

BONNES PRATIQUES D'ELEVAGE DES VOLAILLES POUR LIMITER LA PROPAGATION DE LA MALADIE DE NEWCASTLE DANS LES VILLAGES
 Rasamoelina Andriamanivo H., Razafindraibe N. P., Andria-Mananjara D. E., Rakotomanana O. D., Raliniaina M.

1
 Quand vous achetez des volailles, **ne les mélangez pas tout de suite avec vos autres volailles. Enfermez-les ou mettez les dans une clôture pendant au moins 2 semaines.**

2
 Ne mettez pas dans les mêmes locaux (abris nocturnes) les poulets et les palmipèdes

3
Vaccinez vos poulets et respectez les périodes de rappel . Vos poulets seront protégés même si vos voisins ne vaccinent pas.

4
Evitez l'introduction des nouvelles volailles dans le village pendant la période de maladie ou quand il y a déjà la maladie dans le village voisin.

5
Ne jetez pas les cadavres et/ou les plumes des volailles mortes de maladie. Il faut les enterrer pour éviter la propagation de la maladie.

PROTEGEZ VOS VOLAILLES

La cysticercose une maladie négligée

Cysticercosis a neglected disease



A. RAHANTAMALALA¹
 V. PORPHYRE²
 N. RABENINDRINA¹
 J. RAZAFIMAHEFA³
 H. RASAMOELINA-ANDRIAMANIVO⁴
 R. JAMBOU⁵

- (1) Unité d'Immunologie des maladies infectieuses, Institut Pasteur de Madagascar, Antananarivo, Madagascar
 (2) CIRAD, UMR 112 SELMET, Saint Pierre, La Réunion, France
 (3) Service de Neurologie, CHU, Befelatanana, Antananarivo, Madagascar, razjul@yahoo.fr
 (4) COI, Réseau SEGA, Maurice
 (5) Département des Parasites, Insectes vecteurs, Institut Pasteur, Paris

Contexte

La cysticercose est une cestodose larvaire due au développement chez l'homme (hôte intermédiaire) de *Cysticercus cellulosae*, la larve de *Taenia solium*, un plathelminthe de la famille des Taeniidae (Flisser, 1994). C'est l'une des infections les plus fréquentes du système nerveux central (Engels and others 2003 ; White 2000). L'Organisation Mondiale de la Santé estime que *T. solium* affecte plus de 50 millions de personnes dans le monde et entraîne plus de 50 000 décès chaque année (Murrell et al., 2005). Cette affection est largement répandue dans les pays en développement en Amérique latine, Asie et Afrique sub-saharienne. Actuellement, elle devient un problème émergent dans les pays développés de par la mondialisation et la migration des porteurs asymptomatiques de ténias adultes venant des zones d'endémies (Gabriël and others ; Román et al., 2000 ; Sciutto et al., 2000a ; Zammarchi et al., 2013). L'Homme et le porc entretiennent le cycle de vie du parasite. Ce dernier comme un hôte intermédiaire et le premier, comme hôte définitif hébergeant la forme adulte du ver. Dans certaines situations l'homme remplace le porc dans le cycle parasitaire (Garcia and Del Brutto, 2005 ; García et al., 2003) lorsqu'il ingère des œufs de *T. solium* qui éclosent dans l'intestin, libérant l'embryon hexacanthe ou oncosphère. Celui-ci passe alors dans la circulation sanguine et la larve cysticercque se fixe dans les tissus avec une prédilection pour le système nerveux central mais aussi muscles, œil, tissu cellulaire sous-cutané. L'homme est une impasse parasitaire (Robertson et al., 2013).

Figure 11 : Affiche utilisée sur les bonnes pratiques d'élevage lors de la campagne de sensibilisation sur la maladie de Newcastle au Lac Alaotra et en Itasy.

Context

Cysticercosis is a larval cestodosis resulting from the development in humans (intermediate host) of *Cysticercus cellulosae*, the larva of *Taenia solium*, a flatworm of the family Taeniidae (Flisser, 1994). This is one of the most common infections of the central nervous system (Engels and others 2003 ; White 2000). The World Health Organization estimates that *T. solium* affects more than 50 million people worldwide and causes over 50,000 deaths each year (Murrell *and al.*, 2005). This disease is widespread in developing countries in Latin America, Asia and sub-Saharan Africa. Currently, it becomes a problem emerging in developed countries by globalization and migration of asymptomatic carriers of adult tapeworms from endemic areas (Gabriël and others ; Román *and al.*, 2000. Sciutto *and al* 2000a; Zammarchi *and al.*, 2013). Man and pork maintain the life cycle of the parasite. The latter as an intermediate host and the first as definitive host that hosts the adult form of the worm. In some situations the man replaces the pork in the parasitic cycle (Garcia and Del Brutto 2005 ; Garcia *and al.*, 2003) when it ingests eggs of *T. solium* that hatch in the intestine, releasing hexacanth embryo or oncosphere. This last then goes into the bloodstream and the *cysticercus* larvae settle in tissues with a predilection for the central nervous system but also muscles, eye, subcutaneous cellular tissue. The man is a parasitic impasse (Robertson *and al.*, 2013).

Le parasite

Taenia et cysticerque

L'homme est l'hôte définitif de trois ténias : *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Taenia asiatica*. *T. solium* est plus fréquent en zone intertropicale (Amérique latine, Sud Est asiatique, Afrique). *T. asiatica* comme son nom l'indique se retrouve particulièrement à Taiwan, en Thaïlande, en Corée, en Chine, mais aussi en Ethiopie, en Indonésie et à Madagascar (Galán-Puchades et Fuentes 2008).

L'adulte

Parasite strictement humain, *T. solium* est un vers plat de couleur blanc/jaunâtre qui se présente comme un long ruban de deux à huit mètres (Figure 1.A). La tête encore appelée scolex est globulaire d'un diamètre d'un millimètre. Le système d'accrochage se compose de quatre ventouses arrondies et saillantes, et d'une double couronne de crochets lui valant son appellation de « ténia armé ». Il s'accroche à la muqueuse de la paroi de l'intestin grêle par le scolex (Figure 1.C).

Le corps ou strobile du *T. solium* est subdivisé en segments appelés proglottis (Figure 1.B). Il est formé de 80 à 800 proglottis. Les proglottis qui suivent immédiatement le cou sont plus larges que longs, petits et indifférenciés (proglottis immatures). En s'éloignant du cou, les proglottis mûrissent et deviennent plus longs que larges (Figure 2.A). La croissance du ver est de 16 anneaux par jour. Atteignant sa maturité, les proglottis se détachent du strobile et tombent dans les matières fécales. Ce détachement regroupe souvent plusieurs anneaux. Chaque proglottis renferme un système de reproduction hermaphrodite : 150 à 200 testicules, 3 lobes ovariens, une glande vitello-gène¹ et un utérus ramifié rempli d'œufs à maturité

¹ Un des composants de l'appareil génital femelle du vers ténia qui produit des cellules nourricières des œufs car elles renferment les réserves alimentaires.

(Figure 2.B). De chaque côté de l'axe central du proglottis, 7 à 13 ramifications utérines sont présentes pour *T. solium* et beaucoup plus atteignant 30 ramifications par proglottis chez *T. saginata* (Figure 2.C). Un proglottis peut contenir entre 30 000 à 50 000 œufs. Contrairement à *T. saginata* pour lequel les proglottis passent activement l'anus, une fois mature, le proglottis de *T. solium* se détache du corps et tombe dans les selles. L'homme atteint de taeniasis élimine dans sa matière fécale 5 à 6 anneaux gravidés² indépendamment ou associés quotidiennement ou deux à trois fois par semaine.

Les œufs

D'un diamètre de 30 à 50 microns, l'œuf de *T. solium* est indiscernable de ceux des autres espèces de *Taenia*. Il est composé de l'extérieur vers l'intérieur, de deux coques: l'une externe (membrane vitelline, translucide, et épaisse) rarement retrouvée car fragile et détruite dans le milieu extérieur ; l'autre interne (brun sombre, radiée, résistant) délimitant un embryophore de forme arrondie (Figure 3). A la surface, on peut voir en microscopie six crochets : on parle alors d'un embryon hexacanth³. Ces œufs peuvent survivre dans le milieu extérieur pendant plusieurs mois et même en plusieurs années en restant infectants selon les conditions d'humidité et de température (Storey 1987 ; Storey et Phillips, 1985). Après ingestion, l'oncosphère⁴ est libéré de l'œuf par l'action de la trypsine de l'estomac ; il traverse la paroi digestive et entre dans la circulation sanguine. Ils se bloquent dans les vaisseaux capillaires distaux et s'enkystent sous forme de cysticerque.

Les cysticerques

Le cysticerque est une larve remplie de liquide qui contient un seul scolex armé (Figures 4.B et C). On la retrouve chez *Taenia solium*, *T. saginata*, *T. asiatica*, *T. crassiceps*, *T. ovis*, *T. taeniaeformis*, et *T. hydatigena*. Elle diffère des cœnures (*T. multiceps*, *T. serialis*, *T. brauni*) dont la vésicule contient plusieurs protoscolex inversés attachés à la membrane interne de la vésicule. Des vésicules filles peuvent être vues dans certains cœnures. Le cysticerque atteint sa taille finale (8 à 12 mm sur 5 à 6 mm) en 2 à 3 mois. Morphologiquement, on distingue quatre étapes de développement et de régression du cysticerque (Figure 5) :

- Le stade vésiculaire où le cysticerque est viable : il est rempli de liquide vésiculaire clair, entouré d'une paroi fine et transparente et contient un scolex opaque ;
- Le stade vésiculaire colloïdal : il correspond à la nécrose du parasite qui rejette des antigènes de lyse, associée à un processus inflammatoire ;
- Le stade nodulaire granulaire : le kyste se rétracte, son contenu se minéralise et tend à apparaître granulaire. Ce stade est particulièrement bien visible au scanner où une image en anneau est caractéristique ;
- Le stade nodulaire calcifié : le matériel granulaire du stade précédent devient complètement minéralisé et la larve est plus petite. À ce stade, l'œdème diminue.

L'aspect des larves de *T. asiatica* ne diffère pas de celles de *T. solium* mais leur localisation chez l'animal est différente. Pour *T. solium*, les larves se retrouvent plutôt dans les muscles bien vascularisés (Figure 4.A) mais aussi dans le tissu sous-cutané, les yeux et le cerveau. Pour *T. asiatica*, elles se trouvent particulièrement autour des viscères intestinaux foie, rate, épiploon et poumons (Galán-Puchades et Fuentes, 2000 ; Galán-Puchades et Fuentes, 2008).

² Anneaux ou segments portant un sac d'œufs.

³ Embryon du ver ténia pourvu de trois paires de crochets fixateurs (donc 6 au total).

⁴ Oncosphère est constitué par l'embryon hexacanth encore entouré d'une enveloppe (embryophore).

Les étapes de développement et de régression de cysticerques :

- Stade vésiculaire où le cysticerque est viable : il est rempli de liquide vésiculaire clair, entouré d'une paroi fine et transparente et contient un scolex opaque (la pointe de la flèche indique le scolex visible en point blanc) ;
- Stade vésiculaire colloïdal : il correspond à la nécrose du parasite qui rejette des antigènes de lyse, associée à un processus inflammatoire ;
- Stade nodulaire granulaire : il est particulièrement bien visible au scanner où une image en anneau est caractéristique ;
- Stade nodulaire calcifié où le matériel granulaire précédent devient complètement minéralisé et la larve est plus petite.

Cycle

Le cycle des *Taenias* s'établit classiquement entre un carnivore/omnivore porteur du vers adulte qui émet des œufs, et un hôte intermédiaire herbivore ou omnivore qui après ingestion des œufs développe des larves dans les muscles. Celui-ci sera alors mangé par le carnivore/omnivore.

Pour *T. solium*, l'homme se contamine par ingestion de viande de porc crue ou mal cuite (Flisser, 2006) et développe un taeniasis (Figure 6). Le vers atteint sa maturité après deux ou trois mois. Les œufs libérés par le porteur contaminent l'environnement. Le porc ingère les œufs, dont la coque est digérée dans l'estomac et qui libèrent des embryophores⁵. Ces derniers vont passer à travers la paroi stomacale et/ou intestinale et seront transportés par les vaisseaux sanguins. Ils vont se loger dans les muscles squelettiques (surtout les plus actifs et plus vascularisés), sous la peau, dans le cerveau ou les yeux et le cycle est bouclé. Chez le porc, le développement des kystes dure de deux à cinq mois et ceux-ci restent infectants pendant un an.

L'homme peut accidentellement devenir un hôte intermédiaire. Il développera ainsi une cysticerose comme le porc. Pour *T. solium* la contamination est donc interhumaine. Chez l'homme une fois dans la circulation sanguine, la migration de la larve se fera particulièrement vers le cerveau, les yeux, les muscles (DeGiorgio *et al.*, 2005 ; Garcia et Del Brutto, 2005). Deux modes de contamination ont été évoqués. La plus fréquente est sans doute la contamination par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par des œufs de *Taenia solium* disséminés dans la nature par un autre humain porteur du ver adulte (péril fécal). La présence du porteur dans l'entourage est un facteur de risque important de dissémination de la maladie. Les œufs étant très résistants, la contamination par les légumes peut se faire à l'inverse à très longue distance (Ilsøe *et al.*, 1990 ; Kozan *et al.*, 2005). La contamination par auto-infection est également possible que ce soit par voie exogène (souillure fécale, mains sales) ou endogène par digestion d'anneaux remontant de l'intestin grêle dans l'estomac suite à des mouvements intestinaux antipéristaltiques⁶.

⁵ Embryophore : en anatomie animale, désigne la poche incubatrice.

⁶ Antipéristaltique (Mouvements intestinaux antipéristaltique) : le péristaltisme correspond aux mouvements de contraction du tube digestif qui poussent les aliments le long de l'intestin et facilitent la progression du bol alimentaire de la bouche jusqu'à l'anus. L'antipéristaltisme correspond à des contractions musculaires anormales faisant remonter le contenu de l'intestin (grêle) vers l'estomac.

L'homme peut plus rarement être atteint par des cysticerques et des coenures⁷ d'origine animale notamment liées au chien et chat domestiques (*T. crassiceps*, *T. ovis*, *T. taeniaeformis* et *T. hydatigena*). Cependant ces espèces sont extrêmement rares chez l'homme. *T. pisiformis* est l'un des cestodes les plus fréquents chez les carnivores, notamment lorsque lapins et rongeurs leur servent de proies. L'adulte est fréquemment rencontré chez le chien aux Etats Unis et au Canada. Les lapins sont contaminés par les œufs. Le parasite transit par la circulation sanguine pour atteindre le foie, où il traverse de nouveau la paroi pour se loger dans la cavité abdominale. Il se fixe sur les différents organismes avant de se transformer en cysticerque. Les larves peuvent se localiser également dans le tissu sous-cutané. Le cycle est bouclé lorsque le lapin est mangé par un chien ou un carnivore réceptif.

Epidémiologie

L'OMS estime à 50 millions le nombre d'épileptiques dans le monde dont 80 % dans les pays en voie de développement (prévalence de 4-13/1000 en Afrique sub-saharienne (Edwards *et al.*, 2008 ; Winkler *et al.*, 2009). La contribution de la neurocysticerose à ces épilepsies est estimée 30 % des cas (Ndimubanzi *et al.*, 2010), soit une estimation entre 2.56-8.30 millions de NCC (Winkler, 2013) pour 50 000 morts par an (García *et al.*, 2003 ; Prasad *et al.*, 2008).

La cysticerose humaine est une parasitose cosmopolite (Figure 7). Elle est endémique dans de nombreux pays et particulièrement dans les pays en développement où est pratiqué l'élevage extensif du porc : Asie du Sud-Est, Chine, sous-continent indien, Amérique centrale et du Sud, Afrique sub-saharienne et pourtour de l'océan Indien. En Asie, *T. asiatica* a longtemps été confondu avec *T. solium*, modifiant ainsi les aires de répartition. Deux facteurs épidémiologiques majeurs peuvent expliquer la fréquence de la neurocysticerose : la promiscuité homme-porc, notamment dans les régions d'élevage de porcs qui favorisent le taeniasis et la cysticerose porcine, et le péril fécal, lié à un défaut de mesures d'hygiène individuelle et collective, exposant la population à un contact avec les œufs de *T. solium*, comme par exemple les mères se contaminant avec les enfants. L'auto-infestation peut se voir également par défaut d'hygiène notamment chez les enfants.

La cysticerose porcine

Communément appelée ladrerie (« voavary » grain de riz en langue malagasy) où elle a été décrite pour la première fois à Madagascar en 1901. Sa transmission nécessite que les porcs aient accès à des matières fécales humaines (Copado *et al.*, 2004 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Sciutto *et al.*, 2000b). La prévalence de l'infestation à *T. solium* se superpose à la répartition géographique du taeniasis (Michelet *et al.*, 2010 ; Nozais, 1998 ; Raghava *et al.*, 2010) et varie considérablement selon le niveau de l'assainissement (latrines artisanales s'écoulant dans les rizières, coutume de défécation en plein air...), les pratiques d'élevage des porcs (animaux en divagation) et des habitudes alimentaires de la région (viande insuffisamment cuite, charcuterie artisanale). Dans les villages, le cochon joue souvent le rôle d'éboueurs. D'autres sources de contaminations possibles sont l'eau de boisson et/ou les aliments infectés par des œufs de *T. solium* (Dorny *et al.*, 2009 ; Thompson et Conlan, 2011). Les autres facteurs de risque associés à la maladie porcine sont : le système de reproduction des porcs, le raccordement des latrines à des porcheries, l'utilisation des eaux grasses ou aliment contaminé par des matières fécales humaines, des humains porteurs de ténia impliqués aux soins des porcs dans l'élevage. L'augmentation de l'âge des porcs constitue un facteur de risque en cas d'exposition.

⁷ Cœnure ou cénure : nom scientifique des larves de certains ténias parasites chez l'homme et certains animaux (lapin, mouton). Les cénures contiennent plusieurs têtes de ténias contrairement aux cysticerques qui n'en ont qu'une.

Dans la majorité des cas, la maladie est asymptomatique⁸. En tout début d'infestation, le porc présente une légère diarrhée due à l'irritation de la muqueuse intestinale. Une fois les cysticerques installés, des signes de myosite⁹ peuvent s'observer se traduisant par des troubles de locomotion ou de la mastication. Une encéphalite et même des crises épileptiques sont décrites lorsque les cysticerques se localisent au niveau de l'encéphale. La mort peut survenir subitement lors d'une infestation massive du cœur (Figure 8).

Un porc de race locale, élevé en divagation, présentait une certaine agressivité et un assez petit poids même castré. Malgré ces nombreux cysticerques, plus d'une cinquantaine et huit respectivement au niveau du cœur et du cerveau, il a pu survivre jusqu'à 11 mois.

La maladie humaine

Le principal symptôme de cysticerose chez l'homme est la crise convulsive, alors que chez le porc, elle passe le plus souvent inaperçu mais entraîne une perte financière importante pour les éleveurs. La cysticerose est décrite chez les enfants (Raobijaona et Rakotoarimanitra, 2000) et les adultes avec un pic d'incidence chez les adultes d'âge moyen. Les manifestations cliniques sont très variables et vont de la forme complètement asymptomatique à des tableaux très sévères (Carabin *et al.*, 2011 ; Takayanagui et Odashima, 2006). Chez l'homme, les larves sont retrouvées préférentiellement dans les sites où le flux sanguin est élevé. Elles s'enkystent majoritairement dans le système nerveux central, les muscles striés, les tissus sous-cutanés et les yeux mais peuvent être retrouvées dans tout l'organisme. Le système nerveux central est atteint chez 60 à 90 % des malades diagnostiqués. La période d'apparition de la symptomatologie peut varier de quelques mois à plusieurs dizaines d'années.

La neurocysticerose (NCC) est une des affections les plus fréquentes du système nerveux central (Engels *et al.*, 2003 ; Garcia *et al.*, 2003 ; Prasad *et al.*, 2008). Les manifestations cliniques de la NCC sont polymorphes et dépendent du nombre, du type, de la taille, de la localisation, du stade de développement du kyste et l'intensité de la réaction immunitaire de l'hôte. Chez certains patients ou en cas de localisation intra-parenchymateuse¹⁰, l'infection peut rester asymptomatique (Garcia et Del Brutto 2005 ; Takayanagui et Odashima, 2006). Elle doit être suspectée chez tout patient présentant des symptômes neurologiques qui vit dans les zones d'endémie ou de retour de voyage de ces zones (García *et al.*, 2003 ; Quet *et al.*, 2010). Les crises épileptiques constituent le premier motif de consultation des patients. Plusieurs tableaux cliniques sont décrits, dominés par quatre symptômes évocateurs : des crises d'épilepsie d'apparition récente ; des céphalées invalidantes récentes et évolutives associées ou non à un syndrome d'hypertension intracrânienne ; des déficits neurologiques focaux et parfois des manifestations psychiatriques (Carabin *et al.*, 2011).

À côté des tableaux majeurs, le signe d'appel amenant la consultation comprend souvent des céphalées évolutives, inhabituelles, atypiques. Une forme particulière mais rare est la « cysticerose racémeuse ou méningo-basilaire ». Elle est caractérisée par une prolifération aberrante de kystes, *Cysticercus racemosus*, lobulés en « grappes de raisin ». A Madagascar, chez les enfants et les adolescents étudiés, une forme de neurocysticerose avec infestation massive est décrite, plus largement chez les filles (Raobijaona et Rakotoarimanitra, 2000). Il s'agit d'une « encéphalite aiguë » (Rangel *et al.*, 1987), qui fait suite à une inflammation aiguë en réponse à une infection cysticerquienne massive, entraînant un œdème cérébral diffus.

⁸ Une maladie pour laquelle la personne atteinte ne présente pas de symptômes ou manifestations cliniques.

