isaralyon
31 place Bellecour
69288 LYON CEDEX 02

Entente Rage Zoonoses
Domaine de Pixérécourt - BP 43
54220 MALZEVILLE

L'échinococcose alvéolaire en milieu urbain :

mise en place d'une étude épidémiologique sur la ville de Pontarlier

Mémoire de Fin d'Etudes
32e Promotion (1999-2004)

RATON Vincent
Elève-Ingénieur **isara**lyon

28 octobre 2004

Enseignant Responsable :
Joël ROBIN

Directeur de Mémoire :
Benoît COMBES

Ce document ayant été réalisé par des Elèves-Ingénieurs de l'ISARA-Lyon dans le cadre d'une convention avec l'ERZ, toute mention, communication ou diffusion devra faire état de l'origine ISARA-Lyon.

Remerciements

Je remercie le Président, Monsieur Laurent, pour son accueil au sein de l'Entente Rage et Zoonoses.

Je tiens à remercier tout particulièrement mon directeur de mémoire, M. Combes, ainsi que mon enseignant responsable, M. Robin, pour leur suivi et leur soutien tout au long de mon mémoire.

Mes remerciements s'adressent également à toute l'équipe de l'ERZ, Déborah, Stéphanie et Frantz, ainsi qu'à tous les stagiaires, Claire, Clément, Gaëlle et Henry, présents durant ma période de stage pour l'appui fourni.

Merci aux chercheurs de l'Université de Franche-Comté, M. Giraudoux et M. Raoul, pour le soutien intellectuel apporté dans cette étude.

Je remercie le personnel de l'AFSSA pour la disponibilité d'accès aux laboratoires et l'aide apportée pour les analyses.

Merci à tous les acteurs de terrain qui m'ont apportés un soutien sur place, et plus spécialement à M. Petite, avec qui j'ai partagé de bons moments.

Sommaire

INTRODUCTION ..... **- 1 -**

I DEFINITION DU PROBLEME POSE ..... **- 2 -**

1 CADRE DE L'ETUDE ..... - 2 -
2 DEMANDE INITIALE ..... - 5 -

II SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE ..... **- 7 -**

1 L'ECHINOCOCCOSE ALVEOLAIRE ..... - 7 -
1.1 Description du parasite ..... *- 7 -*
1.1.1 Taxinomie et morphologie ..... - 7 -
1.1.2 Les cycles ..... - 8 -
1.1.3 Répartition géographique ..... - 8 -
1.2 Ecologie de la transmission et les hôtes d'E. multilocularis ..... *- 8 -*
1.2.1 La transmission ..... - 11 -
1.2.2 De l'hôte principal à l'hôte intermédiaire ..... - 14 -
1.2.3 De l'hôte intermédiaire à l'hôte définitif ..... - 13 -
1.3 L'échinococcose chez l'homme ..... *- 15 -*
1.3.1 Les modes de contamination ..... - 14 -
1.3.2 La maladie ..... - 15 -
1.3.3 Les traitements ..... - 15 -
1.3.4 La prévention ..... - 16 -
2 LE RENARD URBAIN ..... - 17 -
2.1 Un nouveau type de renard ? ..... *- 17 -*
2.2 Ecologie du renard urbain ..... *- 19 -*
2.2.1 Habitats et milieux de vie ..... - 19 -
2.2.2 Domaines vitaux ..... - 19 -
2.2.3 Régime alimentaire ..... - 20 -
2.2.4 Rythme d'activités ..... - 22 -
2.2.5 Vie sociale et cycle annuel ..... - 23 -
2.3 E. multilocularis chez le renard urbain ..... *- 24 -*
2.3.1 La transmission urbaine de *E. multilocularis* ..... - 24 -
2.3.2 Moyens de contrôle ..... - 26 -

III CONTEXTE DE L'ETUDE ..... **- 28 -**

1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ..... - 28 -
2 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ..... - 29 -
3 CONTEXTE SOCIAL ..... - 31 -
3.1 Justification d'une telle étude ..... *- 31 -*
3.2 La société et le renard ..... *- 31 -*
3.3 Le renard mérite t-il son classement de nuisible ? ..... *- 32 -*

IV ENJEUX D'ACTEURS ..... **- 33 -**

1 LE COMITE DE PILOTAGE ..... - 33 -
2 LES ADMINISTRATIONS ..... - 34 -
3 LES ACTEURS LOCAUX ..... - 35 -

V PROBLEMATIQUE ..... **- 36 -**

VI METHODOLOGIE ..... **- 37 -**

1 COMMUNICATION SUR LA MISE EN PLACE DE L'ETUDE ..... - 37 -
1.1 Aux acteurs impliqués ..... *- 37 -*
1.2 Au public ..... *- 37 -*
2 DETERMINATION DES LIMITES DE LA ZONE D'ETUDE URBAINE ..... - 38 -

3 ETUDE DU RENARD - 39 -
3.1 Questionnaire - 39 -
3.2 Indices de présences - 39 -
3.2.1 Les empreintes - 39 -
3.2.2 Les coulées - 40 -
3.2.3 Les terriers - 40 -
3.2.4 Les déjections - 41 -
3.2.5 Autres indices - 41 -
3.3 Collecte de fèces - 42 -
3.3.1 Répartition des prélèvements - 42 -
3.3.2 Identification des laissées - 42 -
3.3.3 Protocole de ramassage et données récoltées - 43 -
3.4 Comptage de nuit - 44 -
3.4.1 Objectif - 45 -
3.4.2 Méthodes - 45 -
3.5 Suivi comportemental - 46 -
3.5.1 Piégeage - 46 -
3.5.2 Radio-pistage - 48 -
4 ETUDE D'ECHINOCOCCUS MULTILOCULARIS - 50 -
4.1 Par l'analyse de fèces - 50 -
4.1.1 Échantillonnage - 50 -
4.1.2 Analyse des prélèvements - 50 -
4.1.3 Interprétation des résultats - 51 -
4.2 Par autopsie parasitaire - 52 -
5 ETUDE DE L'HOTE INTERMEDIAIRE - 54 -
5.1 Indices de présence - 54 -
5.1.1 Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*) : - 54 -
5.1.2 Campagnol des champs (*Microtus Arvalis*) : - 53 -
5.2 Estimation des densités - 55 -

VII RESULTATS ET DISCUSSIONS - 56 -

1 LE TERRITOIRE D'ETUDE - 56 -
1.1 Description - 56 -
1.2 Définition des secteurs à risque pour l'homme - 57 -
2 LA PRESENCE DE RENARD A PONTARLIER - 59 -
2.1 Informations apportées par le questionnaire - 59 -
2.2 Etat des lieux sur les indices de présence - 59 -
2.3 Densité de renards - 60 -
2.4 Résultat du suivi comportemental - 61 -
2.4.1 Le piégeage - 62 -
2.4.2 Le suivi télémétrique - 63 -
3 PREVALENCE D'E. MULTILOCULARIS - 65 -
3.1 Etude des fèces - 66 -
3.2 Etude des intestins - 67 -
4 LA DENSITE DES HOTES INTERMEDIAIRES - 68 -
4.1 Les résultats bruts - 68 -
4.2 Analyse géostatistique - 68 -
5 CARTES DE RISQUE ZOONOTIQUE - 69 -

VIII BILAN - 70 -

1 PRESENCE DES HOTES - 71 -
2 RISQUE DE CONTAMINATION - 73 -
3 PERSPECTIVES - 73 -
3.1 Collecte de fèces - 73 -
3.2 Etude des campagnols - 71 -
3.3 Suivi comportemental et présence du renard - 75 -
3.4 Etude du parasite - 75 -
3.5 Mise en place des méthodes de prophylaxie - 76 -

CONCLUSION - 70 -

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES FIGURES, CARTES, PHOTOS, TABLEAUX

Listes des abréviations et des sigles

ACCA : Association Communale de Chasse Agréée

ADSEHD : Association pour la Défense de la Salubrité et de l'Environnement du Haut-Doubs

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

ATS : Advanced Telemetry Systems

DDAF : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt

DO : Densité Optique

DRASS : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

DSV : Direction des Services Vétérinaires

ERZ : Entente de lutte contre la Rage et les autres Zoonoses

EIDLCR : Entente Interdépartementale de Lutte Contre la Rage

ELISA : Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

FO(R) : Fréquence d'Occurrence (Relative)

FREDON : Fédération RÉgionale de Défense contre les Organismes Nuisibles

FDC : Fédération Départementale de Chasse

GPS : Global Positionning System

IKA : Indice Kilométrique d'Abondance

INSERM : Institut National Supérieur d'Etudes et de Recherches Médicales

LERRPAS : Laboratoire d'Etude et de Recherche sur la Rage et la Pathologie des Animaux Sauvages

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

PCR : Polymerase Chain Reaction

UFC : Université de Franche-Comté

Introduction

Echinococcus multilocularis est un cestode de la famille des ténias qui est responsable chez l'homme de l'échinococcose alvéolaire. C'est une maladie rare qui peut être mortelle si elle n'est pas soignée rapidement. Les traitements médicaux actuels sont lourds et pas toujours efficaces. Le cycle de ce parasite est dixène, l'hôte principal est un carnivore (renard, chien et chat), les hôtes intermédiaires sont représentés par quelques espèces de campagnols prairiaux (principalement *Arvicola terrestris* et *Microtus arvalis*).

Des études menées en Europe ont montré une augmentation de l'aire de répartition du parasite accompagnée d'un accroissement de sa prévalence. Les travaux actuels cherchent à déterminer sa présence exacte en Europe et à mieux connaître et comprendre ses mécanismes de transmission.

L'Entente de Lutte contre la Rage et autres zoonoses est un établissement public qui lutte contre la rage depuis plus de trente ans. La France a été déclarée indemne de rage en 2001, l'ERZ a dès lors travaillée sur d'autres zoonoses, maladies transmissibles des animaux à l'homme. Sa première cible est une maladie émergeante : l'échinococcose alvéolaire. Elle établit la cartographie nationale du parasite et étudie parallèlement le parasite en zone urbaine. En effet, depuis quelques années la présence de renard en ville a été de plus en plus rapportée. L'arrivée de cet animal sauvage en zone urbaine pourrait rapprocher le parasite de l'homme et accroître le risque de contamination. C'est pourquoi l'ERZ réalise des études épidémiologiques en milieu urbain afin d'évaluer l'importance de ce risque et de chercher des moyens appropriés de contrôle du parasite. Une étude est menée sur Annemasse (74) depuis 2003, ce mémoire consiste à lancer une étude similaire sur Pontarlier, ville de taille moyenne située dans le Haut-Doubs, département de forte endémie du parasite.

Après l'examen de la demande qui a été formulée et le rappel de la bibliographie sur le sujet, le contexte et la problématique de notre étude seront posés. Nous aborderons ensuite la méthodologie utilisée, puis nous présenterons les résultats obtenus sur Pontarlier. Le bilan permettra d'apporter les premières réponses et d'envisager les perspectives pour la suite de l'étude.

I Définition du problème posé

1 Cadre de l'étude

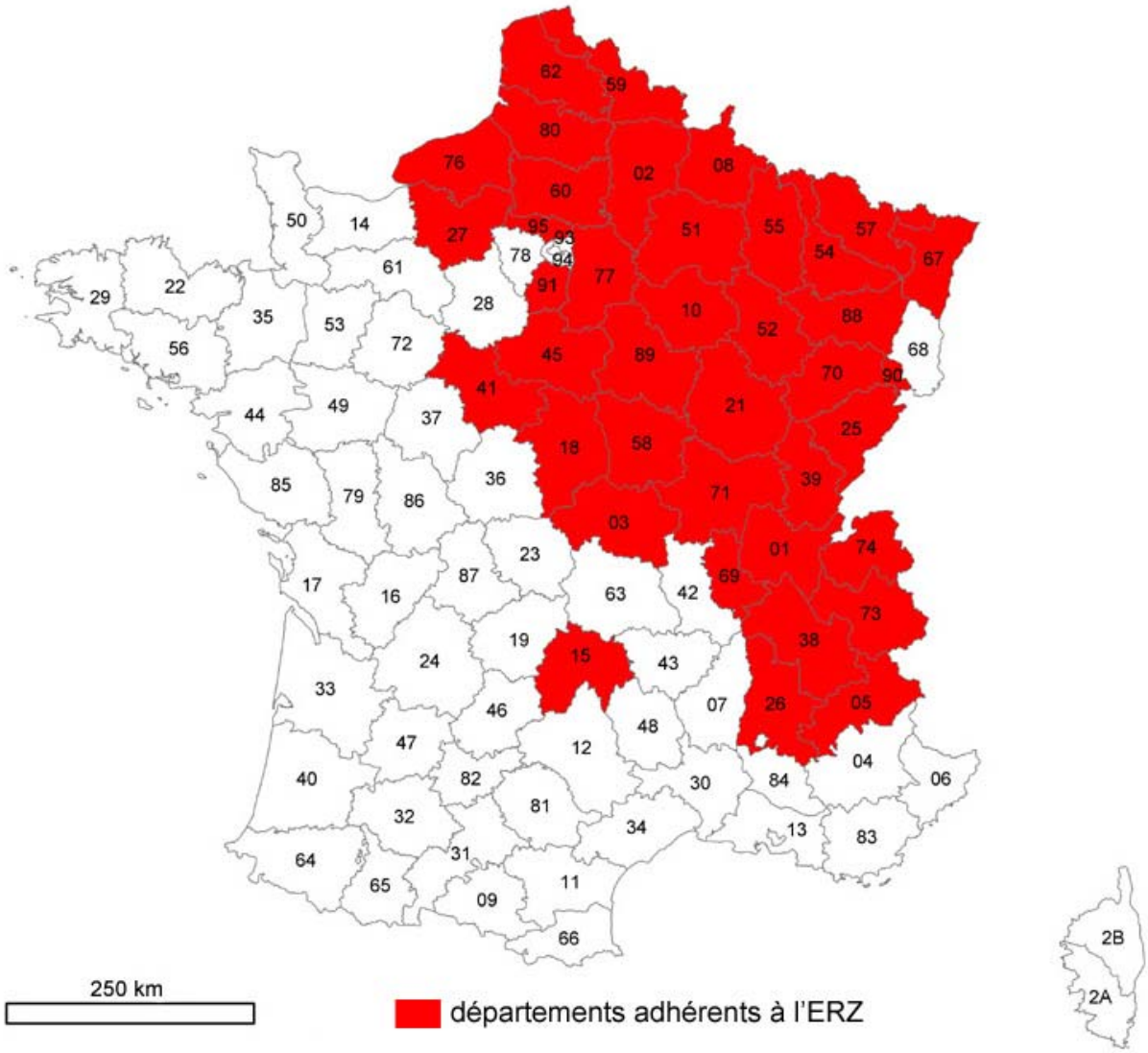
Cette étude sur l'échinococcose alvéolaire en milieu urbain est commanditée par l'Entente de lutte contre la Rage et les Zoonoses (ERZ). Il s'agit d'une collectivité territoriale ayant un statut d'établissement public de coopération interdépartementale. Cet établissement a vu le jour en 1973 à l'initiative du centre d'étude sur la rage, devenu le Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur la Rage et la Pathologie des Animaux sauvages (LERRPAS) de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments de Nancy (AFSSA-Nancy), et de sept départements désireux de mettre en place une structure afin d'éliminer la rage de leurs territoires. Face au désengagement de l'état, les départements ont décidé de « s'associer » afin de lutter contre ce fléau. L'Entente Interdépartemental de Lutte contre la Rage (EIDLCR) est alors créée. Cette mise en commun de moyens a permis des actions plus efficaces et surtout un succès sans précédent.

Depuis que la France fut déclarée indemne de rage en 2001, pour ne pas perdre le potentiel d'une telle structure, il a été décidé qu'elle pourrait continuer à travailler sur d'autres zoonoses, maladies transmissibles de la faune (sauvage ou domestique) à l'homme. Ne traitant plus uniquement le cas de la rage, l'EIDLCR a changé de nom en 2002 et se nomme désormais : Entente de Lutte contre la Rage et autres Zoonoses (ERZ). Le bureau de l'ERZ se situe au sein de l'AFSSA-Nancy. L'entente compte désormais 39 départements adhérents, ce qui représente une surface de 218 000 km^2 couvrant presque la moitié Est de la France. (Cf. Carte 1)

Au niveau de son fonctionnement l'entente est dirigée par un bureau. Ce dernier se compose d'un président, de deux vice-présidents, de trésoriers et de secrétaires. Le service technique est quant à lui constitué d'un directeur, d'une chargée de projet et de deux techniciens (départ d'un technicien en octobre). L'entente est dirigée par un conseil d'administration composé du président de l'ERZ et de quatre conseillers généraux par départements adhérents. Le conseil d'administration est tenu deux fois par an. Cet établissement est créé pour six ans et nécessite un renouvellement par tacite reconduction pour continuer à agir. Le financement est assuré par les cotisations des départements adhérents et par l'Etat via le Ministère de l'agriculture de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales.

Le travail de l'ERZ consiste à mettre en place les mesures de prophylaxie sur le terrain en coordonnant toutes les actions sur les différents départements. Pour ce faire, elle doit mettre au point et tester des nouvelles méthodes de traitement efficaces contre la zoonose visée. Cette recherche nécessite la réalisation d'études épidémiologiques, écologiques ou comportementales sur les animaux vecteurs des zoonoses

.



Carte 1 : départements adhérents à l'Entente Rage et Zoonoses
(source : ERZ)

Parallèlement à ce travail de prophylaxie, l'ERZ doit concourir à l'information du public dans tous les départements adhérents. La distribution annuelle d'une note de synthèse à chaque conseil d'administration permet de présenter les actions réalisées par l'ERZ et contribue à la diffusion de l'information. La parution d'articles dans la presse est un bon moyen pour informer un plus large public. La participation à des réunions et à des conférences sur les sujets traités par l'ERZ offre des occasions supplémentaires de communication auprès du grand public.

Une mission complémentaire de l'ERZ est d'étendre sa zone d'étude aux départements limitrophes. C'est en informant les élus locaux (conseils généraux et régionaux), notamment grâce à une note de synthèse annuelle sur ses activités, que l'Entente cherche à faire adhérer de nouveaux départements. De 33 départements adhérents fin 2001, il y a actuellement 39 départements adhérents à l'Entente et qui s'intéressent à la situation concernant l'échinococcose alvéolaire sur leur territoire.

Les sujets d'études de l'ERZ se sont diversifiés ces dernières années : après avoir travaillé plus de vingt ans sur la rage, une autre zoonose telle que la Fièvre Hémorragique à Syndrome Rénal (FHSR) a été étudiée. L'échinococcose alvéolaire est désormais le principal sujet d'étude.

Après de nombreuses années de lutte contre la rage, la vaccination antirabique orale a pu mettre un terme à ce fléau. Cette vaccination orale s'est effectuée sur le terrain par largage d'appâts à partir d'hélicoptère. Le dernier largage a eu lieu en octobre 2003. Désormais, l'ERZ doit continuer à surveiller ce fléau puisqu'un retour est possible au niveau de nos frontières, notamment avec l'Allemagne qui n'en est pas exempt. Cette surveillance est basée sur l'analyse de sang de renards prélevés par tirs de nuit sur les départements frontaliers. En cas de retour du virus en France, un dispositif d'intervention d'urgence sera mis en place. Il est nécessaire d'associer à l'examen de la faune sauvage, un contrôle aux frontières afin d'éviter le rapatriement d'animaux porteurs du virus.

La FHSR est une maladie infectieuse transmise par les campagnols forestiers, et a fait partie des sujets d'études de l'Entente qui participait aux sessions de piégeage des campagnols. Le sang prélevé est analysé au laboratoire de l'AFSSA afin de déterminer la prévalence du virus. Cette étude fait partie d'un programme de recherche financé par l'Institut National Supérieur d'Etudes et de Recherches Médicales (INSERM) qui cherche à estimer la circulation du virus dans les populations de campagnols, et ainsi prédire le risque de contamination humaine.

L'échinococcose alvéolaire est le programme prioritaire de l'Entente à l'heure actuelle. L'étude de cette zoonose a commencé en 2000 par la mise en place d'une opération visant à établir la distribution géographique d'*E. multilocularis* en France. L'étude concerne uniquement les départements adhérents. L'objectif est d'obtenir une meilleure connaissance des zones de présence du parasite. Elle est réalisée conjointement avec l'Université de Franche-Comté (UFC) et l'AFSSA-Nancy.

L'Université de Franche-Comté s'occupe de la méthodologie écologique et cartographique du projet. L'AFSSA prend en charge les méthodes d'analyses de laboratoire et la démarche qualité. L'ERZ est le maître d'œuvre sur le terrain des travaux de collecte des échantillons, et essaie aussi d'étendre le terrain d'étude par l'adhésion de nouveaux départements.

Cette cartographie est basée sur l'analyse de fèces de renards ramassées durant la période hivernale. Les échantillons sont prélevés sur le terrain dans des secteurs précis et déterminés selon une analyse paysagère. Des zones ont été définies à partir d'une carte thématique montrant l'importance de la prairie dans le paysage. Dans chaque département des placettes de ramassage, des carrées de 16 km^2, sont choisies aléatoirement dans les zones préalablement définies. Cinq crottes sont ramassées sur chaque placette. Chaque échantillon est référencé et repéré géographiquement puis est ensuite analysé dans les laboratoires de l'AFSSA. La collecte sur le terrain est assurée par les Fédérations de chasse, les agents de l'Office National de la Chasse et de la Faune sauvage ou les lieutenants de louveterie. Le ramassage est effectué en suivant un protocole de sécurité (Cf. page 44) défini par l'ERZ afin d'éliminer tout risque de contamination. Plus de 5000 échantillons de crottes de renards ont été ramassés par 630 personnes et près de 1000 sont encore en cours de ramassage.

Cette cartographie française est intégrée dans un programme européen, EchinoRisk. Ce dernier cherche à décrire la pression d'infestation du parasite pour l'homme. Les premiers résultats obtenus en France permettent de présumer que la présence d'*Echinococcus multilocularis* s'étend sur un territoire plus vaste que celui qui était connu jusqu'à présent.

Parallèlement à l'établissement de cette cartographie nationale l'ERZ a décidé de travailler sur la recherche de moyens de contrôle de ce parasite. Les zones urbaines sont des lieux dans lesquelles le risque de contamination mérite d'être étudié plus précisément. La forte densité de population humaine reliée à l'observation généralisée depuis quelques années de renards en ville aggrave le risque de contamination. De plus le problème de l'échinococcose en milieu urbain est encore peu étudié en France. L'étude sur le renard urbain est mise en place toujours en collaboration avec l'AFSSA et l'UFC, qui tiennent les mêmes rôles que dans le projet de cartographie nationale. L'objectif à terme de cette étude est la mise en place de moyens de contrôle du parasite en zone urbaine.

2 Demande initiale

La demande initiale faite par l'ERZ est de mettre en place une étude épidémiologique sur la ville de Pontarlier, située en Franche-Comté dans le département du Doubs. L'objectif est d'évaluer le rôle du renard dans le risque de contamination humaine par *Echinococcus multilocularis* en ville et en périphérie. L'étude nécessite le suivi des populations d'hôtes de la faune sauvage, renards et rongeurs, pour quantifier la fréquence d'infestation par le parasite. Cette demande fait suite à une étude similaire qui a été lancée en 2003 sur la ville d'Annemasse (74).

E. multilocularis comprend deux hôtes, un carnivore (renard) et un rongeur (campagnol). Un maximum d'informations sur ces populations d'hôtes doit être récolté et analysé afin de mieux comprendre le cycle du parasite en milieu urbain. La réalisation d'un état des lieux sur la situation de la population vulpine et sur les populations de rongeurs est indispensable.

L'étude épidémiologique nécessite de connaître la prévalence, c'est-à-dire le taux d'infestation du parasite dans la zone d'étude. La prévalence est définie à partir de l'analyse des fèces de renard. Ces analyses de crottes se feront sur des échantillons récoltés en zone urbaine et en zone rurale afin de pouvoir comparer les taux d'infestation.

Pour évaluer le rôle du renard dans la contamination du parasite à l'homme, un suivi comportemental de ce carnivore sauvage est à prévoir. Cela nécessite le piégeage de renards afin de les équiper de colliers émetteurs permettant de les radio-pister.

Une mission secondaire de sensibilisation et d'information du public doit également être réalisée. En effet l'échinococcose alvéolaire est une maladie dont les mécanismes de transmission et les précautions à prendre pour l'éviter sont encore mal connues par la population, et cela même dans une région de forte endémie telle que la Franche-Comté.

La communication est importante dans une telle étude car elle fait intervenir de nombreux acteurs et son acceptation par la population passe par une bonne compréhension du sujet.

Il est important de signaler que l'étude sur Pontarlier durera au minimum jusqu'en 2006, mon mémoire constitue le lancement de l'étude, et non pas une étude entière.

Plusieurs étapes sont nécessaires à la réalisation de ce travail :

– Réaliser une prospection approfondie de l'ensemble du territoire :

Objectif : connaître parfaitement le territoire, relever tous les indices de présences de renards, identifier les zones de fréquentations communes aux hommes et aux renards.

– Obtenir un maximum d'informations concernant le renard urbain grâce à un questionnaire :

Objectif : orienter la prospection, obtenir des témoignages sur le renard urbain.

– Réaliser des comptages de nuit :

Objectif : confirmer la présence de renard, estimer la densité de la population de renards dans la zone urbaine.

– Prélever et analyser le matériel contaminant, c'est-à-dire les fèces de renard :

Objectif : connaître la prévalence du parasite, connaître le régime alimentaire des renards urbains.

– Récolter et analyser un maximum de cadavres de renards morts accidentellement :

Objectif : déterminer la charge parasitaire, information indisponible par l'étude des fèces.

– Piéger des renards adultes pour les équiper de colliers émetteurs :

Objectif : faire du radio pistage de renards adultes.

– Faire des suivis télémétriques :

Objectif : déterminer les domaines de vie des renards et étudier leurs comportements. En superposant ces cartes avec les lieux de fréquentation humaine, on obtiendra des cartes de risques zoonotiques.

– Piéger des renardeaux et les équiper de boucles d'oreilles numérotées :

Objectif : connaître la dispersion des renards par rapport au terrier d'origine. Le retour de l'information se ferait par les chasseurs ou la personne trouvant le renard.

– Piéger des campagnols sur les différents espaces verts :

Objectif : étudier la prévalence chez l'hôte intermédiaire et estimer sa densité.

II Synthèse bibliographique

La bibliographie sur l'échinococcose alvéolaire est abondante, je ne reprendrai ici que les éléments nécessaires à la bonne compréhension du cycle parasitaire et à la maladie qu'elle génère. En ce qui concerne le renard urbain pour lequel quelques études ont été menées, il va s'agir ici de rappeler les différents résultats qui ont pu être obtenus sur la connaissance du renard urbain et la présence du parasite en ville.

1 L'échinococcose alvéolaire

1.1 Description du parasite

1.1.1 Taxinomie et morphologie

Embranchement : Plathelminthes
Classe : *Cestoda*
Ordre : *Cyclophyllidea*
Famille : *Taeniidae*
Genre : *Echinococcus*
Espèce : *Echinococcus multilocularis*

Le parasite responsable de l'échinococcose alvéolaire est un cestode de la famille des ténias. Il appartient au genre *Echinococcus* qui comprend quatre espèces très proches morphologiquement ainsi que dans le fonctionnement de leur cycle. Nous nous intéresserons ici à l'espèce *Echinococcus multilocularis*. Le parasite prend trois aspects différents au cours de son cycle ; l'œuf se développe en larve pour devenir un ver de 2 millimètres environ à l'état adulte.

