



Relations spatiales du complexe taeniase cysticercose à *T. solium* dans
la région endémique de Limones en Equateur



Dr. VINUEZA SIERRA Lenin

Thèse présentée pour l'obtention du grade de Master of Science (M.Sc.)
en Santé Animale Tropicale

Institut de Médecine tropicale Prince Léopold,
Département de santé animale
Antwerpen (Anvers), Belgique

Thèse de Master of Science en Santé Animale Tropicale

Thèse présentée et défendue le 11 Juillet 2005
A Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold (IMT)
Antwerpen (Anvers), Belgique

Les membres de jury

Prof Dr A. Zoli, Université de Dschang, Président
Prof Dr B. Losson, Université de Liège, Membre
Dr S. de la Roque, CIRAD-EMVT, Membre
Prof Dr P. Dorny, Dpt Santé Animale, Membre
Dr J. de Borghgrave, Dpt Santé Animale, Membre
Dr K. Kanobana, Dpt Santé Animale, Membre
Dr M. Madder, Dpt Santé Animale, Membre, Secrétaire

Promoteur

Dr R. De Deken, Dpt Santé Animale.

Remerciements.

Mes sincères remerciements aux professeurs du Département Vétérinaire de l'Institut de Médecine Tropical d'Anvers, pour la patience infinie, à nous transmettre leurs connaissances, pour que nous puissions mieux servir nos sociétés. Un remerciement spécial à mon promoteur Dr. Redgi Dedeken par sa disponibilité et ses conseils. Au personnel de l'IMT pour nous accueillir comme chez nous.

A mon Professeur Washington Benítez et tout le personnel du Centre International de Zoonose à Quito, a Richard Rodríguez pour sa collaboration.

Au Centre International de Zoonose, pour avoir mis sa confiance en moi.

A la DGCD, pour son soutien financier.

A mes collègues qui ont été des amis et frères, que jamais je n'oublierais.

A ma famille qui ma toujours appuyée, et à ma chère épouse qui m'aide toujours à améliorer.

TABLE DE MATIERES

Chapitre I	Introduction	7
Chapitre II	Revue Bibliographique	9
II.2	Cadre général.....	9
II.3	Taenia solium	9
II.3.1	Cycle de vie du parasite	9
II.3.2	Diagnostic de la taeniasse et la cysticerose.....	9
II.3.3	Epidémiologie de la taeniasse et de la cysticerose.....	10
II.4	Système d'Information Géographique (SIG)	11
II.4.1	Définition	11
II.4.2	Importance du SIG dans les recherches de santé	11
II.4.3	Types de SIG.....	12
Chapitre III	Matériels et méthodes	15
II.5	Caractéristiques de la zone d'étude	15
II.6	Information des enregistrements	16
II.7	Collection de données et références géographiques en employant le « Global Positioning System » (GPS).....	17
II.7.1	Zone tampon ou buffer	18
II.7.2	Analyse exposition effet.....	18
II.7.3	Le degré de groupement et séries d'association spatiale (Cluster).....	19
II.7.4	Représentation des taux de prévalence apparente	19
Chapitre IV	Résultats	21
II.8	Analyse exposition effet.....	21
II.8.1	Zones tampon et relations spatiales.....	21
II.9	Etude de cas contrôle et cohorte et valeur de probabilité.....	23
II.10	Groupement ou Cluster	23
Chapitre V	Discussion, conclusion	26
II.11	Discussion	26
II.12	Conclusions	29
Chapitre VI	Recommandations	30

TABLE DE FIGURES

Figure I	12
Figure II.....	13
Figure III: Carte de l'Equateur et localisation de la zone d'étude	15
Figure IV: Comparaison de la proportion de cas de cysticerose dans la zone tampon	21
Figure V: Distribution des cas dans la zone tampon	22
Figure VI: Groupement cluster	24
Figure VII : Taux de prévalence apparente <i>T.solium</i> et cysticerose porcine par quartier, pourcentages de latrines.	24
Figure VIII: Taux de prévalence apparente de cysticerose par quartier.....	25
Figure IX : Taux de prévalence apparente de la taeniase par quartier	25
Figure X : Nombre de cas de cysticerose porcine par quartier.....	32
Figure XI : Nombre de cas de <i>T. solium</i> par quartier.....	32
Figure XII : Nombres de latrines par familles.....	33
Figure XIII : Taux estimés et taux observés de la cysticerose	33
Figure XIV : Comparaison de taux de cysticerose avec le nombre total et le nombre de porcs contaminés par quartier	34

TABLE DE TABLEAUX

Table I: Population humaine, nombre de familles et quantité de porcs, année 2003.....	17
Table II : Nombre de porcs positifs et nombre de fermes contaminées	17
Table III: Proportion de cas inclus dans chaque anneau de proximité.....	23
Table IV: Études cohorte et incidence accumulée de cas par anneaux de proximité.....	23
Table V :Taux de prévalence apparente de teniasis et cysticerose et pourcentage de latrines par quartier	34

Résumé

Une étude pour établir les relations de proximité des cas de taeniasis et des fermes contaminées à la cysticercose porcine a été effectuée au sud de l'Equateur aux années 2003 et 2004. La difficulté d'appréciation de la distance sur le terrain constituait une variable de confusion au moment d'établir la source de contamination de porteurs de *Taenia solium* dans une zone de haute contamination à la cysticercose porcine.

Les méthodologies d'analyse spatiale (groupement cluster, analyse exposition-effet et l'outil buffer) du Système d'Information Géographique (SIG) ont été utilisées pour cette étude.

On a trouvé des groupements de fermes contaminés dans les endroits d'affluence de la population et d'autres en rapport linéaire, attribués à la présence d'une route. L'influence de la proximité des porteurs de *Taenia* par rapport aux cas de cysticercose porcine inclus dans les rayons de 250, 500, 750 et 1000m. de la totalité des cas de cette zone n'a pas eu une différence significative. Les valeurs de Risque étaient faibles et sa variation a été minimale pour chaque distance. Ainsi ils n'existent pas des arguments suffisants pour démontrer que les porteurs de *Taenia* identifiés étaient la seule source de contamination de la cysticercose porcine. La dispersion de cette maladie n'a pas pu être expliquée uniquement par la proximité du logement des porteurs de *Taenia*.

La technologie SIG, a permis de franchir l'appréciation subjective de la proximité sur le terrain. L'efficacité de l'analyse a dépendu, en grande mesure, de la qualité de la base de données.

Mots clés: *T. solium*, cysticercose, cluster, spatial, Equateur

Summary

A study for establishing the neighbourhood (proximity) relationships between teniasis cases and porcine-cysticercosis-contaminated farms was carried out in 192 households in Southern Ecuador during years 2003 and 2004. The difficulty to appreciate the proximity on the ground constituted a confusion variable when determining the contamination source of *Taenia solium* carriers in a highly contaminated zone of cysticercosis.

For this study spatial analysis methods (cluster, buffer and exposition effect) from Geographical Information Systems (GIS) were used.

Porcine cysticercosis contaminated farms in clusters in places of dense population and farms in lineal grouping (possibly attributable to the presence of a road) were found. The influence of proximity of teniasis to porcine cysticercosis cases included within ratios of 250, 500, 750, and 1000 m in relation to total number of cases in the zone, had no significant differences. Risk values were low and their variation was minimal for each distance. Therefore, there are no sufficient arguments to demonstrate that *Taenia* carriers constituted the only contamination source of porcine cysticercosis. Dispersion of this disease cannot be explained only by the proximity of the teniasis cases household.

GIS technology allowed to overcome the subjective appreciation of the proximity of the ground. Efficacy of the method depended to a great extent on the quality of the database.

Chapitre I Introduction

La cysticerose porcine est une maladie parasitaire causée par la forme de metacestode de *T. solium*. Ce parasite est connu en Amérique Latine comme "solitaria". Il se développe dans l'intestin de l'être humain, l'hôte naturel, exclusif et définitif. Dans le porc (principal hôte intermédiaire), les larves sont localisées principalement dans les tissus musculaires squelettique et cardiaque.

Le cycle évolutif commence quand une personne acquiert la taeniasse intestinale, produite par l'ingestion de viande de porc contaminée avec des kystes. Dans sa phase adulte le parasite est capable de libérer quotidiennement autour de 50.000 œufs contenus dans des segments, connus sous le nom de proglotides, qui apparaissent dans les fèces du porteur. Le porc se contamine en ingérant la matière fécale contaminée.

Parfois l'homme peut aussi être affecté par la larve. Il peut héberger d'un à une centaine de cysticerques. Sa localisation est plus fréquente dans le système nerveux central, cette présentation de la maladie est connue comme neurocysticerose. Elle peut se manifester parfois sans symptômes, dans des cas beaucoup plus graves, avec des crises épileptiformes. En Inde cette maladie est une des principales causes d'épilepsie et elle est placée en deuxième position, en ordre d'importance, après la tuberculose. En Mexique, on a trouvé que 20% des tumeurs intracrâniennes et 1% de décès enregistrés dans les hôpitaux ont été attribués à la neurocysticerose (Acha & Szyfres, 1989).

L'affection des animaux a aussi un impact social. Dans les petites communautés et les secteurs ruraux un porc peut être nourri sans dépenser trop d'argent en lui permettant de divaguer et de chercher des aliments, ainsi il peut trouver de la matière fécale humaine et celle d'autres animaux (Gilman *et al.*, 2000).

Dans une étude réalisée à Loja en 1997, dans les communautés de Belén et Lalangui en Equateur, Carvajal (2001) a trouvé que d'un total de 100 porcheries étudiées, 23% des porcs ont été élevés à la corde et 77% en porcheries rudimentaires. Il indique aussi qu'il est très fréquent trouver des porcs en divagation, sans contrôle sanitaire.

En Équateur on a consacré des études au diagnostic et contrôle de la taeniasse et de la cysticerose dans plusieurs provinces, ceux-ci ont été menés par le Centre International de Zoonose (CIZ) et l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers. Malgré ces efforts pour comprendre la maladie, il reste encore des aspects qui ne sont pas connus. C'est nécessaire approfondir sur quelques idées associées à l'épidémiologie de la maladie.

Le manque de connaissances sur la situation dans des secteurs ponctuels complique la compréhension des phénomènes associés à l'augmentation ou la diminution de la prévalence de la maladie dans les zones d'étude. Tandis que le manque de technologies pour la suivi de la population humaine et animale rend infructueuse la planification de mesures de contrôle et empêche d'évaluer l'efficacité des actions entreprises. Dans la zone de Zapotillo on n'a pas pu encore établir la relation qui pourrait y avoir entre la distribution des porcs contaminés par des cysticerques et les porteurs de *T. solium* identifiés dans un secteur géographique défini. La situation irrégulière du terrain fait qu'il soit difficile d'orienter et d'estimer la proximité et la distance des éléments situés dans le secteur. En outre, les porcs et les personnes traînent librement dans la zone, dans le cas des personnes à cause de leurs activités dans l'agriculture et dans le cas des porcs, malgré l'existence de basses-cours, à cause de la divagation.