⁹ Inflammation du tissu musculaire

¹⁰ Localisation se trouvant à l'intérieur des tissus fonctionnels du cerveau. Le cerveau possédant aussi des cavités remplies de liquides et des enveloppes. Ces structures sont dites extra-parenchymateuses.

D'autres localisations sont possibles. La présence du parasite dans la moelle épinière est rare (1-5 %) et donne des signes de compression (paraparésie¹¹ progressive ou une perturbation sphinctérienne (Ito *et al.*, 2003 ; Takayanagui et Odashima, 2006). La cysticerose oculaire peut se localiser dans toute la partie de l'œil. Les localisations sous-rétiniennes et vitreuses sont les plus fréquentes et peuvent entraîner une diminution progressive de l'acuité visuelle. Dans la chambre antérieure de l'œil et dans le corps vitré, le développement d'un cysticerque cause des troubles de la vision, comme tous corps étrangers. Les larves peuvent se développer dans les muscles striés, qui peuvent tous être envahis avec dans l'ordre de fréquence ceux des cuisses, des jambes, du bassin, des membres supérieurs. La cysticerose sous-cutanée se présente sous forme de nodules ou de tuméfactions multiples. Ils s'observent le plus souvent sur le thorax, le dos et les membres supérieurs.

Le Diagnostic

Compte tenu des manifestations cliniques non spécifiques de la neurocysticerose, et du délai très long d'apparition de signes après contamination, le diagnostic est difficile. Saran *et al.*, (1998) ont initialement montré l'utilisation de la biopsie ou *cytoponction* à l'aide de fines aiguilles pour le diagnostic de la cysticerose sous-cutanée et musculaire.

Un ensemble de critères diagnostiques a été proposé par Del Brutto *et al.*, (1996), et révisés en 2001 (Del Brutto *et al.*, 2001) et 2012 (Brutto, 2012). Ces critères sont basés sur des éléments cliniques, radiologiques, immunologiques et épidémiologiques (Tableau 1). La classification comporte quatre catégories de critères (absolus, majeurs, mineurs, épidémiologiques), et propose trois catégories diagnostiques :

- Absence de NCC ;
- Diagnostic probable de neurocysticerose ;
- Diagnostic définitif de neurocysticerose (Del Brutto *et al.*, 2001).

L'imagerie médicale

La neuro-imagerie (tomodensitométrie et imagerie par résonance magnétique) tient une place importante dans le diagnostic, en permettant la visualisation des différents stades parasitaires au sein du parenchyme cérébrale ou en dehors de celui-ci (Del Brutto *et al.*, 2001 ; Garcia et Del Brutto, 2003). Ses principales limites, en Santé Publique, sont leur disponibilité et leur coût dans les pays endémiques (Almeida *et al.*, 2006). Les images varient avec le stade évolutif et la réponse de l'hôte. Elles permettent de préciser : i) les diverses localisations, ii) le nombre et la taille des lésions et iii) leur stade de développement.

Elles ont permis de développer les classifications cliniques de la NCC basées sur la topographie, le stage d'évolution des lésions, l'œdème associé etc (García et Del Brutto, 2003 ; Julio Sotelo et Cora Marin, 1987 ; Lerner *et al.*, 2012). Dans les localisations musculaires, les cysticerques se présentent comme des corps opaques aux rayons X, dits « en grains de riz », longs de 5 à 8 mm et larges de 2 à 4 mm.

¹¹ La paraparésie est une paralysie légère des membres inférieurs. C'est une forme moins importante de la paraplégie, qui est une paralysie des membres inférieurs. Dans la paraparésie, l'atteinte motrice est moindre.

Tableau 1 : Les critères de diagnostic de la Neurocysticerose selon Del Brutto et al., 2001

Catégories	Critères
Absolu	<ul style="list-style-type: none"> Démonstration histologique du parasite par biopsie du cerveau ou par une lésion de la moelle épinière Lésions kystiques montrant le scolex sur CT-Scan ou IRM Visualisation directe des parasites sous-rétiniens par l'examen du fond d'œil
Majeur	<ul style="list-style-type: none"> Lésions hautement suggestives de neurocysticerose sur neuroimagerie (kystes sans scolex visible, lésions annulaires ou nodulaires ou calcifications rondes intra-parenchymateuses ou lésions multiples d'âge différent sans scolex) EITB sérique¹² positif pour la détection des anticorps anti-Cysticercus (selon la méthode de Tsang et al., 1989) Résolution des lésions kystiques intracrâniennes après traitement par albendazole et praziquantel Disparition spontanée de lésion prenant le produit de contraste (lésion unique moins de 20 mm de diamètre chez les patients présentant des convulsions, un examen neurologique normal, et aucune preuve d'une maladie systémique actif)
Mineur	<ul style="list-style-type: none"> Lésions compatibles (hydrocéphalies ou prises de contrastes anormales méningées) Manifestations cliniques évocatrices de neurocysticerose (convulsions, signes focaux neurologiques, hypertension intracrânienne, et démence) LCR¹³ positifs en ELISA pour la détection d'anticorps anti-Cysticercus ou des antigènes de Cysticercus Cysticerose extérieurement du SNC¹⁴ (cysticerose sous-cutanée ou musculaire confirmée, films à rayons X montrant des calcifications des tissus mous « en forme de cigare », ou la visualisation directe de cysticerques dans la chambre antérieure de l'œil)
Epidémiologique	<ul style="list-style-type: none"> Preuve d'un contact familial avec une infection à <i>T. solium</i> Personne en provenance ou vivant dans une région où la cysticerose est endémique Voyage fréquent dans les zones d'endémie

Diagnostic de Neurocysticerose	Définition
Définitif	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'un critère absolu Présence de deux critères majeurs, plus un mineur et un épidémiologique
Probable	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'un critère majeur, plus deux mineurs Présence d'un critère majeur, plus un mineur et un épidémiologique Présence de trois critères mineurs, plus un épidémiologique

N.B. : la présence de deux lésions hautement suggestives de neurocysticerose sur neuroimagerie est considérée comme deux critères majeurs.

¹² EITB ou enzyme-linked immunoelectrotransfer blot ou Western Blot en anglais ou transfert de protéines ou immunotransfert en français, est une méthode immunologique permettant la détection de la présence de protéines spécifiques (associées à une maladie par exemple) dans un échantillon sérique (ou de sérum, la partie liquide du sang), après séparation des protéines par un courant électrique (électrophorèse).

¹³ LCR : ou liquide céphalo-rachidien ou liquide cérébro-spinal est le liquide biologique contenu dans les cavités du cerveau. Il est présent également autour de lui ainsi que dans la moelle spinale humaine.

¹⁴ SNC : système nerveux central (contenu dans la boîte crânienne).

Dans les régions endémiques, les lésions calcifiées ou inactives sont retrouvées pour 50 à 95 % des patients présentant une NCC (Grazziotin, 2010 ; Lucato, 2007). Elles sont associées dans 30-50 % des cas à une histoire de crises convulsives ou des crises épileptiques vraies (Figure 5.D). Elles sont caractérisées par une image de calcification avec un œdème péri-lésionnelle et de rehaussement après injection d'un produit de contraste (Garcia et Del Brutto, 2005 ; Sanchez, 1999). L'image d'un kyste unique intra-parenchymateuse pose souvent un problème de diagnostic différentiel avec la tuberculose, l'abcès du cerveau, la toxoplasmose, la tumeur cérébrale primaire ou métastatique, une infection candidosique¹⁵ ou une vascularite infectieuse. (Sinha, 2009 ; Mahanty, 2010). La mise en évidence du scolex sous forme de nodule brillant à l'intérieur du kyste constitue un diagnostic de certitude de l'infection et un critère de viabilité du kyste (Machado, 2010) (Figure 5.A).

Lorsque l'on suspecte une NCC, les lésions sont décrites selon i) leur localisation (lésions parenchymateuses et extra-parenchymateuse et ii) leur activité. On distingue ainsi parmi les lésions actives i) les vésicules (lésions arrondies hypodenses sans rehaussement annulaire) ii) les kystes granulaires (lésions hypodenses¹⁶ kystiques avec rehaussement annulaire péri-lésionnel, iii) les kystes nodulaires (lésions hypodenses avec rehaussement intra et péri-lésionnel) et lésions inactives (calcifications).

La conclusion diagnostic est déclinée en i) NCC certaines avec les vésicules ou les kystes granulaires avec le scolex visible comme critères majeurs, ii) lésions hautement suggestives : kystes sans scolex visible, lésions annulaires ou nodulaires, calcifications rondes intra-parenchymateuses ou les lésions multiples d'âge différent sans scolex. On note comme critères mineurs les lésions compatibles telles que les hydrocéphalies ou les prises de contrastes anormales méningées (Del Brutto et al., 2001).

Diagnostic immunologique

Les sérologies sanguines à la recherche d'anticorps sont largement prescrites dans les pays d'endémie pour orienter le diagnostic. Leur résultat ne reflète cependant que l'exposition au parasite mais ne permet pas de démontrer une infection aiguë (Deckers, 2010). Les Ac¹⁷ peuvent être détectés dans le sérum et dans le LCR (Minelli et Takayanagui, 2005) ainsi que dans la salive ou dans l'urine (Malla et al., 2005) et, dans le cas des cysticercozes ophtalmiques, dans les larmes (Sahu et al., 2008). La sensibilité des méthodes d'immunodiagnostic dépend du stade de développement de la larve. Les cysticerques calcifiés ou parenchymateux induisent une faible réponse immunitaire. Par ailleurs, les Ac peuvent persister longtemps après l'élimination du parasite. Les faux positifs sont possibles par réaction croisée avec d'autres parasites comme *Echinococcus alveolaris* et l'hydatidose¹⁸. Des faux négatifs s'observent également par manque de sensibilité surtout en présence d'un ou deux kystes seulement (Del Brutto et al., 2001). L'imprécision du diagnostic peut ainsi conduire à une sur-prescription de larvicides.

¹⁵ Infection candidosique appelée candidose est une infection due à un champignon du genre *Candida*.

¹⁶ Lésions hypodenses : zones apparaissant gris clair sur un scanner et correspondant à un tissu chargé en liquide.

¹⁷ Anticorps.

¹⁸ Hydatidose : ou échinococcose hydatique ou encore kyste hydatique est une maladie humaine provoquée par l'ingestion accidentelle d'œufs d'*Echinococcus granulosus*, un très petit ténia se développant dans l'intestin grêle du chien, dont la larve va donner une volumineuse cavité (parfois 10-15 cm).

Actuellement deux tests sont d'utilisation courante, le test ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) et le Western Blot (WB) avec une grande spécificité et une bonne sensibilité. L'ELISA est le test quantitatif le plus utilisé pour le dépistage. Plusieurs kits commerciaux existent utilisant des antigènes totaux du parasite. Il existe de nombreuses réactions croisées dont les plus décrites sont la bilharziose et l'hydatidose. La détection des antigènes circulant est actuellement utilisée (Bobes *et al.*, 2006) ainsi que les méthodes moléculaires pour la détection de l'ADN du parasite.

La majorité ELISA des tests utilisent des fractions antigéniques extraites des parasites eux-mêmes (Garcia *et al.*, 2000). La méthode de référence reste celle proposée par Tsang en 1989, basée sur une fraction glycosylée¹⁹ extraite du cysticerque par chromatographie d'affinité sur colonne de lectine (Figure 9.A). Elle est largement utilisée à Madagascar depuis 20 ans. Sa sensibilité est 87 % pour une spécificité de 95 %. Cependant, la localisation intraparenchymateuse des kystes diminue la sensibilité de cette détection d'anticorps par ELISA. L'ELISA constitue la technique de screening avant d'effectuer d'autres tests comme le Western Blot, qui s'avère plus lourd et cher à réaliser pour confirmer.

Le WB est le test sérologique le plus spécifique pour la NCC. Comme pour l'ELISA, les différences entre laboratoires portent sur la source d'antigènes (extrait total, liquide vésiculaire...) ou sur la méthode de fractionnement utilisée (lentil-lectine columns, Sephadex G200...). L'antigène le plus utilisé reste la fraction glycosylée extraite selon la méthode de Tsang *et al.*, (1989). Sept bandes sont considérées comme spécifiques de la neurocysticerose ; elles ont des poids moléculaires de 13, 14, 18, 21, 24, 39-42 et 50 kDa (Figure 9.B). Le western blot a alors une spécificité de 100 % et une sensibilité de 98 % pour la détection des lésions multiples. Ces valeurs chutent (moins de 50 % des tests sont positifs) et les faux négatifs sont fréquents quand la lésion est unique ou si les lésions sont calcifiées. La technique manque de spécificité en cas d'une seule bande réactive à 50 kDa (Furrows *et al.*, 2006) (Figure 7.B, sujet sain (-)). Les gènes correspondant aux protéines des bandes GP13, GP14, GP24 et GP39-42 sont connues et clonées. Certains tests utilisent des protéines recombinantes comme la P24 brevetée par le CDC²⁰ mais avec une sensibilité plus faible, ou la P8 et la GP50 (Bueno *et al.*, 2005). La présence de bandes de faibles poids moléculaires (13-14) sur le WB semble indiquer une forme active de la maladie alors que les bandes de poids moléculaires élevés pourraient donner des résultats positifs en cas de filariose ou d'échinococcose. La sensibilité du Western Blot chute cependant à 30 % en cas de kyste unique ou calcifié.

La détection de l'antigène HP10 (Fleury *et al.*, 2007) et des antigènes sécrétés B158/B60 (Assane *et al.*, 2015 ; Mwanjali *et al.*, 2013 ; Mwape *et al.*, 2011 ; Mwape *et al.*, 2012) permettent de détecter des cysticerques vivants qui seuls excrètent l'antigène. La détection se fait par un test ELISA de capture dans le sérum et le LCR. La réponse est proportionnelle à la taille et au nombre de cysticerques. L'antigène B158/B6 peut être aussi détecté dans les urines. Une sensibilité similaire a été rapportée entre Ag-ELISA utilisant du sérum et de l'urine avec une spécificité plus élevée en sérum (Mwape *et al.*, 2011). Un test positif est fortement indicateur d'une neurocysticerose active multikystique. La réponse au traitement peut être évaluée par une diminution de l'Ag²¹ circulant mais la forme inflammatoire pourrait être associée à la sécrétion d'antigène (Fleury *et al.*, 2003), parfois détectable dans les urines (Parija *et al.*, 2004).

Le principal problème des sérologies actuelles repose sur leur dépendance à la collecte de parasites sur un porc contaminé et la préparation d'un nouveau lot d'antigène à chaque fois. Ceci implique des variations possibles de l'antigène produit dans le même laboratoire, et des variations certaines entre laboratoires.

Le second problème évoqué lors de la recherche d'anticorps est la possibilité de réactions croisées entre les métacestodes (*saginata*, *solium*, *hydatigena* et *asiatica*). La détection d'anticorps n'est donc pas forcément spécifique de *T. solium*. Enfin, la détection d'anticorps atteste l'exposition au parasite mais pas forcément la NCC car les anticorps peuvent être dû à une infection asymptomatique cutanée ou musculaire. Enfin, les anticorps vont persister après la mort du parasite posant un problème d'interprétation. Ce problème pourrait être limité en détectant spécifiquement l'IgG4 qui contrairement aux IgG totaux, semble associé à une infection active (Intapan *et al.* 2008 ; Short *et al.*, 1990). A l'inverse la symptomatologie peut apparaître à distance de la contamination, lorsque le parasite mort se calcifie, alors même que l'on ne détecte plus d'anticorps.

Pour la détection d'antigène, le problème majeur est la sensibilité de la méthode et également le décalage entre le début des symptômes par rapport à la survie du parasite. Les parasites morts ne secrètent pas d'antigènes alors qu'ils peuvent provoquer la symptomatologie.

Enfin le prélèvement sanguin et surtout du LCR constitue de méthode assez invasive, des études ont montré l'avantage de recueillir le sang par piqûre de doigt sur du papier filtre qui est à la fois pratique sur le terrain et plus accepté par la population (Elliott *et al.*, 2013 ; Ishida *et al.*, 2011).

Diagnostiques moléculaires

La recherche d'ADN de *T. solium* dans le LCR n'est pas encore d'utilisation courante dans les laboratoires, mais plusieurs techniques de PCR²² ont été évaluées. Ces PCR portent sur des gènes différents mais présentent toutes les mêmes problèmes que la détection d'antigène en termes de sensibilité. Elles utilisent soit des approches conventionnelles (Almeida *et al.*, 2006 ; Michelet *et al.*, 2011) soit des méthodes en temps réel (Rottbeck *et al.*, 2013 ; Yera *et al.*, 2011), soit des techniques de PCR couplée à des méthodes RFLP (Restriction Fragment Length polymorphism).

Le traitement

Le schéma thérapeutique comporte un traitement symptomatique par des anticonvulsivants et antalgiques et un traitement étiologique par antiparasitaire, auquel on adjoint le plus souvent une corticothérapie²³ pour pallier les effets indésirables du traitement antiparasitaire (Nash, 2003). La présence de plusieurs kystes dans différentes localisations et à des stades différents complique la prise en charge. En générale, la chirurgie est indiquée quand le kyste entraîne une compression du cerveau et des nerfs crâniens, une pseudo-tumeur réfractaire au traitement médical, une hydrocéphalie, une cysticerose intra-ventriculaire, une hypertension intra-crânienne, une forme intra-médullaire et oculaire (Sinha, 2010).

¹⁹ Protéines sur lesquelles sont fixés des sucres (glucidique).

²⁰ CDC : Center for Disease Control.

²¹ Antigène.

²² PCR ou Polymerase Chain Reaction en anglais ou ACP pour Amplification en Chaîne par Polymérase en français mais rarement utilisé, est une technique de duplication (de copie) d'une partie de génome (ADN) ou d'un ARN in vitro (dans un tube) pour en obtenir en grande quantité à partir d'une très faible quantité.

²³ Traitement anti-inflammatoire à base de corticoïdes (hormones naturelles).

Les kystes, en impasse parasitaire dans le cerveau, peuvent dégénérer spontanément (Abba, 2010). L'utilisation des anti-inflammatoires est destinée à éviter le risque de symptômes neurologiques (crises convulsives, HTIC²⁴...) pouvant apparaître durant le traitement. Plusieurs études ont pu montrer que les anti-parasitaires accélèrent la destruction du cysticerque et la disparition des lésions, mais parfois aussi leur calcification. Cette évolution sous traitement fait partie des critères diagnostique de la neurocysticerose (Del Brutto *et al.*, 2001). La neuro-imagerie est importante pour suivre l'évolution de la maladie en confirmant la disparition ou non des lésions intra-cérébrales après traitement. Le plus souvent, durant la dégradation du kyste (avec ou sans anti-parasitaire), le rehaussement de contraste diminue alors que des lésions calcifiées peuvent apparaître.

Deux molécules sont aujourd'hui utilisées dans le traitement de la neurocysticerose : le praziquantel et l'albendazole qui présentent une bonne tolérance et un faible coût (en zone tropicale) (García *et al.*, 2003). Le traitement étiologique n'est jamais une urgence thérapeutique. La majorité des essais montre une plus grande régression des cysticerques avec l'albendazole, comparativement au praziquantel (Cruz *et al.*, 1991 ; Matthaiou *et al.*, 2008 ; Rajshkhar, 2008 ; Sotelo *et al.*, 1988 ; Thussu *et al.*, 2008). De plus, il bénéficierait également d'une meilleure diffusion au niveau cérébral (Jung *et al.*, 1990).

Le traitement doit donc être instauré en milieu hospitalier. Il est contre-indiqué dans la cysticerose oculaire, dans les encéphalites et en cas de charge parasitaire élevée (> 100 kystes), à cause du risque d'exacerbation de l'inflammation et d'œdème cérébral (Del Brutto et Sotelo, 1988). Les patients, ne présentant que des calcifications, ne requièrent pas de traitement antiparasitaire (le parasite est déjà mort) (García *et al.*, 2002 ; Nash *et al.*, 2006 ; Riley et White, 2003).

Une des complications majeures du traitement antiparasitaire est la survenue d'une réaction inflammatoire locale sévère. L'exacerbation des signes neurologiques survient entre le second et le cinquième jour de traitement. Le traitement antiparasitaire s'accompagne donc d'une courte corticothérapie (Fleury *et al.*, 2008) instaurée généralement deux jours avant le début du traitement et poursuivie quelques jours après. Certaines localisations sont plus à risques : sous-arachnoïdienne, intraventriculaire, spinale ou lorsque le patient présente de multiples lésions. L'inflammation peut conduire à un infarctus cérébral, une hydrocéphalie aiguë, une hypertension intracrânienne ou encore à un œdème massif. On utilise la dexaméthasone (0,2 à 0,5 mg/kg par jour), ou la prednisone (1 mg/kg par jour). Il est à noter que les stéroïdes diminuent les concentrations plasmatiques du praziquantel mais pas de l'albendazole (Vazquez *et al.*, 1987). Chez les patients atteints d'une encéphalite ou d'un œdème cérébral sévère, les corticoïdes peuvent être utilisés en association avec un diurétique osmotique comme le mannitol à la dose de 2 g/kg par jour.

Les crises d'épilepsie de la neurocysticerose répondent bien à la monothérapie par carbamazépine, valproate de sodium ou phénytoïne. Cependant, même après un traitement curatif, les larves calcifiées restent épileptogènes et le traitement anticonvulsivant doit être poursuivi jusqu'à deux ans après la dernière crise épileptique (Baranwal *et al.*, 2001). À l'inverse, un patient n'ayant jamais fait de crise ne doit pas recevoir de thérapie antiépileptique en prophylaxie.