- *les oeufs :* (Cf. Photo 1)

Ils sont de forme ovoïde et mesurent de 30 à 40 µm de diamètre. Ils sont formés d'un embryon hexacanthe (oncosphère) qui est entouré de plusieurs enveloppes. Les œufs ont un aspect sombre et strié dû à une enveloppe fortement kératinisée (embryophore) qui les dote d'une forte résistance aux contraintes extérieures. Leur destruction par le froid nécessite une température de -80°C durant 48 heures. Ils résistent à toutes les substances chimiques.

- *la larve :*

Il y a plusieurs stades de développement de la larve. L'oncosphère libéré de son enveloppe va atteindre son stade larvaire ; appelé kyste hydatique ou métacestode. Ce kyste va se développer par multiplication asexuée et former une agrégation de petites vésicules (de 1 à 30 mm de diamètre) appelées protoscolex (Cf. Photo 2). Ce sont ces agrégations qui vont donner une structure alvéolaire (Cf. Photo 3). Le métacestode peut proliférer par bourgeonnement externe ce qui va permettre une colonisation importante de la larve sur l'organe atteint et permettre la migration vers d'autres organes.

Photo 1 : œuf d'échinocoque (source : www.echinoreg.org)

Photo 2 : protoscolex isolé à partir du foie d'un rongeur (*Microtus arvalis)*

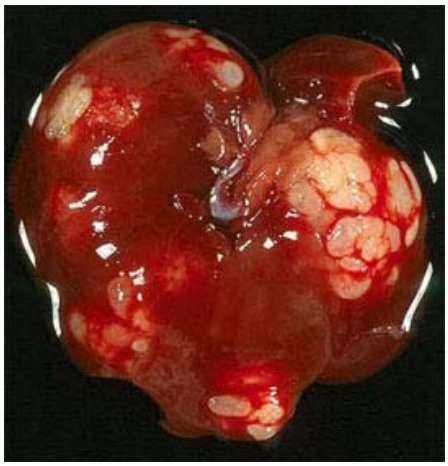


Photo 3 : structure alvéolaire d'*E. multilocularis* sur le foie d'un *Microtus arvalis*

(source : http://www.uni-bielefeld.de)

Photo 4 : vers adulte d'*E. multilocularis*

(source : http://www.uni-bielefeld.de)

- *le ver adulte :* (Cf. Photo 4)

C'est un ténia de faible taille (1,2 à 4,5 mm de longueur). Le ver comprend le scolex (tête) et le strobile (corps). Le scolex est l'organe qui permet la fixation du ver, il est équipé de quatre ventouses et d'une couronne de crochets. Le strobile est formé de différentes unités appelées proglottis. Certains sont en maturation, ce sont les segments immatures situés derrière le scolex, les suivants sont matures et comportent les organes génitaux fonctionnels. Il n'y a que le dernier segment qui contient les œufs. On peut compter entre 2 et 6 proglottis par ver. La forme adulte est hermaphrodite.

1.1.2 Les cycles

E. multilocularis a un cycle dixène, c'est-à-dire qu'il a besoin de deux hôtes pour réaliser son cycle. Cette partie va d'abord présenter le cycle évolutif du parasite, puis les différents cycles épidémiologiques afin de montrer les interactions possibles avec les différents hôtes.

1.1.2.1 Le cycle évolutif :

Pour réaliser son cycle (Cf. Figure 1 et 2), *E. multilocularis* doit passer par les 3 stades morphologiques décrits précédemment. Le ver adulte vit solidement fixé dans les villosités de l'intestin grêle de son hôte principal (carnivores) grâce au scolex qui comprend ventouses et crochets. Une fois à maturité, le ver largue via les fèces, des sacs remplis d'œufs qui vont se retrouver dans l'environnement. Lorsque les proglottis sont lâchés dans les fèces et qu'ils arrivent dans l'environnement extérieur, ils sont animés de contractions qui vont expulser les œufs. Le sol et la végétation alentours sont contaminés sur plusieurs mètres autour de la crotte (Boucher et al, 2001).

L'œuf ainsi libéré est la seule forme libre du parasite durant son cycle, il est immédiatement infestant et possède une très grande résistance aux contraintes extérieures grâce à l'embryophore. Les œufs craignent la dessiccation et la grande chaleur. Un œuf peut tout de même survivre 11 jours en milieu sec. Leur durée de vie peut considérablement augmenter s'ils se retrouvent dans la terre protégée du soleil. Ils craignent peu le froid et peuvent rester 5 mois à -16°C.

Le cycle parasitaire continue lorsqu'un rongeur va ingérer un végétal souillé par un œuf échinocoque. Les enzymes de l'estomac et de l'intestin grêle vont digérer l'embryophore et libérer l'oncosphère. Celui-ci va passer dans le réseau sanguin en pénétrant l'intestin grêle grâce à des sécrétions et aux mouvements de ses crochets. Il est transporté par le réseau sanguin jusqu'au foie, organe où le métacestode se développe par bourgeonnement. Une fois cet état larvaire atteint le parasite va proliférer pour créer un grand nombre de vésicules qui seront à l'origine des protoscolex, dernier stade larvaire qui donnera le ver adulte. Les premiers sont produits en 45 jours à partir des métacestodes : d'après Eckert *et al.* (2001) il s'agirait d'une adaptation du parasite à la courte durée de vie du rongeur, qui est généralement de 5 mois.

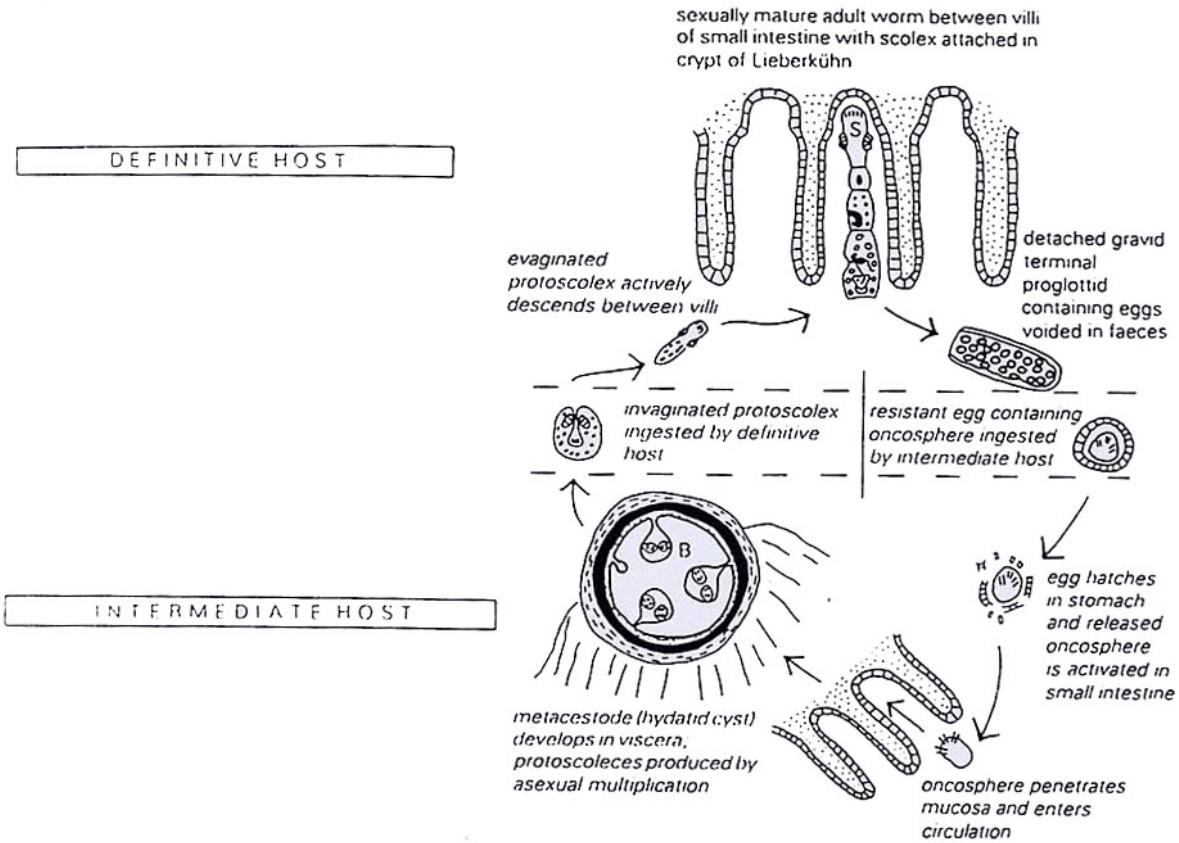


Figure 1 : cycle de développement d'*E. multilocularis*
(source : Thompson R.C.A. , 1986, *The biology of Echinococcus and hydatid Disease)*

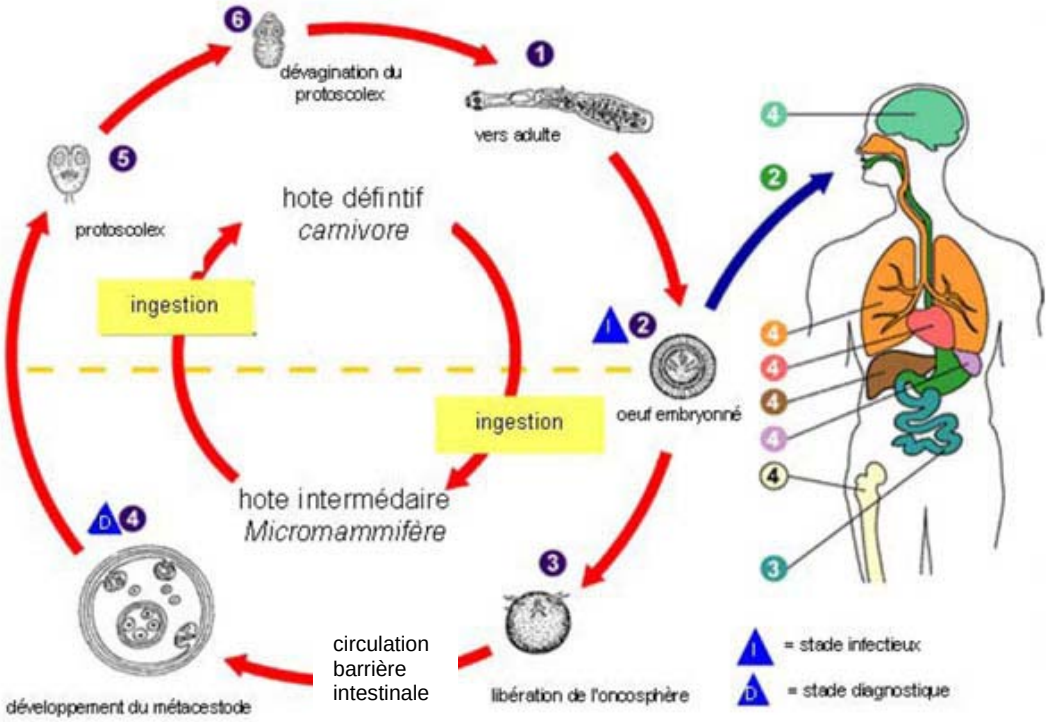


Figure 2 : cycle évolutif du parasite
(source : www.dpd.cdc.gov, d'après anonyme, dans Sigaud 2003)

La présence du parasite affaiblirait également le rongeur ce qui augmenterait la probabilité qu'un carnivore l'attrape et l'ingère et permette la poursuite du cycle. Le foie du rongeur infecté peut contenir jusqu'à 245 000 protoscolex. Une fois ingéré par un hôte principal (carnivore) favorable, le protoscolex subit l'action des pepsines qui vont provoquer sa dévagination et lui permettre de se fixer avec son scolex dans les villosités de l'intestin.

A partir de là commence la période de prépatence, elle est de 28 à 35 jours chez le renard. Le ver adulte va larguer à nouveau des sacs remplis d'œufs pendant 1,5 à 4 mois (Petavy, 1999). Un proglottis est produit tous les 7 à 14 jours et peut contenir jusqu'à 200 oeufs. Un carnivore possède généralement plusieurs vers en même temps, on peut donc supposer qu'à chaque défécation de l'animal il y a largage de nombreux œufs. Contrairement aux hôtes intermédiaires l'hôte principal est porteur sain du parasite, la présence de vers ne perturbe pas son métabolisme (Eckert *et al*. 2001).

1.1.2.2 Les cycles épidémiologiques :

Le cycle épidémiologique général est présenté Figure 3. La présence de différents hôtes situés dans différents milieux suppose qu'il existe différents cycles en fonction des hôtes impliqués (Cf. Figure 4) ;

- *cycle sylvatique :* Il s'agit du cycle sauvage d' *E. multilocularis.* L'hôte principal est un carnivore sauvage qui se contamine en ingérant un petit rongeur sauvage, qui est l'hôte secondaire du parasite. Ces petits rongeurs sont contaminés par les œufs largués dans les crottes d'un carnivore sauvage contaminé. Ce cycle fait intervenir uniquement la faune sauvage.

- *cycle domestique :* Le cycle domestique fait intervenir le chat domestique comme hôte principal, et la souris domestique comme hôte intermédiaire (Eckert *et al*., 2001). L'importance épidémiologique de ce cycle n'est pas réellement connue.

- *cycle rural :* Le cycle rural met en jeu des animaux domestiques mais aussi sauvages. L'hôte principal est le chien ou le chat qui peut ingérer un micromammifère sauvage infesté par le parasite. Ce cycle est généralement alimenté, tout au moins à l'origine, par des rongeurs contaminés dans un cycle sylvatique.

- *cycle synanthropique :* C'est dans ce cycle que l'homme intervient en tant qu'hôte intermédiaire. Ce cycle est une impasse pour le parasite puisqu'il est peu probable que le foie d'un homme soit ingéré par un animal domestique ou sauvage. De plus le parasite ne se développe pas bien chez l'homme.

- *cycle urbain :* On parle désormais de cycle urbain pour le parasite qui n'est plus uniquement cantonné aux zones rurales mais qui investit les zones urbaines. Ce cycle peut comprendre les différents hôtes des cycles sylvatiques et domestiques. Les carnivores vont se contaminer avec les rongeurs vivant en zone urbaine. Ce cycle est favorisé par une forte densité de population humaine et des contacts plus étroits entre les hôtes.

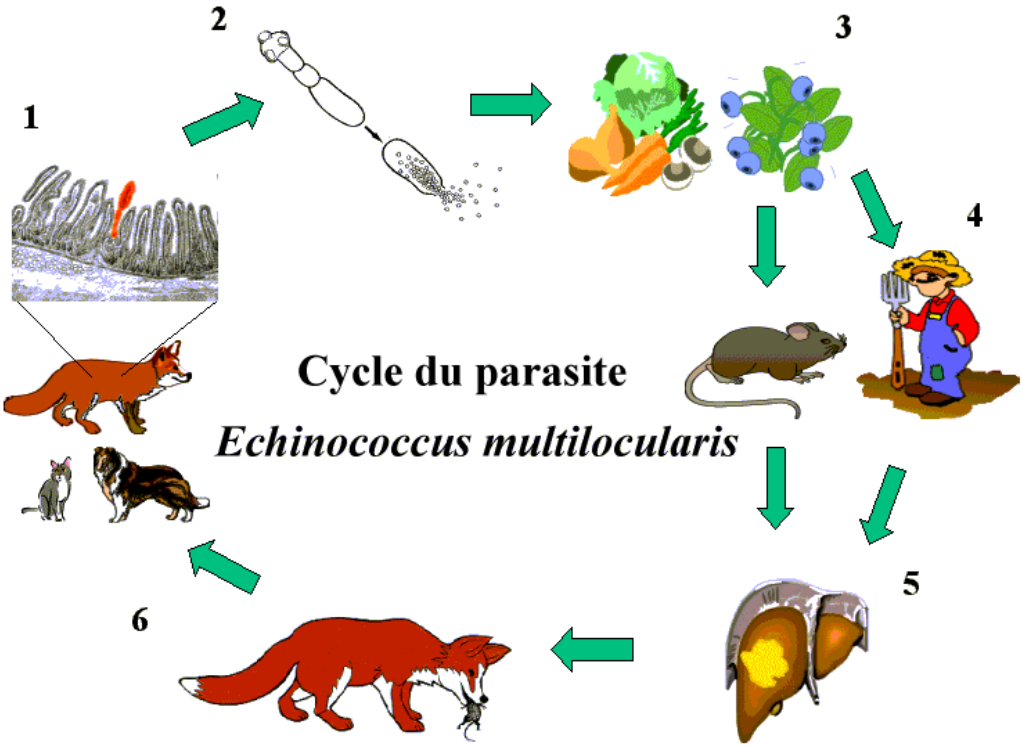


Figure 3 : cycle d'*E. multilocularis*
(source : Stefan Reuter, Université d'Ulm, Allemagne)

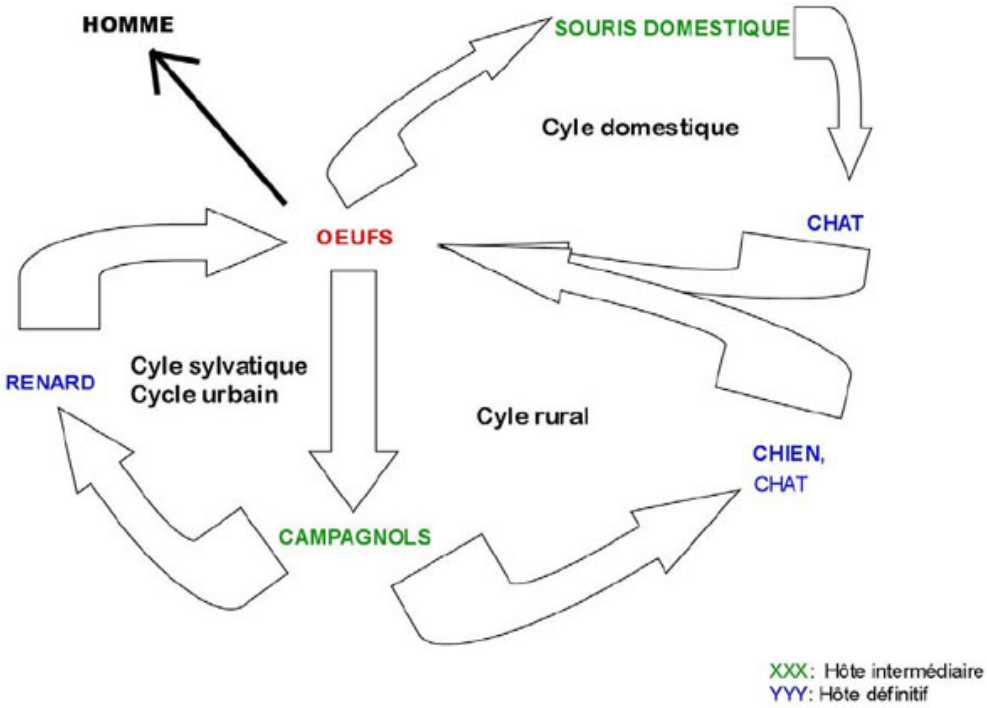


Figure 4 : représentation schématique des différents cycles épidémiologiques d'*E. multilocularis*
(source : Sigaud 2003)

1.1.3 Répartition géographique

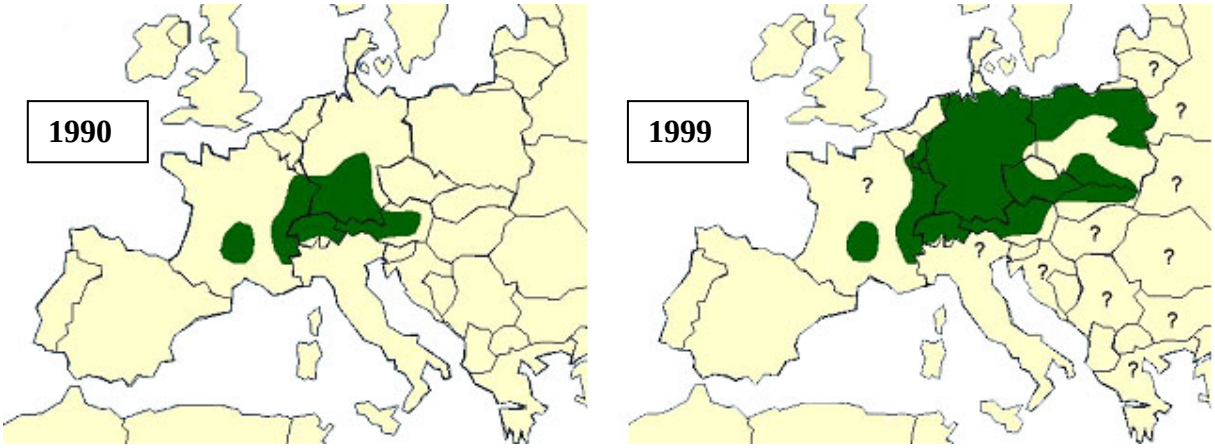
La cartographie exacte du parasite n'est pas bien connue. Au niveau mondial on sait qu'il est principalement localisé dans les zones froides de l'hémisphère Nord. Cette localisation est la conséquence de sa sensibilité aux fortes chaleurs et à la dessiccation. On le retrouve en Europe, au Moyen-Orient, en Russie, au Japon, en Asie centrale et en Amérique du Nord. (Cf. Carte 2).

En Europe sa présence est connue depuis longtemps en Suisse, Allemagne du sud, Autriche et à l'est de la France. Sa présence a évolué ces dernières années (Cf. Carte 3). Cette tendance n'est pas forcément due à une expansion du parasite mais peut être due à un manque d'information sur certaines régions : absence de recherche du parasite, faible prévalence d'où une difficulté de mise en évidence. Des études ont montré que la prévalence a augmenté progressivement depuis les années 1980 (Romig T. *et al.*, 1999 dans Raoul F., 2001) dans le sud de l'Allemagne. Cet accroissement s'est effectué en même temps que l'augmentation des populations de renards. Cependant l'augmentation des populations de renards ne coïncide pas forcément avec une hausse de la prévalence, comme le montre Romig T en 2002 dans le nord-est de l'Allemagne.

Désormais, il existe un réseau de surveillance européen de l'échinococcose alvéolaire (eurechinoreg) qui permet de mieux connaître la situation en Europe. En 1999 le parasite était présent en Allemagne, Autriche, Belgique, France, Lichtenstein, Luxembourg, Pays-Bas, Pologne, Républiques Slovaque et Tchèque, Slovénie et Suisse. Plus récemment une étude menée par Manfredi en 2002 a démontré la présence du parasite en Italie.

Au niveau français, les zones d'endémies connues se situent dans les régions de l'est, de la Moselle à la Savoie et des régions du centre. Le projet cartographique à échelle nationale mené par l'ERZ permettra d'identifier précisément les zones de présence du parasite. Il semblerait que ce dernier soit localisé dans des départements où il était absent jusque là. Ces résultats restent à confirmer et ne sont pas encore publiés.

Carte 2 : distribution géographique mondiale approximative d'*E. multilocularis*
(source : Eckert et al., 2001)



(carte d'après Fessler) (carte d'après EurEchinoreg)

Carte 3 : évolution de la distribution géographique européenne connue d'*E. multilocularis.*
(source : www.eurechinoreg.org)

1.2 Ecologie de la transmission et les hôtes d'*E. multilocularis*

1.2.1 La transmission

Les parasites doivent passer par différents habitats pour vivre et réaliser complètement leurs cycles. Ils dépendent d'autres organismes vivants au sein desquels ils doivent vivre. La réussite de leur cycle dépend du passage réussi d'un habitat à un autre. L'écologie de la transmission essaie d'expliquer les différents facteurs qui vont influer sur la transmission du parasite d'un milieu à un autre : facteurs liés au mode de vie (dynamique de population, interaction proie-prédateur), et les facteurs liés à l'environnement biologique et physique de l'hôte (conditions physico-chimiques de l'hôte, réactions immunologiques).

La notion de filtre expliquant les contraintes de l'infestation d'un hôte par un parasite a été développée par Combes C. (1995). Comme le montre la figure 5 le parasite doit traverser deux filtres avant de pouvoir s'installer chez un hôte. Le premier filtre est lié à la rencontre entre le parasite et son hôte. Pour le passer, le parasite doit se trouver dans le même biotope que son hôte, et pouvoir le rencontrer. Ce filtre subit l'influence des densités de populations et du comportement des hôtes qui existent dans le biotope. Le second filtre à franchir est celui de compatibilité : l'hôte rencontré doit proposer au parasite des conditions acceptables, de même qu'il doit réussir à tolérer le parasite. S'il n'y a pas de compatibilité, le parasite ne peut pas continuer son cycle. C'est la physiologie et les exigences métaboliques du parasite, mais également sa capacité à détourner le système immunitaire de l'hôte qui lui permettent de s'installer. Les recherches en parasitologie ont essentiellement porté sur le filtre de compatibilité grâce au développement récent de la biologie moléculaire, de la génétique et de l'immunologie. Plus récemment des études sur le filtre de rencontre, qui intervient avant le filtre de comptabilité, ont été menées afin de permettre une compréhension plus complète du système parasite-hôte.

Le parasite doit passer entre différents hôtes compatibles pour vivre, mais il lui arrive d'être sous un stade libre durant son cycle. Il lui faut alors, en plus d'avoir à traverser ces deux filtres, posséder les capacités nécessaires pour lutter contre les contraintes extérieures classiques (exposition solaire, température, pluviométrie…). Cela implique une différence de la transmission du parasite en fonction du climat, donc des saisons.

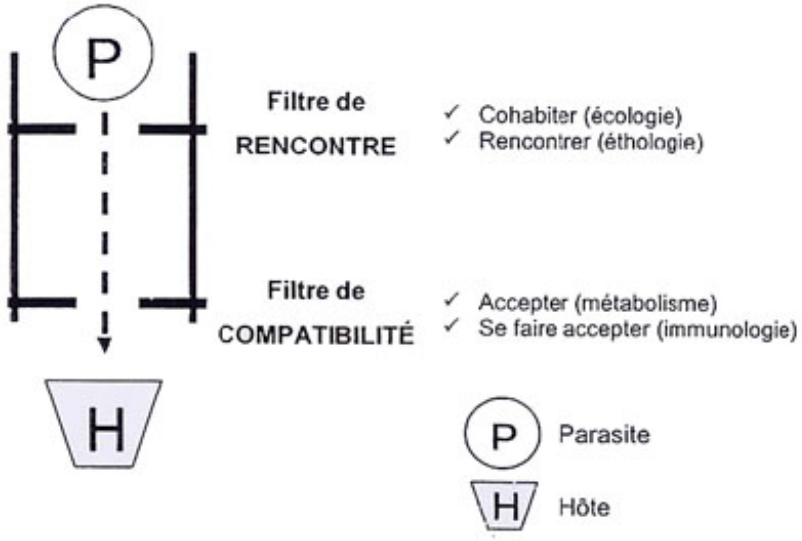


Figure 5 : le concept de filtre
(source : Combes, 1995 : *interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme.* Dans Raoul 2001)

1.2.2 De l'hôte principal à l'hôte intermédiaire

Les hôtes principaux compatibles pour *E. multilocularis* sont des carnivores. Le plus fréquent, chez les carnivores sauvages reste le renard (*Vulpes*), avec différentes familles en fonction des régions ; renard roux, polaire, corsac. En France l'espèce présente est le renard roux (*Vulpes vulpes*). D'autres carnivores peuvent être parasités ; le coyote (*Canis latrans*), le loup (*Canis lupus*), le lynx (*Lynx lynx*), le chat sauvage (*Felis sylvestris*), le raton laveur (*Nyctereutes procyonoides*). Les carnivores domestiques (chien et chat) peuvent être infestés par le parasite. (Eckert *et al.* 2001)

Le transit du parasite de l'hôte principal à l'hôte intermédiaire passe par sa forme libre, l'œuf. Les œufs sont largués dans l'environnement par les fèces du carnivore infesté. La forme libre est sensible aux conditions extérieures : comme vu précédemment l'œuf craint la dessiccation et la chaleur. On peut ainsi supposer que l'œuf a des conditions de survie favorable en période hivernale, alors que les chaleurs de l'été vont lui être défavorables. On note tout de même qu'un enfouissement mécanique par labour ou que le lessivage va assurer une protection à l'œuf (Giraudoux *et al.* 2002).
Le comportement en manière de défécation du renard va agir sur le filtre de rencontre entre l'œuf et le rongeur. Il a été montré que la plus forte prévalence chez *Microtus arvalis* se situe dans des milieux de lisière (Giraudoux *et al.* 2002), site où l'on relève les plus fortes densités de fèces de renard (marquage de son territoire).