Dans une étude réalisée pour établir les relations entre cas de *Taenia* et cas de cysticercoose humaine, l'OMS (2002) signale que les cas de porteurs de *Taenia* placés près de groupement humains constituent des « puissantes sources de contamination ».

Des travaux sur ce sujet ont été réalisés au Pérou (González, 2001), on a trouvé d'importantes relations parmi des cas de *Taenia* et cas de cysticercoose porcine a 200m de distance.

La présente étude a examiné une partie de la maladie du au fait que le porc est le réservoir de celle-ci. Le but a été d'analyser si les cas de cysticercoose porcine présents dans la zone peuvent s'expliquer par la proximité des porteurs de *Taenia* détectés et si les fermes contaminées à la cysticercoose peuvent s'agrouper et comment se distribuent ces groupements. Les relations ont été établies à partir de coordonnées en utilisant la méthode statistique d'analyse spatiale.

Chapitre II Revue Bibliographique

II.2 Cadre général

La taeniasse et la cysticercose sont des maladies endémiques dans les pays en voie de développement ou sous-développés de l'Amérique, l'Afrique et l'Asie. Elles atteignent 3.5% de la population de l'Amérique Latine et 30% de ceux-ci pourrait être contaminés à la neurocysticercose (Dumas, 2001). Selon « l'Organisation Mondiale de la Santé et l'Organisation Panaméricaine de la Santé » (OMS/OPS, 1996) dans le continent américain la maladie est endémique en Bolivie, Brésil, Colombie, Équateur, Guatemala, Honduras, Mexique et Pérou. Ces maladies sont associées à la pauvreté, au manque de connaissances, aux mauvaises ou presque inexistantes conditions sanitaires et l'élevage traditionnel des porcs.

En Equateur, la permanence de la maladie a un rapport direct avec les systèmes d'élevage des porcs et les mauvaises conditions d'hygiène de la population. 90% de l'élevage correspond à des techniques traditionnelles, c'est-à-dire dans des porcheries rustiques ou en libre divagation (Benítez, 1995).

L'information et les statistiques sur la maladie en Equateur est incomplète (Chávez & Proaño, 1998) du à la méconnaissance de la population, au manque des techniques de diagnostic et aux pauvres services d'inspection vétérinaires dans les abattoirs.

Le Ministère de l'Agriculture du pays signale une prévalence de cysticercose porcine de 0.1% en 2000 mais cette donnée n'a aucune relation avec la quantité de cas de cysticercose humaine notifiés au Ministère de la Santé Publique. Il existe donc un problème d'appréciation de l'affection réelle de cette maladie dans la population qui diminue l'attention aux programmes de contrôle et prévention (Benítez, *et al.*, 2001).

II.3 *Taenia solium*

II.3.1 Cycle de vie du parasite

T. solium est un ver plat et segmenté qui vit collé à la muqueuse de la partie proximale de l'intestin grêle de l'homme. La maladie de la taeniasse se développe par l'ingestion de la viande de porc contenant la phase larvaire du parasite connue comme cysticerque. Quelques auteurs, Flisser (1994) et Botero (1982), soutiennent que ce cestode mesure environ 3 mètres de long et arrive à vivre plus de 25 ans. La *Taenia* est composée par une tête armée de 4 ventouses et une double couronne de crochets, un cou étroit et un corps allongé qui consiste en quelques centaines de proglotides hermaphrodites (Acha & Zyfres, 1989). Le porc est l'hôte intermédiaire et le réservoir naturel du parasite pourtant l'homme peut attraper aussi la cysticercose et devenir l'hôte intermédiaire, par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés par l'excrément humain qui contient des œufs de *Taenia*. Le porteur du parasite est capable de libérer quotidiennement dans sa matière fécale les segments qui contiennent autour de 50.000 œufs chacun (Aluja *et al.*, 1987). Ses œufs peuvent causer la cysticercose, à peu près 2 mois après la contamination.

II.3.2 Diagnostic de la taeniasse et la cysticercose

La taeniasse se présente sans symptômes du au fait qu'elle produit peu de dégâts à la muqueuse de l'intestin. Le diagnostic est réalisé par deux sortes de méthode: macroscopique

et microscopique. L'observation macroscopique se réalise par l'identification de proglotides dans les excréments. L'observation microscopique s'effectue par l'analyse coprologique de sédimentation et flottement des œufs, Formol-ether ou par la technique de coproantigènes Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (Ag-ELISA). La sensibilité de l'analyse coprologique ne dépasse pas le 60 % tandis que le test Ag-ELISA présente une sensibilité de 100% (Sarti, 1986).

La cysticerose porcine ne présente pas de symptômes. Elle peut être détectée avec une inspection vétérinaire (une observation directe de la langue du porc connu comme language) ou avec les test Ag-ELISA et Western Blot ou Enzyme-linked immunotransfer blotting (EITB). La sensibilité du test de language selon González, (2001) est 70% et celle de Western Blot est de 100% (Brandt *et al.*, 2001).

II.3.3 Épidémiologie de la taeniasse et de la cysticerose

La taeniasse et la cysticerose peuvent apparaître ensemble dans des endroits où existent de mauvaises conditions socio-économiques et hygiéniques de la population. L'absence de latrines, les mauvaises habitudes d'hygiène, l'élevage traditionnel des porcs, la méconnaissance du cycle du parasite favorisent la dispersion de la maladie (Sarti *et al.*, 1998). Les humains sont impliqués dans chacun de ces facteurs donc ils ont la responsabilité directe de la propagation de l'infection. La maladie est favorisée quand les porcs sont en divagation, ils peuvent s'infecter à cause de ces habitudes de coprophagie, ou par les aliments et les boissons contaminés avec des œufs dispersés. Benítez (1995) a effectué un travail destiné à connaître l'épidémiologie de la cysticerose porcine dans l'Équateur et il a conclu que dans les élevages de type traditionnel les porcs divagent à la recherche des aliments et atteignent les boues et les latrines, ce qui permet le développement de la cysticerose par l'ingestion d'œufs.

Cette maladie a un composant économique et social car elle produit un impact sur la faible économie des villageois. Quand la cysticerose est diagnostiquée, la viande des porcs peut être confisquée ce qui produit des pertes économiques aux propriétaires. Généralement ils décident de sacrifier les porcs et commercialiser leur viande sans contrôle sanitaire. Cela contribue à la maintenance de la maladie (OPS, 1998) Benítez *et al.* (2001) indique qu'en Équateur en 1995, les pertes par confiscation de la viande de porc à cysticerose, ont été de 2.6 millions de dollars et ont augmentées en 1997 à 3.3 millions de dollars dans des abattoirs officiels.

En Amérique Latine l'impact économique de la cysticerose porcine a été calculé dans un nombre réduit de pays puisque dans beaucoup de cas il n'y a pas d'information adéquate sur la prévalence réelle de l'infection (González, 1998). En Équateur 61 % des porcs sont élevés sans porcheries, cela constitue une difficulté pour le diagnostic puisque les porcs n'arrivent pas à être examinés. De la totalité de porcs sacrifiés, seulement 48 % ont été examinés par un vétérinaire selon Ruiz (1986) cité par Rodríguez & Peña (2001). Il y a un rapport entre les porcs en divagation et les taux élevés de cysticerose. Dans l'état de Bahia au Brésil, la prévalence porcine se trouve entre 3.2 % et 23 % (Sakai *et al.*, 2001). Au Mexique, on a trouvé une variation de la prévalence à travers l'inspection visuelle entre 0 et 7 % (Correa *et al.*, 1994). En Equateur avec les études ELISA on a obtenu une prévalence de cysticerose porcine de 6.76 %, de 12.01 %, et de 11.40 % entre les années 1998,1999 et 2001 dans les provinces de Loja et Imbabura (Benítez *et al.*, 2001).

En Équateur le taux de prévalence de la taeniasse a été de 2.75 % (Ministère de Santé Publique, 1996). Dans une étude réalisée à la Province de Loja (Equateur), Cruz *et al.* (1996)

indique qu'après un traitement à 9529 personnes, un an après la prévalence de cysticerose en porcs a enregistré une diminution de 11.4 à 2.6%, ce qui pourrait être interprété comme une diminution de la contamination d'œufs de *T. solium*.

Les différences entre les zones et la relation étroite entre les seroprévalences dans la population porcine et humaine, nous montrent, la nécessité d'individualiser les stratégies de contrôle à court terme, pour les adapter à chaque réalité locale (García *et al.*, 1999).

II.4 Système d'Information Géographique (SIG)

II.4.1 Définition

Un SIG est l'union d'outils informatiques et des bases de données dans lesquelles participe, comme composant fondamental, la situation spatiale. Le Système d'Information Géographique s'est développé à partir de la fusion de divers types d'applications informatiques.

Selon López *et al.*, (1997) un SIG est un système d'information composé par hardware, software et des procédés pour capturer, conduire, manipuler, analyser, modeler et représenter des données géoréférencées.

Pour les analyses dans SIG l'information est divisée dans couches thématiques, chacune concernant un sujet déterminé. Ces couches sont superposées jusqu'à obtenir une carte d'information (Figure I). En général, un SIG contient quatre types de dossiers d'information et informatiques: le dossier géographique, la carte, l'attribut et les bases de données de chaque point. Les dossiers géographiques sont le centre d'un SIG; ils contiennent les données qui vont être incluses dans la carte. La carte contient l'ensemble des éléments (noms ou étiquettes, couverture, couleurs, échelle de carte et lignes). Dans un SIG les attributs sont des fichiers de données qui contiennent des caractéristiques particulières de chaque élément. Le produit final est la combinaison d'éléments géographiques et d'attributs.

II.4.2 Importance du SIG dans les recherches de santé

Le SIG originellement a été créé pour des applications militaires. A présent on l'utilise dans divers domaines, dont la santé publique. Molina (2001) note que le SIG offre des multiples possibilités d'analyse et permet d'obtenir une perspective spatiale des maladies. C'est pour cela qu'il constitue un outil puissant dans le processus d'analyse d'information et de prise de décisions dans les services de la santé. L'utilisation de SIG permet d'augmenter les possibilités de poursuivre et contrôler le phénomène santé - maladie, il est d'une grande utilité pour l'analyse spatiale et temporelle, permet d'éclaircir des questions et de générer des nouvelles hypothèses. Vue l'utilité de ce système l'OPS (1993) a établi le projet de Système d'Information Géographique dans Epidémiologie (SIGepi), dont l'intention fondamentale est de fournir un outil de travail au personnel qui travaille en santé pour améliorer sa capacité d'analyse épidémiologique.