L'efficacité du traitement est évaluée par l'examen radiologique (TDM ou IRM), réalisé à trois ou six mois après traitement pour suivre la régression des lésions. La réponse au traitement est très variable d'une forme à l'autre et d'un individu à l'autre. Aucun protocole thérapeutique optimal n'a encore été établi. Le suivi prolongé des patients montre des récurrences de crises notamment en cas de multiples lésions malgré les

schémas thérapeutiques classiques par albendazole ou praziquantel (cures de 15 jours). En cas de récurrence, des cures séquentielles prolongées d'albendazole et de praziquantel, sont nécessaires compte tenu d'une sensibilité différente de chaque kyste à chacun des médicaments, pour un même patient (García *et al.*, 2002).

Une prophylaxie basée sur la Santé publique dans une démarche « One-health »

Le contrôle de la cysticerose est basé sur les actions de santé publique pour stopper la transmission, d'une part en supprimant la contamination humaine et d'autre part, en organisant la surveillance des porcs (Gweba *et al.*, 2010 ; Mukaratirwa et Lekule, 2008). L'homme porteur de taenias est le seul transmetteur de la cysticerose que ce soit à l'homme ou au porc. Les mesures doivent donc inclure i) la lutte contre le péril fécal (éducation sanitaire, amélioration des systèmes de latrines...), ii) l'amélioration de la filière porcine (élevage en claustration, amélioration de l'alimentation, prophylaxie, hygiène et biosécurité, inspection des viandes) et iii) la réduction du réservoir de parasites (chez l'homme et chez le cochon). Malgré leur simplicité apparente, la mise en œuvre de ces mesures est souvent difficile et leur efficacité réduite. La réduction du réservoir de parasite adulte est ainsi difficile à obtenir car le coût-efficacité de cette mesure est difficile à évaluer. La sensibilisation à la salubrité alimentaire des producteurs et des consommateurs de viande de porc, constitue sans doute un levier important pour la lutte contre la cysticerose, passant par des encouragements économiques (Jayashi *et al.*, 2012 ; Mwanjali *et al.*, 2013).

Conséquences économique et sociale

Si la téniasis n'a qu'un faible impact clinique chez l'Homme, la cysticerose par contre est une maladie dont la gravité dépend surtout de la localisation des cysticerques dans l'organisme. La cysticerose, notamment sa forme neurologique, se révèle comme une maladie à l'origine de discriminations sévères au sein des communautés, ce qui compromet tous les aspects de la vie des personnes atteintes - éducation, vie professionnelle, vie sociale (Andermann, 1995). Dans les pays d'Afrique, les patients épileptiques sont stigmatisés, l'épilepsie est considérée comme une maladie contagieuse et/ou honteuse dû à un sortilège ou aux mauvais esprits. Les patients épileptiques sont isolés afin de limiter le risque de contamination (Baskind et Birbeck, 2005 ; Eastman, 2005 ; Preux *et al.*, 2000 ; Stafford *et al.*, 2008). L'impact de la maladie sur la vie des malades est bien souvent plus important que les conséquences directes de la maladie, et ce d'autant plus que les crises sont fréquentes. A ce coût psychologique et social de la maladie, s'ajoutent les frais médicaux de traitement des malades.

Le coût global de la cysticerose est ainsi estimé à 2 à 5 millions de DALYs. Les DALYs (Disability Adjusted Life Year) quantifient en année les pertes d'activité professionnelle (Torgerson et Macpherson, 2011). A Madagascar en 2002, le coût de traitement de la cysticerose humaine s'élevait à 100 euros.

Chez l'animal l'impact clinique de la cysticerose est très faible. La productivité n'est pas affectée mais les moyens de lutte mis en place associés aux pertes économiques engendrée par les saisies, par la dévalorisation de la carcasse et par les moyens de décontamination engendrent des frais importants. La cysticerose porcine est aussi et surtout à l'origine de pertes économiques pour les éleveurs du fait de la dépréciation ou de la non commercialisation possible de la viande parasitée (Praet *et al.*, 2010). A Madagascar, une étude menée en 2008 a montré que la perte économique s'élevait à 10 millions d'euros (Andriamparany, 2012). Il est à noter que l'élevage porcin est souvent, comme à Madagascar, conduit par les petits paysans en zone rurale. La dépréciation d'une carcasse contaminée est variable. Elle est souvent commercialisée hors des circuits officiels et est vendue avec un manque à gagner allant de 25 à 50 % (Zoli *et al.*, 2003). Les conséquences sont particulièrement importantes pour les petits éleveurs de porcs qui subissent une triple perte : maladie humaine, pertes de production carnée, pertes de revenus (Carabin *et al.*, 2005). Cette perte a donc un impact majeur sur le niveau de vie de ces familles et leur accès aux soins ou à la scolarisation.

²⁴ HTIC : Hypertension intra-crânienne.

Appréhender la maladie chez l'homme

Explorer les épilepsies

Les malades présentant une épilepsie due à la cysticerose, ne sont pas des acteurs à proprement parlé du cycle épidémiologique de la maladie. Ils sont pourtant souvent indicateurs d'un foyer de contamination proche : que ce soit eux-mêmes (auto-infestation), l'entourage familial ou scolaire, ou les fournisseurs habituels de produits alimentaires (légumes, restauration...). La contamination peut aussi survenir lors d'un voyage. En zone de transmission, la cysticerose n'est pas encore un diagnostic fréquent dans les structures sanitaires périphériques faute de moyens diagnostiques. Mais l'autre obstacle est que souvent le malade ne consulte même pas. Le recours aux tradipraticiens, dans un contexte de croyance en une étiologie paranormale de la maladie, reste fréquent. L'amélioration de la surveillance et la déclaration conduira à une connaissance plus précise de l'étendue du problème et à l'identification des foyers de transmission (OMS, 2002). Les enquêtes de séroprévalence renseignent seules actuellement sur la prévalence de la maladie. Elles montrent souvent un regroupement des cas plus marqués que ne le laisse suspecter l'épidémiologie, faisant évoquer une composante génétique à la susceptibilité (Sciutto *et al.*, 2003).

Contrôler le taeniasis

La prévalence du taeniasis est rarement connue mais elle est souvent très faible. Améliorer le recueil des cas est difficile car le portage du vers est souvent asymptomatique et n'entraîne pas de consultation médicale. Seule des enquêtes par sondage incluant des effectifs importants permettraient de mieux connaître la prévalence du taeniasis chez l'homme. Chez l'homme, une politique de lutte contre la cysticerose devrait intégrer le traitement de masse des individus à risque de taeniasis (Cruz *et al.*, 1991). Lorsque ces programmes sont mis en œuvre, le traitement comprend le plus souvent une dose unique de niclosamide (2 g) ou de praziquantel (10 mg/kg) pour le déparasitage intestinal. Le niclosamide est le traitement de choix car, n'étant pas absorbé par l'intestin, il ne provoque pas d'effets indésirables neurologiques si le patient est atteint d'une neurocysticerose asymptomatique.

Cependant, ce déparasitage systématique par des traitements de masse répétés, cible le plus souvent les enfants dans les écoles, dans le cadre des programmes nationaux de contrôle des géohelminthes²⁵. Sur le plan logistique c'est souvent la seule option raisonnable que les gouvernements peuvent utiliser. Si ces stratégies sont efficaces contre les géohelminthes, elles sont d'une portée limitée en zone tropicale, car le taux d'enfants fréquentant l'école décroît rapidement avec l'âge (moins de 50 % à la fin du primaire, source UNICEF). De plus contrairement aux géohelminthes dont la prévalence diminue fortement après l'âge de 7 ans, il est possible que la majorité des porteurs de *tænia* soient des adultes qui voyagent en dehors de leur village. Enfin, les personnels de santé n'ont souvent à leur disposition pour ces campagnes que le praziquantel, qu'ils hésitent à utiliser en zone de forte transmission, au risque de déclencher des troubles neurologiques chez des porteurs de cysticerques. A l'inverse, en zone de transmission de la schistosomiase²⁶, le contrôle de la cysticerose est soutenu par les campagnes de traitement répété contre cette maladie.

²⁵ Ce sont des vers ronds, parasites intestinaux transmis principalement par le sol (exemple : ascaris).

²⁶ Schistosomiase ou bilharziose : maladie humaine parasitaire provoquée par les vers plats appelés *Schistosoma* qui sont transmis par l'intermédiaire des eaux contaminées.

L'éducation sanitaire reste donc une part essentielle de cette lutte. Elle repose sur la modification des habitudes alimentaires : i) une cuisson suffisante de la viande de porc (les cysticerques sont tués entre 45 à 50°C, ii) congélation (au moins quatre jours à une température de -10°C), iii) éviter de consommer des charcuteries crues ou fumées (la fumure et la salaison n'étant pas toujours suffisantes pour détruire les cysticerques).

Lutter contre le péril fécal

La prophylaxie est basée sur l'éducation à l'hygiène et sur le développement de l'assainissement destiné à interrompre ou à réduire le cycle de transmission directe interhumaine. La présence conjointe des cochons et des hommes infectés souligne ces facteurs de risques environnementaux (Lescano *et al.*, 2009 ; Morales *et al.*, 2008 ; Sarti *et al.*, 1992). Le rôle des déchets humains est très important dans ce cycle de contamination (Cabaret *et al.*, 2002 ; Kelvin *et al.*, 2012 ; Uga *et al.*, 2009). Les campagnes de prévention, qui visent à enseigner les modes de transmission du parasite, sont un bon exemple d'éducation pour la santé. Mais les mesures de contrôle de la cysticerose en zone de transmission, portent également sur la lutte contre le péril fécal et le renforcement de l'hygiène de l'eau et des aliments (Kozan *et al.*, 2005). Elles incluent l'aménagement de latrines, le lavage des mains ou encore le traitement des eaux usées afin de protéger les cultures, la neutralisation des excréments humains par de l'eau de Javel ou de la chaux, ou encore la réglementation voire l'interdiction de l'usage d'engrais humains en agriculture.

Ces stratégies dites WASH (Water Sanitation Hygiene) se développent actuellement partout, mais avec une contrainte récurrente liée à leur coût et à leur mode de prise en charge (financement par les villageois, les pouvoirs publics, les acteurs internationaux) qui hypothèquent le maintien au long cours des résultats obtenus. Ces programmes nécessitent également une longue phase d'analyse et d'exploration des pratiques et des perceptions locales pour adapter les messages et les outils utilisés. Tant la relation à l'hygiène corporelle et la défécation est soumise aux coutumes et interdits vernaculaires. Cette adaptation est indispensable pour espérer un impact. L'effet de masse critique est également très important car de nombreuses études ont montré que l'adoption des nouvelles pratiques ou même la constitution de latrines par seulement une partie de la population, avaient un effet extrêmement réduit sur la transmission globale, des maladies liées au péril fécal dans une région et même pour les familles adoptant les pratiques WASH.

Dans le cadre de la lutte contre le péril fécal, des supports d'information ont été rédigés grâce au financement du FSP PARRUR, en collaboration entre l'IPM et les ministères. Le volet « CVC-Capitalisation, Valorisation et Communication-Diffusion » concerne l'élaboration des différents supports thématiques de synthèse afin de mettre l'accent sur diverses formes et dimensions de valorisation des résultats des recherches effectuées dans le cadre des projets financés par FSP PARRUR. Concernant le projet « cysticerose », il a été initié à l'Institut Pasteur de Madagascar et implique différents partenaires nationaux (FOFIFA/DRZV, Département vétérinaire de la faculté de médecine) et internationaux (IPP, CIRAD). Divers supports²⁷ : spot, reportage, dépliants, affiches, posters bâchés et carnet de vulgarisation..., sont réalisés sous diverses thématiques telles que la cysticerose expliquée aux enfants et aux mamans, le péril fécal et les latrines, les bonnes pratiques en élevage porcin, l'organisation vétérinaire sur l'inspection de la viande à Madagascar, Comment éviter la cysticerose et le ténia ? Guide pour inspecteur de viande et Moyens de lutte contre la cysticerose porcine. Des croquis (Figure 12 entre autres) ont été réalisés afin de faciliter le transfert de messages au grand public. Ces supports ont fait l'objet d'une évaluation d'impact dans la commune d'Arivonimamo. Ce volet rentre dans le cadre d'un stage de fin de thèse vétérinaire d'une étudiante malgache. Son stage est également financé par FSP PARRUR.

²⁷ Illustrations insérées dans le CD-ROM de l'ouvrage et dans les ressources documentaires du site de la coopération universitaire franco-malgache : «<http://www.coopuniv-frmg.org/index.php/ressource-documentaires/>».

Les œufs de ténia contenus dans les déjections humaines d'un porteur de ver ténia vont contaminer l'eau. Cette dernière peut contaminer à son tour les légumes si elle est utilisée pour l'irrigation ou l'arrosage. Les légumes peuvent être contaminés directement si l'homme fait ses besoins autour du potager. L'eau souillée peut aussi contaminer directement d'autres personnes si elles l'utilisent comme source d'eau à la maison (cuisine, boisson...). Ces personnes peuvent développer la cysticerose humaine par ingestion des œufs de ténia. Les porcs, à proximité élevée en divagation, peuvent développer la cysticerose porcine de la même manière, en mangeant les déjections humaines contenant les œufs de ténia.

Contrôle de la maladie animale

Améliorer les pratiques d'élevage

Comme pour les stratégies WASH, l'étape fondamentale est l'analyse des pratiques locales liées à la conduite des élevages porcins. C'est lorsque les porcs sont élevés en totale liberté qu'ils se contaminent en mangeant des excréments humains. Pour améliorer le contrôle des élevages de porcs, il faut limiter la divagation des porcs et interdire l'abattage clandestin. Ces interventions ont permis une chute importante de la prévalence de la neurocysticerose dans les régions tropicales, comme à la Réunion, mais elles sont peu suivies en zones africaine et sud-américaine. La raison est à chercher dans l'organisation même de l'élevage porcine dans ces zones (Drucker *et al.*, 2006 ; Praet *et al.*, 2009). Pour beaucoup de pays, l'élevage porcine est mené à 80-90 % par des paysans possédant un à six cochons au maximum (Figure 13). C'est un complément de revenu pour ces paysans pauvres, et l'élevage est le plus souvent assuré par les femmes et les enfants. Ces animaux s'alimentent principalement des déchets de cuisine et au cours de leur divagation. La mise en enclos nécessite alors une réorganisation complète de la filière avec la production locale d'aliments à partir des résidus agricoles ou agroindustriels (pêche locale, etc.). Cette transformation du mode d'élevage ne sera possible qu'avec une incitation financière pour les éleveurs. Le prix d'une viande déclarée indemne de cysticerose devrait être incitatif pour ceux qui voudraient s'impliquer dans cette démarche. Cette démarche pourrait être à l'échelle d'un village, ce qui le rendrait attractif pour les clients. Les acteurs de la filière de la viande porcine et la grande distribution des zones urbaines, sont donc des éléments incontournables de la lutte contre la cysticerose.

Contrôler les élevages

Dans le contexte villageois, identifier les élevages contaminés, nécessite une approche individuelle extrêmement lente, à moins que celui-ci ne soit réalisée lors de la vente d'animaux. A Madagascar, par exemple, la détection de la cysticerose se fait traditionnellement sur les marchés ruraux par les grossistes venus acheter les animaux pour la consommation urbaine. Ils pratiquent pour cela le langage qui s'effectue sur l'animal vivant en palpant la langue pour y chercher d'éventuels cysticerques. Ces derniers se traduisent par des boutons souvent sublinguaux, visibles à l'œil nu ou détectés à la palpation. Dans de nombreux pays d'endémie, le langage est réalisé par la population elle-même, afin d'identifier les porcs atteints de cysticerose. La spécificité de cette technique est assez bonne (de l'ordre de 80 %), mais les lésions mécaniques ou dues aux actinobactéries peuvent prêter à confusion (Singh *et al.*, 2013). Cependant, des fraudes par perçage des vésicules avant examen, sont rapportées (Bussiéras, 1995).

La sensibilité de la technique, dépend du degré d'infection des animaux. Plusieurs études ont montré que pour une infection de moins de 80 kystes (infections expérimentales ou naturelles), l'inspection de la langue s'avère négative. Pour les animaux modérément à fortement infectés (> 80 kystes), la sensibilité reste inférieure à 50 %.

Le contrôle systématique des cheptels pourrait être mené avant la vente sous forme d'enquêtes épidémiologiques par les services vétérinaires, en utilisant des méthodes sérologiques. Le diagnostic sérologique permet une détection de la maladie chez les porcs vivants (Rushton, 2011). Les méthodes sont plus sensibles que le langage, mais elles nécessitent un laboratoire car aucun test rapide utilisable sur le terrain n'existe actuellement.

Contrôler les viandes

Il s'agit d'un diagnostic post-mortem se pratiquant au niveau des abattoirs mais également au niveau des marchés (Goussanou *et al.*, 2013 ; Schulz et Randrianaivo, 1998). Les procédures pour la détection des cysticerques à l'inspection des viandes varient considérablement d'un pays à l'autre. C'est une méthode invasive et peu sensible dont la sensibilité est très corrélée aux compétences du manipulateur (Slifko, 2000). Dans certains pays, l'inspection visuelle est effectuée seulement sur un ou plusieurs sites dits de prédilection, comme le cœur, le diaphragme, les muscles masséters, la langue, le cou, les épaules, les muscles intercostaux et abdominaux. Dans d'autres pays, la réglementation exige l'incision de certains muscles : la langue, les masséters, l'échine, les muscles intercostaux et les cuisses. L'efficacité de cette inspection dépend également du degré d'infection des porcs alors qu'en zones rurales d'Afrique et d'Amérique du Sud, les infestations peuvent être légères. Une étude a néanmoins estimé que 10,6 % des kystes seraient mis en évidence par une méthode d'inspection conventionnelle (Boa *et al.*, 2002). De plus, la définition même de l'infestation varie avec les pays : à Madagascar par exemple, une viande est dite saine si l'on retrouve moins de cinq cysticerques pour la surface d'une main !!! L'inspection des viandes dans ces zones sous-estime donc la prévalence réelle de la cysticerose porcine. Des méthodes biologiques pourraient être utilisées, mais leur mise en place paraît difficile dans les pays en développement (Abuseir *et al.*, 2007 ; Joshi *et al.* 2003). De plus, le nombre très réduit de vétérinaires ou d'inspecteurs disponibles pour les abattoirs, compromet l'efficacité de ce contrôle. A Madagascar, on dénombre moins de cent vétérinaires se répartissant sur une zone de 600 000 km². Enfin, l'insuffisance d'abattoirs justifie l'abattage des animaux se faisant le plus souvent en dehors des circuits officiels, hors de toute inspection. Elles ne garantissent pas non plus l'élimination des carcasses de porcs ladres par les éleveurs.

Traiter les porcs

Pour contrôler la cysticerose, l'OMS propose la mise en œuvre d'une chimioprophylaxie pour les porcs en parallèle du traitement humain (Gonzalez *et al.*, 2012 ; Gonzalez *et al.*, 1998 ; Gonzalez *et al.*, 1997 ; Mkupasi *et al.*, 2013 ; Peniche-Cardena *et al.*, 2002 ; Pondja *et al.*, 2012a). L'Oxfendazole est le médicament le plus efficace avec une dose unique de 30 mg/kg (Gonzalez *et al.*, 1997), un taux de réussite de 80 %, sans aucun effet secondaire et en garantissant une viande consommable. Douze semaines après traitement, la viande apparaît saine avec parfois de petites cicatrices. Un traitement systématique par oxfendazole à 4 mois ou à 9 mois, a montré son efficacité à réduire le risque de contamination pendant une durée de trois mois après traitement (Pondja *et al.*, 2012b). Cependant, quatre semaines après traitement, des kystes viables sont retrouvés (Gonzalez *et al.*, 1998). La disparition des kystes peut nécessiter jusqu'à 26 semaines (Sikasunge *et al.*, 2008). Les études sur les résidus médicamenteux, montrent qu'une période de clearance minimale de 17 jours devrait être préservée avant que la viande ne soit mise à la consommation (Moreno *et al.*, 2012). L'ivermectine n'est pas efficace (Mkupasi *et al.*) alors que l'albendazole seul ou associé au praziquantel, réduit sensiblement le nombre de kystes dans les muscles et le cerveau (Gonzalez *et al.*, 2012).

Vacciner les animaux

La vaccination des porcs pourrait constituer un outil utile pour le contrôle de la cysticerose dans les élevages porcins (Flisser *et al.*, 2004 ; Lightowlers, 2003 ; Lightowlers, 2010). Un vaccin contre la cysticerose porcine est actuellement disponible avec une autorisation de mise sur le marché (Galvamed, 2015). Un autre vaccin, luttant à la fois contre la Peste Porcine Classique et la cysticerose porcine est en cours de développement au Pérou.

Cependant, les études actuelles montrent qu'un schéma efficace nécessite deux injections de vaccins à 2-3 mois d'intervalle associé à un traitement par oxfendazol. Une telle stratégie semble difficilement applicable sur le terrain, mais mériterait d'être testée dans les bassins de production à forte prévalence.

Remarques de conclusion : une approche coordonnée basée sur le marché

Le contrôle de la cysticerose est en apparence très simple, avec comme principe premier de séparer les cochons et les hommes. Pourtant l'endémie est présente pratiquement partout dans les pays en développement et même en Europe de l'Est, en Asie ou en Amérique latine. Il faut donc trouver les leviers pour obtenir un contrôle de l'infestation, considérant que la divagation des animaux reste le facteur de risque majeur. Les législations sanitaires sont en apparence conformes aux recommandations internationales. Mais leur application est entravée par un manque chronique de ressources de financement et/ou de formation.

En ce qui concerne le volet humain, le traitement des porteurs de ténias est difficile car leur nombre est réduit et ils ne constituent pas un groupe homogène facilement identifiable. Les stratégies globales ciblant soit les enfants dans le cadre de la lutte contre les géohelminthes, soit la population générale dans celui de la lutte contre la schistosomiase sont les seules actions actuellement menées à large échelle. Ces stratégies donnent un bon impact sur l'infestation par le ténias, mais nécessitent des financements récurrents importants. L'amélioration de l'hygiène au travers des stratégies WASH, ou de l'éducation pour la santé a un impact évident sur la transmission. Mais là encore les moyens financiers conditionnent la mise en œuvre des « bonnes résolutions ».