La prévalence vulpine varie en fonction des saisons, les différentes études montrent une plus forte prévalence en période hivernale. Dans le Doubs, Grisot (1990) montre une prévalence de 40% en hiver contre 25% en été. En Haute-Savoie les résultats de Contat (1984) mettent en évidence la même chose. Le climat ne semble pas être l'unique raison de cette variation. L'arrivée des renardeaux moins infectés, augmente la population, et provoque alors une « dilution » de la prévalence (Grisot L., 1990). Ce résultat est à atténuer car d'autres études montrent une infestation plus importante chez les juvéniles (Deutz *et al.*, 1995), ou ne mettent pas en évidence une différence (Hofer *et al.*, 2000). La relation de dépendance entre juvénile et prévalence est peut être liée au niveau d'endémie de la zone (Tackmann *et al.*, 1998). Dans les régions de haute endémie les jeunes renards sont fréquemment plus infestés, alors qu'en zone de basse endémie les adultes comportent plus de vers.

1.2.3 De l'hôte intermédiaire à l'hôte définitif

Les hôtes intermédiaires sont des micromammifères, on y retrouve des rongeurs et des insectivores. La compatibilité, à différents niveaux, est possible avec de nombreuses familles ; *Soricidae, Talpidae, Sciuriadae, Cricetidae, Arvicolidae, Muridae, Dipodidae, Ochotonidae.* En Europe les hôtes intermédiaires les plus fréquents sont le campagnol des champs (*Microtus arvalis*) et le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris)*. D'autres hôtes moins fréquents existent en Europe : le rat musqué, le campagnol des neiges, le campagnol souterrain, le campagnol roussâtre, la marmotte, le castor, l'écureuil roux, le ragondin. Certains ne font pas du tout partie du cycle et sont des impasses pour le parasite, ce sont les hôtes accidentels qui se contaminent en ingérant des oeufs échinocoque. Les hôtes accidentels déjà observés sont ; l'homme, le porc, le cheval, le sanglier, et le singe.

Le passage à l'hôte principal est basé sur la relation proie-prédateur. On suppose alors que plus il y a de rongeurs présents, plus la prévalence vulpine est importante. On sait que la composition et la structure du paysage influencent les dynamiques de population. Les densités de population de *Microtus* et *d'Arvicola* sont plus importantes lorsque l'extension des prairies dans le paysage est grande (Giraudoux *et al*., 1997). Le rapport entre la composition et la structure paysagère et la relation proie-prédateur a été étudiée à l'échelle du biotope (Raoul, 2001). L'étude montre qu'il existe un rapport entre le niveau de population de renards et le niveau d'infestation du parasite dans l'environnement, niveau dépendant également des variations de densité de l'hôte intermédiaire. La Figure 6 montre les facteurs influençant la transmission du parasite à échelle populationnelle chez le renard.

Le niveau de prévalence chez les rongeurs varie en fonction des saisons, cela permet la survie plus ou moins longue des œufs. Une étude menée dans le Haut-Doubs (Delattre *et al*., 1988) montre le plus fort taux d'infestation au printemps (2,7%), contre 0,2% en automne. Ce résultat tend à montrer que le rongeur se contamine principalement en hiver, confortant ainsi l'idée que les œufs survivent peu à la période estivale.

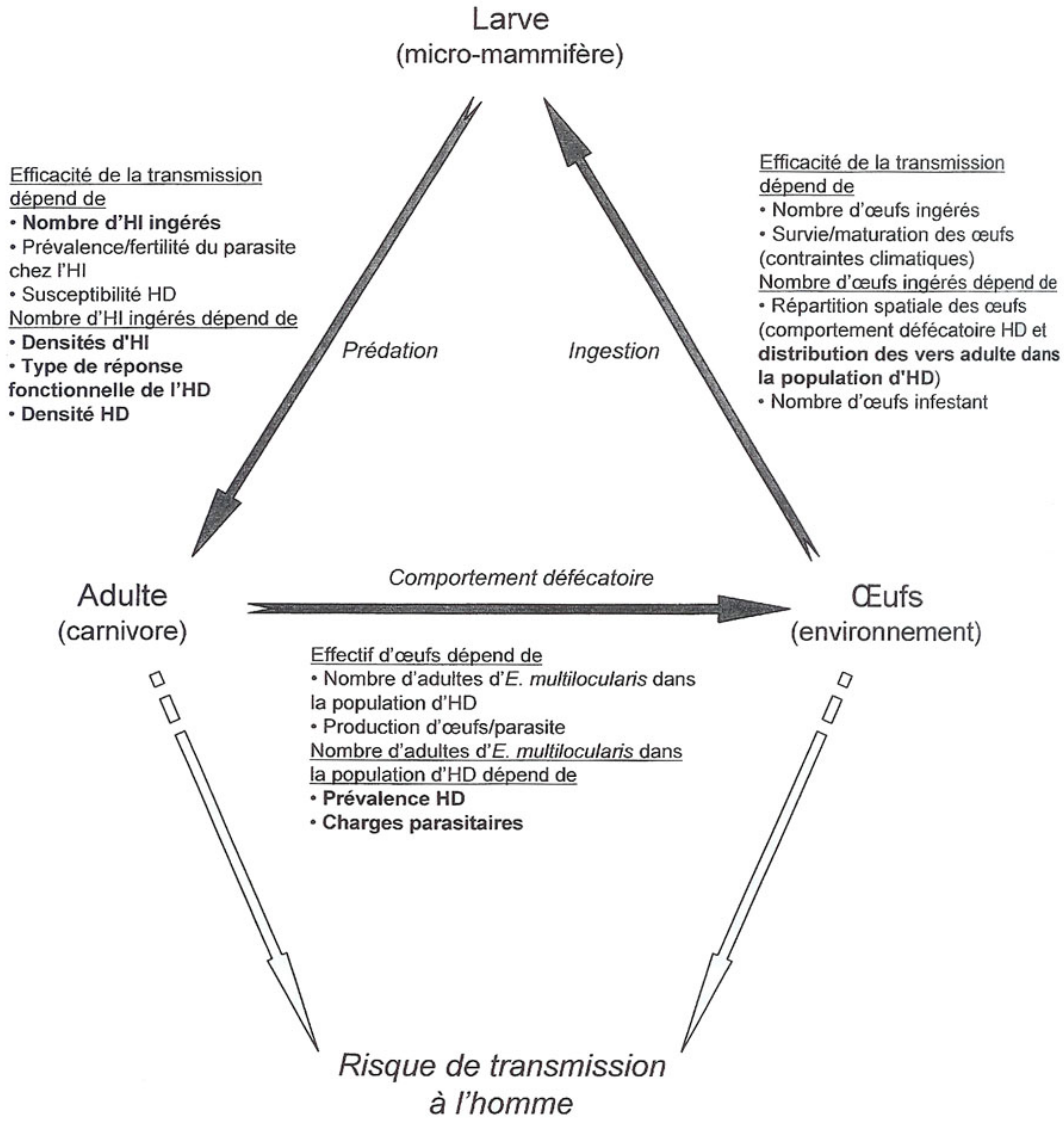


Figure 6 : facteurs biologiques influençant la transmission d'*E. multilocularis* (HI : hôte intermédiaire ; HD : hôte définitif)
(source : Raoul F., 2001)

1.3 L'échinococcose chez l'homme

Comme vu dans les cycles épidémiologiques l'homme peut être atteint par l'échinococcose en tant qu'hôte intermédiaire. Il est à noter que chez l'homme la larve y est souvent stérile (Deplazes et Eckert, 2001). Elle montre des signes de dégénérescence qui prouvent le caractère accidentel de contamination et le cul de sac épidémiologique qu'il représente. Il existe deux espèces importantes pouvant provoquer une échinococcose : *E. multilocularis*, agent de l'échinococcose alvéolaire, nommé ainsi puisque la larve se développe sous forme de tissu proliférant créant de nombreuses alvéoles, et l'espèce d'*E. granulosus* qui est l'agent du kyste hydatique dont les hôtes intermédiaires sont généralement des ruminants et les hôtes définitifs des carnivores. Cette partie traitera uniquement du cas de l'échinococcose alvéolaire.

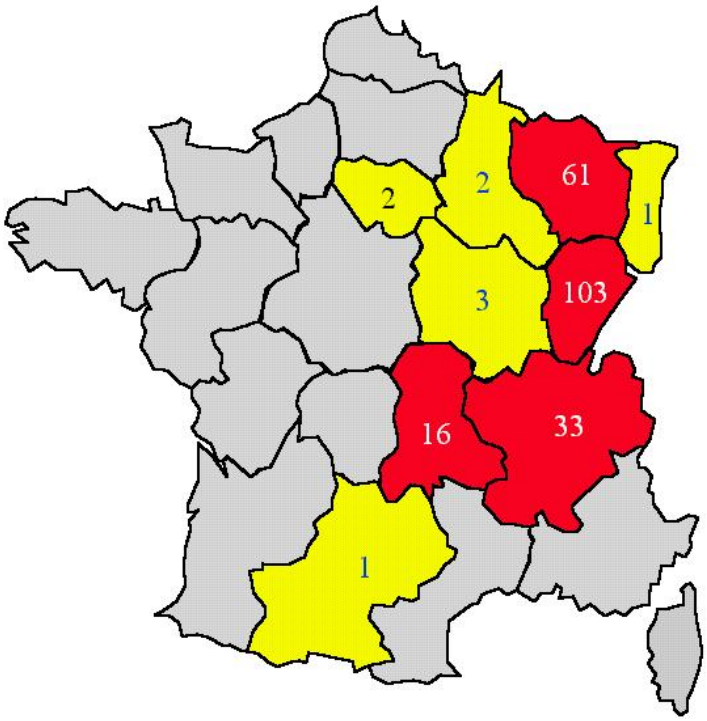
En France on recense actuellement 295 malades. Entre 1948 et 1983, 200 cas humains ont été signalés, sachant que ce nombre est vraisemblablement sous estimer puisqu'une mauvaise connaissance du parasite a pu entraîner des diagnostics différents, l'échinococcose peut être confondue avec un cancer du foie ou une cirrhose. Entre 1982 et 2000, 235 nouveaux cas ont été diagnostiqués en France. La carte de répartition des cas humains (Cf. Carte 4) se superpose bien avec les zones d'endémie, il faut tout de même conserver à l'idée qu'une personne peut être diagnostiquée à un endroit mais s'être contaminée ailleurs. Depuis 2001, il y a de 6 à 7 nouveaux cas par an en France (réunion du comité de pilotage de l'observatoire des échinococcoses alvéolaires humaines, le 8/10/04 à l'hôpital Saint Jacques, Besançon).

1.3.1 Les modes de contamination

L'homme se contamine comme les autres hôtes intermédiaires en ingérant des œufs d'échinocoque. La source de contamination peut être des végétaux consommés crus dont la surface a été souillée par les déjections d'un carnivore parasité. Même un lavage préalable n'exclut pas le risque de contamination mais peut tout de même s'avérer utile. Les végétaux concernés dans nos pays sont les fruits des bois, les pissenlits, les champignons (Pétavy, 1999). Il ne faut pas oublier les végétaux consommés crus des potagers tels que les salades, choux… qui peuvent être infectants si un carnivore contaminé est passé dans le potager et a laissé des œufs.

Les œufs ne sont pas uniquement présents dans les déjections, ils se retrouvent aussi sur le pelage des animaux. Un léchage au niveau de l'anus est provoqué par une démangeaison due à la présence de segments ovigères. Une fois sa langue contaminée, l'animal va répandre des œufs sur son pelage en se toilettant. Les œufs peuvent ainsi être déposés sur des végétaux ou sur l'homme par simple contact avec l'animal. De plus tout contact avec le pelage ou la langue d'un carnivore infesté (sauvage ou domestique) peut être source de contamination.

La contamination par l'eau de consommation est une hypothèse avancée mais très peu étudiée. (Pétavy, 1999)



Carte 4 : répartition des cas humain d'échinococcose alvéolaire en France entre 1983 et 2000
(source : www.eurechinoreg.org)

Il faut savoir que toutes les contaminations ne sont pas suivies du développement de la maladie, des études épidémiologiques montrent que 10% des cas la déclarent. Le système immunitaire humain arrive généralement à se débarrasser de la maladie (Vuitton *et al.*, 1990). Il faut donc un contact répété avec le parasite ou une déficience du système immunitaire pour qu'il se développe.

Certaines populations sont considérées à risque : Les consommateurs de végétaux crus, les propriétaires de potagers non clôturés, les gens en contact avec des carnivores pouvant consommer des rongeurs (propriétaires de chien, chats, vétérinaires, toiletteurs..), les professionnels travaillant en plein air (agriculteurs), les personnes au contact avec la faune sauvage (garde chasse, chasseurs, louvetiers, piégeurs).

1.3.2 La maladie

La maladie est le résultat du développement larvaire du parasite sous forme alvéolaire dans la région hépatique (Cf. Photo 5). La durée d'incubation de l'échinococcose alvéolaire chez l'homme est longue, elle varie de 5 à 15 ans. Les symptômes rencontrés sont ; l'ictère (imprégnation des pigments biliaires dans les tissus provoquant une coloration jaune de la peau et des muqueuses), l'ascite avec splénomégalie (augmentation du volume de la rate), l'hépatomégalie (augmentation de volume du foie), l'apparition d'une fatigue généralisée, la perte de poids. (Bresson-Hadni *et al.*, 1997).

Le développement de la maladie est progressif et malin. Le principal organe touché est le foie mais des métastases peuvent apparaître en fin d'évolution et entraîner la formation de kystes secondaires au sein d'autres organes tel que les poumons, la rate, le cerveau. La maladie évolue en nécrose et va profondément endommager l'organe atteint (Cf. Photo 6).

La maladie est diagnostiquée tardivement à cause de la longue durée d'incubation. Il existe deux manières de diagnostiquer la maladie : soit des examens biologiques basés sur une analyse sérologique, soit des examens morphologiques où l'on cherche directement à observer la larve par imagerie médicale (échographie, scanner).

Aujourd'hui, la meilleure information des médecins, les dépistages sérologiques, la généralisation de l'échographie, permettent de réaliser des diagnostics plus précoces qu'il y a quelques années. Bien que la maladie soit diagnostiquée plus précocement, elle reste souvent fatale, malgré les traitements administrés.

1.3.3 Les traitements

Il n'existe pas de vaccin contre l'échinococcose, ni de molécule permettant d'éliminer la forme larvaire. Les solutions actuelles résident dans l'acte chirurgical et la chimiothérapie.

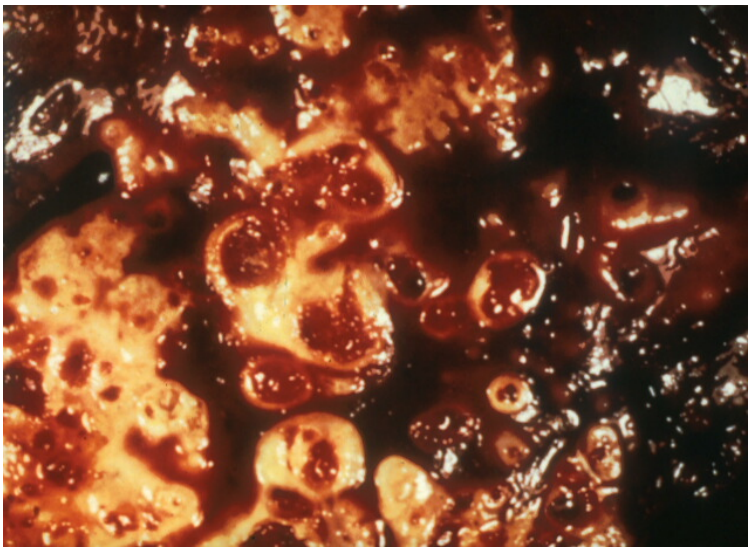


Photo 5 : structure alvéolaire d'*E. multilocularis* au sein d'un foie humain
(source : www.eurechinoreg.org)

Photo 6 : aspect macroscopique à la coupe de l'échinococcose alvéolaire
(source : Bresson-Hadni *et al.*, l'échinococcose alvéolaire hépatique, hepato-gastro n°2, vol 4, 1997)

L'ablation chirurgicale de la lésion du foie, si celle-ci n'est pas trop importante, est la méthode la plus efficace. Le foie possède une bonne capacité de régénération, la résection d'une petite partie ne pose pas de problème.

La chimiothérapie permet de lutter contre les métacestodes du parasite en interférant avec leur consommation de glucose. La molécule active utilisée est l'albendazole ou le mébendazole, et est efficace uniquement si elle est administrée à long terme car elle bloque le développement du parasite mais ne l'élimine pas (Deplazes et Eckert, 2001). Ce traitement est utilisé lorsque la lésion est trop importante et ne permet pas d'effectuer son ablation chirurgicale. Il est également administré aux personnes ayant subies une ablation car un retour de la maladie n'est pas impossible : dans ce cas, le traitement à l'albendazole va empêcher le retour et le développement d'une métastase.

Si le cas traité présente un foie trop nécrosé, seule une transplantation hépatique peut être envisagée comme traitement. La prise d'albendazole est conseillée dans ce cas, toujours pour éviter un nouveau développement du parasite sur le foie greffé.

1.3.4 La prévention

Les traitements contre l'échinococcose sont très lourds ; acte chirurgical, chimiothérapie à vie. La prévention reste le principal moyen de lutte. C'est pourquoi une information au public afin de limiter les risques de contamination reste un moyen indispensable. Des plaquettes d'information ont été distribuées dans certaines zones d'endémies du parasite. On y retrouve les précautions à prendre qui restent simples et faciles à mettre en œuvre : (source : plaquette d'information ERZ)

- Cuire les aliments provenant des champs, des forêts ou jardins,
- Ne pas manipuler un animal sauvage sans gant, de préférence le placer dans un sac,
- Porter des gants pour les travaux en plein air,
- Si possible clôturer son jardin afin d'éviter le passage de renards,
- Se laver les mains avant de s'alimenter,
- Eviter d'être léché par les carnivores domestiques, notamment durant les repas, ne pas les faire lécher les restes dans les plats.

La prévention passe également par la vermifugation de son animal domestique, la molécule de praziquantel permet une évacuation de *E. multilocularis* des intestins de son animal. Cette molécule n'étant pas ovicide, il est donc indiqué de maintenir l'animal traité enfermé quelques jours et de brûler les fèces émises (Boucher *et al.*, 2001). Un traitement annuel est conseillé, mais si son animal est un grand prédateur de rongeurs, un traitement toutes les quatre semaines est nécessaire.

Pour le personnel de laboratoire travaillant sur le parasite ou sur des renards, la décontamination du matériel biologique par congélation prolongée à -80°C ou par stérilisation à la chaleur est nécessaire.

2 Le renard urbain

Rappelons tout d'abord quelques généralités sur le renard, appelé familièrement goupil. Il est le canidé le plus répandu dans le monde. Il est présent sur quasiment la totalité du continent eurasiatique, une grande partie de l'Amérique du nord, le nord de l'Afrique et l'Australie. Cette vaste répartition est due à la colonisation naturelle de l'espèce qui possède une grande capacité d'adaptation. Celle-ci est le résultat d'une absence de spécialisation, notamment dans le domaine alimentaire. De plus sa stature moyenne lui permet de passer inaperçu mais est suffisamment imposante pour être mobile. Le renard est plus grand qu'un chat et pèse entre 5 et 7 kilogrammes. Cette taille intermédiaire lui permet de toujours trouver de la nourriture et un endroit où s'installer. Sa faible corpulence limite ses besoins alimentaires, un adulte se nourrit d'environ 2,5 kilogrammes de nourriture par semaine. Cette colonisation est aussi le fait des activités de l'homme qui a créé des milieux favorables et éliminé ses prédateurs naturels.

En France l'espèce présente est le renard roux ; *Vulpes vulpes*, son pelage varie du jaune pâle au roux. L'intérieur des oreilles et le bas du corps sont blancs, l'arrière des oreilles et l'extrémité des pattes sont noires. La queue est très touffue avec le bout blanc. Il est possible de trouver des individus avec un masque noir sur le visage.

2.1 Un nouveau type de renard ?

Le phénomène de renard urbain existe depuis les années trente en Grande-Bretagne. A cette époque le terrain bon marché et le développement des moyens de transport ont entraîné un important développement de petites maisons particulières avec jardins en périphérie des villes. Ces zones périurbaines avec une faible densité humaine sont un terrain favorable pour les renards. L'arrivée du renard dans ces zones s'explique par l'expansion du tissu urbain sur des territoires ruraux certainement habités par des renards qui ne sont pas partis mais s'y sont adaptés. Une autre raison peut être la forte densité de population de renards en zone rurale qui a pu pousser certains individus à coloniser de nouveaux milieux. C'est à partir de l'établissement dans ces zones résidentielles que certains renards ont migré vers des zones plus urbanisées. Dans les années 1970-80, les villes britanniques ont enregistré des densités de 5 familles par kilomètre carré (soit entre 12 et 30 animaux par km ^{2}) (Harris, 1986 dans Deplazes, 2002).

Ce phénomène de renard urbain n'avait jamais été observé autre part qu'en Grande-Bretagne, jusque dans les années 1980, date à laquelle les premiers renards urbains sont observés en Europe continentale. Ce retard peut trouver une explication du fait que la rage n'a jamais été présente sur l'île de Grande-Bretagne, alors que sur le continent, elle fut un important facteur dans la diminution de population de renards. C'est certainement une raison qui explique la précocité du phénomène en Grande-Bretagne.

Les campagnes de vaccination orale contre la rage ont permis aux populations de renards d'augmenter, mais ce n'est pas le seul facteur expliquant l'abondance du renard roux en Europe. Certaines activités humaines, telles que le déboisement, la création d'espaces verts, des pratiques agricoles favorables aux rongeurs ont favorisé le développement des renards. En outre Le renard n'a quasiment plus de prédateurs, l'extermination des loups, la faible population de lynx et d'aigle royaux, laisse l'homme comme unique régulateur des populations. Les comportements humains sont de plus en plus tolérants avec la faune sauvage, la prédation humaine a tendance à diminuer. Si l'hypothèse expliquant le phénomène du renard urbain en Grande Bretagne est l'accroissement rapide des habitations de banlieues, celle-ci n'est pas applicable partout en Europe continentale. Sur le continent, l'arrivée du renard en ville a été initiée par la pression de population qui a poussé certains individus à coloniser de nouveaux milieux. Les zones urbaines présentent d'ailleurs des avantages. Les renards trouvent un abri contre la prédation humaine volontaire (chasse). Il reste une régulation indirectement due aux écrasements sur le réseau routier dense des villes. Les ordures ménagères servent de ressource alimentaire.

Il semble que le phénomène du renard urbain soit plus important dans les villes de grande taille (Gloor *et al.*, 2001) puisqu'elles offrent plus de zones de banlieue, qui sont les lieux préférés des renards urbains.

Actuellement le phénomène renard urbain est observé dans de nombreuses villes, comme 28 des 30 plus grandes villes de Suisses dont Genève, Lausanne et Zurich, ou encore Oslo en Norvège, Aarhus au Danemark, Stuttgart en Allemagne. Le phénomène est également remarqué ailleurs qu'en Europe ; au Canada au sein de Toronto, dans la ville de Sapporo au Japon. En France le phénomène a été étudié ou mentionné dans le val d'Oise, à Nantes, Lyon, Rouen, Nancy et Annemasse.

Il existe différents types de renards urbains. Dans les agglomérations Britanniques, Suisse, on parle de véritables renards urbains puisqu'ils vivent très proches de l'homme au cœur même des habitations. D'autre villes comme Toronto possèdent des renards qui viennent profiter des ressources urbaines mais privilégient les zones peu habitées pour vivre (bois, friches, terrains vagues), ce type de renard est appelé suburbain.

Le renard urbain n'est pas un nouveau type de renard, il est identique au renard rural mais il a adapté son comportement et son mode de vie afin de s'établir dans son nouveau milieu. D'un point de vue génétique aucune étude n'a été faite ; on peut supposer que s'il y a un échange dans les dynamiques de populations entre le renard rural et urbain, alors la génétique reste identique. Par contre l'adaptation aux milieux urbains est telle qu'il n'y a plus d'échange avec l'extérieur, des changements génétiques peuvent apparaître.

2.2 Ecologie du renard urbain

2.2.1 Habitats et milieux de vie

Le renard rural fréquente des zones diversifiées comprenant des éléments forestiers et agricoles. Il préfère les endroits ouverts ou semi-ouverts comme les champs, les cultures, les lisières. Il utilise les endroits fermés tels que la forêt pour se protéger, notamment durant le repos diurne. Le renard, en général, choisit son milieu de vie en fonction de la disponibilité en ressources alimentaires et de la protection que celui-ci lui apporte par rapport aux prédateurs ou aux conditions météorologiques (Meia, 2003).

En milieu urbain les renards préfèrent les espaces éloignés des habitations et proches des zones boisées. On les retrouve dans les zones de friches et de broussailles, les terrains vagues ainsi que dans les espaces verts ; parcs ou jardins calmes. Ils vivent plutôt dans les zones de banlieues que dans les centres-villes où la densité humaine est importante et les abris plus rares. Il fréquente préférentiellement les milieux abrités, homogènes et éloignés des zones de forte activité humaine (Guitton, 2003). Leurs déplacements entre différents secteurs se font généralement en longeant les routes, voies ferrées ou cours d'eau. Quant au gîte de repos diurne, le renard urbain ne s'abrite pas dans de véritables terriers mais plutôt dans des zones de couvert (friche ou taillis). Un terrier est utilisé lors de la période de reproduction.

Les études menées en Grande-Bretagne montre une faible densité de renards dans les secteurs du centre ville, les zones de logements sociaux, les Pôles industriel ou commerciaux. En revanche, la densité est élevée dans les quartiers résidentiels privés et calmes proposant une faible densité humaine (Harris, 1981). A Nantes l'animal privilégie les zones à faible densité humaine que leur offre le bord des cours d'eau, les zones boisées. Il s'agit plus de renard de type suburbain bien qu'il soit géographiquement localisé dans une grande agglomération (Guitton, 2003). Dans l'agglomération d'Annemasse où des renards urbains et suburbains ont été suivis, les milieux fréquentés sont les zones boisées, les rives de rivières et les parcs (Sigaud, 2003).

2.2.2 Domaines vitaux

Le domaine vital représente le territoire fréquenté habituellement par un renard. Sa détermination se fait par suivi télémétrique qui renseigne sur le positionnement de l'animal.