En santé les problèmes de la prise de décisions générées par l'absence d'information et les données incomplètes peuvent trouver une solution grâce au SIG (Peinado, 1999).

Selon Castillo & Salgado (1993) le SIG peut s'appliquer dans l'épidémiologie pour de divers aspects comme la détermination de la situation de santé dans un secteur, la génération et analyse d'hypothèses pour des recherches, l'identification de groupes de risque élevé à la santé, la planification et la programmation d'activités, la poursuite et l'évaluation des

interventions. Ils affirment que SIGepi peut être utilisé pour déterminer des séries ou des différences dans certaines situations de santé. OPS (1995) signale que le paquet SIGepi a été développé pour réaliser des analyses spécialisées en suivis et vigilance épidémiologiques et indicateurs basiques de la Santé. L'épidémiologie propose l'existence d'un processus interactif entre 3 éléments: l'agent, le sujet (un hôte) et l'environnement, tous peuvent être représentés dans le SIG (Almeida & Filho, 1992). A Cuba les outils SIG-Epi ont été utilisés dans la surveillance épidémiologique pendant une épidémie de maladie de la méningococcie pour déterminer le risque à un niveau régional. A niveau continental l' OPS a élaboré des cartes des indicateurs basiques de santé.

II.4.3 Types de SIG

Arcila (1996) remarque que dans le SIG se présentent 2 types de systèmes d'analyse : l'analyse Raster et Vectoriel.

Le système raster est basé sur les opérations qui sont réalisées dans chacune des cellules qui forment les couvertures de données spatiales. Ses fonctions principales sont la mesure et l'identification d'éléments, le reclassement, la superposition et le voisinage.

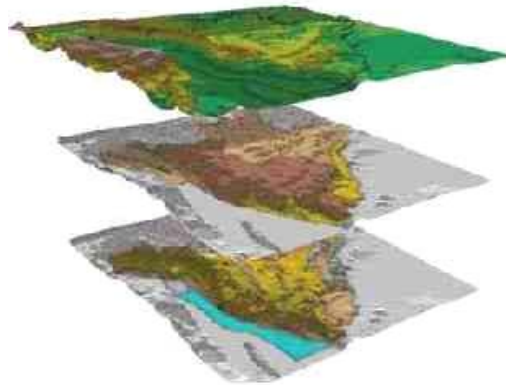


Figure I
: Système d'analyse par couches

Le système vectoriel est orienté surtout à l'analyse de relations géométriques. Sa différence par rapport au système précédent c'est qu'il est adapté pour identifier des éléments géographiques à travers des procédures déterminées.

Comas & Ruiz (1993) remarquent que la représentation spatiale avec un modèle vectoriel, est basée sur la localisation de points individuels par des coordonnées, avec lesquelles peuvent se représenter des points, des lignes, et des polygones. Ces éléments sont les unités qui contiennent l'information et maintiennent une relation avec une base de données. Chacun des éléments est identifié par des coordonnées pour établir: la localisation dans le cas des points; la longitude dans le cas des lignes; et la superficie dans le cas des polygones. Ces caractéristiques permettent au SIG de réaliser des analyses géométriques et statistiques combinées (Bosque, 1994).

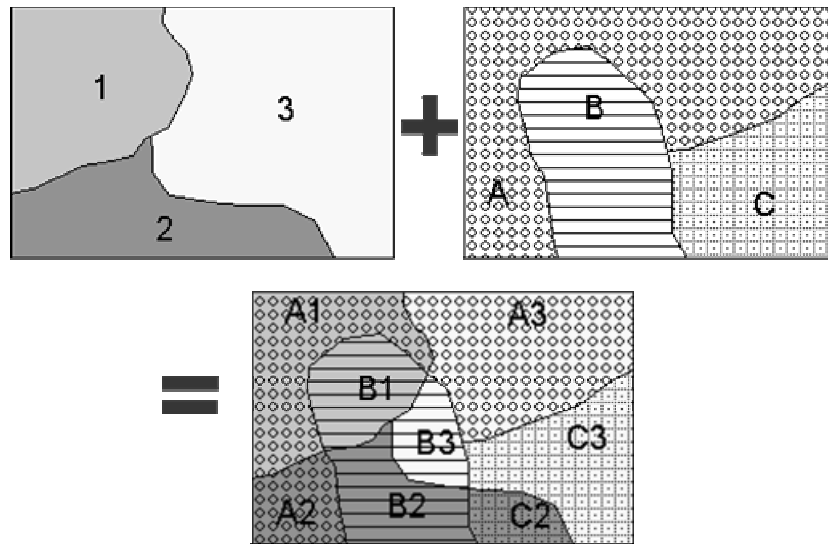


Figure II
: Système d'Analyse vectoriel

II.4.3.1 Analyses avec SIG

Le SIG permet de réaliser des analyses très diverses, par rapport à l'intérêt de l'enquêteur ou des besoins de l'information. A présent, les systèmes de capture de coordonnées et les composants informatiques sont plus efficaces; il y a de nouveaux outils qui permettent de réaliser de comparaisons, celles-ci s'appliquent dans le domaine de la santé, comme le décrivent certains rapports de l'OPS. Dû à l'extension du sujet, dans ce chapitre on détaillera seulement les analyses qui sont liées à l'étude présente.

Analyse de proximité ou Buffer

Arcila (1996), remarque que l'analyse de proximité est fréquemment utilisée en SIG, et que son résultat est nommé « buffer » ou « zone tampon ». Cette analyse peut délimiter une zone proche de l'objet sélectionné et identifier les éléments qui sont inclus et ceux qui sont exclus de la zone. Cette opération peut être réalisée sur un point, une ligne ou des polygones. De cette façon il est possible d'établir la longitude de la zone d'influence d'un objet ou d'un groupe d'objets de référence.

Le résultat est la création de nouveaux polygones qui entourent les objets sélectionnés. Ils se fusionnent et créent ainsi une zone d'influence des objets déterminés. Dans le domaine de la santé on utilise cet outil pour établir des zones d'influence et des zones d'exposition.

Analyse de groupement ou Cluster

L'analyse cluster consiste en l'ensemble de techniques que l'on utilise pour classer les objets ou les cas dans des groupes relativement homogènes. Les objets dans chaque groupe (un conglomérat) sont similaires entre eux (une homogénéité interne élevée, dans le cluster) et différents des objets des autres groupes (une hétérogénéité externe élevée entre clusters) par rapport à un critère prédéterminé de sélection (Levine, 2002).

De cette façon, si le classement se réalise, les objets dans le cluster seront très proches les uns des autres dans la représentation géométrique. Cette analyse est aussi connue par analyse de classement ou taxonomie numérique. L'intention fondamentale de l'analyse est de regrouper les objets réunis par des caractéristiques identiques, c'est-à-dire devient ainsi une technique d'analyse exploratoire créée pour révéler les groupements naturels dans un recueil de données. Cette analyse ne fait pas de distinction entre variables dépendantes et variables indépendantes mais elle calcule les relations interdépendantes de tout l'ensemble de variables.

Le Cluster est dirigé à quantifier les caractéristiques de l'ensemble d'observations. Il a de fortes propriétés mathématiques, mais pas de fondements statistiques. Les conditions requises de normalité, linéarité (importantes dans d'autres techniques) ont peu de consistance dans l'analyse cluster.

De divers critères existent pour décider si un élément appartient à un groupe. Ces critères sont basés sur une matrice de distance ou similarité. La technique du voisin plus proche, le « nearest neighbor » intègre à ceux qui ont la distance minimale parmi eux; les distances entre les cas qui n'appartiennent pas au groupe se maintiennent sans modification.

Cependant Gondar (2003) remarque que l'enquêteur doit pointer son attention sur deux circonstances essentielles pour ce type d'analyse: la représentativité de l'échantillon et du multi colinéarité, puisqu'en plusieurs occasions on dispose d'un recensement de population pour utiliser l'analyse cluster. Un échantillon de cas est obtenu et on attend que les clusters de cet échantillon soient représentatifs de la structure de la population originale. Le chercheur doit toujours penser que si la représentativité de l'échantillon est correcte, l'analyse cluster sera correcte aussi. Ainsi, tous les efforts doivent se concentrer pour assurer cette représentativité pour que les résultats puissent être généralisés pour la population d'intérêt.

Analyse Exposition effet

L'analyse exposition effet est dérivée de la méthode "Association de cas spatial - temporel de Knox", dont le principe est de déterminer s'il existe une interaction significative de cas de maladie, simultanément dans l'espace et le temps; tandis que l'analyse exposition effet considère seulement l'espace.

Avec cette analyse on arrive à déterminer dans quelle mesure un effet est dérivé de l'exposition à un facteur de risque dans une zone (Castillo, 2002). Les mesures dérivées de l'exposition peuvent se classer en mesures relatives et mesures absolues.

Les mesures relatives sont : risque relatif et Odds. Les mesures absolues sont: le risque attribuable et fraction étiologique.

Tous ces calculs se dégagent d'un tableau épidémiologique à double entrée dans lequel on compare les cas des exposés et des non-exposés.

Pour utiliser l'analyse effet il faut poser deux hypothèses:

Ho: hypothèse nulle indique qu'il n'existe pas une association significative par rapport à l'espace.

H1 : hypothèse alternative indique que les cas sont significativement associés et cette association ne s'explique pas par l'hasard.

Chapitre III Matériels et méthodes

II.5 Caractéristiques de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans 12 quartiers ruraux de la paroisse Limones du canton Zapotillo de la province de Loja, située au sud de l'Equateur, à la frontière avec le Pérou. La province est divisée en 16 cantons. Selon l'Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) la population de la province pour l'année 2003, était de 429.010 habitants, 39.45% au secteur urbain et 60% au secteur rural.



Figure III: Carte de l'Equateur et localisation de la zone d'étude

La zone de Zapotillo est située au sud ouest de la province et sa superficie est autour de 5.568 ha et comprend des localités aux deux côtés du Río Alamor; l'altitude est 220m.s.n.m.

Comme dans le reste du pays les conditions climatiques sont très variées grâce à trois facteurs: l'altitude, le type de relief et la présence de l'Océan Pacifique. Selon la carte bioclimatique de Instituto Geográfico Militar(IGM), cette zone est cataloguée comme "sous-désertique tropicale", elle est caractérisée par la présence de températures entre 6° et 26°C, et des précipitations comprises entre 500-1.000 msns. Les pluies se présentent pendant une période bien définie qui commence en décembre et finit au mois de mai. La période sèche va de juin à novembre. Cependant une grande période de sécheresse s'est présentée depuis janvier 2002. L'humidité relative moyenne est de 67.2 %, elle augmente du mois de février à juin et descend de juillet à janvier.