La lutte contre la cysticerose chez le porc, nécessite une parfaite connaissance des circuits locaux de productions et de vente. Conduits dans un même village, le suivi des troupeaux, l'inspection des carcasses dans les abattoirs, et de la viande sur les marchés, ainsi que la mise en place d'une traçabilité de cette viande, formeraient un ensemble très efficace de mesures (Gonzalez *et al.*, 2002 ; Joshi *et al.*, 2003 ; Perry et Randolph, 1999 ; Roberts, 1994 ; Smith, 1997). Cependant là encore les moyens disponibles sont insuffisants.

Enfin, des éléments positifs existent, car la perte de valeur marchande de la viande occasionnée par la cysticerose poussent les éleveurs à s'intéresser à la maladie. Ils demandent alors des tests diagnostiques et des traitements pour leurs animaux. Le traitement par l'oxfendazole est simple et peu coûteux (Gonzalez *et al.*, 2012). Il répond bien à cette demande, contrairement à la vaccination qui demeure un objectif opérationnel lointain. Ce produit n'est malheureusement pas disponible dans la majorité des pays de transmission dont Madagascar. La surveillance de la cysticerose dans les élevages nécessite, quant à elle, de disposer de test utilisables directement dans les villages ou sur les marchés. Ces tests sont à développer car les éleveurs sont prêts à les financer (Gonzalez *et al.*, 2002).

De même, la demande de viande de qualité est soutenue par les campagnes d'information menées auprès des consommateurs. Ceux-ci (notamment en zone urbaine) deviennent plus exigeants sur le contrôle des viandes. Dans cette optique, une démarche « cysti-free » valorisant les éleveurs garantissant une viande porcine indemne de cysticerose et menée au niveau d'un village entier, représenterait un argument de vente important en rétablissant une relation de confiance entre vendeurs et acheteurs (Conteh *et al.*, 2010 ; Verbeke, 2001). Cette sensibilisation des consommateurs serait sans doute le moteur le plus fort, en vue de la mise en place de structures villageoises pour une meilleure pratique de l'élevage des porcs.

Références bibliographiques

- Abraham R., Pardini AX., Vaz AJ., Livramento JA., Machado LdR.. 2004 : *Taenia* antigens detection in the cerebrospinal fluid of patients with neurocysticercosis and its relationship with clinical activity of the disease. *Arquivos de neuro-psiquiatria* 62 (3B): 756-760.
- Abuseir S., Kühne M., Schnieder T., Klein G., Epe C.. 2007 : Evaluation of a serological method for the detection of *Taenia saginata* cysticercosis using serum and meat juice samples. *Parasitology Research* 101 (1): 131-137.
- Almeida CR., Ojopi EP., Nunes CM., Machado LR., Takayanagi OM., Livramento JA., Abraham R., Gattaz WF., Vaz AJ., Dias-Neto E. 2006 : *Taenia solium* DNA is present in the cerebrospinal fluid of neurocysticercosis patients and can be used for diagnosis. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 256 (5): 307-10.
- Andermann LF., 1995 : Epilepsy in Developing Countries. *Transcultural Psychiatry* 32(4): 351- D, Ratsitorahina M, Rabarijaona LP, Ramarokoto CE . 2003. Situation épidémiologique actuelle de la cysticerose à Madagascar. *Arch Inst Pasteur de Madagascar* 69: 46-51.
- Arruda G., Da Silva A., Quagliato E., Maretti M., Rossi C., 2005 : Evaluation of *Taenia solium* and *Taenia crassiceps* cysticercal antigens for the serodiagnosis of neurocysticercosis. *Tropical Medicine & International Health* 10 (10): 1005-1012.
- Assana E., Kanobana K., Tume C., Zoli P., Geerts S., Berkvens D., Dorny P., 2007 : Isolation of a 14kDa antigen from *Taenia solium* cyst fluid by HPLC and its evaluation in enzyme linked immunosorbent assay for diagnosis of porcine cysticercosis. *Research in veterinary science* 82 (3): 370-376.
- Assane YA., Trevisan C, Schutte CM., Noormahomed EV., Johansen MV., Magnussen P., 2015 : Neurocysticercosis in a rural population with extensive pig production in Angónia district, Tete Province, Mozambique. *Acta tropica*.
- Ayala-Sulca E., Miranda-Ulloa E., 2015 : Evaluation of enzyme-linked immunoelectrotransfer blot test using purified native antigen mix from *Taenia solium* for diagnosis of human cysticercosis. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública* 32 (3): 485-491.
- Baranwal AK., Singhi PD., Singhi SC., Khandelwal N., 2001 : Seizure recurrence in children with focal seizures and single small enhancing computed tomographic lesions: prognostic factors on long-term follow-up. *Journal of child neurology* 16 (6): 443-445.
- Baskind R., Birbeck GL., 2005 : Epilepsy-associated stigma in sub-Saharan Africa: The social landscape of a disease. *Epilepsy & Behavior* 7 (1): 68-73.
- Bittencourt P., Gracia C., Martins R., Fernandes A., Diekmann H., Jung W., 1992 : Phenytoin and carbamazepine decrease oral bioavailability of praziquantel. *Neurology* 42 (3): 492-492.
- Boa ME., Kassuku AA., Willingham Ii AL., Keyyu JD., Phiri IK., Nansen P., 2002 : Distribution and density of cysticerci of *Taenia solium* by muscle groups and organs in naturally infected local nished pigs in Tanzania. *Veterinary Parasitology* 106: 155-164.

- Bobes RJ., Hernandez M., Marquez C., Fragoso G., Garcia E., Parkhouse RM., Harrison LJ., Sciotto E., Fleury A., 2006 : Subarachnoidal and intraventricular human neurocysticercosis: application of an antigen detection assay for the diagnosis and follow-up. *Trop Med Int Health* 11(6): 943-50.
- Brutto OHD., 2012 : Diagnostic criteria for neurocysticercosis, revisited. *Pathogens and Global Health* 106(5): 299-304.
- Bueno EC., Scheel CM., Vaz AJ., Machado LR., Livramento JA., Takayanagui OM., Tsang VC., Hancock K., 2005 : Application of synthetic 8-kD and recombinant GP50 antigens in the diagnosis of neurocysticercosis by enzyme-linked immunosorbent assay. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 72(3): 278-283.
- Cabaret J., Geerts S., Madeline M., Ballandonne C., Barbier D., 2002 : The use of urban sewage sludge on pastures: the cysticercosis threat. *Vet. Res.* 33(5): 575-597.
- Carabin H., Budke CM., Cowan LD., Willingham Iii AL., Torgerson PR., 2005 : Methods for assessing the burden of parasitic zoonoses: echinococcosis and cysticercosis. *Trends in Parasitology* 21 (7): 327-333.
- Carabin H., Ndimubanzi PC., Budke CM., Nguyen H., Qian Y., Cowan LD., Stoner JA., Rainwater E., Dickey M., 2011 : Clinical manifestations associated with neurocysticercosis: a systematic review. *PLoS Negl Trop Dis* 5 (5): e1152.
- Chung J-Y., Bahk YY., Huh S., Kang S-Y., Kong Y., Cho S-Y., 1999 : A recombinant 10-kDa protein of *Taenia solium* metacestodes specific to active neurocysticercosis. *Journal of Infectious Diseases* 180 (4): 1307-1315.
- Conteh L., Engels T., Molyneux DH., 2010 : Neglected Tropical Diseases 4 Socioeconomic aspects of neglected tropical diseases. *Lancet* 375 (9710): 239-247.
- Copado F., de Aluja AS., Mayagoitia L., Galindo F., 2004 : The behaviour of free ranging pigs in the Mexican tropics and its relationships with human faeces consumption. *Applied Animal Behaviour Science* 88 (3-4): 243-252.
- Corona T., Lugo R., Medina R., Sotelo J., 1996 : Single-day praziquantel therapy for neurocysticercosis. *New England Journal of Medicine* 334 (2): 125-125.
- Cruz M., Cruz I., Horton J., 1991 : Albendazole versus praziquantel in the treatment of cerebral cysticercosis: clinical evaluation. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 85 (2): 244-247.
- Da Gama CN., Kobayashi E., Li LM., Cendes F., 2005 : Hippocampal atrophy and neurocysticercosis calcifications. *Seizure* 14 (2): 85-88.
- Deckers N., Kanobana K., Silva M., Gonzalez AE., Garcia HH., Gilman RH., Dorny P., 2008 : Serological responses in porcine cysticercosis: A link with the parasitological outcome of infection. *International Journal for Parasitology* 38 (10): 1191-1198.
- De Giorgio C, Pietsch-Escueta S., Tsang VC., Corral-Leyva G., Ng L., Medina MT., Astudillo S., Padilla N., Leyva P., Martinez L. et al., 2005 : Sero-prevalence of *Taenia solium* cysticercosis and *Taenia solium* taeniasis in California, USA. *Acta Neurol Scand* 111 (2): 84-8.
- Del Brutto OH., Rajshekhkar V., White AC., Jr., Tsang VC., Nash TE., Takayanagui OM., Schantz PM., Evans CA., Flisser A., Correa D. et al., 2001 : Proposed diagnostic criteria for neurocysticercosis. *Neurology* 57 (2): 177-83.
- Del Brutto OH., Roos KL., Coffey CS., Garcia HcH., 2006 : Meta-analysis: cysticidal drugs for neurocysticercosis: albendazole and praziquantel. *Annals of Internal Medicine* 145(1): 43-51.
- Del Brutto OH., Sotelo J., 1988 : Neurocysticercosis: an update. *Review of Infectious Diseases* 10 (6): 1075-1087.
- Del Brutto OH., Wadia NH., Dumas M., Cruz M., Tsang VCW., Schantz PM., 1996 : Proposal of diagnostic criteria for human cysticercosis and neurocysticercosis. *Journal of the Neurological Sciences* 142 (1-2): 1-6.
- Ding J., Zheng Y., Wang Y., Dou Y., Chen X., Zhu X., Wang S., Zhang S., Liu Z., Hou J. et al., 2013 : Immune responses to a recombinant attenuated *Salmonella typhimurium* strain expressing a *Taenia solium* oncosphere antigen TSOL18. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases* 36 (1): 17-23.
- Dorny P., Praet N., Deckers N., Gabriel S., 2009 : Emerging food-borne parasites. *Veterinary Parasitology* 163 (3): 196-206.
- Drucker AG., Bergeron E., Lemke U., Thuy LT., Zárate AV., 2006 : Identification and quantification of subsidies relevant to the production of local and imported pig breeds in Vietnam. *Tropical Animal Health and Production* 38 (4): 305-322.
- Eamsobhana P., Yoolek A., Punthuprapasa P., Suvouttho S., 2004 : A dot-blot ELISA comparable to immunoblot for the specific diagnosis of human parastrongyliasis. *Journal of helminthology* 78 (04): 287-291.
- Eastman R., 2005 : Epilepsy in South Africa. *Acta Neurologica Scandinavica* 112 (s181): 8-11.
- Edia-Asuke AU., Inabo HI., Mukaratirwa S., Umoh VJ., Whong CM., Asuke S., Ella EE., 2015 : Seroprevalence of human cysticercosis and its associated risk factors among humans in areas of Kaduna metropolis, Nigeria. *The Journal of Infection in Developing Countries* 9 (08): 799-805.
- Edwards T., Scott AG., Munyoki G., Odera VM., Chengo E., Bauni E., Kwasa T., Sander LW., Neville BG., Newton C., 2008 : Active convulsive epilepsy in a rural district of Kenya: a study of prevalence and possible risk factors. *Lancet Neurol* 7: 50-6.
- Elliott I., Jerome A., Angwafor SA., Smith ML., Takougang I., Noh J., Tsang V., Wilkins P., Cockburn L., Keystone J., 2013 : Epilepsy and cysticercosis in North-West Cameroon: A serological study. *Seizure* 22 (4): 283-286.
- Engels D., Urbani C., Belotto A., Meslin F., Savioli L., 2003 : The control of human (neuro)cysticercosis: which way forward? *Acta Tropica* 87 (1): 177-182.
- Espíndola NM., Iha AH., Fernandes I., Takayanagui OM., dos Ramos Machado L., Livramento JA., Maia AAM., Peralta JM., Vaz AJ., 2005 : Cysticercosis immunodiagnosis using 18-and 14-kilodalton proteins from *Taenia crassiceps cysticercus* antigens obtained by immunoaffinity chromatography. *Journal of clinical microbiology* 43 (7): 3178-3184.
- Fleury A., Dessein A., Preux PM., Dumas M., Tapia G., Larralde C., Sciotto E. 2000 : Symptomatic human neurocysticercosis. *Journal of Neurology* 251 (7): 830-837.
- Fleury A, Hernandez M., Avila M., Cardenas G., Bobes R., Huerta M., Fragoso G., Uribe-Campero L., Harrison L., Parkhouse R. 2007 : Detection of HP10 antigen in serum for diagnosis and follow-up of subarachnoidal and intraventricular human neurocysticercosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 78 (9): 970-974.
- Fleury A., Hernandez M., Fragoso G., Parkhouse R., Harrison L., Sciotto E., 2003 : Detection of secreted cysticercal antigen: a useful tool in the diagnosis of inflammatory neurocysticercosis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 97 (5): 542-546.
- Fleury A., Jung H., Cardenas G., Sciotto E., 2008 : Medical treatment for neurocysticercosis: drugs, indications and perspectives. *Current topics in medicinal chemistry* 8 (5): 424-433.
- Flisser A., 2006 : Where are the tapeworms? *Parasitology International* 55, Supplement (0): S117-S120.
- Flisser A., Gauci CG., Zoli A., Martinez-Ocaña J., Garza-Rodriguez A., Dominguez-Alpizar JL., Maravilla P., Rodriguez-Canul R., Avila G., Aguilar-Vega L. et al., 2004 : Induction of Protection against Porcine Cysticercosis by Vaccination with Recombinant Oncosphere Antigens. *Infection and Immunity* 72 (9): 5292-5297.
- Forlenza OV., Filho AH., Nobrega JP., dos Ramos Machado L., de Barros NG., de Camargo CH., da Silva MF., 1997 : Psychiatric manifestations of neurocysticercosis: a study of 38 patients from a neurology clinic in Brazil. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 62 (6): 612-616.

- Freeman RS., 1962 : Studies on the biology of *Taenia crassiceps* (Zeder, 1800) Rudolphi, 1810 (Cestoda). *Canadian Journal of Zoology* 40 (6): 969-990.
- Furrows S., McCroddan J., Bligh W., Chiodini P., 2006 : Lack of specificity of a single positive 50 kDa band in the electroimmunotransfer blot (EITB) assay for cysticercosis. *Clinical microbiology and infection* 12 (5): 459-462.
- Gabriël S., Johansen MV., Pozio E., Smit GSA., Devleeschauwer B., Allepuz A., Papadopoulos E., van der Giessen J., Dorny P. : Human migration and pig/pork import in the European Union: What are the implications for *Taenia solium* infections? *Veterinary Parasitology* in press.
- Galán-Puchades MT., Fuentes MV., 2000 : Human cysticercosis and larval tropism of *Taenia asiatica*. *Parasitology Today* 16 (4): 174.
- Galán-Puchades MT., Fuentes MV., 2008 : *Taenia asiatica* and pig cysticercosis. *Veterinary Parasitology* 157 (1-2): 160-161.
- Ganaba R., Praet N., Carabin H., Millogo A., Tarnagda Z., Dorny P., Hounton S., Sow A., Nitiéma P., Cowan LD., 2011 : Factors associated with the prevalence of circulating antigens to porcine cysticercosis in three villages of Burkina Faso. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 5 (1): e927.
- Garcia H., Gilman R., Horton J., Martinez M., Herrera G., Altamirano J., Cuba J., Rios-Saavedra N., Verastegui M., Boero J., 1997 : Albendazole therapy for neurocysticercosis A prospective double blind trial comparing 7 versus 14 days of treatment. *Neurology* 48 (5): 1421-1427.
- Garcia HH., Del Brutto OH., 2003 : Imaging findings in neurocysticercosis. *Acta Trop* 87 (1): 71-8.
- Garcia HH., Del Brutto OH., 2005 : Neurocysticercosis: updated concepts about an old disease. *Lancet Neurol* 4 (10): 653-61.
- Garcia HH., Del Brutto OH., 2003 : Imaging findings in neurocysticercosis. *Acta Tropica* 87 (1): 71-78.
- Garcia HH., Evans CA., Nash TE., Takayanagui OM., White AC., Botero D., Rajshekhar V., Tsang VC., Schantz PM., Allan JC., 2002 : Current consensus guidelines for treatment of neurocysticercosis. *Clinical Microbiology Reviews* 15 (4): 747-756.
- Garcia HH., Gonzalez AE., Evans CAW., Gilman RH., 2003 : *Taenia solium* cysticercosis. *The Lancet* 362 (9383): 547-556.
- Garcia HH., Parkhouse RM., Gilman RH., Montenegro T., Bernal T., Martinez SM., Gonzalez AE., Tsang VC., Harrison LJ., 2000 : Cysticercosis Working Group in P. 2000. Serum antigen detection in the diagnosis, treatment, and follow-up of neurocysticercosis patients. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 94 (6): 673-6.
- Garcia HH., Pretell EJ., Gilman RH., Martinez SM., Moulton LH., Del Brutto OH., Herrera G., Evans CA., Gonzalez AE., 2004 : A trial of antiparasitic treatment to reduce the rate of seizures due to cerebral cysticercosis. *New England Journal of Medicine* 350 (3): 249-258.
- Gauci CG., Jayashi CM., Gonzalez AE., Lackenby J., Lightowers MW., 2012 : Protection of pigs against *Taenia solium* cysticercosis by immunization with novel recombinant antigens. *Vaccine* 30 (26): 3824-8.
- Ghimire PG., Ghimire P., Rana R., 2015 : Spectrum of Typical and Atypical Clinico-Histopathological and Radiological Presentation of Soft Tissue and Muscular Cysticercosis in Mid-Western and Far-Western Region of Nepal. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* : JCDR 9 (9): EC01-EC03.
- Gilman RH., Gonzalez AE., Llanos-Zavalaga F., Tsang VC., Garcia HH., 2012 : Prevention and control of *Taenia solium taeniasis/cysticercosis* in Peru. *Pathog Glob Health* 106 (5): 312-8.
- Gonzalez AE., Bustos JA., Jimenez JA., Rodriguez ML., Ramirez MG., Gilman RH., Garcia HH., 2012 : Efficacy of Diverse Antiparasitic Treatments for Cysticercosis in the Pig Model. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 87 (2): 292-296.
- Gonzalez AE., Falcon N., Gavidia C., Garcia HH., Tsang VC., Bernal T., Romero M., Gilman RH., 1998 : Time-response curve of oxfendazole in the treatment of swine cysticercosis. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 59 (5): 832-6.
- Gonzalez AE., Falcon N., Gavidia C., Garcia HH., Tsang VCW., Bernal T., Romero M., Gilman RH., 1997 : Treatment of porcine cysticercosis with oxfendazole: a dose-response trial. *Veterinary Record* 141 (16): 420-422.
- Gonzalez AE., Gilman RH., Garcia HH., Lopez T., 2002 : Use of a simulation model to evaluate control programmes against *Taenia solium* cysticercosis. In: Prabhakar GSaS, editor. *Taenia solium Cysticercosis*. CAB International. p. 437-448.
- González LM., Montero E., Harrison LJ., Parkhouse RME., Garate T., 2000 : Differential diagnosis of *Taenia saginata* and *Taenia solium* infection by PCR. *Journal of clinical microbiology* 38 (2): 737-744.
- Goussanou S., Kpodekon T., Saegerman C., Azagoun E., Youssao A., Farougou S., Praet N., Gabriël S., Dorny P., Korsak Koulagenko N., 2013 : Spatial distribution and risks factors of porcine cysticercosis in southern Benin based meat inspection records. *International Research Journal of Microbiology* 4 (8): 188-196.
- Grogl M., Estrada JJ., MacDonald G., Kuhn RE., 1985 : Antigen-antibody analyses in neurocysticercosis. *The Journal of parasitology*: 433-442.
- Gweba M., Faleke OO., Junaidu AU., Fabiyi JP., Fajimi AO., 2010 : Some risk factors for *Taenia solium* cysticercosis in semi-intensively raised pigs in Zuru, Nigeria. *Veterinaria Italiana* 46 (1): 57-67.
- Hernández M., Gonzalez L., Fleury A., Saenz B., Parkhouse R., Harrison L., Garate T., Sciutto E., 2008 : Neurocysticercosis: detection of *Taenia solium* DNA in human cerebrospinal fluid using a semi-nested PCR based on HDP2. *Annals of tropical medicine and parasitology* 102 (4): 317-323.
- Higuera-Calleja J., Góngora-Rivera F., Soto-Hernández JL., Del-Brutto OH., Moreno-Andrade T., Gutiérrez-Alvarado R., Rodríguez-Carbajal J., 2015 : Intrathecal gadodiamide for identifying subarachnoid and ventricular neurocysticercosis. *Tropical Medicine & International Health* 20 (7): 930-933.
- Huang B., Li G., Jia F., Liu F., Ge L., Li W., Cheng Y., 2002 : Determination of specific IgG4 for diagnosis and therapeutic evaluation of cerebral cysticercosis. *Chinese medical journal* 115 (4): 580-583.
- Ilsoe B., Kyvsgaard NC., Nansen P., Henriksen SA., 1990 : A study on the survival of *Taenia saginata* eggs on soil in Denmark. *Acta Vet Scand* 31 (2): 153-8.
- Intapan PM., Khotsri P., Kanpittaya J., Chotmongkol V., Maleewong W., Morakote N., 2008. Evaluation of IgG4 and Total IgG Anti-bodies against Cysticerci and Peptide Antigens for the Diagnosis of Human Neurocysticercosis by ELISA. *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology* 26 (4): 237.
- Ishida MMI., Almeida MSdS., Espíndola NM., Iha A., Pereira DA., Souza JGd., Varvakis TR., Vaz AJ., 2011 : Seroepidemiological study of human cysticercosis with blood samples collected on filter paper, in Lages, State of Santa Catarina, Brazil, 2004-2005. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 44 (3): 339-343.
- Ito A., Yamasaki H., Nakao M., Sako Y., Okamoto M., Sato MO., Nakaya K., Margono SS., Ikejima T., Kassuku AA. et al., 2003 : Multiple genotypes of *Taenia solium*-ramifications for diagnosis, treatment and control. *Acta Tropica* 87 (1): 95-101.
- Jayashi CM., Arroyo G., Lightowers MW., Garcia HH., Rodriguez S., Gonzalez AE., 2012 : Seroprevalence and Risk Factors for *Taenia solium* Cysticercosis in Rural Pigs of Northern Peru. *PLoS Negl Trop Dis* 6 (7): e1733.
- Jayashi CM., Gonzalez AE., Castillo Neyra R., Kyngdon CT., Gauci CG., Lightowers MW., 2012 : Characterisation of antibody responses in pigs induced by recombinant oncosphere antigens from *Taenia solium*. *Vaccine* 30 (52): 7475-80.
- Jeon H-K., Chai J-Y., Kong Y., Waikagul J., Insisiengmay B., Rim H-J., Eom KS., 2009 : Differential diagnosis of *Taenia asiatica* using multiplex PCR. *Experimental Parasitology* 121 (2): 151-156.
- Jeon H-K., Eom KS., 2009 : Immunoblot Patterns of *Taenia asiatica* Taeniasis. *Korean J Parasitol* 47 (1): 73-77.