La surface du domaine vital dépend essentiellement de la disponibilité alimentaire (Meia, 2003). La taille des domaines de vie est influencée par l'âge et le sexe de l'animal, elle varie en fonction du contexte, des saisons. Toutes les études menées en milieu urbain montre une diminution des domaines de vie des renards urbains par rapport aux ruraux. En milieu rural, un domaine de vie pour un renard varie entre 100 et 200 hectares. En zone urbaine, la taille du domaine vital est de 20 à 50 hectares dans les zones résidentielles des villes de Grande-Bretagne (White et al, 1996). Un cas rapporté de Bristol décrit un renard vivant sur seulement 9 hectares (Harris et Baker, 2001).

A Nantes l'étude montre un domaine de vie du même ordre qu'en Grande-Bretagne, soit 56 hectares en moyenne (Guitton, 2003). A Zurich la taille des domaines vitaux sont de 28,8 plus ou moins 22,7 ha pour les femelles et de 30,8 plus ou moins 11 ha pour les males (Deplazes et al, 2004).

Ces petits domaines vitaux impliquent une forte densité de renards, elle est estimée à 10 renards au km^2 à Munich, Allemagne (König et Romig, unplubisched in Deplazes *et al*., 2004)

2.2.3 Régime alimentaire

Le régime alimentaire peut être déterminé soit par l'observation directe de la consommation d'un aliment (observation de renards, étude des restes visibles devant le terrier), soit par analyse du contenu stomacal (nécessite la mort de l'animal) et des fèces (facilement prélevable dans l'environnement). Ces études se basent sur les restes alimentaires ; des poils, des os, des plumes, des fragments de cuticules, des végétaux. Il existe des catalogues de référence permettant l'analyse de ces résidus.

Le régime alimentaire du renard est généraliste et opportuniste. Il va consommer toutes les sources de nourriture présentes et facilement accessibles. En zone rurale, sa source principale de nourriture est constituée de petits rongeurs et de lapins. Il s'attaque rarement aux proies trop agiles (écureuil) ou rapides (lièvre). Les grosses proies (cerf, chevreuil, chamois) sont uniquement consommées lorsqu'un cadavre est à disposition. Les oiseaux sont sources de nourriture secondaire et représentent une faible part du régime alimentaire du renard. Il consomme également des invertébrés (les vers de terre, les insectes, quelques reptiles). Par ailleurs, ce carnivore ne consomme pas uniquement de la viande, il consomme des fruits de petite taille situés à sa hauteur ou tombé au sol, et des végétaux (légumes, herbe).

Bien qu'opportuniste et généraliste le renard ne consomme pas de tout, il semble exclure les insectivores (musaraigne, hérisson), les taupes, certaines espèces de rongeurs.

Le régime alimentaire varie en fonction des saisons et des ressources disponibles. Dans le Jura suisse, lorsque la population de campagnol est plus importante, sa part augmente dans son régime alimentaire. Pour une population de 170 campagnols terrestres par hectare, la part dans le régime alimentaire est de 23%, elle passe à 72% avec une densité de 480 campagnols par hectare (données extraites de Weber et Aubry, 1993, dans Meia, 2003).

Le renard urbain consomme les mêmes aliments que le renard rural, mais il va, de surcroît, disposer d'une ressource supplémentaire de nourriture due à la présence humaine (déchets, aliments des animaux domestiques ou destiné à la faune sauvage). Ces aliments anthropiques proviennent des ordures ménagères, des tas de déchets organiques compostés au fond des jardins, de mangeoires destinées aux animaux domestiques, ou d'aliments mis directement à disposition de la faune sauvage.

A Londres (Harris, 1981b), ces aliments représentent 35% du régime alimentaire, la plus grande part provenant des ordures ménagères.

L'étude du régime alimentaire des renards zurichois, basé sur l'analyse de 402 contenus stomacaux, montre une dominance de viande et autres aliments provenant des déchets ménagers, ainsi que des fruits et des céréales (Contesse *et al.*, 2003). La proportion d'aliments d'origine anthropique augmente à mesure que l'on se rapproche du centre de la ville. Des variations saisonnières dans l'alimentation ont été mises en évidence concernant les invertébrés et les oiseaux, ainsi que pour les fruits et autres végétaux qui sont principalement consommés en été (30% du régime alimentaire total à cette saison). A Zürich, le régime alimentaire des renards se compose de rongeurs, principalement des campagnols terrestres (*Arvicola terrestris*) et des champs (*Microtus arvalis*) mais également des souris domestiques (*Mus domesticus*). Les autres aliments identifiés sont des oiseaux, des invertébrés, des fruits sauvages. De la viande provenant d'ordures a été trouvée dans 48% des estomacs, dont 32,2 % contenaient des déchets de végétaux. L'alimentation dans les poubelles aboutit à la présence d'objets non comestibles dans les estomacs, 28,9% des estomacs contenant des objets indigestes. Les autres sources d'alimentation anthropiques sont apportées par la nourriture pour animaux domestiques (chat, chien) et oiseaux (mélange de céréales et graines), par les cultures de fruits (pomme, prune, cerise) retrouvés dans 38,4% des estomacs, et de légumes (carotte, pomme de terre, betterave sucrière, haricot) présents dans 4,2 %. La consommation d'animaux domestiques existe, des restes de poule, de lapin domestique, de chat et de chien ont été observés. Il reste peu probable que les chats et les chiens aient été chassés par des renards : ces cas étaient certainement relatifs à des animaux morts accidentellement.

L'étude de Nantes (Richomme, 2002) sur le régime alimentaire du renard urbain a porté sur l'analyse de 90 échantillons. Malgré le faible nombre de prélèvements les résultats obtenus montrent que les proies mammaliennes sont la première source de nourriture avec une fréquence d'occurrence (FO = nombre de cas où un item est observé divisé par le nombre de prélèvements) de 58% et une fréquence d'occurrence relative (FOR = nombre de cas où un item est observé divisé par le nombre total d'item) de 36,9%. Le principal mammifère consommé est le lapin, vient ensuite le campagnol (*Microtus sp).* La consommation plus exceptionnelle de rats, ragondins et Soricidés a été observée. Les fruits représentent une bonne part de la nourriture des renards nantais, (FO = 40,7%, FOR = 25,4%), ceci pouvant être expliqué par la composition végétale des sites de collecte de fèces. Les végétaux, bien qu'ayant une faible valeur énergétique, sont retrouvés dans la moitié des échantillons (FO = 52%). Cette présence est soit le résultat d'une ingestion involontaire lors de la chasse d'insecte, soit une consommation volontaire à des fins purgatives. Le troisième élément consommé, par ordre d'importance, correspondant aux oiseaux (FO = 26,7%, FOR = 16,7%). Ils sont consommés toute l'année.

Le reste du régime alimentaire est composé de poisson (trouvé mort ou reste d'ordures ménagères) et de reptiles. L'analyse du régime alimentaire sur la ville de Nantes ne montre pas une grande consommation d'aliments d'origine anthropique. Des traces de croquettes prouvent le caractère opportuniste du renard, et des items retrouvés tels que des morceaux de plastiques, de polystyrène, de cuir, d'élastique démontrent qu'il existe bien une consommation dans les poubelles, mais d'une importance bien inférieure à celle observée dans les villes suisses ou anglaises.

Le régime alimentaire des renards urbains est très diversifié : il exploite toutes les ressources disponibles et varie son alimentation en fonction des saisons. La part de l'alimentation anthropique dépend du contexte. La présence de conténairs pour disposer les poubelles empêche la fouille. Le compostage dans les jardins ne se fait pas partout. L'alimentation de l'animal domestique à l'extérieur de la maison est une bonne opportunité pour le renard. La mise à disposition de nourriture pour les renards est pratiquée dans certains secteurs (11% des foyers à Bristol, d'après Blackbourn, 1999 dans Richomme, 2002).

2.2.4 Rythme d'activités

Le renard est un animal nocturne, il se repose la journée et se déplace la nuit essentiellement pour se nourrir ou se reproduire (décembre à février). Il n'existe pas de modèle type d'activité du renard car son rythme change en fonction des saisons, des individus, des régions. On peut tout de même admettre des généralités communes au plus grand nombre. Le renard est actif une demi-heure après le coucher du soleil, son activité nocturne est entrecoupée par des moments de repos. Ces périodes d'inactivité nocturnes sont plus fréquentes en hiver (nuits longues) qu'en été. Le renard s'adapte à la durée de la nuit pour avoir le temps de trouver une quantité suffisante de nourriture. Ce temps est estimé à 8h30 en moyenne dans le Jura suisse (Meia, 2003). Le renard se couche définitivement à l'aube pour la journée.

Le renard urbain est actif moins longtemps, l'abondance de nourriture et la taille réduite des domaines de vie demande moins de temps pour se nourrir, en moyenne 6h50 à Oxford (Doncaster et Macdonald, 1997). A l'aube il s'installe sur le site même de sa recherche de nourriture ou rejoint rapidement un site de repos diurne. Il a besoin d'un endroit tranquille pour passer la journée, comme un champ de céréales, de l'herbe haute, un jardin ou un terrier.

La distance parcourue par un renard à la recherche de nourriture est proche de 4 kilomètres, ce qui représente la moitié de son domaine vital (Doncaster et Macdonald, 1997). Cette distance est variable : elle augmente si la recherche de nourriture s'avère difficile, ou lorsqu'un mâle cherche une partenaire en période de rut. Elle diminue lorsqu'une femelle est en train d'allaiter ses petits.

2.2.5 Vie sociale et cycle annuel

Le renard fut longtemps décrit comme un animal solitaire grâce aux observations. On le voit quasiment toujours se déplaçant et chassant seul, mise à part la période de reproduction. Avec l'arrivée du radiopistage on a pu s'apercevoir que le renard avait une vie sociale en groupe. Celui-ci occupe un même espace mais les individus la composant n'ont pas de contact entre eux, ils sont la plupart du temps seuls. Sur un même territoire, on retrouve un couple reproducteur qui domine d'autres individus au rang social inférieur. Le domaine de vie des individus d'un même groupe se superpose. Cette réunion en groupes est expliquée par une hypothèse basée sur la dispersion des ressources (Macdonald, 1983 dans Meia, 2003) : pour des raisons d'économie de moyens, un renard cherche à défendre le plus petit territoire possible. La vie en groupe permet de posséder un plus grand territoire ce qui facilite la recherche de nourriture puisque les ressources diffèrent dans le temps et dans l'espace. Un couple défendant son domaine de vie avec des parcelles de nourriture pouvant être dispersées va inclure de nouvelles parcelles dans son territoire et accepter d'autres renards pour partager le travail de défense du territoire plutôt que de s'épuiser à défendre seul son territoire. Les dominants vont posséder un domaine de vie plus important qui se superpose peu aux autres. Les dominés vont avoir des zones géographiques moins importantes. Les contacts entre individus se font durant la période de reproduction et d'élevage des petits. Mise à part ces moments, le renard est solitaire, il peut se nourrir seul car la taille des proies chassées ne nécessite pas une coopération comme cela se fait chez d'autres carnivores (meute de loup). La présence d'individus d'autres groupes est tolérée si la ressource alimentaire partagée est suffisante. Ces rassemblements d'individus sont finalement plus des groupes spatiaux que des groupes sociaux.

En milieu urbain la vie en groupe a été remarquée dans de nombreuses études. Ces groupes installés cohabitent avec des renards adultes qui n'ont pas de territoire propre mais qui utilisent les espaces libres entre les territoires des groupes installés (Harris et Backer, 2001).

Le renard se reproduit une fois par an. Les chaleurs ont lieu de janvier à février. L'existence de groupes implique que le renard n'est pas toujours monogame, plusieurs individus d'un même groupe pouvant s'accoupler. Généralement seule la femelle dominante du groupe aura des petits. La naissance des renardeaux a lieu en mars-avril, après une gestation de 53 jours. La mise bas a lieu dans un terrier de reproduction, qui est souvent réutilisé d'une année sur l'autre. La portée compte entre 2 et 12 renardeaux. Cette différence est liée aux mécanismes de régulation des populations qui dépendent de l'abondance alimentaire et du nombre d'individus au sein du groupe. Si la femelle vit dans une zone à faible densité de renard et où la nourriture est abondante, elle va avoir une grande portée. Si au contraire une femelle a peu de nourriture à disposition et/ou subit une pression sociale importante, elle va produire moins d'ovules. Les zones urbaines offrent une bonne ressource de nourriture, les femelles urbaines ont des portées ainsi augmentées. Les renardeaux sortent du terrier à l'âge de quatre semaines.

C'est à six semaines que commencent les premiers bonds de capture et que la lactation s'achève. A partir de la fin de la lactation, il faut approvisionner les petits en nourriture. La demande alimentaire est importante et la mère peut être aidée par d'autres adultes du groupe. A neuf semaines, les renardeaux accompagnent les adultes dans leurs sorties nocturnes. Ils apprennent alors les endroits pour se nourrir et les techniques de chasse. C'est à partir du cinquième mois que les jeunes atteignent leur taille adulte : on les appelle alors des subadultes. Ils sont quasiment autonomes et vont quitter le terrier parental.

La dispersion des jeunes se fait selon deux possibilités : soit il y a une place dans le groupe où l'animal est né, soit l'abondance en nourriture n'est pas suffisante et le subadulte doit partir à la recherche d'un nouveau territoire où il s'établira. L'incitation à la dispersion est provoquée par une augmentation des glandes sexuelles, et peut aussi être liée aux activités anthropiques telles que la chasse. Dans les zones urbaines, la dispersion est plus tardive, sans doute du fait de l'absence de perturbation provoquée par la chasse (Harris et Backer, 2001). En zone urbaine, certains jeunes quitteront le domaine familial l'été ou l'hiver suivant. La distance de dispersion dans les zones urbaines est comprise entre 0,6 (femelle) et 1,8 (mâles) kilomètres. En zone rurale la dispersion est de 14 kilomètres pour les mâles et de 2 pour les femelles. Cette différence peut s'expliquer par la taille des domaines vitaux : en zone rurale ils sont plus grands donc le subadulte doit parcourir une plus grande distance avant de trouver un territoire libre. Les domaines vitaux en zone urbaine sont plus petits, il sera plus aisé pour un renard de trouver un territoire.

2.3 *E. multilocularis* chez le renard urbain

Avec son arrivée en ville le renard y a apporté ses parasites. La proximité avec les populations humaines amène à se demander si les risques de contamination pour l'homme n'augmentent pas. L'étude de la transmission en zone urbaine et les moyens de contrôle envisagés sont présentés dans cette partie.

2.3.1 La transmission urbaine de *E. multilocularis*

L'étude de la transmission nécessite de connaître le taux d'infestation, ou prévalence, qui existe au sein des zones étudiées. Voyons rapidement les techniques d'analyses permettant d'obtenir ces résultats. Il existe différentes méthodes. La plus ancienne consiste à rechercher directement dans les intestins les vers présents. Cette méthode permet de connaître la charge parasitaire de l'animal mais nécessite de travailler sur des renards morts. L'analyse à partir de fèces consiste en la recherche d'œuf, l'avantage de cette méthode étant d'obtenir facilement des échantillons sans avoir à tuer des animaux. L'analyse des crottes peut se faire à l'aide de Copro-test ELISA basé sur la relation antigène-anticorps, ou avec des méthodes de biologie moléculaire (PCR : Polymerase Chain Reaction) permettant de mettre en évidence de l'ADN échinocoque.

L'étude des prévalences selon le sexe et l'âge des renards ne donne pas de différence significative. Cependant la répartition de la charge parasitaire n'est pas égale, 8% des renards portent 72% de la biomasse totale d'*E. multilocularis* (Hofer *et al.*, 2000). La charge parasitaire est indépendante du sexe mais dépend de l'âge. Il a été mis en évidence que les subadultes portaient plus du double de vers que les adultes.

La répartition du parasite dans l'espace est différente, la prévalence étant plus importante en zone périphérique et rurale qu'en zone urbaine. (Stieger *et al*, 2002, Hofer *et al*, 2002, Sigaud, 2003). L'étude de 388 intestins de renards a abouti à une prévalence de 47,3% en zone urbaine et de 66,7% en zone rurale (Hofer *et al*, 2000). Cette différence résulte probablement d'une plus faible prédation de rongeurs en zone urbaine. La prévalence varie dans l'espace et également dans le temps, notamment en fonction des saisons. L'analyse de 604 fèces par copro test ELISA sur la ville de Zurich montre une prévalence plus importante en hiver (45%) que durant les autres saisons (20%) (Stieger *et al*, 2002). Cette étude montre que la différence de prévalence entre les zones urbaines et périphériques est plus marquée en hiver et au printemps que pendant le reste de l'année. Cette différence de prévalence dans le temps n'est pas remarquée dans toutes les études, Morishima *et al* (1999) ne trouve pas de différence entre les saisons. L'adaptation du comportement des renards doit expliquer ces différences : par exemple, il a été montré que le renard consomme plus de rongeurs en hiver (Harris 1981), et que les jeunes en consomment moins l'été lorsqu'ils deviennent indépendants des adultes. Le contexte particulier en ressources d'un secteur peut changer les comportements alimentaires et donner des différences entre les études.

L'existence d'un cycle purement urbain a été mis en évidence pour la première fois dans une étude menée sur la ville de Zurich en Suisse (Hofer et al, 2000). L'analyse des intestins de renards urbains a démontré une prévalence de 44,3%, cette présence d'*E. multilocularis* n'étant pas une nouveauté chez le renard urbain. L'apport de cette étude est qu'elle met en évidence la présence d'échinococcose chez des rongeurs urbains vivants dans des parcs. La contamination de ces rongeurs montre bien qu'il existe un cycle urbain fermé, sans nécessaire apport de parasites provenant de l'extérieur. Les prévalences observées (présence de métacestodes) sur les campagnols terrestres (*Arvicola terrestris)* est de 14% sur un total de 135 captures.

La présence de rongeurs infestés en ville laisse supposer la présence d'un cycle synanthropique, impliquant les chats et les chiens domestiques urbains comme hôtes principaux. Les animaux domestiques vivent directement au contact des humains et cette proximité présente un risque supplémentaire de contamination pour l'homme.

Ne sachant pas bien traiter médicalement l'échinococcose humaine, et considérant le prix d'un traitement (de 5 000 à 15 000 euros par an), il faut chercher à diminuer le risque de contamination pour l'homme en mettant en place des moyens de contrôle du parasite.

2.3.2 Moyens de contrôle

La diminution de la population de renards permet de diminuer la prévalence. Cependant le contrôle des populations de ce carnivore est difficile. Même son extermination massive organisée pour la lutte contre la rage n'a pas permis de l'éliminer. Un programme de recherche sur le contrôle de la population par immunocontraception afin de jouer sur la fertilité des renards est en cours à l'AFSSA-Nancy et en Australie. Cependant une utilisation à grande échelle d'un contraceptif semble difficile à mettre en place et peut être une source de déséquilibres écologiques complexes et difficilement prédictibles. La forte densité de population de renard urbain pourrait être régulée en diminuant les ressources alimentaires d'origine humaine (Contesse et al, 2003), puisque les populations de renards s'adaptent aux quantités de nourriture disponibles.

Le moyen de contrôle le plus envisagé à l'heure actuelle est basé sur l'utilisation d'un vermifuge (praziquantel) permettant d'évacuer le parasite de son hôte principal. Le défaut de ce vermifuge est qu'il n'est pas ovicide, les œufs libérés restent contaminants.

Des essais de traitement sur de grande surface (3 500 km^2) ont eu lieu en Allemagne. Le largage aérien d'appâts contenants du praziquantel s'est déroulé toutes les 6 semaines pendant un an et demi, à raison de 20 appâts par kilomètre carré. La prévalence a diminué de 64% à 18%. Le largage d'appâts a continué durant un an et demi supplémentaire, cette fois avec une fréquence plus longue de 3 mois. Cela a permis de conserver un faible taux d'infestation sur la zone. (Romig *et al.*, 1999, dans Deplazes *et al.*, 2003).

Une vermification a été mise en place sur la ville de Zürich (Hegglin *et al*, 2003). Les zones de traitement sont en périphérie de la ville, il y a six zones de 1 km^2, et une zone de 6 km^2. Des zones de contrôles non traitées sont sélectionnées, elles se situent à au moins 600 mètres des zones traitées. La mise à disposition d'appâts contenant le praziquantel a eu lieu durant 19 mois à raison de 50 appâts par km^2 tout les 25 ou 35 jours. Les appâts sont distribués à la main dans des endroits attractifs pour les renards. Après un an de traitement, la prévalence obtenue par l'analyse de fèces par copro test ELISA montre une diminution de la prévalence dans toutes les zones. Dans les zones de 1 km^2 la prévalence a diminué de 38,6% en hiver 1999 à 5,5% en été 2001. Dans les zones de contrôle, la prévalence a baissé durant la phase initiale de traitement, puis est restée stable durant toutes la phases de traitement. La prévalence chez les hôtes intermédiaires a été étudiée parallèlement. Durant la première année la prévalence est restée la même, puis a commencé à diminuer la seconde année de traitement.
D'après les mêmes auteurs, la mise en place d'appareils photographiques à déclenchement automatique a mis en évidence que d'autres carnivores que le renard venaient manger des appâts. Cela n'est pas perdu et permet une vermifugation d'animaux domestiques ou errants pouvant être porteurs du ver.

Touts les essaies de contrôle menés jusqu'à présent mettent en évidence une diminution de la prévalence mais ne parviennent pas à chasser complètement le parasite des zones traitées. Il faut trouver la fréquence et la durée idéale du traitement, ainsi que la taille de la zone à traiter, afin de maintenir une faible prévalence. La réoccupation d'une zone traitée par des renards voisins implique de considérer le problème à grande échelle (Boucher et al, 2001).

La lutte contre le parasite doit prendre en compte l'hôte secondaire. Les fortes prévalences d'*E. multilocularis* chez le renard correspondent avec les pullulations de campagnols (Giraudoux, 1991). Il n'existe pas de traitement pour intervenir efficacement sur la larve échinocoque du campagnol. Un facteur de contrôle du cycle du parasite envisageable pourrait être la régulation des populations de rongeurs par piégeage. De plus une régulation des campagnols a un effet sur le niveau de population de renards, qui lui-même influe sur la prévalence du parasite.

La régulation des campagnols existe dans certaines régions où les pullulations provoquent de véritables calamités pour les prairies et les cultures. Les moyens de contrôle utilisés en agriculture sont basés sur la lutte chimique utilisant la bromadiolone, anticoagulant puissant. La lutte chimique n'est pas la seule arme de lutte contre les campagnols. Des moyens biologiques peuvent être utilisés comme le piégeage, le renforcement de la prédation naturelle et la mise en place de pratiques agricoles défavorisant l'installation de campagnols (pâturage, haie, travail du sol).

III Contexte de l'étude

1 Contexte géographique

Les villes sur lesquelles le renard urbain est étudié ont été sélectionnées par l'ERZ. Le premier critère de sélection est que l'agglomération soit située en zone d'endémie d'*E. multilocularis*. Elles doivent être de taille raisonnable afin de permettre une étude sans avoir à développer d'énormes moyens. La comparaison entre les villes doit être envisageable afin de pouvoir confronter les résultats.

La première étude a lieu sur la ville d'Annemasse, agglomération de 57 000 habitants située en Haute-Savoie. Du point de vue de l'urbanisation, Annemasse fait partie de l'agglomération Genevoise, son tissu urbain formant une continuité avec celui de Genève tout au long de la frontière franco-suisse. Ce choix a été appuyé par la présence d'autres études sur le renard urbain genevois. La disponibilité d'aide à proximité est un point fort pour la mise en place d'un programme d'étude sur le renard urbain.

L'ERZ a lancé sa seconde étude, sujet de ce mémoire, sur une ville de Franche-comté. La ville sélectionnée est Pontarlier dans le Doubs. Ce département fait partie des zones de haute endémie, il s'agit du département français au sein duquel est recensé le plus grand nombre de cas humains d'échinococcose alvéolaire. Pontarlier se situe à 800 mètres d'altitude, l'influence climatique est de type continental avec des hivers particulièrement rigoureux. Du point de vue de la population, la ville de Pontarlier, avec approximativement 20 000 habitants, est moins importante qu'Annemasse. Son contexte urbain est également différent, Pontarlier se situe entre les prairies du plateau du haut Doubs et les forêts de la chaîne jurassienne. La proximité avec la frontière Suisse, une dizaine de kilomètres, apporte un grand nombre de consommateurs suisses qui trouvent en France des produits meilleur marché. Cela a permis à la ville un de développer de manière importante sa zone commerciale, avec notamment trois hypermarchés.

Une prochaine ville étudiée par l'ERZ pourrait être Saint-Flour dans le Cantal. Cette étude n'est pas encore lancée. Il faudra certainement attendre la fin de l'étude à Annemasse car la quantité de travail pour le personnel disponible sur deux zones est déjà importante. Le département du Val d'Oise par sa taille et sa configuration pourrait également faire partie des zones d'étude concernant le renard urbain en france.

2 Contexte réglementaire

L'étude va nécessiter de travailler sur des animaux sauvages et du matériel biologique qui peut être soumis à certaines réglementations.

Le suivi comportemental nécessite l'équipement de renards avec des colliers émetteurs. La capture de renard s'effectue par piégeage, avec utilisation de collets ou de boites à chauves. Ces captures relèvent d'une réglementation spéciale. Toutes les dispositions relatives au piégeage des populations animales sont présentées dans l'arrêté du 23 mai 1984 (JO du 5/06/84), modifié en parti dans les arrêtés du 10 février 1986 et du 16 février 1989.

Cette réglementation précise que le piégeage doit s'effectuer avec certaines catégories de pièges qui doivent être homologués, et utilisés par des piégeurs agrées. Les opérations de piégeage doivent être déclarées en mairie. Le piégeage par collets est subordonné à une autorisation spécifique délivrée par le commissaire de la république et est exclusivement réservé au piégeage du renard. Les collets ne doivent pas entraîner la mort de l'animal par strangulation, ils doivent disposer d'un arrêtoir permettant au lacet d'obtenir un diamètre minimal de vingt et un centimètres. De plus le collet doit être utilisé uniquement pour la capture du renard, afin d'assurer un piégeage sélectif, la partie basse du collet doit être à une hauteur comprise entre dix-huit et vingt deux centimètres au-dessus du sol, et l'ouverture maximale ne doit pas dépasser vingt centimètres de diamètre. L'attache du piège ne doit pas se situer à plus de trente centimètres de celui-ci, le piège doit y être relié par au moins deux émerillons pour permettre d'accompagner les mouvements de l'animal capturé. Les pièges doivent être visités tous les matins dans l'heure qui suit le lever du soleil au plus tard. Les espèces capturées accidentellement ne relevant pas du classement des animaux nuisibles doivent être relâchées immédiatement.

Les articles R227-5 et R227-6 du code de l'environnement précise le classement des animaux nuisibles. La liste des animaux nuisibles est établie par le Ministre chargé de la chasse après avis du Conseil national de la chasse et de la faune sauvage en fonction des dommages que ces animaux peuvent causer aux activités humaines et aux équilibres biologiques. Sont exclus de cette liste les espèces dont la capture ou la destruction est interdite (article L411-1 du code de l'environnement). C'est à partir de cette liste que dans chaque département le Préfet définit les animaux nuisibles dans son département. Cet arrêté est pris chaque année après avis du Conseil départemental de la chasse et de la faune sauvage ainsi que de la fédération de chasse. La décision est prise en fonction de la situation locale, et cela dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques, pour la prévention des dommages importants aux activités agricoles, forestières et aquacoles, pour la protection de la flore et de la faune.

