boues ne peuvent être valorisées que sur des terres destinées à des grandes cultures et immédiatement avant labour. Un délai de 12 mois minimum est imposé entre la valorisation de boues sur des terres de culture et la récolte de cultures légumières, fruitières et de pommes de terre.