La zone d'étude forme partie du Système Montagneux Austral Andin. Zone caractérisée par la complexité du relief avec des pentes et talus prononcés. Dans la partie basse de Zapotillo le relief est relativement plat, interrompu uniquement par de petites élévations.

Beaucoup d'espèces naturelles représentent la couverture végétale. Par contre une grande partie de la zone n'est pas cultivée, à cause de la sécheresse. L'usage agricole des terres est déterminé par la présence de pluies. Il y a des petites parcelles dans les alentours des rivières Alamor et Chira. Des cultures comme l'ail, les oignons, le coco sont principalement observées sur la rive des rivières; le maïs et quelques légumineuses sont cultivés dans les collines et zones d'altitude.

L'élevage caprin extensif est très important dans la zone et il existe, en moindre proportion, l'élevage traditionnel de porcs. Dans un sondage fait par le CIZ à 129 familles du secteur en juillet 2004 (travail non publié) on a trouvé que 7 se dédiaient à l'élevage bovin, 92 à l'élevage caprin et 93 avaient des porcheries. De 93 porcheries, 66.2% sont élevés dans des installations rustiques et 33.8% à la corde.

Le nombre de porcs dans l'année 2003, dans les 12 quartiers sélectionnés pour l'étude était de 569 porcs pour 223 familles.

II.6 Information des enregistrements

L'information utilisée pour le travail correspond aux enregistrements du Canton Zapotillo pendant les années 2003 et 2004 obtenues par le Centro Internacional de Zoonosis (CIZ) et l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers (IMT).

- Fichiers des résultats de l'étude de taeniasis et cysticercose à la population, réalisé en 2003.
- Fichier des résultats des analyses de la cysticercose à la population, année 2003.
- Fichier du recensement démographique de la population par quartier, année 2003: existence de latrines, composition familiale et nombre de porcs par famille.

Table I: Population humaine, nombre de familles et quantité de porcs, année 2003.

Quartier	Population	Famille	Nombre de porcs
Cabeza de Toro	49	10	24
Malvas	110	21	64
Paletillas de Malvas	40	8	18
Chaquiro	50	14	22
Sahinos	32	7	25
Pueblo Nuevo	75	13	26
Tronco Quemado	176	42	86
El Mango	81	14	36
Tutumitos	54	13	41
Huasimal	23	7	51
Hualtacos	92	22	43
Limonas	247	52	133
Total	1029	223	569

- Fichier de coordonnées des fermes de la paroisse Limonas, juin et août 2004.
- Fichiers de résultats des analyses Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (Ag-ELISA) et Western Blot ou Enzyme-linked immunotransfer blotting (EITB) réalisés par quartier sur 105 porcs dans l'année 2003 et sur 100 porcs en 2004.

Table II : Nombre de porcs positifs et nombre de fermes contaminées

	Positifs au Language	Positifs à l'EITBE	Total porcs positifs	Total fermes
2003	15	40	40	30
2004	10	54	54	46

- Fichiers des résultats des essais Formol éther et EITB pour la détection de *T. solium* sur 986 personnes appartenant à 260 familles, années 2003 et 2004.

Logiciels utilisés:

Excel, Arc View 3.2, SigEPI 1.0 (version en espagnol) et Crimestat 2.

Outils de travail:

Récepteurs GPS (Garmin et Maguellan), ordinateurs, cartes analogiques de Zapotillo et de Bejucal (échelle 1 :50.000) de l'IGM, carte numérique de la zone, (échelle 1:50.000) de Universidad Técnica Particular de Loja, (UTPL).

II.7 Collection de données et références géographiques en employant le « Global Positioning System » (GPS).

Les coordonnées ont été prises avec GPS entre juin et juillet, 2004 lors de deux interventions. Pour chaque intervention ont été formés 5 groupes de travail. Lors de la première

intervention, les familles ont été enquêtées par des étudiants de 4ème année de l'Université UTPL qui ont collaboré dans l'étude. Pendant la seconde intervention la prise de coordonnées et l'inspection vétérinaire des porcs ont été effectuées par les techniciens du CIZ. Dû au fait que les porteurs de *T. solium* étaient déjà identifiés, leurs maisons ont été géoréférencées par un groupe exclusivement créé à cet effet. Toutes les coordonnées ont été accompagnés par le nom du propriétaire ou le chef de famille. On a utilisé le système de référence UTM (Unités internationales).

L'information des archives 2003, 2004 a été minutieusement examinée, tout d'abord par année, après par quartier et finalement par chef de famille.

Une base de données avec toutes les informations des fichiers a été créé.

On a filtré et classifié l'information et on a groupé les fermes positives des années 2003 et 2004.

Les coordonnées des familles ont été incorporés et intégrées aux cartes numériques via Arc view 3.2.

II.7.1 Zone tampon ou buffer

A partir des coordonnées des porteurs de *Taenia* une zone de 0m. à 1000m. a été crée autour de chaque logement progressivement chaque 250m. Ce buffer a été combiné avec un autre buffer similaire généré autour des fermes contaminées à la cysticerose. Cette combinaison nommée zone tampon a été effectuée en utilisant Map calculator d'Arc view.

II.7.2 Analyse exposition effet

Pour établir la zone d'influence des anneaux de proximité ont été créés avec l'outil create Buffer d'Arc-view 3.2. Les 4 anneaux, chacun à une distance de 250 mètres, ont été construits autour des 13 logements des 14 patients positifs à *T. solium*.

Pour identifier les porteurs de *Taenia* la suivante codification a été utilisée: la lettre T accompagnée d'un numéro qui correspond à chaque logement des porteurs, en ordre ascendant selon sa localisation de nord au sud, de T1 jusqu'à T13. Etant donnée que dans un même logement se trouvaient 2 porteurs de *Taenia*, ils ont été nommés T5a et T5b.

Les zones buffer créés ont produit 4 anneaux nommés a1, a2, a3 et a4. Chaque anneau correspond aux suivantes superficies :

- a1: un rayon de 0 à 250m.
- a2: un rayon de 250 à 500m.
- a3: un rayon de 500 à 750m.
- a4: un rayon de 750 à 1000m.

La base de données contenant la totalité des fermes contaminées à la cysticerose et l'information des fermes positives et négatives à la cysticerose a été importée à SIGepi. Deux hypothèses ont été proposées avant de commencer l'analyse suivant la méthode d'exposition effet.

(Hypothese alternative) H_1 : Les cas de fermes contaminées par la cysticerose porcine sont associés de manière significative à la proximité de porteurs de *T. solium* détectés dans la population et cette influence est égale pour les 14 cas.

(Hypothèse nulle) H_0 : Il n'existe pas de relation significative entre les cas de *Taenia* et les fermes contaminées de 0m à 1km et que la présence des 14 cas de porteurs de *Taenia* ne détermine pas la dispersion de la maladie dans la paroisse.

Cette analyse estime la probabilité de trouver, par hasard, un nombre élevé de cas de fermes contaminées par la cysticerose, dans un espace défini (zone d'exposition ou anneaux de proximité) autour d'une source de contamination (porteur de *T. solium*).

Un fichier avec les coordonnées de toutes les fermes, représentant les positifs et les négatifs à la cysticerose, a été utilisé comme background pour l'analyse et pour comparer après avec la totalité de la population. Les résultats d'une analyse "Cas contrôle" et "Cohorte" ont été exprimés comme valeurs de Risque Relatif, Risque Attribuable, Fraction Etiologique, Odds, le niveau d'association Chi carré et la valeur de la probabilité ont été trouvés pour chaque anneau. Tous ces résultats ont été obtenus d'un tableau épidémiologique de double entrée créé pour chaque anneau.

II.7.3 Le degré de groupement et séries d'association spatiale (Cluster).

Afin d'examiner si les fermes, où l'on trouvaient les cas de cysticerose, pouvaient se grouper à certains endroits par rapport à la distribution de toutes les fermes, le logiciel de Crimstat 2.0. a été utilisé.

L'examen a été fait moyennant la technique du « risk adjusted nearest neighbor hierarchical spatial clustering » (Rh).

Le principe de l'analyse est de grouper les fermes positives sur base de leur proximité mais en tenant compte de la distribution générale de toutes les fermes dans la zone.

Les groupes, qui se forment, partagent comme constante la distance entre les fermes. Le programme permet à l'utilisateur de définir le seuil de distance, qu'on souhaite utiliser; une distance fixe ou une distance adaptée au nombre minimal de fermes qui doivent être examinées à chaque reprise, ainsi que le nombre minimal de points requis par groupement.

Le calcul consiste en la création des séries de groupes de fermes qui se trouvent à une distance inférieure à la distance seuil et qui sont au moins au nombre spécifié par l'utilisateur.

Les ellipses qui représentent ces résultats ont été incorporées aux cartes 2 et 3 en Arc view 3.2, comme fichiers: Risk-Adjusted Nearest Neighbor Hierarchical Clustering.

II.7.4 Représentation des taux de prévalence apparente

Afin de donner une référence géographique à chaque quartier de la paroisse une trame, ayant un quadrillage de 1 km., a été utilisée moyennant l'extension Spatial Analyst d'Arcview 3.2. Pour la délimitation des quartiers on s'est basé sur la carte officielle de l'IGM. Les informations spécifiques à chaque quartier ont été incorporées à ce système d'information géographique.

Avec l'information des fichiers 2003 on a classifiée l'information correspondante a 12 quartiers analysés. On a introduit l'information à SIGepi sur le format Shp d'Arc view. Pour calculer les taux par quartiers la fonction « Calcule des taux » a été utilisée. On a sélectionné la population humaine de la zone et le nombre de cas de taeniase des 12 quartiers. Pour calculer le taux de cysticerose porcine on a comparé la totalité des porcs par quartier et les porcs positifs à la cysticerose. Ces résultats ont été représentés dans un graphique et ont été comparés avec le pourcentage de latrines par famille et par quartier.

Chapitre IV Résultats

II.8 Analyse exposition effet

II.8.1 Zones tampon et relations spatiales

Dans la figure V on trouve les zones tampon qui représentent l'intersection des 2 secteurs d'influence formées autour des coordonnées des cas de *T. solium* et cas de cysticerose porcine. Celles-ci se présentent dans les quartiers: Paletilla de Malvas, Sahinos, Hualtacos, Tronco Quemado, Limones, Pueblo Nuevo et El Mango.