Le renard fait partie de la liste des espèces nuisibles établie par le ministère. Par contre il a un statut différent dans le département du Doubs. Le Préfet a décidé dans l'arrêté préfectoral du 28 novembre 2003 de le déclasser des espèces nuisibles sur certains cantons, dont celui de Pontarlier. Cette décision a été prise, notamment par la pression des environnementalistes du département, pour permettre à un plus grand nombre de renard de lutter contre les invasions de campagnols, et ainsi utiliser moins de bromadiolone.

Une dérogation afin de pouvoir effectuer des captures de renards a été demandée au Préfet. (Cf.. annexe 1). Cette autorisation permet de piéger des renards au collet sans mise à mort. Il s'agit d'une capture non définitive à but scientifique.

Le prélèvement de fèces n'est pas soumis à une réglementation spéciale. Elle nécessite toutefois une attention particulière puisqu'elles peuvent contenir des œufs contaminant. La collecte se fait en suivant un protocole de sécurité établi par l'ERZ.

Le prélèvement d'intestin sur des renards morts accidentellement ne relève pas de réglementation spéciale. Tout comme le prélèvement de fèces, un protocole a été mis en place par l'ERZ pour cette opération.

3 Contexte social

3.1 Justification d'une telle étude

Pontarlier se situe en zone de haute endémie. Des efforts de communication, notamment des brochures éditées par le Conseil régional de Franche-Comté ont été rédigés pour sensibiliser la population aux gestes à avoir afin de prévenir la maladie. Bien que tout le monde ne connaisse pas bien la maladie et son cycle, la grande majorité des Pontissaliens connaît l'échinococcose, parfois sous le nom commun de « maladie du renard ». Il est fréquent qu'une personne ait connaissance d'un ami ou d'un membre de la famille décédé des suites de l'échinococcose alvéolaire. Malgré la gravité de la maladie il ne faut pas affoler les populations : une psychose généralisée envers l'échinococcose n'a pas lieu d'être. Le faible nombre de cas humains donne un risque de mortalité (4 décès en Franche-Comté sur les 5 dernières années) bien inférieur aux accidents de la route et aux dégâts provoqués par le tabac ou/et l'alcool. Il faut cependant faire comprendre que des recherches sur une telle maladie ont lieu d'être. Elle touche majoritairement certaines tranches de la population qui ont plus de risques de se trouver en contact avec des œufs échinocoque (agriculteurs, chasseurs, naturalistes…). Bien que cela n'ait pas encore été mis en évidence, l'arrivée du renard en ville, et avec lui le parasite, va peut-être provoquer une augmentation du nombre de cas humains avec un élargissement de la surface de contact entre le renard et l'homme urbain. La recherche de moyen de contrôle du parasite doit se faire si possible en amont d'une augmentation du nombre de cas humains. De plus, d'un point de vue financier, la recherche de moyens de contrôle peut s'avérer plus rentable que les traitements à suivre en cas d'infestation (acte chirurgical et chimiothérapie à vie).

3.2 La société et le renard

Le renard est souvent considéré comme un voleur de poules et prédateur de petit gibier. S'il est vrai que le lapin fait partie intégrante de son régime alimentaire, les volailles le sont peu. Le problème est qu'un renard qui trouve une source abondante de nourriture (poulailler) va prélever le maximum d'animaux pour faire des réserves afin de pallier à un manque de nourriture possible plus tard. Sa grande prolificité et son adaptabilité fait qu'il est présent partout en assez grand nombre. Le renard est chassé depuis qu'il existe : s'il servait de nourriture à nos ancêtres de nos jours il n'est quasiment plus consommé et est chassé pour son caractère nuisible. Il fut intensément chassé pour des raisons sanitaires lors de la lutte contre la rage. Cette prédation importante par l'homme n'a pourtant pas réussi à l'éliminer de nos campagnes. Les dégâts qu'il occasionne et son abondance, lui valent très souvent un classement dans la liste des animaux nuisibles.

3.3 Le renard mérite t-il son classement de nuisible ?

Sur le canton de Pontarlier il a été déclassé des espèces nuisibles (Cf. § III-2) mais reste chassable durant la période de chasse (septembre à février). Ce déclassement des nuisibles est une mesure prise sous la pression des environnementalistes qui milite pour la protection du renard. Cette protection est désirée pour diminuer l'utilisation de la bromadiolone sur les terres agricoles en favorisant la prédation naturelle. En effet l'utilisation de produits chimiques pour lutter contre les fortes pullulations de campagnol dans le Doubs a dû être mis en place afin de limiter les dégâts pour l'agriculture (perte de fourrage, achat de semence, baisse de la production laitière, baisse de la qualité du lait… source : FREDON, 2003). Malgré la réglementation et les précautions d'emploi l'utilisation de bromadiolone provoque une importante mortalité chez la faune sauvage (renard, rapaces, sanglier, blaireau…). C'est à partir de ce constat que d'autres moyens plus respectueux de l'environnement sont envisagés.

La lutte biologique propose des moyens de lutte alternatifs aux méthodes chimiques. Il s'agit de favoriser la prédation naturelle (renard, buse, milan, corneille, hibou, chouette, effraie, fouine, martre), et de reconstituer des haies afin de diminuer la connectivité entre les habitats trop favorable aux pullulations. De plus les haies créent des zones de nichage pour les prédateurs. Certaines pratiques agricoles ont un rôle important dans cette lutte : le piétinement du bétail, le travail du sol (labour), ont un rôle de déstructuration des galeries de campagnols, défavorisant ainsi la pullulation. Le piégeage des rongeurs dès les premiers signes de présence permet aussi de limiter les pullulations. Enfin, il faut détruire rapidement les quelques individus présents, notamment les taupes qui créent un milieu favorable pour les campagnols en creusant de nombreuses galeries.

La lutte contre les campagnols doit se faire en appliquant une multitude de solutions diverses. Les agriculteurs sont de plus en plus pour la protection du renard, ce moyen de lutte biologique leur permet de valoriser leurs productions (AOC comté, mont d'or), mais également de baisser les coûts de production (pas d'achat de bromadiolone). S'il est vrai qu'un renard va chasser beaucoup de campagnols, ce n'est pas lui seul qui peut enrayer une pullulation. Le piégeage en amont semble être une méthode efficace, cependant il demande beaucoup de temps. Le regroupement d'agriculteurs afin d'embaucher un piégeur a été mis en place cette année sur une commune du Doubs, reste à savoir si les résultats seront convaincants pour que cette solution soit diffusée dans tout le département.

En sortant du contexte du département du Doubs, sur lequel le renard est déjà déclassé des nuisibles dans les cantons subissant des pullulations de campagnols, on ne peut pas dire si le renard doit être classé nuisible ou non. D'un point de vue historique il l'a toujours été (rage, …), et l'on ne s'est pas forcément demandé pourquoi changer. Aujourd'hui le terme de nuisible est mal choisi, cependant il permet d'un point de vue administratif de réguler cette population dans les secteurs où il y en a trop.

IV Enjeux d'acteurs

1 Le comité de pilotage

Le comité de pilotage de l'étude sur le renard urbain comprend trois organismes déjà partenaires dans le projet de cartographie national du parasite ; l'ERZ, l'UFC et l'AFSSA-Nancy. Il se réunit généralement tous les trimestres afin de s'informer de l'avancement des travaux et d'orienter leurs poursuites.

L'Entente de lutte contre la Rage et les Zoonoses a lancé en 2003 une étude sur la ville d'Annemasse et en 2004 sur Pontarlier. Elle envisage de continuer cette étude sur d'autres villes situées dans le Cantal ou dans le Val d' Oise. Sur ces zones l'Entente gère la mise en place et le suivi de l'étude sur le terrain. L'ERZ gère également une partie des analyses au sein des laboratoires de l'AFSSA-Nancy.

L'AFSSA-Nancy travaille de plus en plus sur l'échinococcose. Elle suit l'ERZ dans cette volonté d'étudier le renard urbain en commençant une étude sur l'agglomération de Nancy. L'AFSSA prend en charge la méthodologie et la démarche qualité des analyses de laboratoires. Elle ouvre ses laboratoires et met à disposition le matériel nécessaire à l'ERZ pour effectuer les premières analyses des échantillons. Les analyses plus complexes à réaliser en biologie moléculaire sont effectuées par le personnel de l'AFSSA.

L'Université de Franche-Comté est un soutien intellectuel sur les méthodes et les analyses mises en place pour l'étude de l'Echinococcose alvéolaire. Il s'agit plus précisément du laboratoire de biologie et d'écophysiologie avec comme interlocuteur, Messieurs Patrick Giraudoux et Francis Raoul, deux spécialistes de l'écologie de l'échinococcose. Ils guident l'Entente dans les choix méthodologiques à mettre en place, et apportent l'aide nécessaire pour l'interprétation des résultats (analyses statistiques et cartographiques).

2 Les administrations

Certaines administrations nationales et départementales sont concernées par notre étude. Le Conseil général de Franche-Comté, qui est adhérent à l'ERZ, est impliqué et trouve dans cette étude une information supplémentaire sur sa situation concernant le parasite.

Au niveau national, les ministères dont dépendent l'ERZ (ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales), l'UFC (ministère de l'éducation nationale et de la recherche) et l'AFSSA (sous la tutelle des ministères de la Santé, de l'Agriculture et de la Consommation) sont indirectement impliqués dans l'étude.

A une échelle départementale les acteurs impliqués sont ceux ayant une relation avec notre sujet d'étude. Au niveau de la préfecture la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) est impliquée en raison de son rôle concernant la réglementation et la police de la chasse. Notre travail nécessite la capture d'animaux sauvages : la DDAF est l'administration qui peut délivrer cette autorisation.

Le travail sur un parasite concerne les instituts vétérinaires. Les acteurs impliqués au niveau départemental sont la Direction des Services Vétérinaires (DSV) et le Laboratoire Vétérinaire Départemental (LVD). La Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS) est intéressée par tout ce qui ce concerne les aspects sanitaires et est tenue informée.

Les administrations locales sont la communauté de commune du Larmont et la ville de Pontarlier. Elles sont directement impliquées puisqu'elles représentent le territoire d'étude. Pour elles, l'intérêt d'une telle étude est de mieux connaître la situation épidémiologique dans leur secteur. La collaboration avec les administrations locales est indispensable pour nous permettre une bonne mise en place de l'étude, une acceptation par les citoyens, et une récolte efficace d'informations et d'échantillons.

3 Les acteurs locaux

Il s'agit tout d'abord des acteurs liés à la faune sauvage.

L'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) s'occupe du contrôle de la réglementation. De plus, les gardes connaissent le territoire et peuvent orienter les recherches durant la phase de prospection.

La Fédération Départementale de Chasse (FDC) regroupe tous les chasseurs du département. Cette structure permet une diffusion de l'information à cette catégorie de population directement concernée par l'étude. A un niveau plus local les Associations Communale de Chasse Agréées (ACCA) permettent une diffusion de l'information aux chasseurs directement concernés. On espère ainsi éviter le tir de renards équipés par nos soins de colliers émetteurs.

Les lieutenants de louveterie gèrent les populations d'espèces nuisibles et sont susceptibles d'agir sur la régulation du renard.

Les piégeurs de la commune apportent leur aide pour la prospection et le piégeage d'animaux. Leur soutien sur le terrain est un atout majeur vu leurs connaissances du territoire et leurs expériences pour le piégeage.

Des organisations d'environnementalistes locales sont regroupées dans une association : ADSHED (Association pour la Défense de la Salubrité et de l'Environnement du Haut-Doubs). Ils cherchent à protéger le renard afin de favoriser la prédation des rongeurs. Cette prédation naturelle permet de limiter l'utilisation de produits chimiques (bromadiolone) utilisés sur les champs infestés de campagnols.

Les riverains peuvent par leurs connaissances et leurs expériences sur la zone fournir des informations très intéressantes pour l'étude. La majorité des gens ont déjà vu ou entendu parler de renards. Les agriculteurs en zone périurbaine connaissent parfaitement leur territoire et y passent beaucoup de temps. Les informations recueillies n'en sont que plus riches.

V Problématique

L'échinococcose alvéolaire est une zoonose grave pour l'homme. Bien qu'elle soit rare, cette maladie est mortelle. Les moyens de traitements chez l'homme sont très lourds à mettre en place et très coûteux.

L'arrivée des renards à proximité et à l'intérieur des villes pose le problème du risque de contamination pour l'homme. Cette présence de renards dans le voisinage direct de l'homme et de ses animaux domestiques amène à s'intéresser au comportement des populations de renards et à rechercher des stratégies de luttes préventives contre l'échinococcose.

Il faut estimer le risque de contamination pour l'homme par *E. multilocularis* en milieu urbain par l'étude de la présence du parasite et de ses hôtes, principal et intermédiaire.

Avant de mettre en place des méthodes de contrôle en milieu urbain il faut y évaluer la situation épidémiologique. Celle-ci repose sur l'analyse de fèces de renards et permet de connaître la prévalence et la localisation du parasite en milieu urbain. La fréquentation du renard doit être connue afin de mieux définir le risque potentiel. Une fois la situation sur le renard urbain connue, le suivi comportemental d'individus va permettre de connaître leurs domaines d'activités. Ce suivi couplé avec les estimations de la population de campagnols doit permettre de comprendre et de localiser la transmission du parasite entre ses hôtes. Une fois les zones de contamination déterminées, il est possible de localiser les secteurs à risque pour l'homme, et y envisager des méthodes de contrôle adaptées à la situation.

Les hypothèses de travail sont les suivantes :

- La prévalence est plus élevée dans les paysages à fort indice prairial.
- les pullulations de campagnols augmentent la prévalence.
- La proximité de renards avec de fortes densités de population humaine peut avoir un effet sur le nombre de cas humains.
- Bien que le parasite ne soit pas étudié chez les animaux domestiques, on suppose qu'il présente un risque de contamination pour l'homme.
- Dans une zone de haute endémie, toutes les crottes de renard peuvent potentiellement présenter un risque.

VI Méthodologie

Cette partie va présenter les moyens et les techniques utilisées pour l'étude. Certaines parties sont très détaillées. Cette précision a l'objectif de fournir toutes les informations nécessaires pour qu'une personne devant continuer le programme puisse être directement opérationnelle suite à la lecture de ce rapport.

1 Communication sur la mise en place de l'étude

1.1 Aux acteurs impliqués

Une réunion d'information regroupant la majorité des acteurs impliqués a eu lieu le 26 février 2004 à la fédération de chasse du Doubs situé à Gonsans. L'objectif de la réunion était de réunir toutes les personnes susceptibles d'intervenir dans l'étude afin de leur présenter les objectifs et les travaux à réaliser. Cette réunion est essentielle pour permettre d'établir un premier contact. Les instances présentes étaient ; la DDAF, la DRASS, la DSV, le LVD, la mairie de Pontarlier, l'ONCFS, la FDC, les lieutenants de louveteries, l'association départementale des gardes chasses particuliers et des piégeurs du Doubs et l'UFC.

Une présentation de l'étude a été faite le 12 mai 2004 devant la commission environnement de la communauté de commune du Larmont. Le but était de faire connaître l'étude menée par l'ERZ sur le secteur de Pontarlier à toutes les communes alentours.

Les ACCA (Association Communale de Chasse Agréée) des communes concernées ont été informées par voie postale de la mise en place de l'étude. Une rencontre particulière avec le président de l'ACCA de Pontarlier a permis de préciser les choses. Il lui a été demandé de faire passer le message aux chasseurs de la commune que des renards seront équipés de colliers émetteurs, et qu'il serait appréciable de ne pas les tirer lors de leurs sorties de chasse.

1.2 Au public

L'information au public est diffusée grâce à la presse locale. Des articles sont parus dans l'Est républicain et la presse pontissalienne. Le journal de la commune ; "Pontarlier votre ville", nous a également laissé un espace afin de présenter l'étude. Ces articles sont présentés dans l'annexe 2. La diffusion dans la presse est un bon moyen de diffusion mais l'on ne peut s'assurer de ce qui va être écrit, cela a été le cas dès le premier article qui titrait "sus aux renards et aux campagnols". Ce titre accrocheur, bien mal choisi, a très rapidement provoqué la réaction des environnementalistes du Doubs, qui luttent pour la protection du renard.

Après quelques explications de notre étude les esprits se sont calmés. Cependant cette information a marqué le public, il faut désormais bien préciser les choses afin que de telles erreurs ne se reproduisent pas.

La rencontre de riverains durant la prospection est un moyen supplémentaire d'informer les personnes sur l'étude en cours, de les sensibiliser et de répondre à leurs interrogations sur l'échinococcose.

L'ERZ a participé à une conférence-débat sur le thème de la protection du renard comme alternative à l'utilisation de bromadiolone. Cette conférence a eu lieu le 1er octobre 2004 et était organisée par la Commission de Protection de l'Environnement du Haut-Doubs. Les instances représentées lors de cette conférence étaient la DDAS, la FDC, l'ONCFS et M. Cahez, naturaliste présentant un diaporama sur le renard. L'ERZ n'a pas pris position par rapport à la protection du renard dans le Doubs mais confirme que l'échinococcose ne peut pas servir de prétexte pour éliminer les renards. Cette conférence a donné l'occasion de présenter l'étude menée sur Pontarlier et de répondre aux questions concernant l'échinococcose alvéolaire.

2 Détermination des limites de la zone d'étude urbaine

La prise de connaissance de la zone commence par un travail cartographique. Une carte au 1/25 000ième permet de se faire une idée du contexte. On peut repérer les zones urbaines, les zones boisées ou les prairies ouvertes. Les contextes hydrographique et topographique peuvent être analysés. L'apprentissage des noms des différents secteurs va permettre de se repérer plus facilement lors de la découverte de la zone directement sur le terrain.

La zone d'étude doit entourer le tissu urbain de Pontarlier en laissant un espace inhabité, que l'on appelle zone périurbaine. Les limites de la zone ne se déterminent pas par rapport à une certaine distance des maisons bordants la ville de Pontarlier mais par rapport au contexte.

En s'agrandissant la ville de Pontarlier a formé un même tissu urbain avec le village de Doubs. La proximité d'autres villages aux alentours, situés plus ou moins en limite de la zone périurbaine ont été inclus dans la zone d'étude. Ces villages n'ont pas de continuité avec le tissu urbain pontissalien mais leurs proximités impliquent une intégration dans la zone d'étude puisque d'un point de vue diplomatique il est intéressant d'inclure un maximum de communes afin de faire mieux accepter l'étude par la Communauté de commune.

La limite de la zone essaie de suivre au mieux les limites naturelles (lisières, chemin, crêtes, rivières). Elle reste forcément arbitraire dans certains secteurs.

3 Etude du renard

3.1 Questionnaire

Un questionnaire à l'intention des personnes susceptibles de fournir des informations sur le renard a été réalisé. Ce questionnaire n'a pas comme objectif de fournir des informations afin de réaliser des statistiques. Son objet est d'obtenir des informations pour orienter la prospection et avoir une idée sur la présence du renard à Pontarlier.

Le questionnaire (Cf. annexe 3) commence par quelques questions d'ordre général sur le renard, afin d'amener les personnes à se remémorer leurs possibles connaissances ou rencontres avec cet animal. Un tableau permet de déterminer plus précisément le contexte et les informations pour chaque renard connu. Une carte est fournie afin d'obtenir une localisation précise.

Des questionnaires ont été distribués dans des endroits où les personnes étaient susceptibles de voir, ou de s'intéresser aux renards. Il ont été déposés dans les cabinets vétérinaires, à l'Office National des Forêts (ONF), distribués aux professionnels travaillant la nuit (police, gendarmerie, service de ramassage des ordures ménagères), aux environnementalistes du secteur. Ce questionnaire sert également de support lors d'entretiens directs avec des riverains, des agriculteurs, des chasseurs ou des naturalistes.

3.2 Indices de présences

La prospection de tout le territoire d'étude avec une observation attentive de l'environnement permet de relever tous les signes, traces, laissés par les renards. Les différents sites favorables sont localisés grossièrement à partir de déplacements effectués en voiture, afin de connaître toute la zone rapidement. Ensuite, ce travail d'analyse du territoire et de recherche d'indices est réalisé à pied, moyen de locomotion permettant d'accéder partout, tout en ayant le temps de bien observer l'environnement.

Les indices de présence recherchés sont les traces, les passages, ou coulées, les terriers, les fèces, les résidus de repas. Les chapitres suivants expliquent comment repérer et différencier tous ces indices.

3.2.1 Les empreintes

Elles sont observables sur les sols meubles ou la neige. Le renard est digitigrade. Il possède quatre doigts aux pattes postérieures et cinq doigts aux pattes antérieures, mais le cinquième ne touche pas le sol. Les empreintes sont constituées de quatre pelotes digitales et d'un coussinet. Elles mesurent 5 cm de long pour une largeur de 4 à 4,5 cm. Les pattes antérieures sont un peu plus grandes que les postérieures. Les griffes du renard sont fines, longues et pointues.

La confusion des empreintes avec celles du chien (de taille similaire) est la plus probable. La différence s'observe avec les griffes : elles sont arrondies chez le chien et pointues chez le renard. La disposition des pelotes permet de mieux identifier le propriétaire de l'empreinte. Chez le renard, elles sont plus en avant et ont une disposition moins compacte. Une ligne imaginaire passant à l'avant des pelotes extérieures va couper les pelotes médianes chez le chien, alors que chez le renard cette ligne ne touche pas les pelotes médianes (Cf. Figure 7). Ce critère permet également de différencier les empreintes de renard avec celles du loup, qui sont de toute façon plus grosses.

Si une belle empreinte ne peut pas être confondue avec celle du chat, du lièvre ou d'un petit ongulé (Cf. Figure 8), en neige profonde les empreintes ne sont pas bien marquées et il n'apparaît qu'une piste qui contrairement aux empreintes entraîne facilement la confusion. La disposition des différentes empreintes formant la piste peut éclairer sur l'animal qui est passé. Le renard au trot va laisser des empreintes disposées par deux et obliquement par rapport au sens de déplacement (Cf. Figure 9). Cette disposition particulière tient du fait qu'en trottant le renard dispose son corps obliquement. Cela peut être un critère de différenciation. Au trot la longueur du pas est de 70 à 80 cm. Au pas elle est de 25 à 35 cm, et au galop elle est variable en fonction de la vitesse de déplacement. Ces critères permettent de différencier les pistes mais il est préférable de suivre la piste jusqu'à trouver un indices indiscutables (fèces, empreinte bien marquée, terrier…).

3.2.2 Les coulées

Les mammifères ne se déplacent pas au hasard dans leurs domaines de vie, mais utilisent le même réseau de chemins qu'ils connaissent parfaitement. Le passage fréquent d'animaux empêche la végétation de pousser, ce qui laisse une trace que l'on appelle "coulée" ou "sente" (Cf. Photo 7). Avec sa petite stature, le renard fait des coulées étroites (10 cm) et basses. On peut ainsi la différencier avec les coulées de blaireau qui sont plus larges, ou de chevreuil qui utilise des sentes plus larges et surtout plus hautes. La hauteur des coulées est observable lors du passage dans les haies, ou à certaines lisières denses. Si l'on peut spécifier le passage d'un renard sur une petite coulée, on ne peut le faire avec une plus grosse puisqu'un renard peut emprunter des coulées utilisées par d'autres espèces plus importantes en taille. Les chats et les petits chiens font des coulées de taille comparable au renard. L'observation des coulées est parfois délicate, mais l'herbe haute ou le passage dans les haies facilite leurs observations car elles sont plus marquées.

3.2.3 Les terriers

A la découverte d'un terrier il faut déterminer s'il est occupé, et quel animal l'occupe. La présence de feuilles mortes, de bouts de bois ou de toiles d'araignées devant l'entrée ne laisse aucun doute sur l'absence d'occupant.

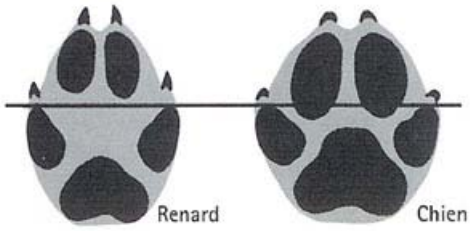


Figure 7 : distinction entre les empreintes de renard et de chien
(source : Bang et Dahlström, 1999)

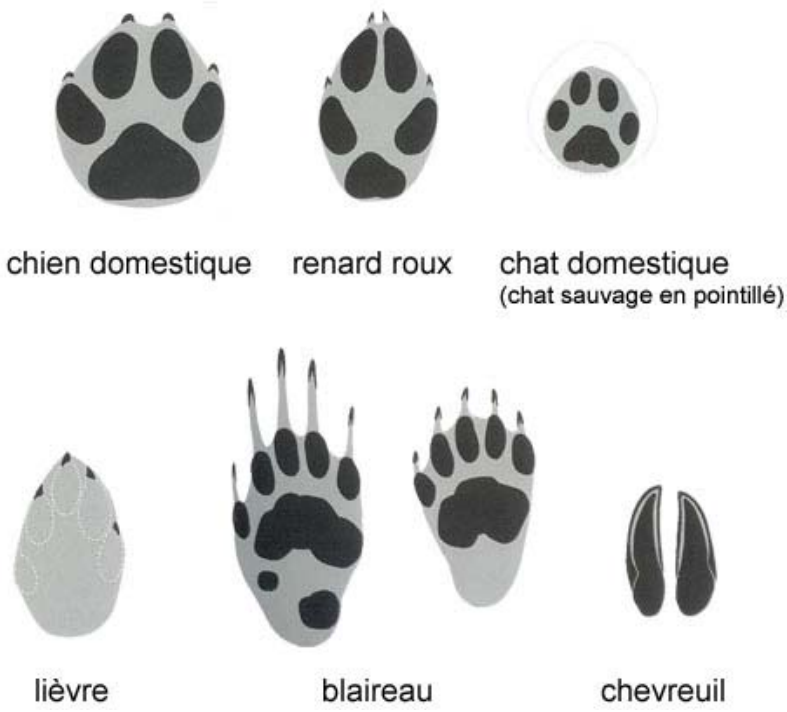


Figure 8 : différentes empreintes de taille comparable au renard
(source : Bang et Dahlström, 1999)

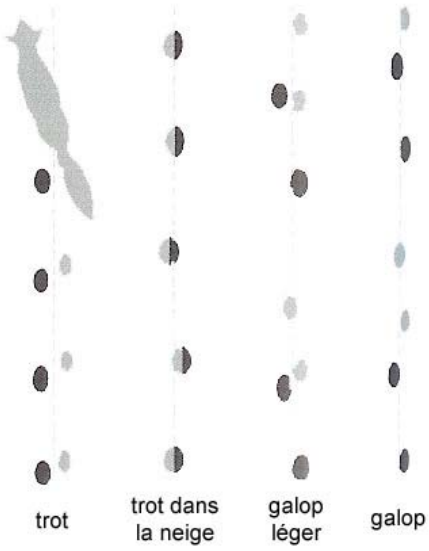


Figure 9 : pistes du renard à différentes allures
(source : Bang et Dahlström, 1999)

Il faut tout de même faire le tour du secteur afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'autre entrée fréquentée. Un terrier abandonné ne veut pas dire qu'il l'est définitivement. Les renards n'utilisent pas forcément toute l'année un terrier, mais essentiellement lors de la période de reproduction et d'élevage des petits. De plus ils peuvent changer de terrier au cours de l'année. Lors de la saison hivernale, le terrier peut se situer en forêt. Avec le retour de la belle saison et la disparition de la neige, le renard se rapproche des prairies afin de s'alimenter en chassant.

La détermination du propriétaire d'un terrier peut être difficile à effectuer. Les terriers de renards ont une entrée d'une trentaine de centimètres de diamètre (Cf. Photo 8). Les anciens terriers possèdent des ouvertures plus larges dues aux nombreux passages.