- Jeon H-K., Eom KS., 2013 : Molecular Approaches to *Taenia asiatica*. *Korean J Parasitol* 51 (1): 1-8.
- Joshi DD., Maharjan M., Johansen MV., Willingham AL., Sharma M., 2003 : Improving meat inspection and control in resource-poor communities: the Nepal example. *Acta Tropica* 87 (1): 119-127.
- Julio Sotelo, Cora Marin. 1987 : Hydrocephalus secondary to cysticercotic arachnoiditis. *Journal of Neurosurgery* 66 (5): 686-689.
- Jung H., Hurtado M., Sanchez M., Medina MT., Sotelo J., 1990 : Plasma and CSF levels of albendazole and praziquantel in patients with neurocysticercosis. *Clinical neuropharmacology* 13 (6): 559-564.
- Kala P., Khare P., 2014 : Fine-needle aspiration cytology as a diagnostic modality for cysticercosis: A clinicocytological study of 137 cases. *Journal of Cytology / Indian Academy of Cytologists* 31 (2): 68-72.
- Kaliaperumal S, Rao V, Parija S., 2005 : *Cysticercosis of the eye in south India - A case series*.
- Kelvin EA., Yung J., Fong MW., Carpio A., Bagiella E., Leslie D., Leon P., Andrews H., Allen Hauser W., 2012 : The association of living conditions and lifestyle factors with burden of cysts among neurocysticercosis patients in Ecuador. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 106 (12): 763-769.
- Kozan E., Gonenc B., Sarimehmetoglu O., Aycicek H., 2005 : Prevalence of helminth eggs on raw vegetables used for salads. *Food Control* 16(3): 239-242.
- Kramer LD., Locke G., Byrd S., Daryabagi J., 1989 : Cerebral cysticercosis: documentation of natural history with CT. *Radiology* 171 (2): 459-462.
- Larralde C., Sotelo J., Montoya R., Palencia G., Padilla A., Govezensky T., Diaz M., Sciutto E., 1990 : Immunodiagnosis of human cysticercosis in cerebrospinal fluid. Antigens from murine *Taenia crassiceps* cysticerci effectively substitute those from porcine *Taenia solium*. *Archives of pathology & laboratory medicine* 114 (9): 926-928.
- Lee E-G., Lee M-Y., Chung J-Y., Je E-Y., Bae Y-A., Na B-K., Kim T-S., Eom K-S., Cho S-Y., Kong Y., 2005 : Feasibility of baculovirus-expressed recombinant 10-kDa antigen in the serodiagnosis of *Taenia solium* neurocysticercosis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 99 (12): 919-926.
- Lerner A., Shiroishi MS., Zee CS., Law M., Go JL., 2012 : Imaging of neurocysticercosis. *Neuroimaging clinics of North America* 22 (4): 659-676.
- Lescano AG., Garcia HH., Gilman RH., Gavidia CM., Tsang VCW., Rodriguez S., Moulton LH., Villaran MV., Montano SM., Gonzalez AE. et al., 2009 : *Taenia solium* Cysticercosis Hotspots Surrounding Tapeworm Carriers: Clustering on Human Seroprevalence but Not on Seizures. *PLoS Negl Trop Dis* 3(1): e371.
- Lightowers MW. 2003 : Vaccines for prevention of cysticercosis. *Acta Tropica* 87 (1): 129-135.
- Lightowers MW. 2010 : Eradication of *Taenia solium* cysticercosis: A role for vaccination of pigs. *International Journal for Parasitology* 40 (10): 1183-1192.
- Lopez J., Garcia E., Cortes I., Sotelo J., Tato P., Molinari J., 2004 : Neurocysticercosis: relationship between the developmental stage of metacestode present and the titre of specific IgG in the cerebrospinal fluid. *Annals of tropical medicine and parasitology* 98 (6): 569-579.
- Madec F., Hurnik D., Porphyre V., Cardinale E., 2010 : Good practices for biosecurity in the pig sector - Issues and options in developing and transition countries. *Rome*: FAO.
- Mafojane NA., Appleton CC., Krecek RC., Michael LM., Willingham AL., 2003 : The current status of neurocysticercosis in Eastern and Southern Africa. *Acta Tropica* 87 (1): 25-33.
- Malla N., Kaur R., Ganguly NK., Sawhney IM., Mahajan RC., 2005 : Utility of specific IgG4 response in saliva and serum samples for the diagnosis and follow up of human neurocysticercosis. *Nepal Med Coll J* 7 (1): 1-9.
- Manoutcharian K., Diaz-Orea A., Gevorkian G., Fragoso G., Acero G., González E., de Aluja A., Villalobos N., Gómez-Conde E., Sciutto E., 2004 : Recombinant bacteriophage-based multi-epitope vaccine against *Taenia solium* pig cysticercosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 99 (1-2): 11-24.
- Matthaiou DK., Panos G., Adamidi ES., Falagas ME., 2008 : Albendazole versus praziquantel in the treatment of neurocysticercosis: a meta-analysis of comparative trials. *PLoS Negl Trop Dis* 2 (3): e194.
- Mazumdar M., Pandharipande P., Poduri A., 2007 : Does albendazole affect seizure remission and computed tomography response in children with neurocysticercosis? A systematic review and meta-analysis. *Journal of child neurology* 22 (2): 135-142.
- Melo CSd., Vaz AJ., Nakamura PM., Silva MVd., Machado AdBB., 1997 : Human neurocysticercosis: IgE in cerebrospinal fluid. *Arquivos de neuro-psiquiatria* 55 (1): 8-11.
- Michelet L., Carod J-F., Rakotondrazaka M., Ma L., Gay F., Dauga C., 2010 : The pig tapeworm *Taenia solium*, the cause of cysticercosis: Biogeographic (temporal and spacial) origins in Madagascar. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 55: 744-750.
- Michelet L., Fleury A., Sciutto E., Kendjo E., Fragoso G., Paris L., Bouteille B., 2011 : Human neurocysticercosis: comparison of different diagnostic tests using cerebrospinal fluid. *Journal of clinical microbiology* 49 (1): 195-200.
- Minelli C., Takayanagui OM., 2005 : Evaluation of intrathecal synthesis of IgG in neurocysticercosis. *J Neurol Sci* 238 (1-2): 83-6.
- Mitchell WG., Crawford TO., 1988 : Intraparenchymal cerebral cysticercosis in children: diagnosis and treatment. *Pediatrics* 82 (1): 76-82.
- Mkupasi EM., Ngowi HA., Sikasunge CS., Leifsson PS., Johansen MV., 2013 : Efficacy of ivermectin and oxfendazole against *Taenia solium* cysticercosis and other parasitoses in naturally infected pigs. *Acta Tropica*(0).
- Mkupasi EM., Sikasunge CS., Ngowi HA., Johansen MV., 2013 : Efficacy and Safety of Anthelmintics Tested against *Taenia solium* Cysticercosis in Pigs. *PLoS Negl Trop Dis* 7 (7): e2200.
- Morales J., Martínez JJ., Rosetti M., Fleury A., Maza V., Hernandez M., Villalobos N., Fragoso G., de Aluja AS., Larralde C. et al., 2008 : Spatial distribution of *Taenia solium* porcine cysticercosis within a rural area of Mexico. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 2 (9): e284-e284.
- Moreno L., Lopez-Urbina MT., Farias C., Domingue G., Donadeu M., Dungu B., García HH., Gomez-Puerta LA., Lanusse C., González AE., 2012 : A high oxfendazole dose to control porcine cysticercosis: Pharmacokinetics and tissue residue profiles. *Food and Chemical Toxicology* 50 (10): 3819-3825.
- Mukaratirwa S., Lekule F., 2008 : Medical and veterinary doctors, social scientists and agricultural researchers meet to carry forward the fight against cysticercosis, a neglected and fatal disease of the poor: to the editor. *Journal of the South African Veterinary Association* 79 (1): 2.
- Murrell KD., 1991 : Economic losses resulting from food-borne parasitic zoonoses. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 22 (suppl): 377-81.
- Murrell KD., Dorny P., Flisser AP., 2005 : WHO/FAO/OIE Guidelines for the surveillance, prevention and control of taeniosis/cysticercosis. *Paris*: FAO, OIE, WHO.
- Mwanjali G., Kihamia C., Kakoko DVC., Lekule F., Ngowi H., Johansen MV., Thamsborg SM., Willingham AL., 2013 : Prevalence and risk factors associated with human *Taenia solium* infections in Mbozi District, Mbeya Region, Tanzania.

- Mwape K., Praet N., Benitez-Ortiz W., Muma J., Zulu G., Celi-Erazo M., Phiri I., Rodriguez-Hidalgo R., Dorny P., Gabriël S., 2011: Field evaluation of urine antigen detection for diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 105 (10): 574-578.
- Mwape KE., Phiri IK., Praet N., Muma JB., Zulu G., Van den Bossche P., De Deken R., Speybroeck N., Dorny P., Gabriël S., 2012: *Taenia solium* Infections in a rural area of Eastern Zambia-a community based study. *PLoS Negl Trop Dis* 6 (3): e1594.
- Nash T., Singh G., White A., Rajshekhar V., Loeb J., Proano J., Takayanagui O., Gonzalez A., Butman J., DeGiorgio C., 2006: Treatment of Neurocysticercosis Current status and future research needs. *Neurology* 67 (7): 1120-1127.
- Nash TE., 2003: Human case management and treatment of cysticercosis. *Acta Tropica* 87 (1): 61-69.
- Nash TE., Pretell EJ., Lescano AG., Bustos JA., Gilman RH., Gonzalez AE., Garcia HH., 2008: Perilesional brain oedema and seizure activity in patients with calcified neurocysticercosis: a prospective cohort and nested case-control study. *The Lancet Neurology* 7 (12): 1099-1105.
- Ndimubanzi PC., Carabin H., Budke CM., Nguyen HL., Qian YJ., Rainwater E., Dickey M., Reynolds S., Stoner JA., 2010: A systematic review of the frequency of neurocysticercosis with a focus on people with epilepsy. *PLoS Negl Trop Dis* 4 (11): e870.
- Nhancupe N., Noormahomed E., Afonso S, Falk K, Lindh J., 2015: Performance of Tsol-p27 antigen for the serological diagnosis of cysticercosis in Mozambique. *J. of helminthology*: 1-4.
- Nhancupe N., Salazar-Anton F., Noormahomed EV., Afonso S., Lindh J., 2013: Further characterization of Tsol-p27 as a diagnostic antigen in sub-Saharan Africa. *Experimental parasitology* 135 (3): 573-579.
- Noormahomed EV., Nhacupe N., Mascaró-Lazcano C., Mauaie MN., Buene T., Fonzamo CA., Benson CA., 2014: A Cross-sectional Serological Study of Cysticercosis, Schistosomiasis, Toxocariasis and Echinococcosis in HIV-1 Infected People in Beira, Mozambique. *PLoS Negl Trop Dis* 8 (9): e3121.
- Noormahomed EV., Pividal JG., Azzouz S., Mascaró C., Delgado-Rodríguez M., Osuna A., 2003: Seroprevalence of anti-cysticercus antibodies among the children living in the urban environs of Maputo, Mozambique. *Ann Trop Med Parasitol* 97 (1): 31-5.
- Nozais JP., 1998: Parasitic diseases and fecal hazards: diseases due to helminths. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* 91 (5 Pt 1-2): 416-422.
- Nunes CM., Biondi GF., Heinemann MB., Richtzenhain LJ., 2000: Comparative evaluation of an indirect ELISA test for diagnosis of swine cysticercosis employing antigen from *Taenia solium* and *Taenia crassiceps* metacestodes. *Veterinary Parasitology* 93: 135-140.
- Ochoa-Sánchez A., Jiménez L., Landa A., 2011: The hamster model for identification of specific antigens of *Taenia solium* tapeworms. *BioMed Research International* 2011.
- Palomares-Alonso F., Hernández GP., Rojas-Tomé IS., Jung-Cook H., Pinzón-Estrada E., 2015: Murine cysticercosis model: Influence of the infection time and the time of treatment on the cysticidal efficacy of albendazole and praziquantel. *Experimental parasitology* 149: 1-6.
- Parija M., Biswas R., Harish B., Parija S., 2004: Detection of specific *cysticercus* antigen in the urine for diagnosis of neurocysticercosis. *Acta tropica* 92(3): 253-260.
- Parija SC., Raman GA., 2011: Anti-*Taenia solium* larval stage Ig G antibodies in patients with epileptic seizures. *Tropical parasitology* 1 (1): 20.
- Peniche-Cardaña A., Dominguez-Alpizar JL., Sima-Alvarez R., Argaez-Rodriguez F., Fraser A., Craig PS., Rodriguez-Canul R., 2002: Chemotherapy of porcine cysticercosis with albendazole sulphoxide. *Veterinary Parasitology* 108 (1): 63-73.
- Perry BD., Randolph TF., 1999: Improving the assessment of the economic impact of parasitic diseases and of their control in production animals. *Veterinary Parasitology* 84 (3-4): 145-168.
- Plancarte A., Hirota C., Martinez-Ocana J., Mendoza-Hernandez G., Zenteno E., Flisser A., 1999: Characterization of GP39-42 and GP24 antigens from *Taenia solium* cysticerci and of their antigenic GPI0 subunit. *Parasitology research* 85 (8-9): 680-684.
- Pondja A., Neves L., Mlangwa J., Afonso S., Fafetine J., Willingham AL., III, Thamsborg SM., Johansen MV., 2012a: Use of Oxfendazole to Control Porcine Cysticercosis in a High-Endemic Area of Mozambique. *PLoS Negl Trop Dis* 6 (5): e1651.
- Pondja A., Neves L., Mlangwa J., Afonso S., Fafetine J., Willingham AL., III, Thamsborg SM., Johansen MV., 2012b: Use of oxfendazole to control porcine cysticercosis in a high-endemic area of Mozambique. *PLoS Negl Trop Dis* 6 (5): e1651.
- Porphyre V., Betson M., Rabezanahary H., Mboussou Y., Zafindraibe NJ., Rasamoelina-Andriamanivo H., Costard S., Pfeiffer D., Michault A., 2015a: *Taenia solium* porcine cysticercosis in Madagascar: comparison of immuno-diagnostic techniques and estimation of the prevalence in pork carcasses traded in Antananarivo city. *Veterinary Parasitology* 219:77-83.
- Porphyre V., Rasamoelina-Andriamanivo H., Rakotoarimanana A., Rasamoelina EO., Bernard C., Jambou R., Cardinale E., 2015b: Spatio-temporal prevalence of porcine cysticercosis in Madagascar based on meat inspection. *Parasites & Vectors* 8:391: 1-8.
- Praet N., Kanobana K., Kabwe C., Maketa V., Lukanu P., Lutumba P., Polman K., Matondo P., Speybroeck N., Dorny P. et al., 2010: *Taenia solium* cysticercosis in the Democratic Republic of Congo: how does pork trade affect the transmission of the parasite? *PLoS Neglected Tropical Diseases* 4 (9): e817-e817.
- Praet N., Speybroeck N., Manzanedo R., Berkvens D., Nsame Nforinwe D., Zoli A., Quet F., Preux P-M., Carabin H., Geerts S., 2009: The disease burden of *Taenia solium* cysticercosis in Cameroon. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 3 (3): e406-e406.
- Prasad KN., Prasad A., Verma A., Singh AK., 2008: Human cysticercosis and Indian scenario: a review. *J Biosci* 33 (4): 571-82.
- Preux PM., Tiemagni F., Fodzo L., Kandem P., Ngouafong P., Ndonko F., Macharia W., Dongmo L., Dumas M., 2000: Antiepileptic therapies in the Mifi Province in Cameroon. *Epilepsia* 41 (4): 432-439.
- Quet F., Guerchet M., Pion SDS., Ngoungou EB., Nicoletti A., Preux P-M., 2010: Meta-analysis of the association between cysticercosis and epilepsy in Africa. *Epilepsia* 51 (5): 830-837.
- Raghava MV., Prabhakaran V., Jayaraman T., Muliylil J., Oommen A., Dorny P., Vercruysee J., Rajshekhar V., 2010: Detecting spatial clusters of *Taenia solium* infections in a rural block in South India. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 104 (9): 601-612.
- Rajshekhar V., 2008. Albendazole therapy in patients with solitary cerebral *cysticercus* granuloma. Is it effective? *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 79 (3): 238-239.
- Rangel-Castilla L., Serpa JA., Gopinath SP., Graviss EA., Diaz-Marchan P., White AC., 2009: Contemporary neurosurgical approaches to neurocysticercosis. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 80 (3): 373-378.
- Rangel R., Torres B., Del Bruto O., Sotelo J., 1987: Cysticercotic encephalitis: a severe form in young females. *The American Journal of tropical medicine and Hygiene* 36 (2): 387-392.
- Raobijaona H., Rakotoarimanitra W., 2000: Cysticercosis in hospitalized children: report of 28 cases at the National Children's Hospital in Antananarivo, Madagascar. *Médecine d'Afrique Noire* 47 (2): 88-91.
- Riley T., White Jr A., 2003: Management of neurocysticercosis. *CNS drugs* 17 (8): 577-591.
- Roberts MG., 1994: Modelling of parasitic populations: cestodes. *Veterinary Parasitology* 54 (1-3): 145-160.
- Robertson LJ., van der Giessen JWB., Batz MB., Kojima M., Cahill S., 2013: Have foodborne parasites finally become a global concern? *Trends in Parasitology* 29 (3): 101-103.