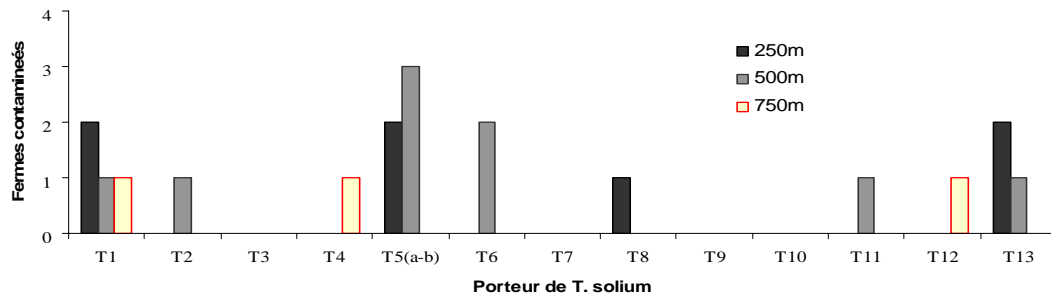


Figure IV: Comparaison de la proportion de cas de cysticerose dans la zone tampon

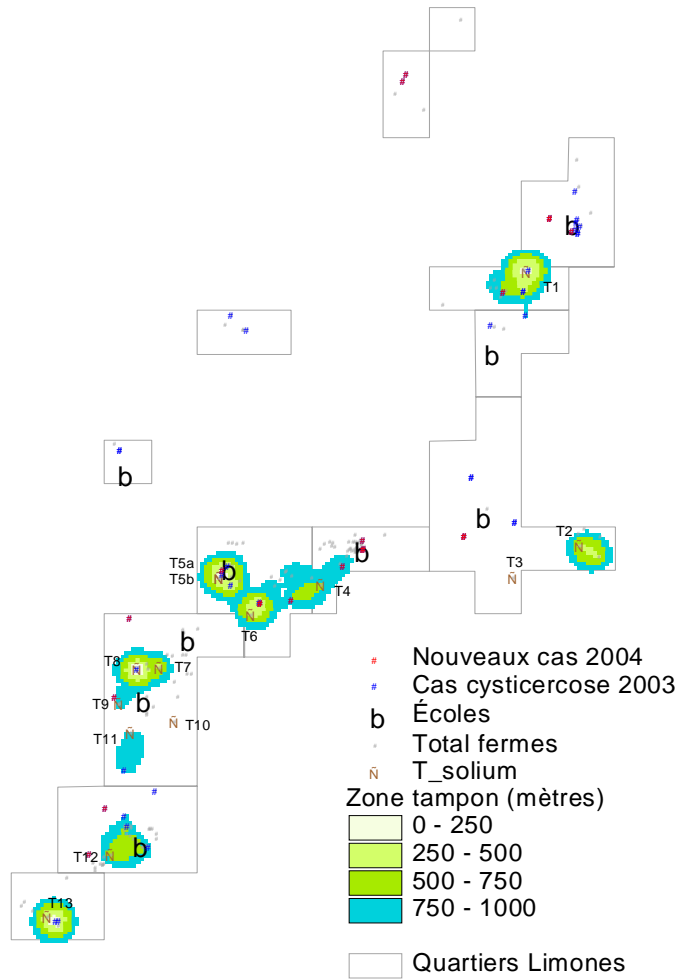


Figure V: Distribution des cas dans la zone tampon

Les fermes exposées sont la totalité de fermes incluses dans chaque anneau de proximité tandis que les non-exposés sont toutes les fermes hors cette zone délimitée. Les résultats obtenus sur la quantité des cas, la fréquence et sa distribution sont représentés dans la figure IV.

II.9 Etude de cas contrôle et cohorte et valeur de probabilité

Table III: Proportion de cas inclus dans chaque anneau de proximité

Études de Cas - contrôle				
Pourcentage cas	25.50%			
Anneaux	a1	a2	a3	a4
Distance	0 - 250 m	250 - 500 m	500 - 750 m	750 - 1000 m
Proportion de cas exposés du total	0.26	0.16	0.081	0.18
Proportion contrôles exposés du total	0.21	0.13	0.083	0.14
Odds ratio	1.3	1.2	0.9	1.3

Table IV: Études cohorte et incidence accumulée de cas par anneaux de proximité

Études de cohorte				
Incidence accumulée				
Anneaux	a1	a2	a3	a4
Distance	0 - 250 m	250 - 500 m	500 - 750 m	750 - 1000 m
Pourcentage de risque	22.92%	14.06%	8.33%	15.10%
Risque relatif (95.0%)	1.21	1.19	0.97	1.26
Fraction attribuable dans exposés	0.17	0.16	-0.0227	0.2
Chi carré	0.48	0.28	0.0025	0.54
P	0.48	0.59	0.96	0.45

II.10 Groupement ou Cluster

Les groupements d'association spatiale (Cluster) des fermes contaminées par la cysticerose et son rapport avec la quantité totale de fermes ont été démontrées dans la figure V, qui représentaient des groupes hiérarchiques d'ajustement de risque de premier ordre, Risk-Adjusted Nearest Neighbor Hierarchical Clustering (Rhn).

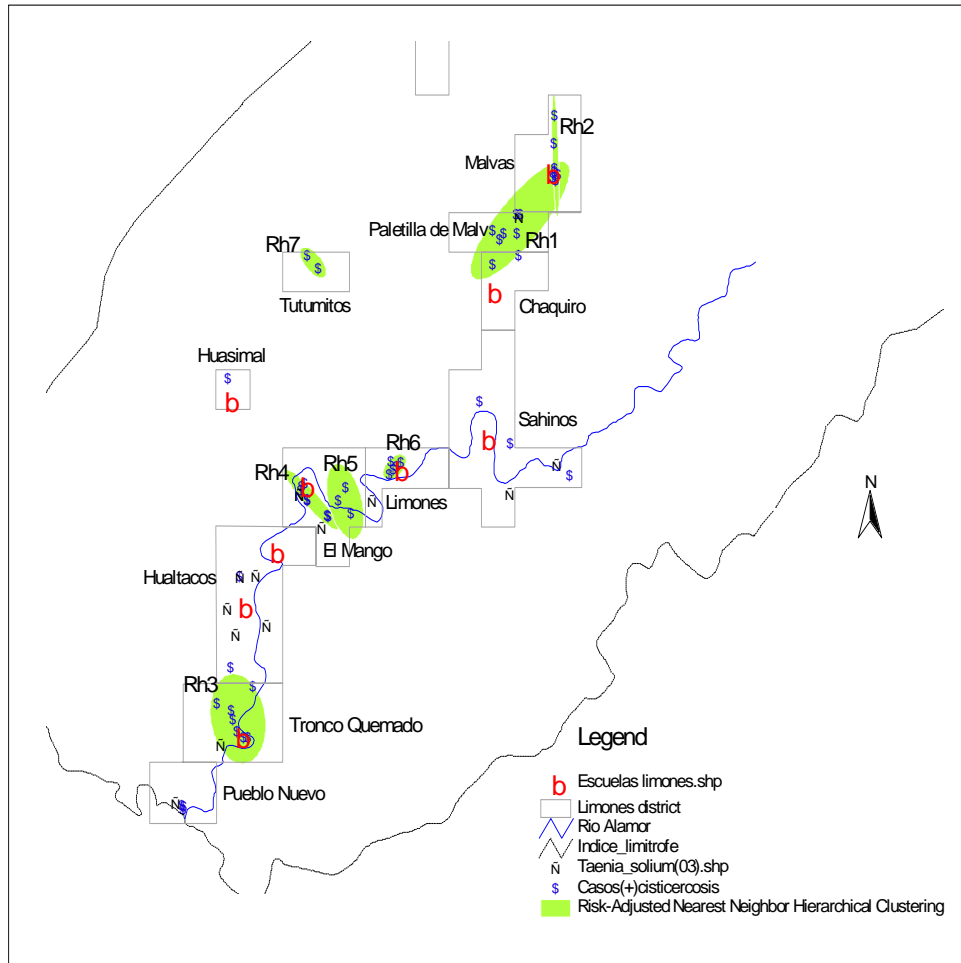
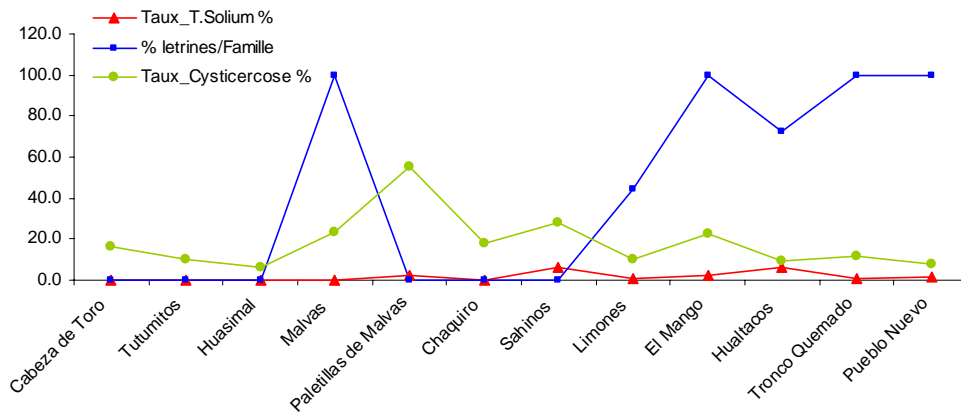


Figure VI: Groupement cluster

Figure VII : Taux de prévalence apparente *T.solium* et cysticerose porcine par quartier, pourcentages de latrines.



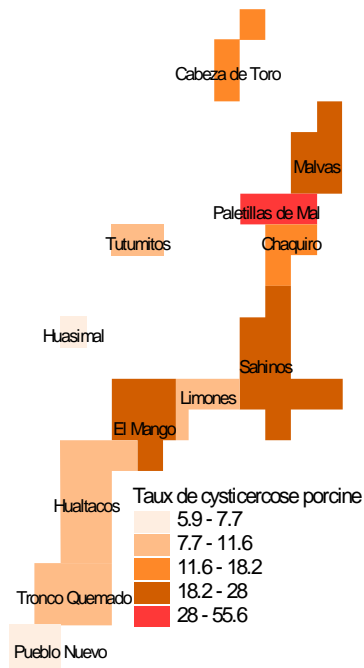


Figure VIII: Taux de prévalence apparente de cysticercose par quartier

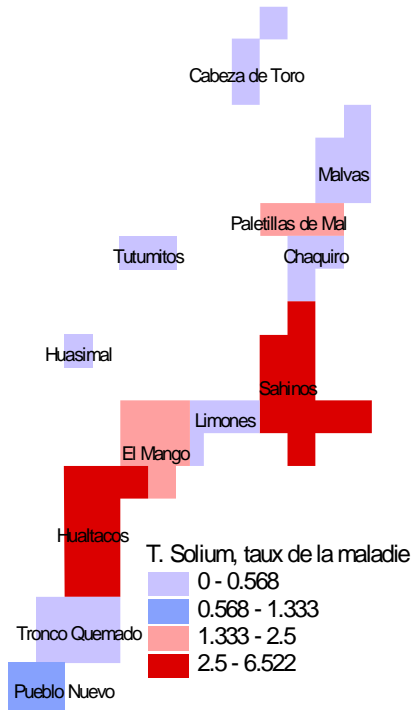


Figure IX : Taux de prévalence apparente de la taeniasis par quartier

Chapitre V Discussion, conclusion

II.11 Discussion

A partir des résultats obtenus dans les analyses précédentes on peut dégager les suivantes interprétations.