Le renard creuse préférentiellement son terrier au flanc d'un talus, sous un rocher ou une souche. Les déblais sont repoussés à l'air libre et s'accumulent en formant un cône plus ou moins net devant l'entrée (Cf. Photo 9). Le nombre d'entrées varie et il en existe souvent plusieurs afin de fuir en cas de danger. Il règne généralement à l'entrée du terrier une forte odeur de fauve caractéristique du renard. Les autres indices spécifiques à la présence du renard sont des restes alimentaires à l'entrée (os, peau, poils, plumes…), des empreintes de pattes, des fèces. A la période d'élevage des jeunes, les renardeaux jouent à l'extérieur du terrier, une plateforme d'herbe piétinée avec de nombreuses laissées étant alors observée.

La confusion la plus fréquente est faite avec les terriers de blaireaux par la caractéristique de cet animal qui possède approximativement la même stature que le renard, et à cause du caractère opportuniste du renard qui n'hésite pas à profiter des terriers réalisés par le blaireau.

Le blaireau va creuser en permanence et forment des grands terriers avec de nombreuses entrées. Le renard peut, soit réutiliser un ancien terrier de blaireau, soit cohabiter dans le même terrier. Pour éviter la confusion, il faut savoir que le blaireau réalise une litière au sein de sa tanière des feuilles sèches ou de la mousse, on en retrouve alors devant le terrier. Le blaireau creuse le sol à la sortie quand il rejette les déblais, ce qui laisse apparaître un sillon plus ou moins profond devant l'orifice. Ses empreintes de pattes sont facilement identifiables. Il défèque dans des latrines (Cf. Photo 10), situées généralement à proximité des terriers.

3.2.4 Les déjections

L'urine et les fèces sont des signes de présence. Les excréments sont de très bons indicateurs de présence, avec des critères de reconnaissance décrits dans le paragraphe suivant. Les traces d'urine sont observables lorsqu'il y a de la neige au sol. L'urine, bien que possédant une forte odeur, n'est pas facilement identifiable. Elle peut permettre de confirmer qu'une piste suivie dans la neige est bien celle d'un renard, et non d'un lièvre ou d'un chat (urine dans un trou). De plus la disposition de l'urine par rapport aux traces de pattes apporte une information sur le sexe de l'animal. L'urine sur le coté est typique du mâle qui lève la patte. Les femelles urinant entre leurs pattes en s'accroupissant, l'urine apparaît entre deux traces de pattes (ne pas généraliser car des exceptions existent).

Photo 7 : coulée de renard

Photo 8 : entrée d'un terrier de renard

Photo 9 : déblais accumulés à l'entrée d'un terrier de renard

Photo 10 : latrine à côté d'un terrier de blaireau

3.2.5 Autres indices

L'observation d'os, de peau, de poils ou de plumes confirme la présence de carnivores dans le secteur. Ces résidus de repas ne sont pas forcément l'œuvre d'un renard.

Le renard laisse certains de ses poils accrochés à des fils barbelés, à un grillage ou des branches. Leur identification s'effectue à partir de certains critères tel que la hauteur où ils sont retrouvés, leur longueur, leur couleur, leur aspect. (Cf. Photo 11)

A proximité des terriers de reproduction il est possible de trouver des déchets plastiques (bidons, emballages…) présentant des traces de dents (Cf. Photo 12). Il s'agit généralement des jeunes de l'année qui ont joué avec ces déchets en les mordillant. Ces indices prouvent la présence d'une portée à proximité.

3.3 Collecte de fèces

3.3.1 Répartition des prélèvements

Durant la mise en place de l'étude, les fèces sont ramassées pendant la période de prospection. Onn obtient ainsi des excréments de renards répartis sur toute la zone et dans différents milieux. Il n'y a pas de méthode spécifique pour la répartition des échantillons, que ce soit dans l'espace ou dans le temps. Ces crottes seront analysées afin d'avoir une idée de la prévalence du parasite dans le secteur. Pour la suite de l'étude des sessions de ramassage doivent être mises en place afin d'assurer une collecte par saison.

3.3.2 Identification des laissées

La reconnaissance d'une crotte de renards s'établit à partir de différents critères. Tout d'abord la forme et la taille, les laissées sont allongées et cylindriques, elles mesurent de 8 à 10 cm de longueur pour un diamètre d'à peu près 2 cm. (Cf. Photo 13). Les excréments possèdent généralement une extrémité pointue ou torsadée. Les excréments de renard ont une structure interne lisse. La couleur des crottes varie du noir au gris. Elle peut être modifiée par un changement de régime alimentaire, comme la forte consommation de fruits en automne. La présence de résidus alimentaires apporte une bonne information sur le propriétaire des crottes trouvées. La présence de poils, d'ossements de rongeurs, de becs ou plumes d'oiseaux, de fragments de chitine d'insectes, de restes de fruits (peau, noyaux) est un élément supplémentaire pour l'identification d'une crotte de renard. Le renard possède une odeur forte et caractéristique qui se retrouve dans ses laissées. Cette odeur lui sert à s'identifier par rapport à ses congénères et ainsi, à marquer son territoire.

Photo 11 : passage de renard sous un grillage avec présence de poils

Photo 12 : déchet plastique mordillé

Photo 13 : fèces de renard

Du fait de l'utilisation de ses laissées pour délimiter son territoire, l'emplacement et la disposition des fèces ne sont pas anodins. Les fèces sont ainsi généralement laissées visiblement et en hauteur afin de favoriser la dispersion des odeurs. Les crottes se trouvent fréquemment sur des souches, pierre, mottes d'herbe, taupinières, bottes de paille. Pour bien marquer son territoire, le renard marque les lieux de passages, le long ou au croisement des chemins, dans les coulées, le long des clôtures et au bord des forêts.

Malgré ces critères, la reconnaissance sur le terrain s'avère parfois difficile. Il est possible que lors de la défécation la crotte tombe en plusieurs morceaux, changeant le critère de taille. De plus la taille des crottes varie en fonction de la taille de l'animal. Des troubles digestifs peuvent amener un animal à avoir la diarrhée, rendant les critères de taille et de forme inutiles. L'odeur est un indicateur très spécifique, mais son intensité diminue avec le temps. De plus les crottes peuvent se confondre avec les laissées d'autres espèces (Cf. Figure 10), mais nous pouvons énumérer les principales différences.

- Le chien est généralement alimenté de croquettes qui donnent à ses crottes une consistance plus granuleuse. La forme est moins bien définie, la taille généralement plus importante et la couleur tend fréquemment vers des teintes orangées. L'absence de restes de poils, d'os est un critère de plus pour la différenciation.

- Le chat domestique laisse une succession de petites pelotes cylindriques poilues. La consistance est dure, les crottes sont fréquemment enterrées. Les excréments des chats sauvages sont plus allongés, ils mesurent 6 à 8 cm pour un diamètre de 1,5 cm. Ils contiennent les mêmes résidus alimentaires que le renard (poils, os…). Le chat sauvage va enterrer ses crottes au sein de son territoire, mais il va marquer les limites de son territoire en déposant des crottes en hauteur. La différence est alors difficile et doit se faire par la taille, l'odeur ou la consistance.

- Les laissées de lynx sont analogues à celles du chat sauvage mais sont plus épaisses.

- Le blaireau dépose ses excréments dans des latrines (trous). Ses laissées sont foncées et de formes irrégulières. La confusion est peu probable.

- La fouine et la martre ont des fèces très ressemblantes à celles des renards, avec une forme cylindrique et allongée. La différence s'effectue au niveau de la taille, les crottes de renard étant plus grosses. Les laissées de fouine sont également plus torsadées.

- La confusion est possible avec les pelotes de réjection des rapaces (Cf. Figure 11). Ces pelotes se composent de poil et d'os et sont régurgités par le rapace lorsque celui-ci est posé. On en trouve ainsi beaucoup au pied des piquets de clôture, sous les arbres ou les lignes électriques. On peut confondre avec une crotte contenant beaucoup de poils, mais contrairement aux pelotes celle-ci contiendra toujours un minimum de matière fécale.

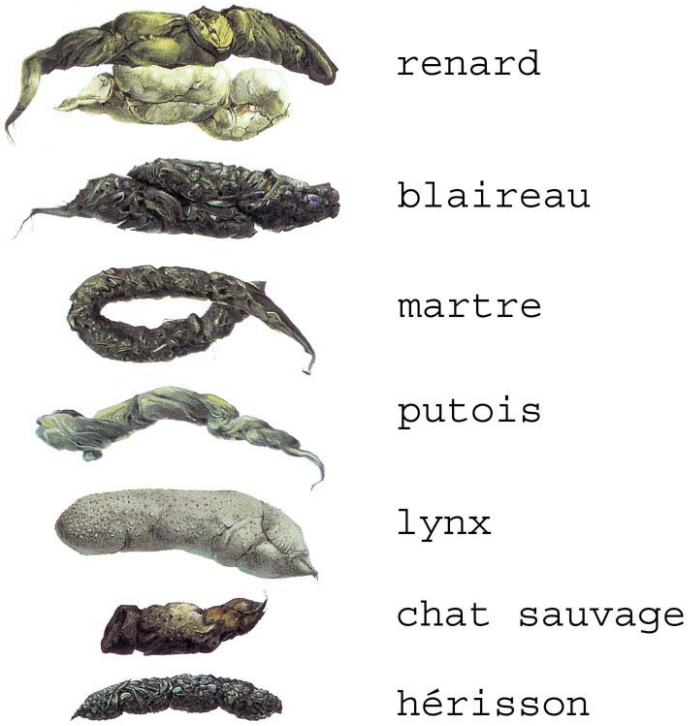


Figure 10 : fèces de quelques mammifères
(source : Bang et Dahlström, 1999)

Figure 11 : pelote de rejection de quelques rapaces
(source : Bang et Dahlström, 1999)

3.3.3 Protocole de ramassage et données récoltées

Une fois qu'une crotte est identifiée comme étant d'origine vulpine, elle est prélevée. S'il existe un doute sur sa nature, elle est laissée sur place. Le ramassage s'effectue en suivant un protocole établi par l'ERZ. Le ramasseur est muni d'un masque et de gants, à l'aide d'une abaisse langue en bois la crotte est poussée dans un flacon en plastique préalablement numéroté. Les gants sont retirés en entourant le flacon, le tout est déposé dans un sachet à fermeture hermétique (type sachet de congélation).

La figure 12 présente en détail ce protocole. Les échantillons sont regroupés dans un sac plastique et sont emmenés à Nancy pour être décontaminés par un passage à -80°C (Cf. Photo 14) pendant une semaine.

Chaque prélèvement est géo-référencé à l'aide d'un GPS (Global Positionning System). Il lui est attribué un numéro spécifique. A Pontarlier, les excréments situés en zone urbaine portent le code 25-P-X (X représentant un nombre entier). Le numéro de l'échantillon est noté au marqueur sur le couvercle et la boite. Un tableau de ramassage (Cf. annexe 4) permet de collecter différentes informations ;

- la date,
- la commune,
- les coordonnées géographiques,
- l'indice de fraîcheur de l'excrément. Cet indice est déterminé selon l'aspect et le degré d'humidité des fèces, il est déterminé sur une échelle de 1 (très fraîche) à 5 (ancienne, très sèche). La conservation des fèces peut varier avec le climat, la pluie ou l'ensoleillement.
- Les informations sur l'environnement du prélèvement ; la nature du milieu (prairie, pâture, forêt, chemin, route, jardin, friche…), la structure du milieu qui est soit linéaire (chemin, coulée, lisière…) soit surfacique (prairie, jardin…).

Des remarques concernant l'emplacement ou un aspect particulier peuvent être ajoutées.

Tous les prélèvements sont ensuite analysés au sein des laboratoires de l'AFSSA-Nancy (Cf. § 4.1 analyse des fèces)

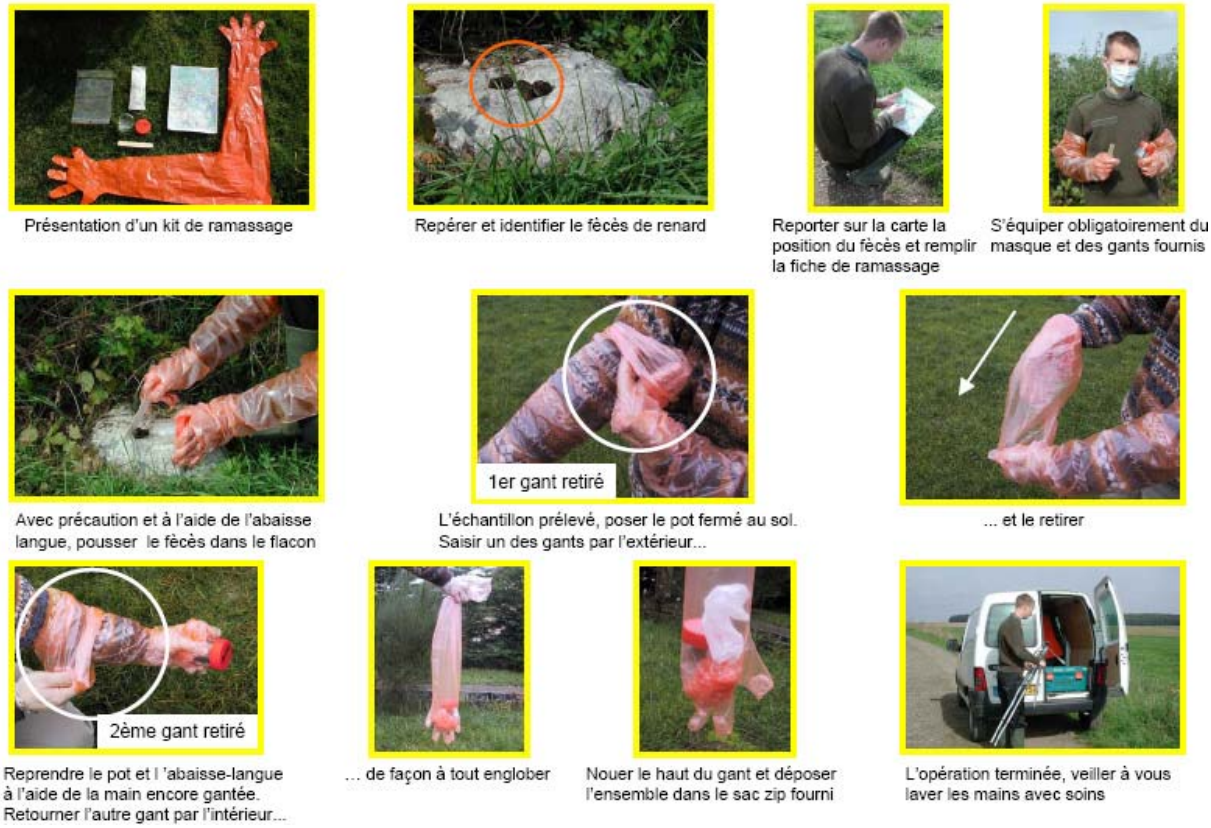


Figure 12 : protocole de ramassage des fèces de renard
(source : ERZ)

Photo 14 : décontamination des échantillons à -80°C
(source : ERZ)

3.4 Comptage de nuit

3.4.1 Objectif

Les comptages de nuit servent à connaître les densités de population chez les animaux sauvages. L'unité de mesure pour comparer les résultats entre comptage est l'Indice Kilométrique d'Abondance (IKA). Cette valeur est le nombre d'animaux comptés divisé par le nombre de kilomètres parcourus. L'IKA est donné pour 10 kilomètres.

Pour l'étude des renards urbains, le but premier n'est pas le calcul d'IKA. L'intérêt des comptages est essentiellement l'observation directe de renards. Cela permet d'orienter la prospection en repérant avec certitude les sites de présence. Lors de la phase de piégeage la connaissance de ces zones va permettre de piéger efficacement dans les lieux de passages.

Des comptages sur des circuits extérieurs à la zone d'étude peuvent être fait en complément, afin de comparer les densités entre la zone urbaine et la zone rurale.

3.4.2 Méthodes

Les comptages de nuit consistent à éclairer les bords de route avec des phares à main. Cette source lumineuse se reflète dans la rétine des yeux des animaux qui vont fortement briller et ainsi être facilement repérables. Quelques connaissances permettent d'identifier la faune observée ; la couleur des yeux, leur hauteur, le comportement :

- Les yeux du renard apparaissent orangés et se situent proches du sol. La queue touffue avec le bout blanc permet une bonne identification, tout comme ses oreilles pointues. Le plus souvent le renard commence à fuir, surtout si il est proche de la route. Une fois un peu éloigné il peut s'arrêter pour observer, mais reste toujours méfiant. Si le renard est loin de la route lorsque la voiture arrive, il ne va pas forcément s'inquiéter et peut rester assis à observer un moment.

- Pour le chat les yeux sont plus de couleur bleu/vert. La queue est bien plus fine que chez le renard. La couleur des chats peut être variable et peuvent augmenter la confusion. Le comportement peut être analogue au renard si le chat est sauvage ou haret. Un chat domestique ne sera pas effrayé par la présence d'une voiture.

- Pour le chevreuil, les yeux apparaissent bleus et se trouvent bien au-dessus du sol lorsque l'animal est debout. S'il est couché la hauteur correspond au renard, mais à ce moment-là son comportement diffère. Généralement il ne bouge pas.

- Les lièvres et les lapins ont des yeux rouges situés à ras de terre. Leurs déplacements par bond sont caractéristiques.

- Les animaux d'élevage (bovins, ovins, équidés) sont de taille importante, fréquemment en troupeau. Ils sont facilement identifiables.

L'identification à l'aide de jumelles aide considérablement, surtout si l'animal est loin de la voiture. L'appel du renard par l'imitation du bruit du campagnol peut être très efficace : si l'animal tourne la tête ou s'approche en direction de la source du son c'est qu'il s'agit d'un carnivore. Cela permet d'améliorer son identification par le rapprochement de l'animal mais peut aussi ralentir sa fuite et fournir plus de temps pour l'identification. Le contexte topographique (bosse, dépression…), les conditions climatiques (brouillard, pluie…), la fatigue, peuvent jouer sur la perception et perturber l'identification. Un animal mal identifié n'est pas compté.

Les informations recueillies durant une opération de comptage sont notées sur une fiche de comptage (Cf. annexe 5). On y note la date, les territoires communaux traversés, les horaires du comptage (début et fin), le kilométrage, le contexte climatique (dégagé, couvert, précipitations, vent, température, neige au sol…). Toute la faune observée est positionnée sur une carte.

Les comptages de nuit aux phares nécessitent une autorisation de la DDAF, la police et la gendarmerie des secteurs éclairés doivent être prévenues avant chaque sortie.

3.5 Suivi comportemental

Le suivi comportemental a pour objectif de déterminer les déplacements des renards et ainsi connaître leurs domaines de vies et leurs milieux de fréquentation. Il nécessite le piégeage non traumatisant des renards, qui sont ensuite équipés de colliers émetteurs.

3.5.1 Piégeage

Le piégeage s'effectue dans les endroits propices aux passages de renard repérés durant la phase de prospection. L'utilisation de cages fauves et de collets à arrêtoirs sont les deux techniques de capture de renard. L'usage de ces pièges est réglementé (Cf. réglementation § III.2). La mise en place de ceux-ci sur le terrain nécessite d'être piégeur agréé. Le piégeage à Pontarlier a été fait avec Stéphanie Favier, technicienne à l'ERZ, avec la collaboration de Michel Petite, piégeur à Pontarlier.

3.5.1.1 Utilisation des pièges

- *les cages fauves*

La disposition des cages doit être faite de manière à les confondre au maximum avec le paysage. (Cf. Photo 15) Elles doivent être camouflées avec les éléments de l'environnement du secteur piégé. L'odorat du renard étant très sensible, un maximum de précaution pour la manipulation afin de ne pas laisser d'odeur est nécessaire. Le portage de gants à cet effet s'avère indispensable. Le masquage de l'odeur peut être augmenté par la disposition de fumier de lapin sur et dans la cage. La cage doit être très stable. Un renard ne rentrera pas dans une cage si celle-ci bouge lorsqu'il mettra une patte à l'intérieur. L'instabilité risque en plus de provoquer une fermeture des portes avant que l'animal ne touche la palette qui déclenchant la fermeture. Si les portes se rabattent avant l'entrée totale de l'animal, celui peut ressortir par un bond en arrière ou en bloquant la porte avec son dos.

Photo 15 : disposition d’une cage fauve

Photo 16 : disposition d’une cage à renardeaux

L'appât déposé dans les cages peut être de la viande provenant des résidus de boucherie, le mieux étant des animaux habituellement chassés par le renard dont l'odeur ne le perturbera pas : têtes de lapins, oiseaux ou petits rongeurs morts. La manipulation des appâts doit se faire avec des gants toujours dans le souci de ne pas laisser son odeur. L'utilisation d'appelant (appât vivant) peut se faire mais ne sera pas utilisé dans cette étude. Les cages doivent être relevées au moins une fois par jour et il faut préférablement les observer de loin pour ne pas laisser de traces ni d'odeur. Le piégeage par cage peut être long. Même sans odeur suspecte, le renard reste très méfiant et ne rentre pas facilement dans des endroits confinés. De plus, il connaît parfaitement son territoire et va se méfier de tout changement. La saison hivernale peut favoriser ce type de piégeage car la difficulté à trouver de la nourriture peut pousser le renard à rentrer dans les cages.

Le piégeage de renardeaux nécessite l'utilisation de cage spéciale juvénile que l'on place en gueule de terrier (Cf. Photo 16). Les jeunes renards se font enfermer dès qu'ils sortent. Une telle cage peut contenir une portée de 4 renardeaux.

- *les collets à arrêtoir*

Le piégeage au collet est plus adapté aux renards. Les collets, sortes de lacets en câble se refermant autour du cou, disposent d'un arrêtoir qui l'empêche de se fermer complètement afin d'éviter la mort par étranglements. Les collets se posent dans les coulées (passage de renard) à hauteur de cou de renard, soit entre 18 et 22 cm pour la base du collet (Cf. Photo 17). Cette hauteur permet de rendre le piège spécifique au renard, mais n'empêche pourtant pas de prendre des chats ou des blaireaux. Tout comme les cages, les collets doivent être manipulés avec des gants afin de ne pas laisser d'odeur. Dans ce cas, l'odeur est très importante puisque le renard utilise ses coulées la nuit, il les suit donc plus grâce à son odorat qu'avec ses capacités visuelles. Lorsque l'on dispose un collet, il faut le moins possible perturber l'environnement en piétinant, en cassant des branches. La méfiance du renard le poussera toujours à faire demi tour afin de contourner le passage suspect. Le collet est maintenu par deux baguettes de bois disposées de chaque côté du passage. La base est accrochée soit à un piquet planté dans le sol soit à un tronc ou une clôture (méthode plus risquée car le renard en se débattant peut se pendre au fil barbelé).

Les collets sont visités au minimum deux fois par jour, le matin avant l'heure dépassant le lever de soleil et le soir.

3.5.1.2 Equipement des renards

Une fois qu'un animal est capturé, il faut l'équiper avec le collier émetteur. La manipulation du renard est effectuée sans anesthésie. Les renards pouvant être équipés doivent avoir fini leur croissance car l'ERZ ne possède pas de collier pour juvénile (colliers avec système d'élastique pouvant s'agrandir). Le renard capturé est immobilisé au sol à l'aide d'une pince ou d'une branche en forme de V. Il est attrapé par le cou et sa gueule est bloquée à l'aide d'une ficelle (Cf. Photo 18).

Photo 17 : mise en place d'un collet à arrêtoir

Photo 18 : gueule de renard bloquée

Photo 19 : mise en place du collier émetteur

Une chaussette est disposée sur sa tête afin de l'empêcher de voir. L'animal est ainsi plus calme et ne peut plus mordre. Il faut commencer par identifier le sexe de l'animal, observer son état de santé général et le peser (dépôt dans un sac préalablement taré ou ficelage des pattes).

Le collier est disposé autour du cou de l'animal (Cf. Photo 19), bien serrer pour qu'il ne puisse pas le perdre, se bloquer une patte en essayant de l'enlever, ou se pendre à une branche. Ensuite, il faut vérifier le bon fonctionnement du collier à l'aide du récepteur et noter la fréquence. Une boucle d'oreille, du même type que celle utilisée pour les moutons est mise à l'oreille gauche de couleur rouge pour les femelles, et à l'oreille droite de couleur orange pour les mâles. Un échantillon de crotte doit être prélevé. Si le renard n'a pas déféqué pendant son équipement, un prélèvement par toucher rectal est possible. L'animal équipé est relâché sur le site de capture. Il faut veiller à détendre les pièges du secteur afin que le renard ne se fasse pas reprendre.

3.5.2 Radio-pistage

La méthode pour assurer ce suivi est la même que celle réalisée à Annemasse. Le choix du matériel a été fait à partir de conseils de personnes expérimentées en suivi télémétrique. (notamment Claude Fischer, biologiste à Genève). Le suivi télémétrique peut commencer dès qu'un renard est équipé et relâché, mais il est conseillé de ne pas tenir compte des quelques premiers jours puisque le comportement du renard est certainement perturbé par le stress de sa capture et son équipement.

3.5.2.1 Le matériel de suivi

Les colliers émetteurs sont de la marque ATS (Advanced Telemetry Systems), modèle M2220, destinés à des renards adultes. Les batteries ont une autonomie de deux ans et demi. Le collier ne fonctionne pas durant son stockage grâce à un interrupteur électrostatique qui s'active lorsque l'on enlève un aimant situé sur le côté. Les colliers possèdent une option permettant de différencier lorsque l'animal est en mouvement (bip rapide et discontinu) ou lorsqu'il est à l'arrêt (bip régulier avec une fréquence de 1 seconde). La sangle du collier est très résistante, formée de cuir et recouverte de néoprène et se ferme à l'aide de deux boulons et de deux écrous. L'antenne est souple mais solidement attachée au collier. La batterie et le système d'émission sont contenus dans un boîtier situé à la base du collier et sont entourés d'une résine d'époxy rendant le tout parfaitement imperméable. (Cf. Photo 20). Le collier pèse en moyenne 160 grammes. Le collier est identifiable grâce à une étiquette portant le numéro de la fréquence. Le numéro de téléphone et l'adresse de l'ERZ y sont spécifiées afin d'être averti en cas de problème (renard trouvé mort, tiré à la chasse, écrasé).

Le récepteur est le modèle RX-98 de Televilt (Cf. Photo 21). Il est équipé d'une antenne intégrée, portée courte, mais d'autres antennes sont connectables. Sa plage de fréquence est définie pour le suivi animal. L'ERZ possède un récepteur, et donc des colliers, travaillant sur les plages 146 et 147, choisies différentes de celles utilisées à Genève à cause de la proximité avec l'étude d'Annemasse.

Photo 20 : collier émetteur

Photo 21 : matériel de suivi : récepteur et antennes externes

Le récepteur capte le signal émis par le collier et émet un son et un clignotement au même rythme que le signal, l'intensité du son et de l'éclairage étant proportionnels à la qualité de réception, donc de la distance.

Deux antennes amovibles sont utilisées (Cf. Photo 21). La première est omnidirectionnelle (modèle O-5/8M de Televilt), mesure 1,40 mètre et se dispose sur le toit d'un véhicule. Elle permet de localiser un signal dans un large rayon, soit plus d'un kilomètre. La seconde antenne utilisée est directionnelle (modèle Y-4FL de Televilt), d'une longueur de 1,20 mètre et permet de repérer la direction du signal jusqu'à quelques centaines de mètres en fonction du milieu et de la topographie.