- Rocha SM., Suzuki LA., da SILVA AD., Arruda GC., Rossi CL., 2002 : A rapid latex agglutination test for the detection of anti-*cysticercus* antibodies in cerebrospinal fluid (CSF). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 44 (1): 57-58.
- Román G., Sotelo J., Del Brutto OH., Flisser A., Dumas M., Wadia N., Botero D., Cruz M., Garcia H., de Bittencourt PR., 2000 : A proposal to declare neurocysticercosis an international reportable disease. *Bull WHO* 78: 399-406.
- Rottbeck R., Nshimiyimana JF., Tugirimana P., Düll UE., Sattler J., Hategekimana J-C., Hitayezu J., Bruckmaier I., Borchert M., Gahutu JB. et al., 2013 : High Prevalence of Cysticercosis in People with Epilepsy in Southern Rwanda. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 7 (11): e2558.
- Rushton J., 2011 : A Value Chain Approach to Animal Disease Risk Management Animal Production and Health Series. *Food and Agriculture Organisation*.
- Sáenz B., Ruiz-García M., Jiménez E., Hernández-Aguilar J., Suastegui R., Larralde C., Sciutto E., Fleury A., 2006 : Neurocysticercosis: Clinical, Radiologic, and Inflammatory Differences Between Children and Adults. *The Pediatric Infectious Disease Journal* 25 (9): 801-803.
- Sahu P., Parija S., Kumar D., Jayachandran S., Narayan S., 2014 : Comparative profile of circulating antigenic peptides in CSF, serum & urine from patients with neurocysticercosis diagnosed by immunoblotting. *Parasite immunology* 36 (10): 509-521.
- Sahu PS., Parija SC., Sahu PK., 2008 : Tear IgA-ELISA: a novel and sensitive method for diagnosis of ophthalmic cysticercosis. *Acta Trop* 106 (3): 168-74.
- Salazar-Anton F., Lindh J., 2011 : *Taenia solium*: a two-dimensional Western blotting method combined with the use of an EST-library for the identification of immunogenic proteins recognized by sera from neurocysticercosis patients. *Experimental parasitology* 128 (4):371-376.
- Saran RK., Rattan V., Rajwanshi A., Nijkawan R., Gupta SK., 1998 : Cysticercosis of the oral cavity: report of five cases and a review of literature. *International Journal of Paediatric Dentistry* 8 (4): 273-278.
- Sarti E., Schantz PM., Plancarte A., Wilson M., Gutierrez IO., Aguilera J., Roberts J., Flisser A., 1994 : Epidemiological investigation of *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in a rural village of Michoacan State, Mexico. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 88 (1): 49-52.
- Sarti E., Schantz PM., Plancarte A., Wilson M., Gutierrez IO., Lopez AS., Roberts J., Flisser A., 1992. Prevalence and risk factors for *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in humans and pigs in a village in Morelos, Mexico. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 46 (6): 677-685.
- Sato MO., Yamasaki H., Sako Y., Nakao M., Nakaya K., Plancarte A., Kassuku AA., Dorny P., Geerts S., Benitez-Ortiz W. et al., 2003 : Evaluation of tongue inspection and serology for diagnosis of *Taenia solium* cysticercosis in swine: usefulness of ELISA using purified glycoproteins and recombinant antigen. *Veterinary Parasitology* 111 (4): 309-322.
- Scheel CM., Khan A., Hancock K., Garcia HH., Gonzalez AE., Gilman RH., Tsang VC., Peru CWGi., 2005 : Serodiagnosis of neurocysticercosis using synthetic 8-kD proteins: comparison of assay formats. *The American journal of tropical medicine and hygiene* 73 (4): 771-776.
- Schmidt V., Sikasunge C., Odongo-Aginya E., Simukoko C., Mwanjali G., Alarakol S., Ovuga E., Matuja W., Kihamia C., Löscher T., 2015 : *Taenia solium* metacestode preparation in rural areas of sub-Saharan Africa: a source for diagnosis and research on cysticercosis. *African health sciences* 15 (1): 58-67.
- Schulz T., Randrianaivo EM., 1998 : Filières et marchés du porc d'Antananarivo: Pratiques sociales et économiques des bouchers et autres collecteurs de la capitale. Antananarivo: *Maison du Petit Elevage*.
- Sciutto E., Fragoso G., Fleury A., Lacleste JP., Sotelo J., Aluja A., Vargas L., Larralde C., 2000a : *Taenia solium* disease in humans and pigs: an ancient parasitosis disease rooted in developing countries and emerging as a major health problem of global dimensions. *Microbes Infect* 2 (15): 1875-90.
- Sciutto E., Fragoso G., Fleury A., Lacleste JP., Sotelo J., Aluja A., Vargas L., Larralde C., 2000b : *Taenia solium* disease in humans and pigs: an ancient parasitosis disease rooted in developing countries and emerging as a major health problem of global dimensions. *Microbes and Infection* 2: 1875-1890.
- Sciutto E., Fragoso G., Hernández M., Rosas G., Martínez J., Fleury A., Cervantes J., Aluja A., Larralde C., 2013 : Development of the S3Pvac vaccine against porcine *Taenia solium* cysticercosis: a historical review. *Journal of Parasitology* 99 (4): 686-92.
- Sciutto E., Fragoso G., Larralde C., 2011 : *Taenia crassiceps* as a model for *Taenia solium* and the S3Pvac vaccine. *Parasite immunology* 33 (1): 79-80.
- Sciutto E., Martinez JJ., Huerta M., Avila R., Fragoso G., Villalobos N., de Aluja A., Larralde C., 2003 : Familial clustering of *Taenia solium* cysticercosis in the rural pigs of Mexico: hints of genetic determinants in innate and acquired resistance to infection. *Veterinary Parasitology* 116 (3): 223-229.
- Sharma M., Beke N., Khurana S., Bhatti H., Sehgal R., Malla N., 2015 : An ocular cysticercosis case: Caused by Asian genotype of *Taenia solium*.
- Short J., Heiner D., Hsiao R., Andersen F., 1990 : Immunoglobulin E and G4 antibodies in cysticercosis. *Journal of clinical microbiology* 28 (7): 1635-1639.
- Sikasunge CS., Johansen MV., Willingham lii AL., Leifsson PS., Phiri IK., 2008 : *Taenia solium* porcine cysticercosis: Viability of cysticerci and persistency of antibodies and cysticercal antigens after treatment with oxfendazole. *Veterinary Parasitology* 158 (1-2): 57-66.
- Singh AK., Singh SK., Prasad KN., Singh A., Bajpai A., Rahman M., Rai RP., Gupta RK., Tripathi M., Husain N., 2013 : Evaluation of ELISA, neck muscle, tongue and eyelid examinations for the diagnosis of swine cysticercosis in a highly endemic area of north India. *Experimental Parasitology* 134 (3): 313-317.
- Singh G., Sander J., 2004 : Anticysticercal treatment and seizures in neurocysticercosis. *The Lancet Neurology* 3 (4): 207-208.
- Smith G., 1997 : The economics of parasite control: obstacles to creating reliable models *Veterinary Parasitology* 72: 437-449.
- Šoba B., Beovic B., Luznik Z., Skvarc M., Logar J., 2014 : Evidence of human neurocysticercosis in Slovenia. *Parasitology* 141 (04): 547-553.
- Sotelo J., Del Brutto O., Penagos P., Escobedo F., Torres B., Rodriguez-Carbajal J., Rubio-Donnadieu F., 1990 : Comparison of therapeutic regimen of anticysticercal drugs for parenchymal brain cysticercosis. *Journal of neurology* 237 (2): 69-72.
- Sotelo J., Escobedo F., Penagos P., 1988 : Albendazole vs praziquantel for therapy for neurocysticercosis: a controlled trial. *Archives of neurology* 45 (5): 532.
- Stafford GI., Pedersen ME., Van Staden J., Jäger AK., 2008 : Review on plants with CNS-effects used in traditional South African medicine against mental diseases. *Journal of Ethnopharmacology* 119 (3): 513-537.
- Storey GW., 1987 : Survival of tapeworm eggs, free and in proglottids, during simulated sewage treatment processes. *Water research* 21 (2): 199-203.
- Storey GW., Phillips RA., 1985 : The survival of parasite eggs throughout the soil profile. *Parasitology* 91(3): 585-590.
- Takayanagui OM., Odashima NS., 2006 : Clinical aspects of neurocysticercosis. *Parasitology International* 55, Supplement: S111-S115.
- Tejado LdA., Pozo KT., Palomino CB., de Dios de Vega JL., 2012 : Psychiatric manifestations of neurocysticercosis in paediatric patients. *BMJ Case Reports* 2012.

Thomas L., de Glanville W., Cook E., Fevre E., 2013 : The spatial ecology of free-ranging domestic pigs (*Sus scrofa*) in western Kenya. *BMC Veterinary Research* 9 (1): 46.

Thompson RCA., Conlan JV., 2011 : Emerging issues and parasite zoonoses in the SE Asian and Australasian region. *Veterinary Parasitology* 181 (1): 69-73.

Thussu A., Chattopadhyay A., Sawhney I., Khandelwal N., 2008 : Albendazole therapy for single small enhancing CT lesions (SSECTL) in the brain in epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 79 (3): 272-275.

Torgerson PR., Macpherson CNL., 2011 : The socioeconomic burden of parasitic zoonoses: Global trends. *Veterinary Parasitology* 182 (1): 79-95.

Tsang VCW., Brand JA., Boyer AE., 1989 : An Enzyme-Linked Immunoelctrotransfer Blot Assay and Glycoprotein Antigens for Diagnosing Human Cysticercosis (*Taenia solium*). *Journal of Infectious Diseases* 159 (1): 50-59.

Tsang VCW., Pilcher JA., Zhou W., Boyer AE., Kamango-Sollo EIP., Rhoads ML., Murrell KD., Schantz PM., Gilman RH., 1991 : Efficacy of the immunoblot assay for cysticercosis in pigs and modulated expression of distinct IgM/ IgG activities to *Taenia solium* antigens in experimental infections. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 29 (1-2): 69-78.

Uga S., Hoa N., Noda S., Moji K., Cong L., Aoki Y., Rai S., Fujimaki Y., 2009 : Parasite egg contamination of vegetables from a suburban market in Hanoi, Vietnam. *Nepal Med Coll J.* 11 (2): 75-8.

Vazquez ML., Jung H., Sotelo J., 1987 : Plasma levels of praziquantel decrease when dexamethasone is given simultaneously. *Neurology* 37 (9): 1561-1561.

Verbeke W., 2001 : The emerging role of traceability and information in demand-oriented livestock production. *Outlook on Agriculture* 30 (4): 249-255.

Wallin MT., Kurtzke JF., 2004 : Neurocysticercosis in the United States: review of an important emerging infection. *Neurology* 63 (9): 1559-64.

White JA., 2000 : Neurocysticercosis: updates on epidemiology, pathogenesis, diagnosis, and management. *Annu Rev Med* 51: 187-206.

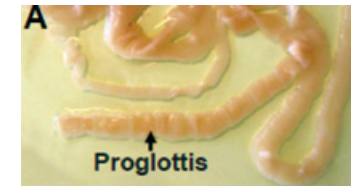
Winkler AS., 2013 : *Epilepsy and neurocysticercosis in sub-Saharan Africa*. INTECH Open Access Publisher.

Winkler AS., Willingham AL., Sikasunge CS., Schmutzhard E., 2009 : Epilepsy and neurocysticercosis in sub-Saharan Africa. *Wiener Klinische Wochenschrift* 121 (0): 3-12.

Yera H., Dupont D., Houze S., M'rad MB., Pilleux F., Sulahian A., Gatey C., Andrieu FG., Dupouy-Camet J., 2011 : Confirmation and follow-up of neurocysticercosis by real-time PCR in cerebrospinal fluid of patients living in France. *Journal of clinical microbiology: JCM.* 05839-11.

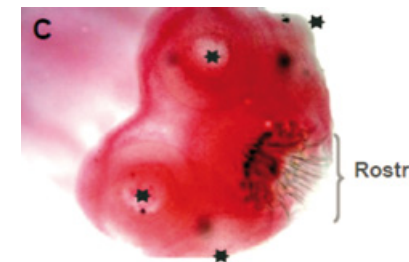
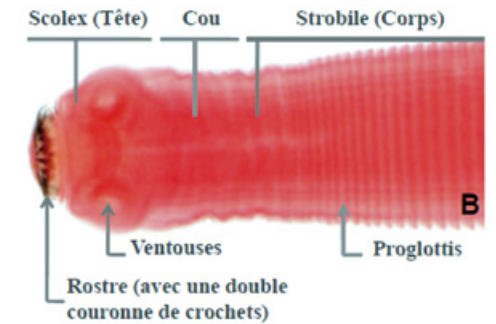
Zammarchi L., Strohmeier M., Bartalesi F., Bruno E., Muñoz J., Buonfrate D., Nicoletti A., García HH., Pozio E., Bartoloni A. *et al.*, 2013 : Epidemiology and management of cysticercosis and *Taenia solium* taeniasis in Europe, systematic review 1990-2011. *PLoS ONE* 8 (7): e69537.

Zoli A, Shey-Njila O., Assana E., Nguékam J-P., Dorny P., Brandt J., Geerts S., 2003 : Regional status, epidemiology and impact of *Taenia solium* cysticercosis in Western and Central Africa. *Acta Tropica* 87 (1): 35-42.



(A) Ver adulte de *T. solium* à l'œil nu. Le ver plat et segmenté est formé en moyenne par 1000 proglottis mesurant en moyenne 2 à 3 m de long mais peut atteindre 8 m.

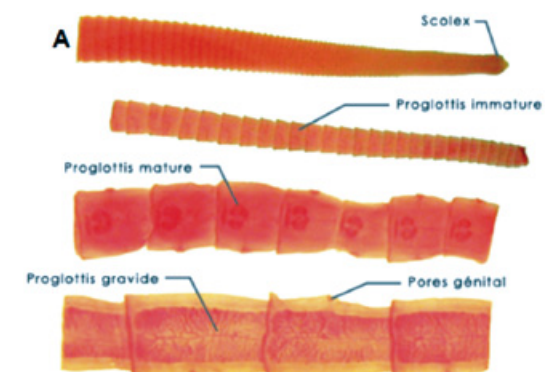
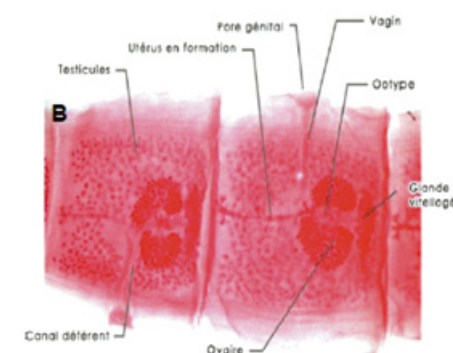
(B) Extrémité antérieure de *T. solium*. Le parasite est formé par 3 parties distinctes : le scolex (tête), le cou et le strobile (corps).



(C) Détails du socle du ver *T. solium*. Le scolex porte 4 ventouses (marqués par les étoiles grises) ou suçoirs circulaires et un rostre, muni d'une double couronne de crochets (au nombre de 22 à 32 avec alternance de gros et petits crochets servant d'organe de fixation du parasite aux muqueuses intestinales).

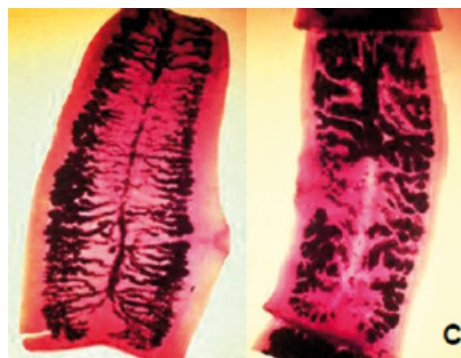
Figure 1 : La forme adulte du ver *Taenia solium*
(Source : adapté de http://www.parasitologie.uhp-nancy.fr/cycles/diaporama.php?nom_fichier=taenia_solium/diaporama1/taenia_solium_1.xml)

(A) Evolution des proglottis de *T. solium* (colorés au carmin). Les proglottis immatures plus larges que longs sont formés au niveau de la zone de prolifération faisant suite au cou en arrière du scolex. Ils deviennent ensuite matures et enfin gravides où leur forme est aussi longue que large. Ces proglottis gravides se détachent du corps du ténia, et migrent vers l'anus pour passer dans les selles (environ 6 par jour).



(B) Détail de proglottis matures d'un ver adulte de *T. solium* observé au microscope après coloration au carmin: les organes génitaux mâles et femelles sont bien différenciés et visibles.

(Source : http://www.parasitologie.uhp-nancy.fr/cycles/diaporama.php?nom_fichier=taenia_solium/diaporama1/taenia_solium_1.xml)

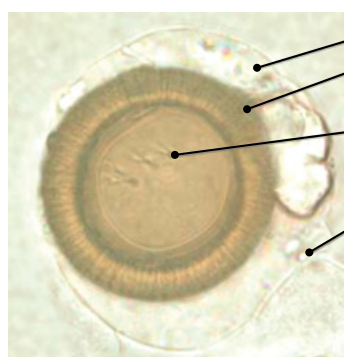


(C) Détail d'un proglottis mature d'un ver adulte de *T. saginata* (gauche) et *T. solium* (droit) observé au microscope après coloration au carmin.

Noter dans l'utérus, la présence de nombreuses ramifications (15 à 30) dichotomiques chez *T. saginata* et moins de ramifications latérales (7 à 10 branches) plus épaisses et dendritiques chez *T. solium*.

(Source : Parasitologie Mycologie. CHU Lille. E. Dutoit.)

Figure 2 : L'évolution de la forme adulte de *Taenia solium*



Coque externe (rarement présente)
Coque interne striée
Crochets (6 dont 4 visibles)
Globule graisseux

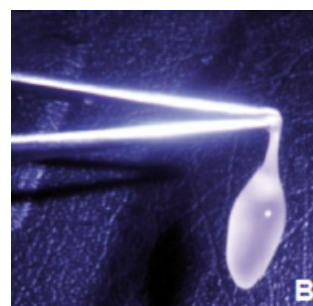
(Source : Adapté d'une photo présentée par Centers for Disease Control and Prevention. DPDx : Taeniasis. www.cdc.gov/dpdx/taeniasis/index.html)

Figure 3 : Observation microscopique sans coloration d'un œuf de *Taenia sp.*

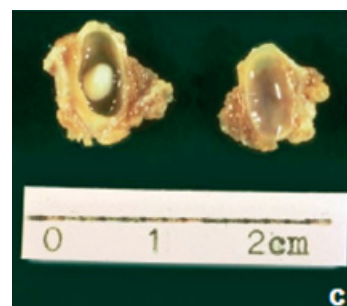
Les œufs de différentes espèces de *Taenia* sont indiscernables les uns des autres. L'embryophore contient l'embryon hexacanthé car il possède six crochets réfringents



(A) Photo d'un morceau de viande de porc ayant la cysticerose porcine. Quelques cysticercs sont indiqués par les flèches noires.



(B) Les cysticercs peuvent être isolés intacts à l'aide d'une pince. La vésicule transparente est remplie de liquide.



(C) Une fois vidée de son contenu liquide, le scolex bien individualisé est visible dans la vésicule de cysticercus (à gauche).

Figure 4 : La forme larvaire de *Taenia solium* ou cysticercus

Source : <http://umvf-osma.ru/cycles/campus-parasitologie-mycologie/cycle2/poly/2913ico.html>

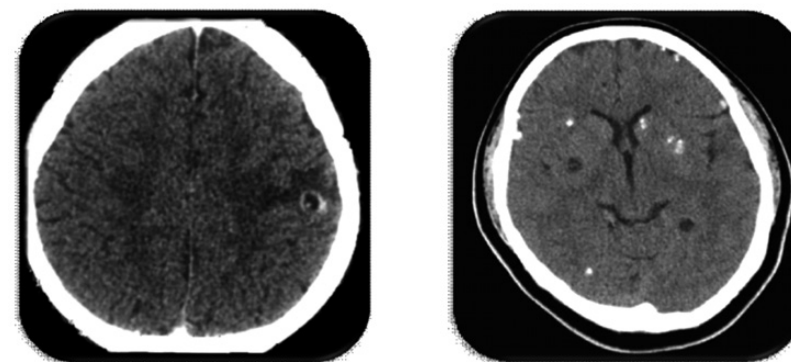


Figure 5 : Images scanographiques cérébrales illustrant les quatre (A, B, C et D) stades d'évolution de la neurocysticerose

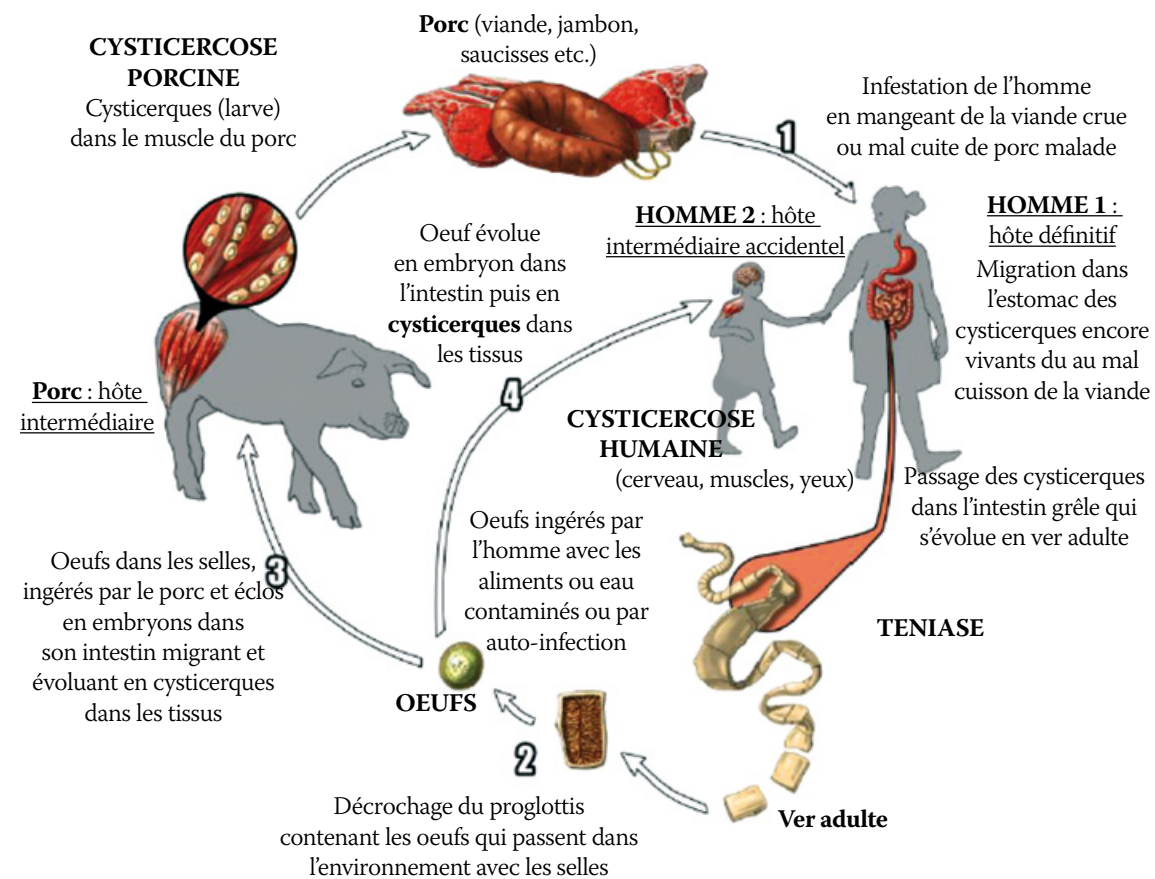


Figure 6 : Cycle de vie *Taenia solium*

Source : adapté de Rasamoelina-Andriamanivo et al., 2013,

« Control of cysticercosis in Madagascar: beware of the pitfalls ». Trends Parasitol 29, 538-547

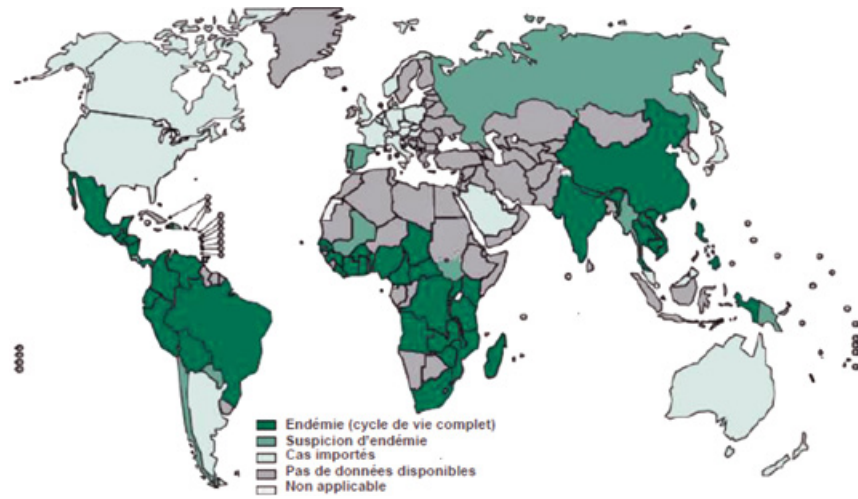
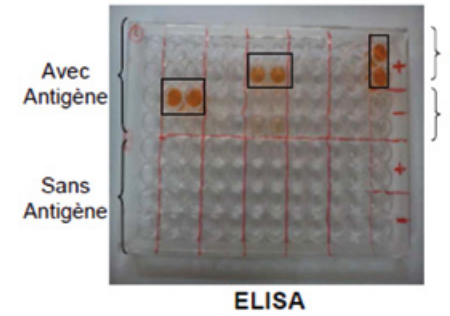


Figure 7 : Pays et zones exposés au Ténia et à la cysticerose, 2012. Source : Reproduction autorisée par l'éditeur, tirée de « Neglected Tropical Diseases : a statistical update, latest data available », page 25, OMS 2014



Figure 8 : Cœur d'un porc de race locale malgache massivement infesté



A : Plaque ELISA avec des antigènes fixés sur la moitié des puits. Dans le sérum d'une personne malade (+, encadré), l'interaction entre ces antigènes et les anticorps spécifiques de la cysticerose est révélée par une coloration dans le puits. Chez une personne saine (-) le puits reste incolore. Chaque sérum est testé deux fois (deux puits adjacents) aussi bien sur la partie avec des antigènes que sur la partie où rien n'est fixé.