Les valeurs de risque présentent une diminution lorsque les fermes s'éloignent (0-250m-500m-750m) du facteur d'exposition ou porteur de *Taenia*. Dans le dernier anneau la valeur augmente (750 à 1000m) sans qu'elle soit significative.

Le Risque relatif compare la fréquence de la maladie dans les exposés et les non-exposés au facteur d'influence. Les valeurs supérieures à 1, à l'exception de l'anneau 3, indiquent qu'il y a une relation mais celle-ci n'est pas significative. De même, les valeurs fractionnable conservent la tendance. Une valeur supérieure s'est présentée à l'anneau 1 qui explique que seulement une proportion de 17 % de cas présents peuvent être attribués à la proximité d'un porteur.

Les valeurs de Odds ratio comparées par anneau indiquent qu'il n'existe pas une différence importante d'attraper la cysticerose porcine entre 0 et 750m.

Ces résultats peuvent s'expliquer par la faible quantité des fermes incluses dans la zone de déplacement (zone buffer) des porcs porteurs de *Taenia*. On a constaté que seulement 38.7% des fermes contaminées à la cysticerose se trouvent dans cette zone tandis que 61.3% se trouvent dehors.

Dans une étude effectuée par González *et al.* (2001) au nord du Pérou (zone avec des caractéristiques similaires à celles de Zapotillo) on a trouvé que les porcs présentant la maladie étaient groupés dans des zones jusqu'à 200 mètres du porteur de *Taenia*. Cependant dans notre étude, seulement 4 des 14 cas de porteurs de *Taenia* ont présentés une faible relation avec les fermes positives à la cysticerose (tableau 4. 2, chapitre IV).

Dans cet étude, les groupements sont bien représentés par l'analyse cluster qui indique une relation d'association des cas de cysticerose de 50m à 3.5 km Les cluster plus petits indiquent des groupements bien concentrés, bizarrement sans proximité d'un porteur de *Taenia* mais placés dans les zones d'affluence de la population. En Equateur la population rurale a l'habitude de se réunir les week-ends et les jours fériés pour réaliser des activités sociales, culturelles et sportives en plein air. On pourrait donc considérer qu'un porteur de *Taenia* ait dispersé les œufs dans ces endroits. Ce fait pourrait aussi expliquer que les buffers R1 et R2, entre Malvas et Paletilla de Malvas ont une intersection. Elle pourrait être reliée avec une route de déplacement d'un porteur de *Taenia*. Rodríguez (Com.pers., Rodríguez R., 2005) confirme ce fait basé dans une interview au porteur T1 dans laquelle il communique l'habitude de se déplacer fréquemment d'un quartier à l'autre. Malgré ça la présence de nouveau cas de porcs contaminés en 2004 est également une énigme puisque les dates de naissance des porcs sont postérieures au traitement des porteurs de *Taenia* effectué en 2003.

A partir des valeurs obtenues de P, Chi et odds on conclut qu'il n'y a pas d'association entre les anneaux donc on accepte l'hypothèse nulle. Celle-ci signale qu'il n'existe pas de relation significative entre les cas de *Taenia* et les fermes contaminées de 0m à 1km et que la présence

des 14 cas de porteurs de *Taenia* ne détermine pas la dispersion de la maladie dans la paroisse.

Sarti (1998) signale que la prévalence de *Taenia* se présente accompagnée des valeurs élevées de cysticerose porcine. Dans notre étude les résultats nous font supposer la présence d'autres porteurs de *Taenia*. Si on compare la prévalence de taeniasis et de cysticerose par quartiers on constate qu'il n'existe pas de proportion. Il y a des prévalences élevées de cysticerose dans les quartiers de 0% de prévalence de *Taenia*. Ce manque de corrélation pourrait aussi soutenir l'hypothèse qu'il y a des cas de porteurs qui n'ont pas été détectés quand l'analyse Formol - Ether fut appliquée. Reste encore à dire que cette analyse utilisée en série est d'efficacité élevée, proche à 100%, selon Sánchez *et al.* (1999), cité par Vizcaíno *et al.* (2001).

Il convient d'indiquer que, la collecte de fèces pour diagnostiquer la présence de la taeniasis n'a été effectuée qu'une seule fois et on ne peut pas être sûr que toute la population ait participé. Des études postérieures dans la même zone pourraient éventuellement nous apporter des clarifications sur ce point.

Une autre explication pourrait être la dispersion des œufs par des vecteurs aériens principalement par des insectes, comme le suggèrent Lawson & Gemell (1983) cités par Kyvsgraard (1990) dans une recherche réalisée au Danemark sur la dispersion d'œufs de *Taenia saginata*, dans laquelle ils soutiennent que les œufs de parasites peuvent être déposés à 1.6km de la source d'origine. Pourtant au Mexique Aluja & Villalobos (1999), dans une recherche faite dans une zone de prévalence élevée de cysticerose porcine, signalent qu'ils n'ont pas trouvés des œufs de *Taenia* dans les dissections réalisées sur 1000 mouches.

On pourrait aussi penser à la participation de facteurs environnementaux comme le vent, la pluie ou les rivières dans la survie et la dispersion des œufs. Willkens (1981) cité par Ilsoe *et al.* (1990) a effectué un travail en Allemagne de l'ouest, où il a trouvé qu'un pourcentage d'œufs de *T. saginata* sont restés viables 119 jours après avoir été appliqués dans un terrain irrigué. Ce fait est intéressant puisque la Rivière Alamor est très importante pour la vie et l'économie du secteur de Limones. Cruz *et al.* (1989) recommandent, qu'il faut étudier les accumulations d'œufs de *Taenia* dans les sols et les eaux contaminées comme possibilité d'une nouvelle infection précoce de la maladie.

González (Com. pers., González A., 2001) propose qu'une transmission secondaire de porc à porc est possible, il arrive à cette conclusion après avoir effectué une étude de cas contrôle, avec 2 porcs sentinelles et 4 porcs infectés chacun avec un proglotis. Cette information a été confirmée par une seconde étude où il a analysé 6 porcs infectés et 2 sentinelles qui sont devenus séropositifs 6 à 8 semaines après l'exposition. L'auteur conclut qu'un porc, qui a ingéré des proglotis, est capable de transmettre la maladie à d'autres porcs de la même nichée et que ceux-ci peuvent s'infecter pendant une période d'une semaine. Si cette assertion s'avère être vraie, un porc en divagation, qui a ingéré des œufs de *Taenia*, peut contaminer son troupeau et les porcs voisins.

La contamination de nouvelles fermes avec la cysticerose longtemps après le traitement des porteurs de *Taenia*, indique que la maladie persiste dans la zone malgré ce traitement.

La persistance de la contamination pourrait également être expliquée par d'autres théories avancées par quelques auteurs. Ilsoe *et al.* (1990) ont effectué une étude au Danemark sur la résistance des œufs de *T. saginata* et ont trouvé que dans des conditions d'une humidité

élevée et de basses températures une petite proportion des œufs sont encore viables 5 à 6.5 mois après avoir été déposés dans le lieu d'étude. Les mêmes auteurs ont trouvé des œufs qui ont résisté 29 semaines après exposition à des variations extrêmes de température (de 30 à 18 degrés centigrades) et d'humidité.

La zone de l'analyse, Limones, est caractérisée par de longues périodes de sécheresse et des températures oscillant entre 23 et 26 degrés centigrades. Malgré ces caractéristiques on n'écarte pas la possibilité que dans les endroits favorables à la survie des œufs une quantité ait survécu la période entre le traitement des patients de *Taenia* détectés en 2003 et l'infection en 2004 de jeunes porcs habitant près de la rivière. Toutefois ceci n'expliquerait pas les cas des positifs dans les quartiers éloignés (Chaquiuro, Cabeza de Toro, Tutumitos et Huasimal) et moins favorables à la survie des œufs.

Par rapport aux porteurs de *T. solium* de Hualtacos et Malvas, presque toutes les personnes contaminées appartiennent aux mêmes familles. Dans un des logements on a trouvé 2 frères contaminés (T5a, T5b) ce qui se reproduit dans beaucoup d'autres cas des 2 quartiers. Ces personnes normalement se rencontrent souvent à l'occasion de célébrations dans lesquelles ils mangent principalement de la viande de porc.

Cruz *et al.* (1989) dans ses études effectuées pour établir la prévalence de *Taenia* dans les familles conclut que dans la province de Loja et El Oro (secteur de la présente étude) il existe une tendance du parasite à infecter plusieurs personnes cohabitantes. Parmi 734 personnes infectées 20,2% avaient une relation de famille. En plus, 4,8% des familles examinées et traitées ont présenté à nouveau plus d'un porteur, leur nombre dans la même famille étant lié au nombre de membres par famille, indépendamment de sa condition socio-économique.

Du fait que dans la zone la population a l'habitude de se réunir pour les festivités, on peut croire que la maladie a pu être « importer » d'autres localités de la province et y compris de l'autre côté de la frontière. On connaît bien que la maladie est endémique dans toute cette zone, même en Equateur et au Pérou, et l'arrivée des paysans est très fréquente, cela peut être l'explication la plus remarquable de l'apparition de nouveaux cas de fermes contaminées à la cysticercose en 2004.

On doit signaler que les résultats du travail ont pu être influencés par des erreurs d'échantillonnage et de prise de coordonnées détectés après la collecte de l'information dues à certaines circonstances telles que le déplacement quotidien de la population vers leurs endroits de travail agricole, ce qui tourna difficile l'échantillonnage, les inspections vétérinaires et le traitement des porcs. Parmi les familles recensées, les coordonnées géographiques ont été déterminées pour 73,84% du total de familles de la zone d'étude. On n'écarte pas des possibles erreurs dues à la lecture de coordonnées pour le manque d'expérience du personnel qui a utilisé le GPS.

Parallèlement à la réalisation de ce travail se développaient des élections politiques dans la zone et cela a eu des effets dans le manque d'intérêt de la population pour donner des informations aux enquêteurs.