3.5.2.2 Localisation des renards

Le suivi télémétrique consiste à déterminer des points géographiques où se situe le renard à différents moments. Ces pointages doivent être faits périodiquement durant toutes les plages horaires de la nuit (début, milieu et fin de nuit). Un pointage de jour permet de situer les endroits de repos diurnes.

Sur le terrain est recherché approximativement le secteur dans lequel se trouve le renard équipé à l'aide de l'antenne de toit. Une fois que le signal est assez fort, on se place sur un point facilement repérable sur la carte. On cherche alors la direction du signal avec l'antenne portative unidirectionnelle (Cf. Photo 22). La méthode consiste à effectuer une tour complet sur soi même afin de repérer la direction équivalente au signal le plus fort. Il est important de faire cela car il peut y avoir présence d'échos qui troublent la perception réelle du signal.

Une fois que la direction générale est repérée, il faut l'affiner en diminuant la fréquence : plus la fréquence est faible plus la détermination de la direction est précise. Au mieux il faut réussir à n'allumer qu'une diode, c'est-à-dire avoir le signal le plus faible possible dans une direction. L'azimut de cette direction est relevé à l'aide d'une boussole.

Pour avoir précisément l'emplacement du renard, il faut mettre en place une triangulation, c'est-à-dire qu'il faut effectuer trois pointages de la façon décrite précédemment à trois endroits différents. De cette façon sont obtenues trois droites sur la carte qui doivent se croiser et déterminer un triangle. Plus le triangle est petit et plus le pointage est précis. Un animal en mouvement va rendre le pointage plus difficile et diminuer la précision. Il faut se déplacer rapidement entre les lieux de pointage. Si le triangle est trop grand, ou que les droites ne se croisent pas, il faut faire déterminer d'autres directions en recommençant d'autres pointages. Une fois l'emplacement déterminé, un numéro de pointage est attribué. On précise sur la fiche de suivi (Cf. annexe 6) la date, l'heure, l'activité du renard (actif ou inactif en fonction du signal), les conditions météorologiques et, si nécessaire, des remarques.

Photo 22 : suivi télémétrique

3.5.2.3 Détermination des domaines de vie

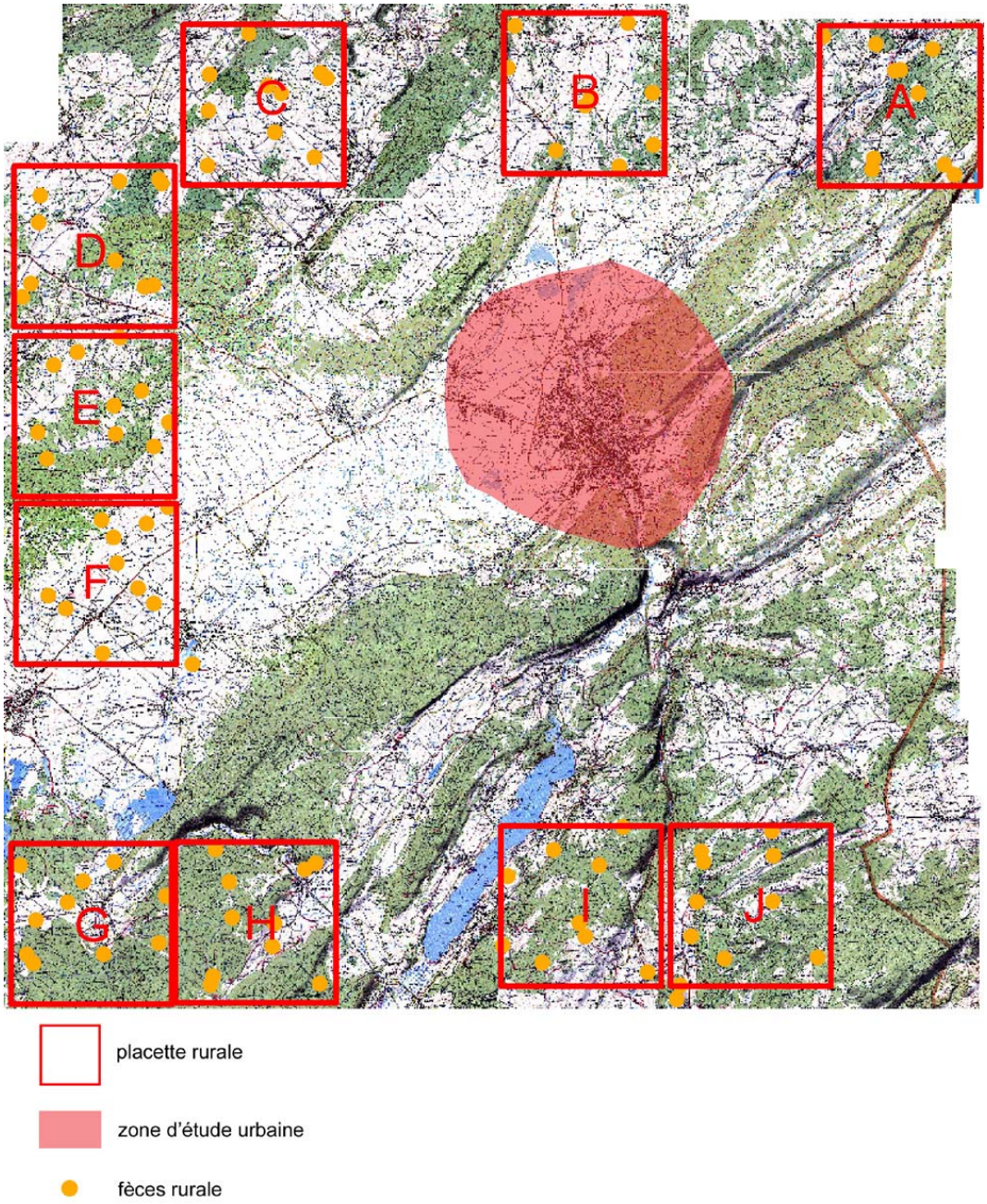
L'emplacement défini précédemment doit être géo référencé pour être exploité sous un Système d'Information Géographique. Les coordonnées géographiques sont obtenues à partir de CartoExplorer, logiciel de cartographie distribué par l'IGN qui permet de connaître les coordonnées GPS d'un point à partir de sa localisation sur une carte informatisee au 1/25 000ième. Il est possible de pointer plusieurs fois à différents moments un renard sur le même site : dans ce cas, il faut différencier le numéro de pointage et le numéro de site. Les sites sont représentés sur la carte à l'aide du logiciel de cartographie (Arcview distribué par ESRI). Les domaines de vie se déterminent par la méthode du polygone convexe minimale. Cette méthode consiste à relier les sites les plus extérieurs, on obtient ainsi un polygone représentant le domaine de vie. Au fur et à mesure que des nouveaux sites sont pointés le polygone va s'agrandir, jusqu'à atteindre un palier, ce qui signifie que tous les nouveaux pointages se situent dans le polygone. C'est à partir de là que l'on estime avoir déterminé le domaine de vie d'un renard.

4 Etude d'Echinococcus multilocularis

4.1 Par l'analyse de fèces

4.1.1 Échantillonnage

Pour déterminer la prévalence d'*E. multilocularis* en zone urbaine, les échantillons sont récoltés suivant la méthode décrite au chapitre 3.2 de cette partie. La prévalence du parasite est étudiée en zone rurale afin de pouvoir la comparer avec la prévalence urbaine. L'étude de la prévalence en zone rurale est effectuée sur 50 échantillons récoltés à quelques kilomètres de la zone urbaine. Ces fèces sont récoltées dans dix placettes de 16 kilomètres carrés définies autour de la zone. Du côté est, la frontière suisse trop proche ne permet pas d'avoir des placettes assez éloignées de la zone urbaine. Les dix placettes ont été choisies dans les autres directions. Cependant, il aurait fallu plus de dix placettes afin d'effectuer le tour complet de la zone, mais l'effort de collecte aurait été trop important au-delà de 50 échantillons. Le choix des dix placettes rurales a été fait en fonction de la carte de l'indice prairial du secteur. Les dix placettes représentent ainsi tous les milieux (Cf. Carte 5). Au sein de chaque placette, cinq prélèvements sont réalisés. La répartition au sein de la placette étant laissée au choix du ramasseur (sachant qu'il faut essayer de les répartir sur toute la placette, en les éloignant au maximum les unes des autres, généralement une au milieu et une dans chaque coin). Les sessions de ramassage ont lieu quatre fois par an, réparties selon les saisons. La reconnaissance des crottes et le protocole sont identiques à la méthode mise en place pour les excréments urbains. Seule la numérotation change, les dix placettes sont nommées par une lettre (de A à J), le code est « 25-lettre placette-numéro de ramassage de la crotte » (ex : 25-B-8).



Carte 5 : placettes de ramassage en zone rurale
(source : ERZ)

4.1.2 Analyse des prélèvements

L'analyse des fèces s'effectue par la recherche de copro-antigène échinococcique présent dans les selles. Des tests immunoenzymatiques sont utilisés pour rechercher ces copro-antigènes. Le kit utilisé par l'ERZ est un Copro-test ELISA fourni par Bommeli diagnostic (CHEKIT-Echinotest). Le test consiste à détecter les anticorps dirigés contre *E. multilocularis* et *E. granulosus* présents dans les selles de chat, chien et renard. Le principe repose sur la liaison anticorps-antigène. Les cupules des plaques ELISA sont sensibilisées avec un anticorps polyclonal qui se lie spécifiquement aux antigènes recherchés. Les antigènes liés aux anticorps sont détectés avec un conjugué marqué à la peroxydase qui va oxyder un substrat. Après arrêt de la réaction, la densité de coloration lue est proportionnelle à la quantité d'anticorps retenue dans les cupules. Ce test est très sensible mais peu spécifique. Il va ainsi détecter facilement la présence d'un antigène, mais il ne provient pas obligatoirement d'un *E. multilocularis* ou *E. granulosus.* Par contre sa bonne sensibilité confirme que les échantillons sortant négatifs du test ELISA sont de vrais négatifs *Echinococcus*.

Les échantillons positifs ELISA doivent être confirmés par une analyse en biologie moléculaire (PCR) plus spécifique afin d'éliminer les faux positifs. La PCR consiste en l'amplification d'une partie spécifique de l'ADN du parasite qui peut ensuite être mettre mis en évidence. La PCR est une méthode spécifique à 100%.

Les analyses PCR sont effectuées par le personnel de l'AFSSA. L'ERZ réalise les tests ELISA conjointement avec le personnel de l'AFSSA au sein de leurs laboratoires. Les échantillons sont préparés en diluant un gramme de fèces dans la solution de dilution (3 ml) fourni avec le test. Après centrifugation (3000 tr/min pendant 10 minutes), le surnageant est prélevé. Ce surnageant peut être conservé au congélateur à -20°C pour une analyse ultérieure. Ce surnageant est ensuite analysé avec une plaque ELISA (Cf. Photo 23) suivant le mode opératoire fourni par Bommeli diagnostic. Une plaque contient 96 cupules, tous les échantillons sont doublés afin d'éviter les erreurs et obtenir une moyenne. Chaque plaque contient le test d'un négatif, d'un positif (fourni avec le Chekit) et d'un blanc (contenant uniquement la solution de dilution). Une plaque permet de traiter 45 échantillons.

4.1.3 Interprétation des résultats

Les résultats sont lus par spectrophotométrie (longueur d'onde de 450 nm), l'intensité de la coloration étant corrélé à la quantité d'anticorps. Pour chaque couple de cupules du même échantillon est calculé le Densité Optique (DO) moyenne.

Photo 23 : manipulation des plaques ELISA

Pour qu'une plaque soit validée il faut que :

- la DO du témoin négatif soit inférieure à 0,6,
- la DO du témoin positif soit inférieure à 2,0,
- la différence entre la DO du témoin positif et négatif soit supérieure ou égale à 0,3,
- le témoin blanc soit du même ordre de grandeur que le négatif (test non précisé dans le protocole fourni par Bommeli diagnostic),
- si les valeurs d'un doublon présentent un trop grand écart (supérieur à 20%), l'échantillon sera testé à nouveau.

Les valeurs moyennes de DO des échantillons et du positif sont corrigées par soustraction de la DO moyenne du témoin négatif. La valeur corrigée des échantillons est exprimée en pourcentage de la valeur corrigée du contrôle positif. On obtient la valeur de l'échantillon selon la formule suivante :

$$\text{Valeur échantillon} = (DO_{éch} - DO_{nég}) / (DO_{pos} - DO_{nég}) * 100$$

Si la valeur de l'échantillon est inférieure à 30%, l'échantillon est négatif. Il est positif pour une valeur supérieure à 40%. Entre les deux, l'échantillon est considéré comme douteux.

Les résultats positifs et douteux sont analysés par la suite en PCR. L'intérêt du test ELISA est de pouvoir traiter rapidement et à faible coût une grande quantité d'échantillons. Malgré la présence de faux positif, il reste avantageux d'éliminer les échantillons négatifs à l'aide du copro-test ELISA. Ce sont des échantillons de moins à traiter en PCR, technique plus longue et plus coûteuse.

4.2 Par autopsie parasitaire

L'autopsie parasitaire est la méthode de référence pour l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) en ce qui concerne la mise en évidence *d'Echinococcus multilocularis.* Cette méthode nécessite de travailler sur des intestins extraits de cadavres (Cf. Photo 24). La technique consiste à extraire les vers présents en agitant des fragments d'intestins dans des bains d'eau. Les intestins sont préalablement nettoyés des matières non digérées et des macro-parasites. Les vers sont décrochés par raclage et se retrouvent dans l'eau. Après sédimentation et élimination du surnageant, le reste est inspecté sous loupe binoculaire afin de déterminer le nombre de vers présents dans chaque fragment d'intestin. L'identification des vers par vision directe est une technique spécifique à 100%.

Photo 24 : prélèvement d’un intestin de renard

Les animaux peuvent être prélevés par des tirs de nuit en quantité et dans des secteurs désirés. La technique consiste à repérer les renards en éclairant les bords de route et à les tirer à la carabine. La balle doit être placée au niveau de la tête ou de l'épaule afin de ne pas détruire les intestins. Les tirs sont effectués dans des conditions précises (identification de l'animal, tir fichant, direction hors des habitations) et par des personnes assermentées (lieutenants de louveteries, gardes de l'ONCFS, personnel de l'ERZ). En milieu urbain le tir de nuit n'est pas envisageable vu la proximité des habitations. En zone rurale, les tirs de nuit sont possibles, mais au regard du contexte concernant le renard à Pontarlier (retrait de la liste des animaux nuisibles, environnementalistes très actifs qui font pression pour obtenir sa protection), les tirs de nuits ne seront pas mis en place afin de ne pas nuire à cette effort de préservation du renard.

L'autre solution afin de récupérer les intestins est de ramasser tous les cadavres trouvés morts accidentellement ou naturellement, en zone urbaine et en zone rurale proche de Pontarlier. La méthode mise en place pour la récolte des cadavres est basée sur la communication : les coordonnées de l'ERZ et des personnes sur place (stagiaire, piégeur) ont été diffusées dans les articles de journaux afin d'être prévenu lorsqu'un renard est trouvé mort. Sur la commune de Pontarlier où les animaux écrasés sont ramassés par les services techniques, les renards doivent être transmis à l'ERZ.

5 Etude de l'hôte intermédiaire

L'hôte intermédiaire principal pour *E. multilocularis* est le campagnol terrestre (*Arvicola terrestris*), et également le campagnol des champs (*Microtus arvalis*). Son étude peut être basée sur une analyse directe des rongeurs, en les prélevant par piégeage. Il est alors possible de les autopsier afin d'observer leurs foies et savoir s'ils sont contaminés par des larves échinocoques. Une autre solution nécessite la réalisation de transects afin de déterminer la densité de rongeurs à partir des indices de présence visibles. Cette méthode n'informe pas de la prévalence du parasite chez le rongeur.

Il a été décidé en comité de pilotage que le piégeage de rongeurs n'est pas la solution adaptée pour l'étude. Le piégeage est trop fastidieux et demanderait trop de temps pour avoir l'information sur toute la zone. La réalisation de transects est moins coûteuse en temps, et est envisageable sur toute la zone pour obtenir une vision complète de la situation. Le but des transects est d'étudier le rapport entre la densité de campagnols et la prévalence d'*E. multilocularis* chez le renard (basée sur l'analyse des fèces).

5.1 Indices de présence

5.1.1 Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris)* :

Ce rongeur mesure entre 12 et 22 centimètres (longueur tête et corps), il pèse de 60 à 120 grammes. Sa période de reproduction s'étend de février à octobre. Une femelle a des portées de 1 à 8 petits, cela jusqu'à 4 fois par an. La maturité sexuelle est très précoce (8 semaines en été). La densité de population peut ainsi dépasser 1000 individus par hectares.

Le campagnol se nourrit essentiellement de racines qu'il trouve en creusant de nombreuses galeries. La terre est évacuée et donne des mottes de terres à la surface des prairies (Cf. Photo 25). Les mottes mesurent entre 5 à 10 centimètres de haut et entre 12 et 25 de diamètre et leur répartition est hétérogène. Les taupinières de campagnols peuvant être confondues avec celles de taupes, la différence peut être faite avec l'observation de l'organisation du réseau de taupinières, hétérogène pour le campagnol mais rectiligne chez la taupe. La taupe fait des taupinières plus grosses (10 à 30 cm de haut, 30 à 50 cm de diamètre). Les mottes de terre rejetées sont plus grosses chez la taupe qui creuse avec ses pattes. A l'inverse le campagnol creuse avec les dents et les rejets de terre sont plus fins. Après l'observation de surface, l'analyse des galeries se situant sous la taupinière permet de bien différencier : la galerie de campagnol part obliquement par rapport à la surface alors que les galeries de taupes sont généralement perpendiculaires au sol (Cf. Figure 13). Les galeries de taupes sont plus larges et moins hautes que celles de campagnols. Sur le terrain, la hauteur est déterminée en insérant les doigts dans la galerie (deux doigts pour les taupes et trois pour le campagnol). Avec tous ces critères la différenciation est assez aisée.

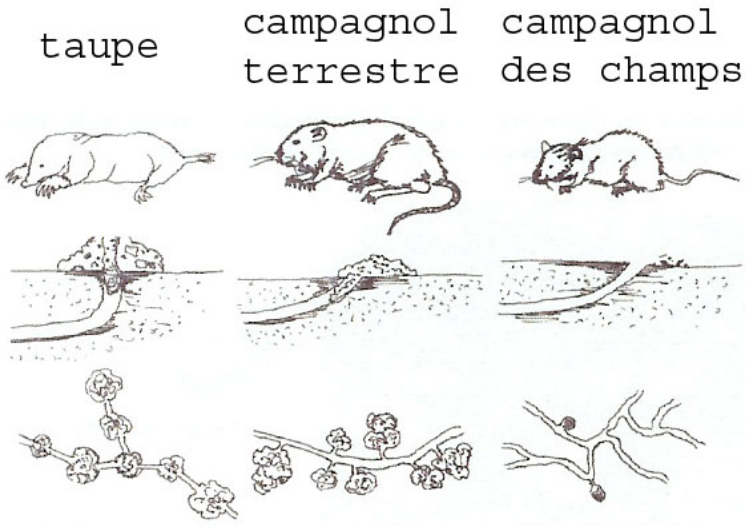


Figure 13: schéma des galeries de micromammifères
(source : FREDON : livret d'informations sur campagnol terrestre)

Photo 25 : tumulus de campagnol terrestre
(source : ERZ)

Photo 26 : galerie de campagnol des champs
(source : ERZ)

5.1.2 Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) :

Il est plus petit que le campagnol terrestre : sa longueur tête et corps est de 10 centimètres pour un poids de 15 à 40 g. Il se reproduit de mars à octobre à raison de 1 à 5 portées de 1 à 10 petits. La maturité sexuelle apparaît au bout d'un mois. La reproduction peut amener des densités de population de 1000 individus à l'hectare.

Le campagnol des champs est essentiellement un herbivore, mais il lui arrive de consommer des racines et des graines. Il vit dans un terrier dont l'entrée donne directement à la surface du champ. Il n'y a pas de tumulus de terre (Cf. Figure 13). La galerie d'entrée a un diamètre de 3,5 centimètres, et à sa sortie, le passage fréquent du campagnol crée une sorte de petite coulée (Cf. Photo 26). Les signes de présence sont des petites crottes à la sortie de la galerie, et/ou des brins d'herbe rongés.

5.2 Estimation des densités

La réalisation de transects permet d'obtenir la densité de rongeurs présents dans une prairie. Un transect consiste à traverser une prairie, une pâture ou un espace vert en diagonale et à observer la présence ou l'absence de rongeurs. Les indicateurs relevés sont la présence ou l'absence de campagnol terrestre, de campagnol des champs (avec distinction entre terriers habités ou non habités), et de taupe. L'absence ou la présence est notée pour chaque tranche de 10 mètres sur la fiche de transect (Cf. annexe 7), sans pour autant tenir compte du nombre d'individus. Le point de départ et le point d'arrivée sont à relevés à l'aide d'un GPS. Les transects doivent être droits. Les changements de direction sont possibles à condition de faire un relevé GPS au niveau du changement de direction. Les autres informations acquises sont la nature du milieu (prairie de fauche, pâture, parc...) et les obstacles rencontrés (haie, clôture, fil électrique, route…)

Les résultats sont ensuite informatisés dans un tableau Excel car ils vont être traités avec des outils informatiques de géostatistique. Le logiciel utilisé est libre d'accès, il s'agit de "R" (disponible sur http://www.r-project.org). Ce logiciel ne présant pas une interface intuitive, il faut travailler avec un langage de programmation. Le script nécessaire à l'analyse des données a été réalisé par Patrick Giraudoux, professeur à l'Université de Franche-Comté.

L'évaluation des densités doit être effectuée au moins une fois par année à la même période afin de pouvoir faire des comparaisons interannuelles. Toutefois si la main d'œuvre est suffisante, il est envisageable de réaliser l'ensemble des transects plusieurs fois par an (par saison ou trimestre).

VII Résultats et discussions

1 Le territoire d'étude

1.1 Description

La superficie totale de la zone est d'approximativement de 40 km^2. Elle comprend la ville de Pontarlier et une zone périurbaine incluant quelques villages (Cf. Carte 6). La zone se compose principalement de prairies (52%) et de forêts (24%). Les zones bâties comprenant la ville et les villages représentent 23% de la superficie totale (Cf. Carte 7). Les zones bâties sont différenciées en zone purement urbaine (5%), et en zone mixte, c'est-à-dire les secteurs moins denses comme les villages et les lotissements comprenant de nombreux espaces verts.

Le centre de la zone est la ville de Pontarlier et correspond au secteur fortement urbanisé. Il y a peu d'espaces verts ou de terrain vague dans le centre. Il y a quelques parcs de taille réduite, les seules autres espaces verts étant situés sur les rives du Doubs. Le centre ville est de taille réduite, il ne semble pas être un terrain de vie favorable aux renards.

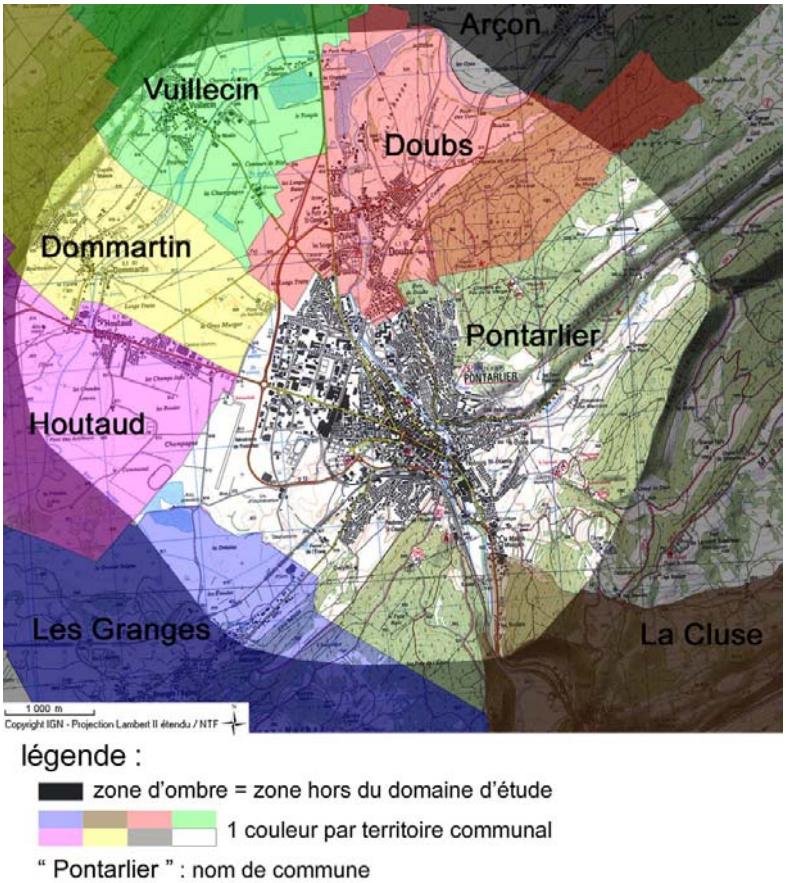
A l'ouest du centre ville se situe la zone industrielle de Pontarlier. Cette zone se compose de grands bâtiments entourés d'espaces verts. Le site est fréquenté essentiellement la journée, et est très calme durant la nuit. Cette zone commerciale est presque reliée à la zone commerciale d'Houtaud, village voisin de Pontarlier.

Au nord du centre ville, de l'autre côté du Doubs, l'urbanisation devient de moins en moins dense jusqu'au bord de la forêt. Les maisons sont construites juste en lisières de la forêt et sont entourées d'espaces verts.

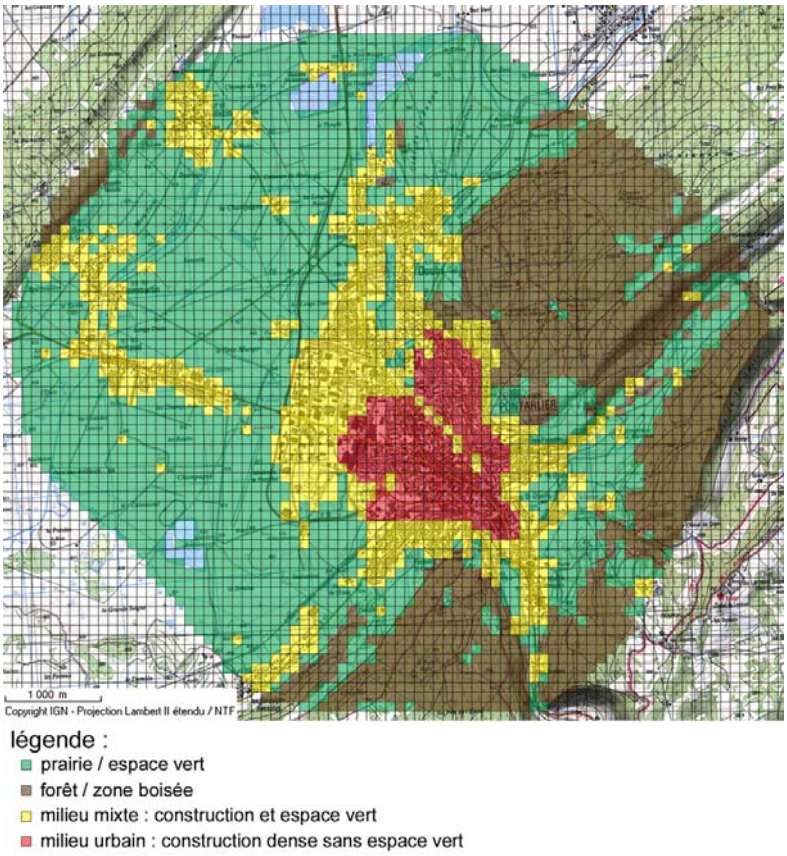
Plus au nord se situe le village de Doubs, au tissu urbain complètement connecté à celui de Pontarlier. Son urbanisation est de type villageoise avec une majorité de maisons individuelles avec jardins situés à coté des prairies agricoles.