B : Bandelettes de Western Blot montrant, sous forme de bandes, les protéines (antigènes) extraites de la membrane de cysticerque qui reconnaissent les anticorps spécifiques de la cysticerose dans le sérum d'une personne malade (+). Les bandes sont absentes (sérum sans anticorps) quand le sujet est sain (-). Les tailles des antigènes sont indiquées en kDaltons.

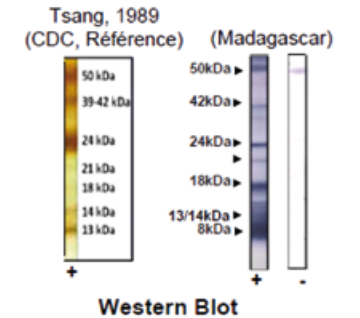


Figure 9 : Tests ELISA et Western Blot utilisant les antigènes membranaires extraits des cysticerques selon la méthode de Tsang, 1989



Figure 10 : L'élevage de porc



L'élevage en divagation (à gauche) constitue le principal type d'élevage de porc à Madagascar, avec lequel les facteurs de risque (déjections humaines, aliments et eaux contaminés etc.) se démultiplient. L'élevage fermé (à droite) constitue toujours un réservoir potentiel malgré que les animaux soient maintenus dans un élevage clos. La provenance originelle de leur alimentation à base de déchets de cuisine, est non vérifiée.

Ces types d'élevage sont une des causes qui font que la contamination persiste et qu'il est difficile de rompre le cycle à Madagascar.



Figure 11 : Quelques photos illustrant le problème de salubrité à Majunga, Madagascar



Figure 13 : Vente de porc au marché d'Imeritsiatosika
Le marché d'Imeritsiatosika à 30 km de la capitale malgache est le principal carrefour d'approvisionnement et de vente de porc pour les bouchers et éleveurs d'Antananarivo



Dessin : Antso Andrianary

Figure 12 : Le péril fécal - Les principales sources de contamination sont l'eau et les aliments

Recherche interdisciplinaire pour le développement durable

Application à différentes thématiques de territoire

et la biodiversité des espaces ruraux malgaches

Direction scientifique
Hervé Duchaufour

Editeurs scientifiques
Tantely Razafimbelo-Andriamifidy
Jacqueline Rakotoarisoa
Bruno Ramamonjisoa
Rakotondravao





Recherche interdisciplinaire pour le développement durable

Application à différentes thématiques de territoire

et la biodiversité des espaces ruraux malgaches

Direction scientifique

Hervé Duchaufour

Editeurs scientifiques

Tantely Razafimbelo-Andriamifidy

Jacqueline Rakotoarisoa

Bruno Ramamonjisoa

Rakotondravao

Antananarivo 2016



Mise au point des manuscrits et mise aux normes de la collection PARRUR

Hervé DUCHAUFOR

Graphisme

Arsène Andriantsiferana, GROOVY ARTISTIK

Référence de l'ouvrage pour citation

DUCHAUFOR H., RAZAFIMBELO T., RAKOTOARISOA J., RAMAMONJISOA B. et RAKOTONDRAVAO (Editeurs Scientifiques) - (2016) : Recherche interdisciplinaire pour le développement durable et la biodiversité des espaces ruraux malgaches. Application à différentes thématiques de territoire. Actes du projet FSP PARRUR « Partenariat et Recherche dans le secteur RURal ». Antananarivo SCAC/PARRUR, Ed. MYE, 400 pages



Fiarovana amin'ny riaka / La lutte contre l'érosion

© PARRUR, 2016

ISBN : 000-0-0000-0000-0

Préface

Dr Claudine RAMIARISON

Directeur Général de la Recherche Scientifique

Des collectifs de recherche pour pérenniser les agroécosystèmes

La redynamisation de la recherche est au centre des préoccupations à Madagascar depuis ces dernières années. L'adaptation et le renouvellement de ses outils et méthodes face au contexte dans lequel elle évolue, sont indispensables afin d'améliorer les performances et lui permettre de prendre sa place dans le paysage économique et social du pays. La recherche a été marquée par d'importantes évolutions visant à lui donner plus de lisibilité.

Le présent ouvrage s'inscrit dans cette nouvelle dynamique de la R&D à Madagascar apportée par la stratégie nationale de la Recherche adoptée en 2013, ainsi que par les récents plans directeurs de la recherche, plus particulièrement celui portant sur l'agriculture, la sécurité alimentaire et nutritionnelle et, celui traitant de l'environnement et du changement climatique. Il porte sur l'analyse des multiples facettes du développement rural et de l'agriculture malgache, domaines de recherche ayant toujours fait partie des priorités à Madagascar.

C'est un recueil de travaux menés tout au long de ces cinq dernières années, avec le soutien du projet Fonds de Solidarité Prioritaire « Partenariat et Recherche dans le secteur RURal », sur des thématiques très diversifiées du développement rural. Ces recherches répondent aux enjeux qui sont à la fois naturel, environnemental, économique, social et culturel.

Les besoins de la R&D actuels vont, en effet, au-delà des inventaires et de l'amélioration des connaissances, puisque de plus en plus les attentes de la population tendent vers la satisfaction des besoins économiques et vers une dimension de valorisation des ressources naturelles.

Accroissement de la demande agricole, baisse de la productivité, capacités de résilience face au changement climatique, font partie des enjeux pour lesquels des attentes sont fortement exprimées par la population et auxquels cet ouvrage donne des éléments de réponses. Ce qui le rend d'autant plus pertinents pour les prises de décision dans ce secteur de l'économie nationale.

Les thématiques traitées ont fait appel à des chercheurs d'origine diversifiée, nationaux comme internationaux, regroupés au sein de collectifs créés à cet effet. Elles abordent des sujets d'actualité, tels que les normes et la qualité des produits de rente, les enjeux et impacts du changement climatique, à travers les recherches sur le carbone du sol, les paiements pour les services environnementaux, l'analyse de certaines filières à forte valeur ajoutée ou encore, les problèmes de santé animale. En outre, la relance de certaines productions qui ont fait la renommée de Madagascar, les mécanismes de marché, ont fait l'objet d'études présentées dans cet ouvrage.

Les approches dans la réalisation de ces travaux ont voulu innover, démontrant que les filières agricoles révèlent de multiples facettes et ne sont pas uniquement l'apanage d'une discipline unique ou encore d'une institution. Elles concernent aussi d'autres champs relevant des sciences de la nature et de l'environnement, ceux de la société et de la culture qui ont leurs apports dans la recherche sur le développement rural, les résultats obtenus s'en trouvent d'autant plus riches.

Le ton a été donné dès l'ouverture même des appels d'offre lancés requérant l'interdisciplinarité dans la composition des équipes, impliquant des opérateurs et autres utilisateurs des résultats et la collaboration entre institutions nationales et internationales.

L'objectif de cette mutualisation des ressources humaines et matérielles est d'optimiser les échanges de savoir-faire et de méthodes. Ce qui peut donner des résultats inattendus au sein de chaque collectif.

Ces collectifs créés constituent en tant que tel des dispositifs visant à améliorer l'efficacité des politiques de gestion même de la recherche à Madagascar. En tant que méthode, ils font partie de l'apprentissage dans ce contexte de mondialisation.

Les interactions entre formation-recherche-action, l'implication d'étudiants, de jeunes chercheurs, de doctorants aux côtés de chercheurs seniors et des partenaires traduisent une volonté de former à la recherche par la recherche, tel que préconisée dans la stratégie nationale de l'année 2013. Cette démarche répond aux besoins de former une relève permettant de pallier au vieillissement progressif du personnel chercheur et enseignant.

La pérennisation de ces approches de mutualisation par l'intermédiaire de ces pôles de compétence ou collectifs promus par la Stratégie Nationale de la Recherche de 2013, est destinée à faire avancer les réflexions scientifiques et, dans le cas présent, pour le bénéfice du développement rural à Madagascar. Elle devient un impératif pour améliorer les performances. Elles commencent à être visibles, plus particulièrement avec la collaboration progressive entre les écoles doctorales et les centres nationaux de recherche, dans le développement de projets communs, visant à rationaliser les activités et les fonctions.

Certes, il existe des contraintes liées à des cloisonnements disciplinaires que les chercheurs doivent surmonter. Mais les travaux menés dans le cadre du FSP PARRUR qui sont présentés dans le présent ouvrage, ont valeur d'expériences pour la conduite de recherche mutualisée dans le domaine du développement rural.

La pertinence des approches peut être appréciée à travers les résultats des travaux menés ; de même, les échanges au sein des équipes pluridisciplinaires permettent de mieux faire face aux enjeux et défis nouveaux.



« Les connaissances sont de plus en plus segmentées et les problèmes à résoudre de plus en plus complexes et globaux »
Edgar Morin, article du journal Le Monde du 27/02/1998

Présentation

Hervé DUCHAUFOR

Chef de projet PARRUR

Coopération franco-malgache en appui à
l'Enseignement Supérieur et à la Recherche Scientifique

Un pays riche, des territoires variés mais une ruralité stagnante et pauvre !

L'étendue des territoires de Madagascar lui permet de disposer d'un potentiel agricole considérable à l'image de la diversité de ses produits agricoles, de sa richesse de cultures d'exportations (cacao, vanille, litchi, épices...) et de ses ressources naturelles dont la plupart sont autant emblématiques qu'endémiques.

Bien que le secteur agricole emploie 86 % de la population nationale dont 60 % de jeunes, il ne contribue qu'à 26 % du PIB du pays (Note d'Orientation Politique du PSAEP-CAADP, 2014). Le développement de son agriculture, insuffisamment utilisée et dominée par la riziculture et l'élevage bovin, se heurte à de nombreux problèmes auxquels s'ajoute une faiblesse de la gouvernance des sous-secteurs AEP¹. Les petits producteurs agricoles souffrent de l'accès insuffisant aux marchés et aux financements destinés à l'achat d'intrants, aux investissements nécessaires pour améliorer les performances de leur agriculture familiale et de la faiblesse de la couverture sanitaire et de la santé publique. Nombreux sont les pauvres des régions reculées les moins favorisées qui ne peuvent profiter des technologies mises au point par la Recherche-Développement en particulier dans les territoires où les politiques publiques ne sont pas porteuses.

Néanmoins, grâce à leur savoir-faire et leurs modes d'organisation autochtones, les populations rurales luttent contre la crise alimentaire et font face au changement climatique en recherchant et adaptant par eux-mêmes des modes de production et d'organisation informels. Les solutions créatives de ces petits exploitants peuvent être une source d'amélioration et d'intensification de la productivité agricole dans les régions aux conditions climatiques les plus favorables et riches en ressources mais leurs actions informelles ne sont pas forcément durables.

Le rôle de la recherche pour le développement durable et la sécurité alimentaire à Madagascar

Le développement de la recherche et de l'innovation dans le secteur rural formel s'est accéléré ces trente dernières années grâce à la création des Centres Nationaux de Recherche (CNR) qui ont appliqué des méthodes scientifiques dans les économies des zones rurales malagasy. Depuis les années 90, les priorités

¹ AEP : Agriculture-Elevage-Pêche.

de la Recherche-Développement dans les sous-secteurs AEP ont été définies par les pouvoirs publics avec l'aide des institutions de recherche internationales et des Partenaires Techniques Financiers (PTF), en proposant comme nouvelle orientation, l'intensification et le développement durables contre la réduction de la pauvreté et l'insécurité alimentaire, tout en conciliant une croissance économique rapide (PSAEP-COMPACT, 2015).

La Recherche-Développement s'est adossée aux politiques publiques opérées à travers les nombreux programmes et projets portés par les documents de références qui se sont échelonnés au fil des années (DSRP, LPDR, PNDR, MAP, SNRD, PNIAEP, PSAEP-COMPACT). Devant l'étendue des contraintes et des problèmes du paysannat rural, son rôle et son importance pour le développement à Madagascar sont indéniables : sa vocation est de répondre aux enjeux cruciaux en matière de sécurité alimentaire, de nutrition, d'augmentation des revenus et de conditions de vie des petits producteurs ruraux, tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement.

Répondre à de nouveaux défis

Au-delà des questions d'augmentation de la production et d'intensification agricole, la recherche dans le secteur rural malgache doit tenir compte des nouveaux défis liés à la mondialisation et au changement climatique. Le chercheur est désormais contraint à sortir de sa tour d'ivoire en ciblant ses objectifs de recherche en fonction des conditions locales, en se souciant d'associer les ruraux les plus défavorisés en tant qu'acteurs et en les aidant à se libérer de leur pauvreté par différents moyens :

- Amélioration de la nutrition (*productivité et qualité d'un produit*) ;
- Augmentation de la résilience (*durabilité et viabilité d'un espace/milieu/espèce*) ;
- Adaptation au changement climatique (*agriculture intelligente face au changement du climat*) ;
- Accès équitable aux ressources naturelles productives en améliorant leur utilisation post-récolte et accès à la technologie génétique (*partage juste et équitable des avantages liés aux ressources*) ;
- Accès à l'information des prix aux marchés (*traçabilité des prix agricoles pour tous*) ;
- ... Mais aussi par la préservation de la biodiversité qui constitue, avec la terre et l'eau, leur première richesse patrimoniale.

Etablir de nouvelles relations entre la recherche et les populations rurales

Lorsque l'on parle de développement rural, le terme dépasse la simple notion de développement agricole. Il englobe l'espace rural où les « agricultures » sont au centre du système socio-économique mais au sein duquel il existe des fonctionnalités multiples et des activités diversifiées pour lesquelles le chercheur, en lien avec le développeur, les intégrera sur le terrain dans un objectif de développement cohérent.

Ainsi, pour mieux servir l'économie, l'environnement et la société des territoires ruraux, les chercheurs ont rénové leurs méthodes de recherche avec des approches plus intégratives et participatives mettant l'agriculteur au premier plan, ceci à chaque étape du processus d'innovation. L'interdisciplinarité, l'approche systémique et la démarche itérative sont devenues leur « *modus operandi* » et s'inscrivent dans cette optique de développement durable et solidaire donnant aujourd'hui plus de crédibilité aux collectifs de recherche qui désormais mettent en place la participation effective des bénéficiaires à la définition et à la mise en œuvre des priorités de la recherche.

Création d'un fonds compétitif

Le Document Cadre de Partenariat (DCP) Madagascar/France (2006-2010) a retenu le secteur du développement rural comme un axe prioritaire de la coopération franco-malgache et la protection de la biodiversité ainsi que le renforcement des capacités par l'enseignement supérieur et la recherche comme des domaines transversaux de partenariat à privilégier. C'est ainsi que le Projet PARRUR (« Partenariat et Recherche dans le secteur RURAL »), financé sur le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP) de la coopération française, a été conçu en 2009 pour favoriser le décloisonnement de la recherche malgache dans le secteur du développement rural² par la promotion de dispositifs en partenariat, en lien avec les communautés scientifiques régionale et internationale.

Le FSP PARRUR a été appelé à financer des projets de Recherche-Développement pour promouvoir le secteur rural, construits sur la base de trois critères distinctifs : « Partenariat, interdisciplinarité et mutualisation des compétences » et répondant à trois objectifs spécifiques :

- Recherche sur des systèmes innovants (production et filière) ;
- Renforcement des capacités des producteurs et développement d'innovations technologiques à fort impact ;
- Valorisation des résultats de la recherche auprès des bénéficiaires.

Trois appels à propositions ont été lancés entre 2010 et 2013, chacun ciblant des thématiques spécifiques au développement des espaces ruraux et pour lesquelles se sont constitués des collectifs de recherche pluridisciplinaires regroupant des acteurs de la Recherche-Développement franco-malgache : i) en premier lieu des équipes de la recherche publique issues des CNR et du réseau universitaire malgaches (étudiants de master et des écoles doctorales) ; ii) des chercheurs d'institutions de recherche françaises (IRD, CIRAD, IP, INRA, IFREMER et CNRS) ; iii) des acteurs de terrain représentés le plus souvent par des associations paysannes et des ONG des secteurs environnemental, agricole, agroalimentaire et halieutique ; enfin, iv) des opérateurs du développement à l'exemple des services déconcentrés de l'Etat, des organisations professionnelles ou des entreprises à vocation commerciale.

Les projets ont été sélectionnés par un comité scientifique (indépendant du comité de pilotage) comprenant des scientifiques issus des milieux de la recherche franco-malgache. Ce comité était co-présidé par le chef de projet et une personnalité scientifique indépendante.

Au total, quatorze collectifs ont reçu une subvention allant de 32 à 75 K€ par projet. Chacune des équipes constituées a réuni entre 10 et 20 chercheurs de disciplines différentes. Cet ouvrage présente le résultat scientifique de onze d'entre eux et vient compléter la liste des ouvrages déjà parus dans la collection des éditions PARRUR³.

² Secteur qui fait référence aux domaines de l'agronomie, foresterie, l'environnement, les sciences économiques et sociales.

³ Collectif SYLVA TERRA (2014) : La terre : A qui, pour qui, pourquoi ? (CITE-PARRUR, 196 pages) ; Collectif FPPSM (2015) : Transitions agraires au Sud de Madagascar. Résilience et viabilité, deux facettes de la conservation (IRD- PARRUR, 366 pages).