Dans le travail sur le terrain on a constaté une sensible diminution des porcs, due à la sécheresse qui a atteint cette zone, donc la quantité des porcs pour l'échantillonnage n'a pas pu être représentative.

II.12 Conclusions

On a pu constater que les fermes contaminées par la cysticerose ont été trouvées d'une façon dispersée avec quelques groupements dans les endroits d'affluence de la population humaine.

Malgré la présence de 14 cas de porteurs de *T. solium* on n'a pas suffisamment des arguments pour leur attribuer la totalité des fermes contaminées dans la paroisse de Limones.

La relation de proximité (de 0m. à 1km.) entre les fermes positives à la cysticerose et les porteurs de *Taenia* n'est pas significativement différente par rapport à une distance supérieure. Malgré ce fait on a pu constater des associations de 0 à 250m et de diminution des valeurs de risque tandis que la distance augmente. Pourtant ces valeurs ne peuvent pas être considérées comme significatives par rapport à la totalité des fermes contaminées à la cysticerose.

La contamination à la cysticerose peut être influencée par d'autres facteurs d'ordre social liés aux déplacements des porteurs de *Taenia* aux endroits de concentration de la population. Les facteurs sociaux tels que réunion ou activités de la communauté peuvent aussi influencer que la contamination de la maladie soit plus étendue de ce que l'on a considéré. Ca veut dire qu'on peut écarter la proximité aux fermes des porteurs de *Taenia* comme la cause plus importante de l'apparition de nouveaux cas et sa focalisation dans les alentours. Donc les risques de contamination à la cysticerose, même pour les porcs que pour les humains, ne sont pas possibles d'être mesurés en considérant seulement la distance mais aussi des aspects sociaux et culturels.

Finalement la prévalence de la cysticerose ne se présente pas d'une manière proportionnelle à la prévalence de *T. solium* du à la possible existence de porteurs du cestode non détectés.

Chapitre VI **Recommandations**

- Les recommandations suivantes ont la finalité d'améliorer l'efficacité des collections des données pour les analyses spatiales de la taeniasse et la cysticerose en utilisant SIG.
- Il est très important de réaliser une adéquate planification des enquêtes et de la prise d'information car des problèmes d'échantillonnage peuvent compliquer les analyses et générer des imprécisions.
- Il est nécessaire d'assurer la formation des enquêteurs dans l'utilisation des instruments de sondage et de la manipulation de GPS avant de démarrer l'investigation. Ceci peut être dû à des erreurs commises dans la lecture des coordonnées ou au manque d'expérience pour opérer le GPS.
- Pour mieux profiter des ressources et du personnel de travail et étant donné les caractéristiques géographiques de la zone, la géoréférenciation et le recensement de la population doivent être planifiés et exécutés ensemble.
- Pour assurer les résultats de l'analyse coprologique Formol-éther un échantillonnage sériel devrait être fait.
- Il est nécessaire de travailler avec une quantité représentative de la totalité de porcs pour éviter des erreurs d'estimation.
- On suggère d'approfondir et continuer les recherches en utilisant le SIG pour arriver à mieux comprendre les relations épidémiologiques du point de vue de l'analyse spatiale et des aspects socio-économiques de la population. Il faut travailler de façon plus exhaustive dans la zone jusqu'à ce que la maladie puisse être contrôlée.
- Il est important de créer une base de données bien saisie contenant toutes les informations des recherches effectuées avant de démarrer n'importe quelle étude épidémiologique. Cette base de données permettra de fournir et extraire des informations d'une façon plus rapide et simple.
- Il est fondamental que les institutions du gouvernement participent dans le problème car l'abandon de la population de Limones est évident en matière de salubrité et d'éducation.
- Les stratégies de contrôle de la maladie doivent concerner les deux hôtes (l'homme et le porc) car des actions basées uniquement sur l'éradication de *T. solium* peuvent devenir inefficaces du à la possibilité de ré-infestation à partir de porcs non traités.

ANNEXES

Annexe 1

Nombre de cas de cysticerose porcine et nombre de cas de *T. solium* par quartier

On a obtenu 9 polygones adjacents et 3 séparés pour représenter les quartiers.

Par rapport au taux d'infection de *T. solium*, le quartier le plus affecté correspond à Hualtacos (6.5%), suivi par Sahinos (6.3%), Paletilla de Malvas et El Mango (2.5%), et finalement Pueblo Nuevo (1.6%). Deux quartiers présentent un taux inférieur à 1%, Tronco Quemado et Limones, tandis que 5 d'entre eux, Cabeza de Toro, Tutumitos, Huasimal, Malvas et Chaquiro, n'enregistrent aucun cas.

Par rapport aux taux de cysticerose, Paletilla de Malvas est le quartier avec une plus grande quantité de fermes contaminées, suivi par les quartiers voisins Sahinos et Malvas, donc El Mango, Chaquiro, Cabeza de Toro et Tronco Quemado. Cinq quartiers présentent des valeurs inférieures à 10% (Limones, Tutumitos, Hualtacos, Pueblo Nuevo et Huasimal) comme le montrent les cartes suivantes:

Annexe 1

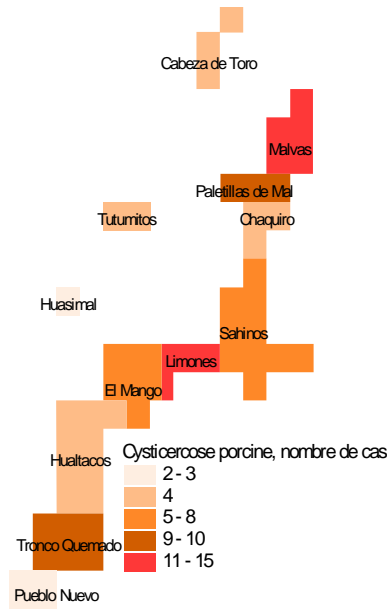


Figure X : Nombre de cas de cysticerose porcine par quartier

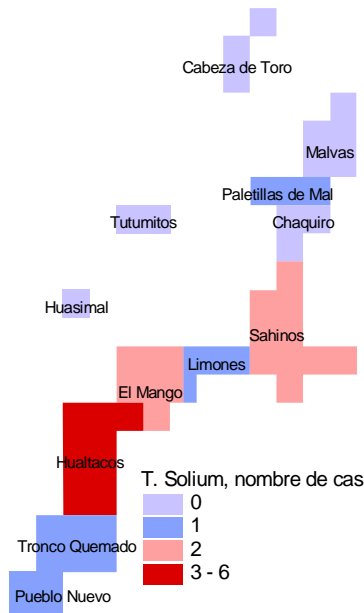


Figure XI : Nombre de cas de *T. solium* par quartier

Annexe 2

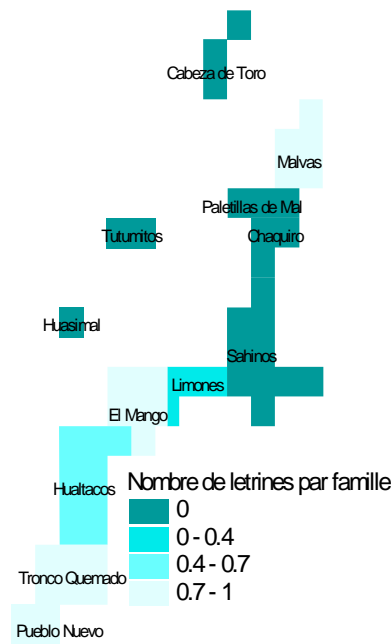


Figure XII : Nombres de latrines par familles

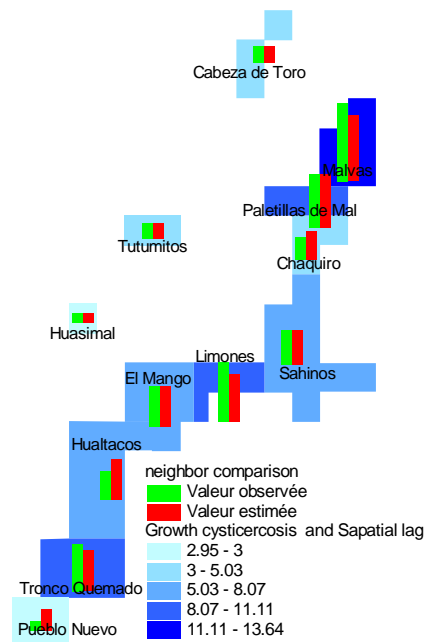


Figure XIII : Taux estimés et taux observés de la cysticercose

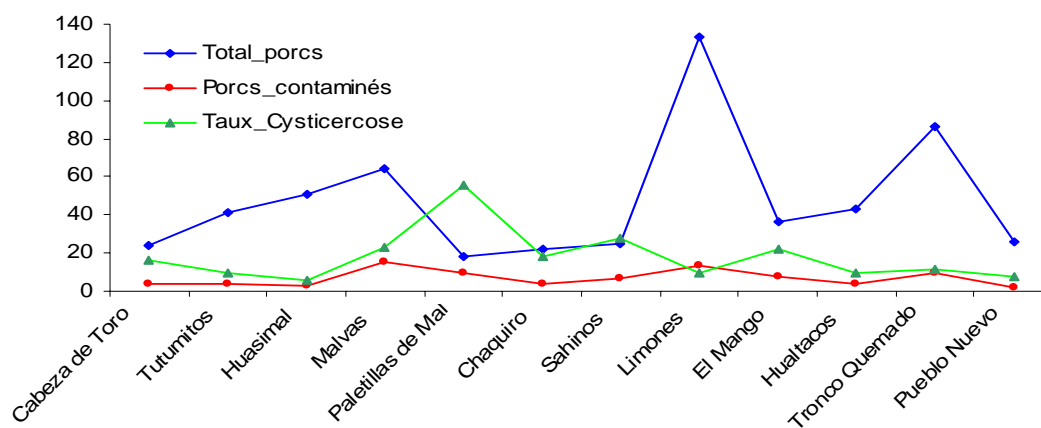
Annexe 3

Table V :Taux de prévalence apparente de teniasis et cysticerose et pourcentage de latrines par quartier

Quartier	Taux <i>T. solium</i> %	latrines/Famille %	Taux Cysticerose %
Cabeza de Toro	0.0	0	16.67
Tutumitos	0.0	0	9.76
Huasimal	0.0	0	5.88
Malvas	0.0	100	23.44
Paletilla de Malvas	2.5	0	55.56
Chaquiرو	0.0	0	18.18
Sahinos	6.3	0	28.00
Limonos	0.4	44	9.77
El Mango	2.5	100	22.22
Hualtacos	6.5	73	9.30
Tronco Quemado	0.6	100	11.63
Pueblo Nuevo	1.3	100	7.69