Les collectifs de recherche « PARRUR » : Un exemple de recherche thématique pluridisciplinaire pour un modèle de développement rural

Parmi les onze projets, plusieurs font état de « recherches-filières » importantes pour l'alimentation humaine ou pour des opportunités de revenus pour les populations rurales. Le développement d'itinéraires techniques, la mise au point de méthodes de lutte et de leur diffusion auprès des producteurs et l'adoption de technologie de transformation constituent l'axe prioritaire de leurs travaux de recherche. Selon les sujets traités, les collectifs ont répondu aux différents défis exposés en fonction des modèles et des techniques dont les groupes cibles ont besoin :

- **« Réveiller un trésor en sommeil », tel est le slogan porté par les PTF pour relancer la cacaoculture du Sambirano. La recherche y participe ! :**

Grâce à la combinaison d'un climat chaud et humide et de la fertilité du sol, la vallée du Sambirano peut produire les 3 principales variétés de cacao les plus demandées dans le monde. Entre les années 1960 et 1972, l'Institut Français du Café et du Cacao (IFCC) a effectué des recherches sur la sélection de variétés de plants de cacao (Criollo pure - Trinitario hybride), recherches qui ont ensuite été abandonnées durant plus de quarante années. Ces anciennes recherches sur les variétés et les introductions de plants dans les vergers font que le cacao malgache est considéré aujourd'hui comme l'un des meilleurs du monde en obtenant en 2015 le label Cacao Fine de l'Organisation Internationale du Cacao (ICCO-Londres). Les travaux du collectif ont consisté à relancer de toute urgence la recherche sur la **sélection variétale de plants de cacao (chapitre 1)** à partir des 22 clones rescapés des anciennes collections de l'IFCC. Deux procédés ont visé à rehausser la qualité organoleptique des fèves, l'un consistant à la création de champs semenciers biclonaux à partir de la multiplication végétative de plants, le second par la multiplication par embryogénèse somatique des clones sélectionnés. Durant les cinq prochaines années, la recherche s'est engagée à produire plus de 3 millions de plants Criollo/Trinitario pour le compte du projet « Pôles Intégrés de Croissance et Corridors » (PIC2)⁴. En même temps, un important volet de sensibilisation et d'accompagnement à la rénovation des vergers paysans est programmé pour les prochaines années ;

- **Valoriser des espèces à fort potentiel de rente, destinées à l'exportation :**

L'une d'entre elles, peu connue, **le tsiperifery (chapitre 3)**, fait partie des épices rares, recherchées et appréciées des pays consommateurs sous le nom générique de « poivre sauvage à queue ». Cette espèce endémique à Madagascar offre des opportunités de diversification d'activités et de revenus pour les populations rurales mais la désorganisation de la filière et les pratiques de récolte destructives et incontrôlées nécessitent de mettre en place rapidement des techniques de récolte et post-récolte plus durables et de domestiquer le poivrier en le sélectionnant en fonction de la qualité des morphotypes identifiés. D'autres, comme le **girofle (chapitre 2)**, font la renommée de Madagascar à l'exportation. Toutes les parties du giroflier - feuilles, fleurs et fruits - ont des propriétés aromatiques mais leurs caractères parfumés varient selon les stades phénologiques de la plante et les techniques post-récoltes pratiquées. Les recherches ont non seulement permis d'identifier les optimums de qualité et de rendement des huiles essentielles extraites de ces différents matériels végétaux (feuilles et clous) mais aussi contribuent à réduire significativement la consommation en bois-énergie nécessaire à leur extraction ;

- **Assurer aux agriculteurs des Hauts Plateaux un accès à des semences et plants de bonne qualité adaptés localement** afin de lutter contre les maladies et ravageurs de grandes cultures (riz pluvial et pomme de terre) :

La **pyriculariose du riz pluvial (chapitre 4)**, maladie provoquée par un champignon, largement répandue dans les bassins de production malgaches, peut provoquer des ravages lorsque les conditions sont favorables atteignant parfois des pertes jusqu'à 100% de la récolte. De même, le **flétrissement bactérien de la pomme de terre (chapitre 5)** causé par un pathogène bactérien provoque de graves pertes dans les zones de production d'altitude du Vakinankaratra. Le succès des moyens de lutte contre ces maladies s'est développé grâce à la disponibilité et la diffusion de technologies avancées par la Recherche-Développement lesquels contribuent significativement à la sécurité alimentaire de ces régions d'altitude. L'objectif consiste à accroître la production du riz pluvial et de pommes de terre tout en protégeant les producteurs et l'environnement grâce à l'adoption d'une approche holistique intégrée de protection des cultures : sélection de variétés résistantes (plants et semences sains) qui réduisent le développement de la maladie et des parasites courants et adoption de pratiques culturales améliorées (rotation des cultures, compostage, plantes de couvertures) qui améliorent la qualité des sols ;

L'instabilité et l'envolée des prix agricoles sont néfastes autant pour les producteurs que les consommateurs les plus pauvres. Ce thème est au cœur des débats politiques lorsqu'il est suivi de crises alimentaires dans les pays les plus vulnérables et les plus sensibles aux aléas climatiques (cyclones, sécheresse) et attaques de criquets. La question de la gestion de l'instabilité des prix et de leurs instruments devient un sujet d'actualité qui préoccupe et mobilise de plus en plus les chercheurs et leurs partenaires. Leur objectif est de mettre en place des systèmes d'information efficaces et bon marché dont l'effet permettrait de limiter les obstacles à l'accès aux marchés et à la détérioration des termes de l'échange entre les zones rurales pauvres et les principaux marchés. Cependant, si la mondialisation et le progrès technique sont en effet associés à toute une série d'évolutions technologiques touchant les systèmes d'information, la production, les biens et les services, une des questions que le chercheur se pose est de savoir si ces avantages sont pour autant généralisables et uniformes et donc profitables pour tous.

- **Comment faire accéder et profiter aux ruraux les plus pauvres des technologies de l'information et de la communication pour faire face à la libre concurrence et à la « défaillance » des prix des marchés ? :**

Un collectif et ses partenaires, un opérateur privé et des ONG, se sont interrogés sur l'opérationnalisation et le bienfondé des **Systèmes d'Information des Marchés (SIM) au niveau de la filière riz (chapitre 6)**. Leurs études ont comparé deux bassins de productions à Madagascar, l'un bien desservi et proche de la capitale, le second enclavé avec des services d'infrastructures et de réseau routier défaillants. Les travaux ont porté sur deux aspects : i) analyse de l'impact des améliorations de communication dont l'effet attendu est d'homogénéiser la demande, et ii) le suivi des niveaux de concurrence sur les marchés. Différentes catégories d'acteurs intervenant dans la chaîne de commercialisation et distribution du riz ont été enquêtées, des petits producteurs les plus pauvres et les plus reculés qui bénéficient le moins de ces services jusqu'aux plus gros collecteurs et revendeurs dont les stratégies de commercialisation intensifient la concurrence des prix des principaux marchés. Les résultats de leur expertise scientifique mettent clairement en évidence la nécessité d'anticiper les besoins et la définition d'une politique de stabilisation des prix ainsi que l'émergence d'une forme de gouvernance au niveau des marchés impliquant de fait, une certaine coordination entre l'Etat et les acteurs privés les plus influents de la filière. Au niveau des territoires de production, les programmes d'appui à la filière ont le devoir de mettre en avant des stratégies d'action qui permettraient d'élargir le marché ; celles-ci passeraient d'une part par le développement de l'esprit d'entreprise et de la gestion communautaire des stocks des populations pauvres, et d'autre part par des échanges équitables et formels entre grands et petits producteurs.

⁴ Contrat entre la station de recherche du FOFIFA à Ambanja et le projet PIC2.

L'élevage est un enjeu majeur à Madagascar puisque l'animal constitue une source d'alimentation pour la famille et une source de revenus et d'épargne pour les exploitants. Dans le domaine de la santé animale, la situation de Madagascar fait face à des maladies responsables d'épizooties meurtrières ainsi que de zoonoses majeures qui sont loin d'être globalement maîtrisées faute de campagnes de sensibilisation et de vaccination adaptées à l'échelle du pays. Les recherches effectuées par deux collectifs ont d'abord une vocation sanitaire afin de réorienter les actions vis à vis de certaines de ces maladies qui ont essentiellement un impact économique. Elles contribuent également à faire face aux crises sanitaires qui peuvent se développer localement et qui souvent, mobilisent des moyens financiers et humains considérables.

- **Mieux connaître la diversité génétique du matériel halieutique pour accroître la performance zootechnique des produits piscicoles :**

Depuis plus d'un demi-siècle à Madagascar, le succès de la *pisciculture familiale et de la rizipisciculture (chapitre 7)* chez les petits producteurs d'alevins (écloserie paysanne) et éleveurs-pisciculteurs (grossissement) est grandissant. Cette augmentation de la production piscicole, notamment du tilapia et de la carpe, réduit significativement l'insécurité alimentaire et la malnutrition des populations rurales. Cependant, cette intensification et accélération piscicole n'ont jamais fait l'objet de recherche intensive et de suivi sur le développement des souches introduites par les centres d'expérimentations de l'époque. Un collectif s'est constitué pour dédier ses recherches à la génétique de la carpe (comparée parallèlement à celle du tilapia) à Madagascar. Une approche globale de la gestion de la variabilité génétique chez les populations de carpe, fondée à la fois sur un examen des pratiques et sur des études génétiques des populations de carpe montre l'adaptation des poissons aux différents milieux, sauvages et d'élevage, et l'existence de trois populations de carpe différentes sur le plan génétique qui seraient la conséquence des différentes introductions successives. Ces résultats apportent de précieuses informations pour l'élaboration des stratégies d'appui à ce secteur.

- **Participer à la mise en place d'une bonne politique de lutte contre la cysticercose et la maladie de Newcastle qui constituent un problème de santé publique important à Madagascar :**

La prévalence active de la *cysticercose (chapitre 9)* y est estimée à 10%. Elle indique une forte endémicité qui place le pays parmi les plus touchés du monde. Elle peut atteindre les sujets de tous les âges et est présente aussi bien en milieu urbain qu'en milieu rural. La maladie de *Newcastle (chapitre 8)* quant à elle, est la première maladie des volailles à Madagascar. Elle est présente dans tout le pays et occasionne une perte économique importante liée à la propagation de ce virus, souvent négligé par les éleveurs de volailles. Ces derniers accordent insuffisamment d'importance aux mortalités répétées au sein de leur cheptel alors que ces deux maladies constituent une grande menace pour la santé animale et celle des consommateurs. A cela s'ajoute le manque de sensibilisation des éleveurs concernant les épidémies qui rend très difficile le suivi et la maîtrise des dispositifs d'épidémiologie-surveillance (FERT-FIFATA, 2012). Deux collectifs ont donc consacré leurs efforts de recherche pour mettre en place des mesures efficaces de *lutte contre ces deux maladies animales*. Leurs objectifs à moyen terme est d'entraîner une chute importante de la prévalence en améliorant les performances productives de ces élevages (porcs et volailles) au niveau de l'exploitation, de maîtriser les épidémies et de protéger les consommateurs.

Il est présent dans les esprits de tous les malgaches, mais aussi celui des touristes vazaha. *Le baobab (chapitre 10)* est un arbre qui détient tous les records, celui de longévité, de tour de circonférence... Appartenant aux espèces succulentes, le parenchyme spongieux de son tronc se gorge d'eau, ce qui lui permet ainsi de résister à de longues sécheresses. Sur les huit espèces dans le monde, six sur les sept présentes à Madagascar sont endémiques et classées sur la liste rouge des espèces en danger d'extinction

par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Aujourd'hui, les parcs forestiers à forte population de baobabs de l'Ouest de Madagascar se réduisent comme une peau de chagrin et ces géants se retrouvent de plus en plus isolés au milieu d'un espace agricole voué à l'agriculture vivrière sur brûlis (hatsaky). Depuis longtemps, les chercheurs se sont intéressés à ces arbres emblématiques ; un collectif impliquant des spécialistes seniors et de jeunes doctorants, a voué entièrement ses travaux de recherche à la compréhension de la résilience de ces espèces dans le but de préserver leur biodiversité. La biologie des baobabs est particulièrement difficile à étudier : la floraison s'étale sur une courte période et les fleurs, éphémères, éclosent la nuit. En revanche, les fruits (graines des drupes) présentent un épais tégument résistant qui permet à la graine de persister plusieurs mois en attendant les conditions les plus favorables à la germination. De jeunes chercheurs se sont intéressés aux différents modes de reproduction des baobabs de l'Ouest malgache : du parfum émis par les fleurs qui attire les visiteurs-pollinisateurs ; de la levée tégumentaire des graines dans le transit intestinal de grands vertébrés ; de leur dispersion sur de grandes distances par l'eau ; de la prédation des jeunes pousses par les achatines. Le lecteur découvrira toutes ces caractéristiques écosystémiques qui font que cet arbre se régénère tant bien que mal malgré un milieu environnant de plus en plus hostile.

La littérature scientifique regorge d'exemples de modes d'utilisation des sols maximisant l'utilisation de l'énergie lumineuse et de l'eau pour optimiser la production de biomasse, développer les cycles des minéraux et de la matière organique, éviter les pertes en eau, jouer sur les effets allopathiques entre les plantes et les microorganismes et enfin, tirer parti des caractéristiques de diverses espèces cultivées pour minimiser la compétition entre elles et maximiser leurs complémentarités. Ce type de raisonnement écosystémique est l'apanage d'un réseau de recherche très actif à Madagascar qui oriente ses travaux pour mettre en valeur ces processus dans différents milieux agroécologiques et favoriser le développement de systèmes agricoles durables et donc « écologiquement intensifs ».

- **Optimiser les processus agroécologiques en utilisant au mieux les propriétés des agroécosystèmes cultivés pour lutter contre le changement climatique :**

Le collectif s'est basé sur des observations et pratiques des agriculteurs de gestion durable et sur la performance de leurs écosystèmes agroforestiers à base de giroflier développés dans les territoires de l'Est de Madagascar. Les résultats de leurs observations montrent que l'association agriculture - élevage, l'agroforesterie, le développement de cultures associées, les techniques de SCV (« agriculture de conservation ») opérés dans différentes situations de milieu, permettent de restaurer la fertilité des sols et d'améliorer la résilience des systèmes de culture associés au couvert forestier par l'entremise de la *séquestration du CO₂ (chapitre 11)*. Au même titre que les cacaoyères sous couvert du Sambirano, ces recherches opérées dans les systèmes agroforestiers frontaliers aux corridors forestiers, viennent confirmer la nécessité de combiner les connaissances paysannes et celles des chercheurs pour mettre au point des indicateurs du changement. De tels systèmes durables pourront être transposables et adaptés à d'autres conditions socio-économiques et écologiques locales et faire partie des nouvelles stratégies d'adaptation et d'atténuation avec les parties prenantes, les PTF et opérateurs de terrain en priorité. Les ONG peuvent effectivement jouer un rôle important de médiateurs et de partenaires dans l'établissement de ces relations et dans la mise en oeuvre de recherches en partenariat... L'exemple du programme « Mahavotra », opéré par AGRISUD International et Fondation GOODPLANET dans la région Itasy, en est la parfaite démonstration.

Partager la connaissance et former les formateurs pour que les jeunes agriculteurs puissent exploiter une plus large part de la chaîne des valeurs

Il ne peut y avoir de bons conseils prodigués aux agriculteurs sans service de vulgarisation efficaces, efficaces et surtout, sans contenu ! Convaincu que la formation professionnelle agricole constitue l'une des clefs du développement rural, le projet PARRUR s'est fermement engagé à mettre les connaissances issues de sa Recherche-Développement au service de l'action de la politique et de la formation professionnelle agricole.

Aucun des collectifs n'a été négligé même si au départ, la plupart des chercheurs considéraient qu'il s'agissait d'un surplus de travail et d'un nouveau métier (chercheur-vulgarisateur) qui n'entraîne pas directement dans leur champ de compétences ! Une démarche réflexive, suivie d'une mobilisation active, ont ainsi permis de faire une mise au point sur les initiatives et les opportunités prometteuses de leur production scientifique.

Un volet du projet PARRUR, dénommé « Capitalisation-Valorisation-Communication/Diffusion » (CVC/D) des résultats de la recherche, leur a été consacré. Différents modèles et supports de vulgarisation ont été élaborés avec l'appui de la cellule du projet pour une diffusion à grande échelle auprès des populations cibles. Sa vocation est de répondre de manière adaptée et différenciée aux difficultés spécifiques ressenties par les agriculteurs au moyen de messages clés, de conseils et de mesures accessibles.

Son contenu est inséré dans un DVD-ROM. Ce dernier comprend la fourniture de la production scientifique, notamment les articles parus dans des revues spécialisées, mais surtout les outils pédagogiques (*cahier de vulgarisation, posters, affiches, catalogues de variétés, dépliants*) rédigés dans les deux langues pour une diffusion des messages sur le terrain. D'autres supports sont destinés préférentiellement à l'enseignement professionnel et numérique (*films documentaires⁵, podcasts⁶, contenus d'écoles thématiques, modules de formation, etc.*).

Ce volet CVC/D PARRUR favorise la libre circulation de l'information documentaire, scientifique et technique. Il est donc à considérer comme un service à la formation continue et non formelle dont l'utilisation potentielle est destinée aux programmes mis en place dans le cadre de la refonte du système de la formation professionnelle agricole à Madagascar (FORMAPROD, 2014). Quelques uns de ces outils peuvent également être facilement exploités par les instituteurs des écoles rurales.

Ce volet doit aller au-delà de la simple fourniture d'informations techniques aux populations cibles, que ce soit sur le type de variétés de semences à utiliser, la façon de lutter contre les maladies et les ravageurs ou la diffusion de techniques de semis sous couvert végétal performantes...

Une approche pluraliste de son utilisation est aussi à encourager avec l'implication des ONG, notamment pour :

- Impulser des compétences «transversales», non techniques ;
- Générer et promouvoir des innovations auprès des associations paysannes, des petites entreprises de transformation ou de différents groupes et individus opérant tout au long des chaînes de valeur ;
- Autonomiser les agriculteurs en les aidant à développer leurs capacités à tirer parti des opportunités de marché, à s'adapter au changement climatique, à forger de nouveaux partenariats, à apprendre comment utiliser au mieux les technologies de l'information et de la communication.

⁵ Accessibles sur le site You Tube : <https://www.youtube.com/channel/UCpyWy1iXyNUosd55Nw3uzNw>

⁶ Mis en ligne sur la plateforme audiovisuelle UNuM.pod : <http://pod.irenala.edu.mg/videos/>

Acronymes et abréviations

ACP	: Analyse en Composantes Principales
ACM	: Agent Communautaire de Santé Animale
ACSA	: Agent Communautaire de Santé Animale
ADAPS	: Association pour le Développement de l'Agriculture et du Paysannat du Sambirano (Ambanja)
AFC	: Analyse Factorielle de Correspondance
Ag	: Antigène
AGRISUD	: Organisation de solidarité internationale française (Bordeaux - France)
AFDI	: Agriculteurs Français et Développement International
APDRA	: Association française pour le développement de la pisciculture paysanne
ARDA	: Association Régionale de Développement Aquacole
AVSF	: Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières
BM	: Banque Mondiale
C	: Carbone
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique
CC	: Changement Climatique
CDC	: Center for Disease Control (CYSTICERCOSE)
CNR	: Centre National de Recherche (Madagascar)
CNRE	: Centre National de Recherches en Environnement (Madagascar)
CNRS	: Centre National de la Recherche Scientifique (France)
COI	: Commission de l'Océan Indien
CTHT	: Centre Technique Horticole de Tamatave
CRFPA	: Centre Régional de Formation Professionnelle Agricole
CPG	: Chromatographie en Phase Gazeuse
CVC/D	: Capitalisation-Valorisation-Communication/Diffusion (Projet PARRUR)
DALYs	: Disability Adjusted Life Year (CYSTICERCOSE)
DCP	: Document Cadre de Partenariat (France-Madagascar)
DIREL	: Direction Régionale de l'Elevage (Madagascar)
DRZV	: Département de Recherche Zootechnique et Vétérinaire (FOFIFA - Madagascar)
DSPR	: Document de Stratégie de Réduction de la Pauvreté (Madagascar)
DSV	: Direction des Services Vétérinaires (Madagascar)
EITB	: Enzyme-linked ImmunoElectroTransfer Blot (Test Western Blot) (CYSTICERCOSE)
ELISA	: Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay (test Immunologique) (RALSTONIA et CYSTICERCOSE)

EP : Ecloserie Paysanne (MADAPISCI)

ESSA : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques de l'Université d'Antananarivo

FERT : Association française de coopération internationale pour le développement agricole

FOFIFA : Centre National de Recherche Appliquée au Développement Rural malgache (Madagascar)

FORMAPROD : Programme de formation professionnelle et d'amélioration de la productivité agricole (FIDA, Madagascar)

FSP : Fonds de Solidarité Prioritaire (MAEDI - France)

GCV : Grenier Commun Villageois (INFORIZ)

GES : Gaz à Effet de Serre (CARBONE)

HE : Huile Essentielle

IA : Influenza Aviaire (Newcastle)

IFCC : Institut Français du Café et du Cacao

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (France)

IHSM : Institut Halieutique et des Sciences Marines de l'Université de Tuléar

IMRA : Institut Malgache de Recherches Appliquées

IMVAVET : Institut Malgache des Vaccins Vétérinaires

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique (France)

INSTAT : Institut National de la Statistique (Madagascar)

IPM : Institut Pasteur de Madagascar

IRD : Institut de Recherche pour le Développement (France)

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

IUCN : Union internationale pour la conservation de la nature

LCR : Liquide céphalo-rachidien (CYSTICERCOSE)

MAEDI : Ministère des Affaires Etrangères et du Développement International (France)

MAP : Plan d'Action pour Madagascar

MBG : Missouri Botanical Garden (Etats-Unis)

MN : Maladie de Newcastle

MRD : Maximum Recovery Diluant (RALSTONIA)

NCC : Neurocysticercose

NDV : Newcastle Disease Virus

OdR : Observatoire du Riz (Madagascar)

OIE : Organisation Mondiale de la Santé Animale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PARRUR : PARTenariat et Recherche dans le secteur RURal

PASAEP : Programme Sectoriel Agriculture Elevage et Pêche (Madagascar)

PCR : Polymerase Chain Reaction (Newcastle et CYSTICERCOSE)

PED : Pays en développement

PIC 2 : Pôles Intégrés de Croissance et Corridors (BM, Madagascar)

PMG : Poids de Mille Grains (GIPYRI)

PNIAEP : Plan National d'Investissement Agriculture, Elevage et Pêche (Madagascar)

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

POCT : Programme Opérationnel de Coopération Territoriale (FED-FEDER)

PPA : Producteurs Privés d'Alevins (MADAPISCI)

QUALIREG : Réseau scientifique et technique des acteurs de l'Agroalimentaire de l'Océan Indien

TEF : Herbier du FOFIFA

TAN : Herbier de Tsimbazaza (PBZT)

REDD+ : Réduction des Emissions de gaz à effet de serre issus de la Déforestation et de la Dégradation des forêts (CARBONE)

RFLP : Restriction Fragment Length polymorphism (CYSTICERCOSE)

SCAC : Service de Coopération et d'Action Culturelle (Ambassade de France)

SCRID : Systèmes de Culture et Rizicultures Durables

SCO : Stock de Carbone Organique (CARBONE)

SCV : Semis direct sous Couverture Végétale

SECAMAD : Société d'Exploitation de Cacao de Madagascar

SIM : Système d'Information sur le Marché

SNC : Système Nerveux Central (CYSTICERCOSE)

SM : Spectrométrie de Masse

SNRD : Stratégie Nationale de Relance du Développement (Madagascar)

SOMIA : Société Malgache d'Industrie et d'Agriculture (QUALIKKO)

SPAD : Systèmes de Productions d'Altitude et Durabilité (FOFIFA, Antsirabe)

SRPRH : Service Régional de la Pêche et des Ressources Halieutiques

UMR : Unité Mixte de Recherche

UNICEF : Fonds des Nations unies pour l'enfance

WASH : Water Sanitation Hygiene (CYSTICERCOSE)