Annexe 4

Figure XIV : Comparaison de taux de cysticerose avec le nombre total et le nombre de porcs contaminés par quartier



Bibliographie

- Acha P. & Szyfres B. 1989. *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et animaux*. Deuxième édition, Office International des Epizooties, Paris.
- Aluja A, Villalobos N, Plancarte A, Rodarte L & Hernández M. 1996. Experimental *Taenia solium* cysticercosis in pigs. Characteristics of the infection and antibody response. *Vet Parasito* **1**: 58-61.
- Aluja A., Escobar A., Escobedo F., Flisser A., Laclette J. & Sarralde C. 1987. *Cisticercosis. Una recopilación actualizada de los conocimientos básicos para el manejo y control de la cisticercosis causada por Taenia solium*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Barrionuevo M., Garzón M., Benítez W., Rodríguez R., Chávez M., Proaño F. & Ron J. 2001. Estudio parasitológico en cuatro comunidades rurales de la provincia de Imbabura. *International Workshop* **2**: 105-109.
- Baumgardner D., Steber D., Glazier R., Paretsky D., Egan G., Baumgardner A. & Prigge D. 2005. Geographic information system analysis of blastomycosis in northern Wisconsin, USA: waterways and soil. *Med-Mycol* **43**:2 .
- Benítez W. 1995. *El sistema tradicional de explotación porcina*. Universidad Central del Ecuador. Ed. Universitaria, Quito.
- Benítez W., Ron J., Rodríguez R., Barrionuevo M., Chávez M., F., Brandt J., Geerts S., Van Marck E & Ito A. 2001. Epidemiología de la cisticercosis porcina en el Ecuador. Análisis y observaciones. *International Workshop* **2**: 165-183.
- Botero D. & Ocampo N. 1982 Tratamiento de teniasis y de himenolepiasis con praziquantel. *Colombia Med* **13**:134.
- Brandt J., Geerts S. & Dorny P. 2001. Desarrollo de la prueba de ELISA para la detección de antígenos en la circulación de la cisticercosis en base a dos anticuerpos monoclonales. *International Workshop* **2**: 19-21.
- Carvajal A, Cueva F., Benítez W., Barrionuevo M., Chávez M., Proaño F., Rodríguez R & Ron J. 2001. Prevalencia de la cisticercosis en el camal frigorífico de Loja S.A y en dos centros de consumo de carne porcina. *International Workshop* **2**: 136-147.
- Castillo C. 1993. *Estratificación epidemiológica de la malaria en al región de las Américas*. Memorias Inst. Oswaldo Cruz. México.
- Castillo C., Loyola E., Vidaurre M., Piedra R. & Aguilar P. 2002. *Manual de Usuario SIGepi versión 1.0*, AIS/OPS, Washintong DC.
- Chávez M. & Proaño F. 2001. Estudio de la cisticercosis porcina en la Empresa Municipal de rastro de Ibarra y factores predisponentes en 4 comunidades rurales. *International Workshop* **2**:26-30.
- CIID. 1993. Guía para el usuario de Sig. *Revista Informa* **20**: 12-13.
- Comas & Ruiz, 1993. Publicación científica, *Sistemas de Información Geográfica*.
Universidad Computense de Madrid. <http://www5.uepgc.es>
- Correa M, Flisser-Steinbruch A, Sarti-Gutiérrez E. 1994. Teniasis y cisticercosis. Ed. Enfermedades Tropicales en México. Secretaría de Salud México, D.F.
- Cruz M., Davis A., Dixon H., Pavlovski Z & Proaño J. 1989. Operational studies on the control of *Taenia solium*, teniasis/cysticercosis in Ecuador. *WHO Bulletin OMS* **67**: 401-407.
- De Almeida F. 1992. *Epidemiología sin Números*, No.28, OPS.
- Dumas M. 2001. La neurocisticercosis. *International Workshop* **2**: 161-164.

- Evans C. 1999. *The Immunology of the Host-Parasite Relationship in Taenia solium Cysticercosis: Implications for the Prevention and Therapy*. Deuxieme édition, E Universo. Lima.
- Evans C., García H. & Gilman R. 2000. *Cysticercosis*. In *Hunter's Tropical medicine and emergin infectius diseases*. Huitieme édition, Ed W.B. Sandeus company, Phyladelphia.
- Flisser A. 1994. Teniosis and cysticercosis due to *T. solium*. *Progress in clinical parasitology* **4**: 116.
- Flisser A., Correa D., Plancarte A., Sandoval M., Avila G. & Vallejo V. 1990. New approaches for the diagnosis of *Taenia solium* taeniosis/cysticercosis. *Ann Parasitol Hum Comp* **65**:95-98.
- Fulcher C. & Kaukinen C. 2005. Mapping and visualizing the location HIV service providers: An exploratory spatial analysis of Toronto neighborhoods. *AIDS-Care* **17**: 19.
- García J., Nebot J., Blasco O., Coll V., Díez R., Ivars A., López M., Rojo C & Ruiz F. 2005. *Estadística descriptiva y nociones de probabilidad*. Première édition. Thomson, Madrid.
- Gilman RH, Del Brutto HO, García H et al. 2000. Prevalence of Taeniase among Patients whit Neurocysticercosis is related whit severity of infection. *Neurology*. **55**. **1052**
- Gondar M. 2003 <http://www.estadistico.com/arts.html?20001023-2>
- González R. 1998 Unidad de Análisis y Tendencias en Salud. Ministerio de Salud Pública de Cuba. <http://epi.minsal.cl>
- González A. 2001. Cisticercosis porcina, estudios longitudinales en cerdos con el SIG. *International Workshop* **2**: 71-88.
- González A., Cama V. & Gilman R. 1990. Prevalence and comparison of serologic assays necropsy and tongue examination for the diagnosis for porcine cysticercosis in Peru. *Am J Trop Med Hyg* **58**
- Ilsoe B., Kyvsgaard N., Nansen P. & Henriksen S. 1990. A study on the survival of *Taenia saginata* eggs on soil in Denmark. In: *Taenia Saginata Cysticercose. Undersogelser over epidemiologi, dignose og Kontrol*. Institut of veterinaer mikrobiologi og hygiejne, Kobenhau 76-86.
- Kistemann T., Dangendorf F. & Schweikart J. 2002. New perspectives on the use of Geographical Information Systems (GIS) in environmental health sciences. *Int-J-Hyg-Environ-Health* **205**: 21.
- Larralde C., Sotelo J., Montoya R., Palencia G., Padilla A. & Govenzensky T. 1990 Immunodiagnosis of human cysticercosis in cerebrospinal fluid: Antigens from murine *Taenia crassiceps* cysticerci effectively substitute from porcine *Taenia solium*. *Arch Pathol Lab Med* **114** : 926-928.
- Lawson J. & Gemmell M. 1979. The potential role of blowflies in the transmission of tapeworm eggs: Parasitology of human and animal cysticercosis. *Bull Wild Health Org* **14**.
- Martínez M., Aluja A. & Gemmell M. 2000. Failure to incriminate domestic flies (Diptera: muscidae) as mechanical vectors of *Taenia* eggs (Cyclophyllidea: Taeniidae) in rural Mexico. *J Med Entomol* **25**.
- Ministerio de Salud de Chile. Curso SIG. *Departamento de Epidemiología* <http://www.um.es/~geograf/sig/SIGgf2000/curso.htm>
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador 1999, Dirección nacional de Epidemiología.
- Molina Serpa. 2001. Salud pública y nutrición. *Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí*.
- OMS/OPS, 1993. Epidemiología y control de la Taeniasis y cysticercosis en América Latina, Version 2.0.PNSP/9128
- OPS. 1994. Epidemiología y control de la taeniosis y cisticercosis en América Latina. Washington, D.C.: OPS/OMS.
- OPS. 1998. Boletín epidemiológico **17**.
- Parthak K., Allan J., Ersfeld K & Craig P. 1994. A western Blot and ELISA assay for the diagnosis of *Taenia solium* infection in pigs. *Veterinary Parasitology*, **53**, 209-217.
- Pawlowski Z. 1990. Perspectives on the control of *Taenia solium*. *Parasitol Today* **6**: 371-373.

- Peinado J. 1999. Sistemas de información geográfica (SIG) en salud. <http://www.galenonet.com/Informatica/SIGsalud.htm>
- Rodríguez H., Benítez W., Dorny P., Geerts S., Geysen D., Ron-Roman J., Proano F., Chavez M., Barrionuevo M., Celi M., Vizcaino L. & Brandt J. 2003. Taeniosis-Cysticercosis in man and animal in the Sierra of Northern Ecuador. *Veterinary Parasitology*, **118**, 51-60.
- Rodríguez R., Peña M., Benítez W., Barrionuevo M., Chávez M., Proano F. & Ron J. 2001. Prevalencia del complejo teniasis/cisticercosis (*T. solium*) en el camal metropolitano de Quito y en cuatro poblaciones del cantón Quito-Ecuador. *International Workshop* **2**: 120-127.
- Sarti E. 1986. La taeniasis y cisticercosis en México. *Salud Publica Mex* **28**:556.
- Sarti E. 1998. La taeniasis y cisticercosis: <http://www.insp.mx/39/393.htm>
- Sarti E., Schantz P., Plancarte A., Wilson M., Gutierrez I., Aguilera J., Robertes J. & Flisser A. 1994. Epidemiological investigation of *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in a rural village of Michoacan state, Mexico. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **86**: 52.
- Sarti, E., Schantz, P. M., Plancarte, A., Wilson M., Gutiérrez, I. O., Lopez, A. S., Robertes, J. et Flisser, A., 1992. Prevalence and risk factors for *Taenia solium* taeniasis and cysticercosis in human and pigs in a village in Morelos, Mexico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* **46**: 677.
- Schantz P. & Sarti E. 1989 Diagnostic methods and epidemiologic surveillance of *Taenia solium* infection. *Acta Leiden* **57**:153-163.
- Thomson M., Connor S., Milligan P & Flasse S. 1997. Mapping malaria risk in Africa: What can satellite data contribute?. *Parasitol-Today* **13**: 9.
- Thrusfield M.1990. *Epidemiología y veterinaria*. Primera edición, Butterworths & Co., Zaragoza.
- Vinuesa L., Arciniegas S. & Benítez W. 2001. Aplicación de SIG (Sistema de Información Geográfica) para el análisis de situación socio-epidemiológica relacionada con el complejo Teniasis-Cisticercosis. *International Workshop* **2**: 184-191.
- Vizcaíno L., López J., Benítez W., Barrionuevo M., Ron J. & Rodríguez R. 2001. Utilización del método de concentración formol-éter, para la identificación de la prevalencia de la teniasis en el cantón Bolívar, Provincia de Carchi. *International Workshop* **2**: 99-104.