A l'est se situe un secteur agricole composé de prairies situées dans une vallée entourée de forêts. Les nouveaux lotissements de maisons individuelles se construisent dans ce secteur en bordure des prairies. Une petite colline toujours en terrain agricole sépare deux lotissements. Le secteur est favorable à la présence de renards.

Au sud, la ville est construite en lotissements de maisons individuelles. Au bord des lotissements se trouve une grande zone de prairie agricole, non constructible à cause du projet de déviation de Pontarlier. Cette prairie est bordée d'une forêt, et c'est un milieu de vie très favorable à la faune sauvage.



Carte 6 : zone d'étude urbaine et les territoires communaux concernés



Carte 7 : les différents milieux de la zone d'étude urbaine

La zone périurbaine entourant Pontarlier est un peu urbanisée. On y trouve des villages éloignés et sans continuité avec le tissu urbain de Pontarlier. Dommartin et Vuillecin ont une urbanisation présentant des maisons individuelles et des fermes entourées de prairies. Ces villages sont séparés de la zone périurbaine de Pontarlier par une petite rivière, le Drugeon. A un niveau intermédiaire le village d'Houtaud est plus proche de Pontarlier. Sa proximité avec la zone commerciale de Pontarlier a permis le développement de sa propre zone commerciale presque en continuité avec celle de Pontarlier.
Le reste de la zone périurbaine se partage entre prairies et forêts. A l'est s'étend le plateau du Haut Doubs, zone de prairie bordée par des forêts de conifères. A l'ouest les montagnes du massif jurassien sont couvertes de forêts avec de petites vallées exploitées comme terres agricoles.

Des plans d'eau sont présents sur le plateau. Il s'agit de gravières en activité ou anciennes. Le plateau comprend aussi une zone marécageuse, en limite de la zone d'étude.

Les secteurs favorables à l'établissement de renards sont les zones de prairies en bordure de forêts. Des zones présentant ces caractéristiques se situent, près du centre équestre, sur le secteur de Charpillot, ou encore derrière la cité des Pareuses. Les secteurs situés derrière l'hôpital psychiatrique, à proximité de la Rotonde ou derrière la déchetterie sont plus éloignés des forêts mais offrent de nombreux abris.

Le renard a déjà été vu dans les rues, sautant dans les jardins individuels lorsqu'il est surpris. Une ancienne voie ferrée désaffectée coupe Pontarlier du Nord au Sud, et sépare la zone industrielle du reste de la ville en remontant jusqu'au village de Doubs. Cette voie, n'étant plus fréquentée, offre un beau chemin d'entrée en ville aux renards.

1.2 Définition des secteurs à risque pour l'homme

Il s'agit de toutes les zones où l'homme pourrait se contaminer avec des œufs d'*E. multilocularis*. Ces secteurs sont ceux où l'on peut avoir un contact direct avec le sol, les zones de cultures, et les sites très fréquentés par les animaux domestiques. Cette partie présente les lieux à risques pour la contamination de l'homme. Il s'agira de voir par la suite si le parasite est présent sur ces zones.

- Jardins potagers :

En plus des jardins individuels, difficilement quantifiables, Pontarlier possède 4 secteurs de jardins ouvriers (Cf. Photo 27) mis à disposition pour les personnes vivant en immeubles. Ces zones sont situées dans des prairies en bordure de la ville. L'accès pour les animaux sauvages, ou domestiques y est facile et peu protégé.

Photo 27 : une des zones de jardin ouvrier collectif

Certains propriétaires ont clôturé leurs potagers mais la majorité n'a pas de barrière limitant l'accès aux animaux. Les prairies alentours étant fréquentées par les renards, il est probable qu'ils fréquentent également ces potagers. Cela sous-entend un risque d'infestation des végétaux cultivés par des œufs et donc une probabilité très importante pour l'homme d'en ingérer lorsque ces aliments sont consommés crus.

- Aires de pique-nique :

Les aires construites afin de manger à l'extérieur présentent un risque important (Cf. Photo 28). En liant les activités de plein air et l'alimentation, le risque de contamination augmente d'autant plus que les conditions d'hygiène de base (se laver les mains) sont difficilement applicables. En parlant d'aire de pique-nique il ne faut pas uniquement considérer les lieux mis à disposition. Le risque est présent dès que l'on s'alimente dans un milieu extérieur où il peut y avoir des œufs du parasite. Il est plus important dans les sites aménagés car ils sont plus fréquentés.

Un exemple est le théâtre forestier de Pontarlier, grande clairière en zone de forêt et très fréquentée, une aire de jeux pour enfants et un abri y ont été installés. Des tables et des chaises, des barbecues, mis à la disposition du public permettent aux personnes de venir manger sur place. Le secteur est très fréquenté, car il est en pleine nature et proche de la ville.

- Lieux fréquentés par les animaux domestiques :

Le risque de contamination de son animal domestique existe. C'est pourquoi les lieux de promenades des chiens sont des secteurs où le risque peut être aggravé. Un chien ne doit pas être obligatoirement porteur du ver échinocoque pour nous transmettre des œufs. En jouant avec des crottes de renards, ou en se roulant dessus, il est possible que le chien ait des œufs sur la langue et le pelage. Il est alors possible d'ingérer des œufs en s'alimentant après avoir fait une caresse à son animal.

Les lieux très fréquentés pour la promenade du chien sont les bords des étangs. Les prairies près de la SPA peuvent présenter un plus grand risque car tous les chiens sont promenés dans le secteur.

Il est en fait difficile d'évaluer les secteurs de promenades des chiens car toute prairie ou espaces verts peut être le lieu de promenade de chien, ou de sortie de chat. Toute la ceinture verte entourant directement les lotissements est une zone pouvant présenter des risques à ce niveau.

- Lieux de loisirs

Les terrains de sport sont très fréquentés et le contact avec le sol est fréquent. L'alimentation durant l'effort peut ainsi présenter un risque.

En plus des terrains de sport, les activités extérieures sont effectuées sur les prairies bordant les lotissements.

Photo 28 : aire de pique-nique avec fèces de renard à proximité

- Camping :

En camping, le contact avec le sol est fréquent et les jeux de plein air sont une occupation très pratiqués. L'hygiène est parfois moins bien respectée que dans les habitations classiques. Le risque de contamination peut ainsi y être plus présent.

Il faut également considérer les aires d'accueil des gens du voyage comme zone à risque pour les mêmes raisons.

En superposant ces secteurs (Cf. Carte 8) avec les milieux de vie des hôtes du parasite, des renards et des rongeurs, on peut définir les zones à risques où il y a possibilité de contact entre le parasite et les hommes. Ces secteurs sont présentés dans le chapitre 5 de cette partie.

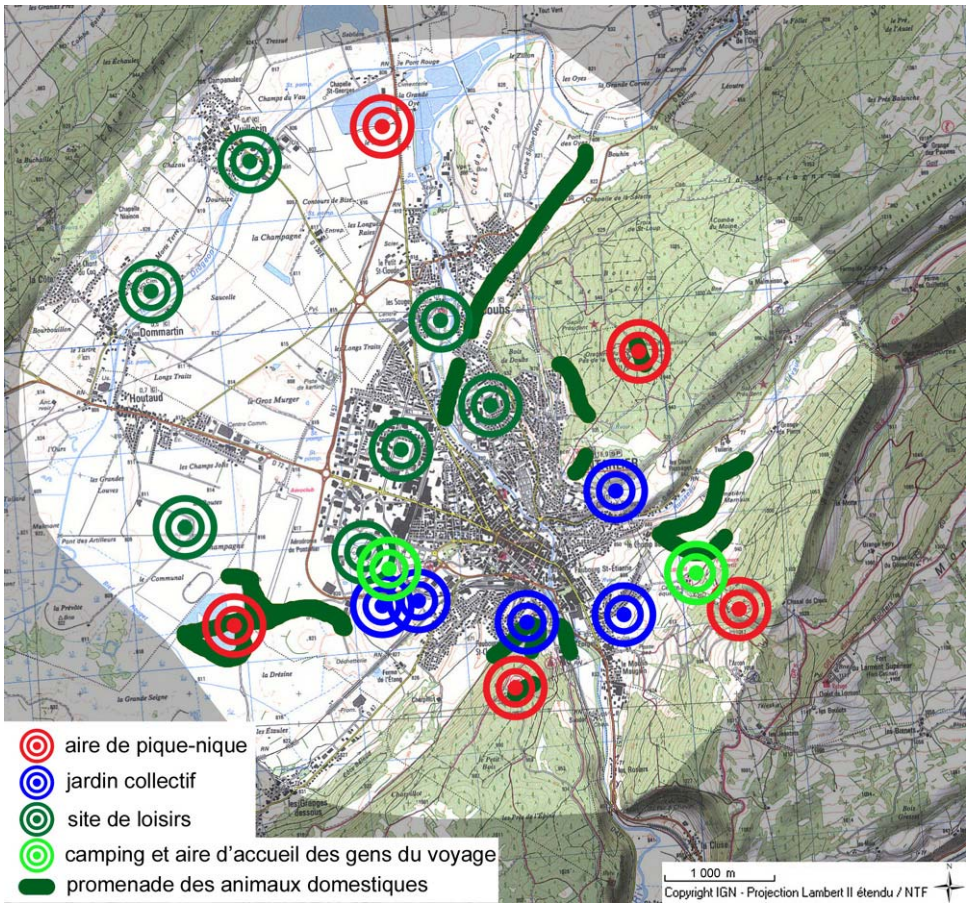
2 La présence de renard à Pontarlier

2.1 Informations apportées par le questionnaire

Le questionnaire a permis de récolter les informations de nombreuses personnes. C'est un outil très utile pour orienter la prospection. Les questionnaires laissés aux services techniques, à la police, à l'ONF ou aux cabinets vétérinaires, ont été très peu remplis. Pour obtenir des informations il faut aller directement à la rencontre des personnes pour poser les questions, sinon elles ne font pas l'effort de le remplir. Les gens ne se sentent probablement pas assez concernés ou intéressés. Un manque de retour d'informations par la population qui s'intéresse au renard peut être dû au mauvais titre ("sus au renards et aux campagnols") paru dans l'Est républicain concernant l'étude du renard urbain. Certaines personnes ont assimilé le travail de l'ERZ à une élimination du renard, et ne voulaient alors pas donner d'informations. Il est maintenant plus difficile de faire comprendre que ce questionnaire a comme objectif d'aider la prospection afin de faire un état des lieux concernant le renard pontissalien, et non pas de connaître leurs lieux de fréquentation afin de les éliminer.

Le questionnaire a été posé à plus de 50 personnes. Il a permis de connaître certains lieux de fréquentation, de trouver des terriers habités ou délaissés. Un témoignage a confirmé que certains renards se rapprochent fortement des habitations (Cf. Photo 29). Ce renard n'hésite pas à venir près de l'homme pour récupérer de la nourriture.

Le questionnaire permet de recueillir des informations sur un état passé (ancien terrier, portée, passage ou fréquentation), ce qui est impossible même avec la plus minutieuse des prospections. Il est un outil de prospection très utile, même si le taux de retour espéré a été très médiocre (0 pour les cabinets vétérinaires, 0 pour l'ONF, 1 pour la police, 1 pour la gendarmerie, 0 pour les services techniques). Les questionnaires n'ont étés remplit que lorsqu'ils étaient posés en face à face durant la prospection.



Carte 8 : secteurs fréquentés par la population humaine

Photo 29 : renard venant chercher de la nourriture
(source : un riverain pontissalien)

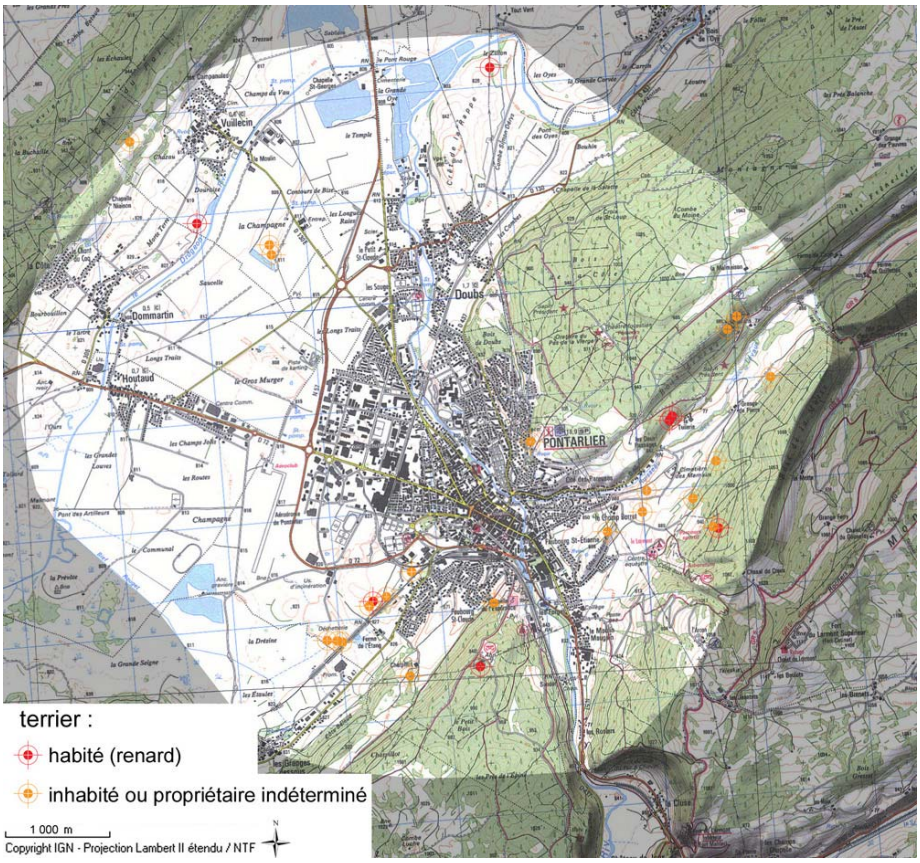
2.2 Etat des lieux sur les indices de présence

Les indices les plus simples à observer sont les empreintes laissées dans la neige. En début de prospection, en février et mars, la neige a été très présente. De nombreux passages de renards ont ainsi pu être observés, essentiellement en zone périurbaine où la neige reste vierge assez longtemps. En l'absence de neige, les passages sont encore plus durs à trouver et il faut identifier les sentes laissées dans les espaces verts. Il est difficile d'affirmer qu'une coulée est utilisée par un renard, cet indice de présence n'étant pas réellement spécifique. Le repérage des coulées va essentiellement servir pour le piégeage de renards.

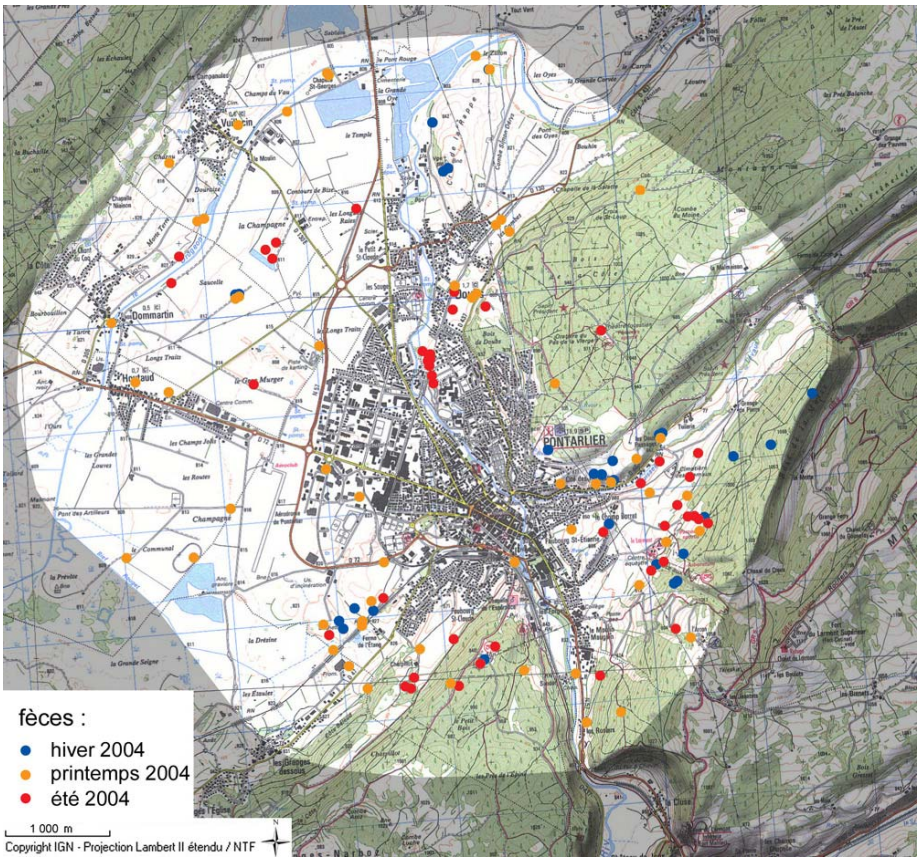
Plus de 30 terriers ont pu être mis en évidence sur la zone d'étude urbaine (Cf. Carte 9). Les terriers ont été trouvés au hasard de la prospection, ou d'après les indications obtenues avec les questionnaires. Seulement six étaient habités, avec des indices de présence très clairs.
Les autres terriers découverts sont soit inhabités, soit habités par d'autres espèces (blaireaux, chat). Il n'est pas impossible que ces terriers soient réutilisés. Il faut passer les inspecter régulièrement afin de s'en assurer, notamment à la période de reproduction lorsque les renards s'installent en couple dans un terrier de reproduction.
L'absence de terriers ne signifie pas pour autant qu'il n'y ait pas de renard dans le secteur car il est fréquent que les renards se reposent la journée dans des taillis ou des haies.

Les autres indices de présence les plus flagrants sont les déjections. Elles sont recherchées et géo référencées pour l'analyse de la prévalence du parasite sur la zone. Les 126 échantillons récoltés montrent ainsi les lieux de fréquentation des renards. La carte obtenue (Cf. Carte 10) montre leur présence principalement en zone périurbaine. Quelques fèces ont été ramassées en zone urbaine où la densité humaine reste limitée. Au centre ville, aucune crotte n'a été trouvée.
Au niveau des lotissements, la collecte est possible en bordure extérieure ou dans les espaces publics mais les jardins individuels ne peuvent pas être inspectés, ce qui perturbe les résultats.

Avec les informations recueillies et les indices trouvés, on ne peut pas dire que les renards ont colonisé le centre urbain de Pontarlier. Ils vivent plutôt en périphérie proche de la ville, on parle alors de renard périurbain. Par contre, des fèces retrouvées et des témoignages montrent bien que certains renards fréquentent les zones de lotissements. Reste à savoir s'ils y vivent ou viennent de l'extérieur pour y chercher de la nourriture. Le suivi comportemental devrait permettre de répondre à cette interrogation.



Carte 9 : répartition des terriers sur la zone urbaine



Carte 10 : répartition des fèces prélevées en milieu urbain

2.3 Densité de renards

L'estimation de la densité de renards se base sur les comptages de nuits. Ceux ci servent également à confirmer de manière indiscutable la présence de renard dans un secteur. Durant la mise en place de l'étude, 7 comptages de nuit ont étés réalisés en zone périurbaine (Cf. Tableau I). Les comptages sont à chaque fois réalisés en parcourant toute la zone périurbaine. Ils se font à l'extérieur des habitations afin d'avoir de grands espaces à éclairer et augmenter les chances d'observation. En zone fortement urbanisée, l'observation de renard est rare puisqu'il n'est pas possible d'aller éclairer chaque jardin ou les petits espaces verts au sein desquels le renard peut se cacher ou se déplacer très rapidement. Le parcours fait une cinquantaine de kilomètres et est approximativement identique à chaque sortie.

Bien que ce ne soit pas l'objectif principal de ces comptages, le calcul des IKA montre une moyenne de 1,8 renard tous les 10 kilomètres. Le maximum de renards observés en une nuit a eu lieu en juillet, à l'époque où les jeunes sortent. Il a été vu 18 renards en parcourant 55 kilomètres. Jusqu'à 3 renards dans la même prairie ont été observés : il s'agissait de jeunes d'une portée proche.

Un minimum de 3 renards en une nuit a été observé, ce faible nombre s'explique par des mauvaises conditions climatiques (chute de neige et brouillard).

Le maximum de renards observés se situe dans le secteur du Larmont (Est de la zone d'étude). A chaque comptage, des renards y ont été observés. Ce résultat est à minimiser car la faible distance entre la route et la lisière permet d'éclairer entièrement la prairie. Ainsi la probabilité d'observer des renards est plus forte que sur la zone du plateau (Ouest) où les prairies sont beaucoup plus grandes. Cette tendance s'observe sur la carte 11.

La détermination des IKA en zones rurales (Cf. Tableau II) sert à comparer la densité urbaine et rurale. Les conditions du premier comptage extérieur réalisé le 21 juin 2004 étaient désastreuses. Les prairies n'étaient pas fauchées et l'herbe haute empêchait de repérer les renards. Un second comptage réalisé sur le même secteur (Chapelle d'Huin, Frasne) le 21 juillet 2004 avec des conditions d'observation favorables a permis d'observer 8 renards en 41 kilomètres. Cette IKA de 1,95 renards pour 10 km en zone rurale peut être comparé à celui réalisé en zone périurbaine la même semaine. L'IKA périurbain est de 3,3 renards pour 10 kilomètres. On constate que la densité est plus importante en zone périurbaine. Cette différence peut être expliquée par le fait d'être à la période d'élevage des jeunes a permis de voir des groupes de jeunes en zone périurbaine, alors qu'en zone rurale seuls des renards isolés ont été vus.

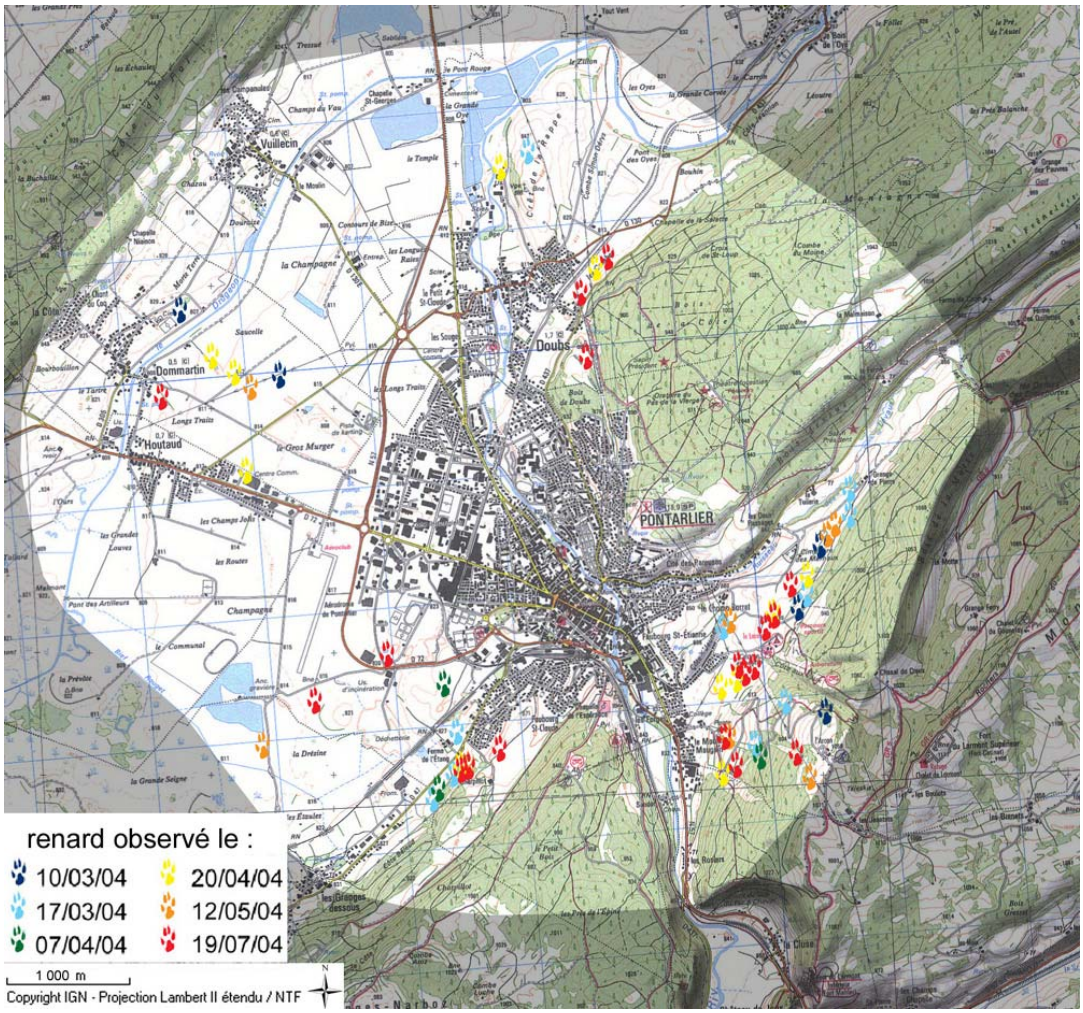
Il apparaît donc qu'en zone rurale la densité de renard est moins importante. D'autres comptages à d'autres saisons et dans d'autres secteurs doivent être réalisés afin de confirmer ou d'infirmer cette tendance qui ne se base que sur un résultat.

Date	Heure	Distance (Km)	Conditions (climat, végétation…)	Nombre d'animaux observés :				
				Renard (IKA)	**Lièvre**	**Chat**	**Chevreuil**	**Autre**
10/03/04	21H30-01H30	40	Faible chute de neige	5 (1,23)	2		6	
17/03/04	21H10-01H15	50	Ciel dégagé	10 (2)	3	10	19	
07/04/04	21H00-02H00	80	Ciel couvert, neige et brouillard. Neige au sol	3 (0,4)	1		10	1 chien errant
20/04/04	21H40-00H40	52	Ciel couvert	11 (2,1)	5	14	16	
12/05/04	21H40-00H05	50	légère pluie, ciel couvert	8 (1,6)	4	12	8	
19/07/04	22H30-01h30	55	faible vent, prairie fauchée	18 (3,3)	10	28	8	

Tableau I : comptages de nuit réalisés en zone périurbaine

Date	Heure	Distance (Km)	Conditions (climat, végétation…)	Nombre d'animaux observés :				
				Renard (IKA)	**Lièvre**	**Chat**	**Chevreuil**	**Autre**
21/06/04	22H20-00h00	41	prairie non fauchée, herbe haute.	4 (1)	4	7	6	1 chat sauvage
21/07/04	22H40-00H37	44	légère pluie, ciel couvert	8 (1,8)	7	29	10	

Tableau II : comptages de nuit réalisés en zone rurale (sud ouest de Pontarlier)



Carte 11 : répartition des renards observés en comptage de nuit

2.4 Résultat du suivi comportemental

2.4.1 Le piégeage

2.4.1.1 Renards adultes

Le piégeage a commencé à partir du mois de juin, une fois que la zone d'étude était bien connue. Les différents secteurs piégés (Cf. Carte 12) ont été choisis en fonction des connaissances obtenues sur le renard à partir du travail de prospection.

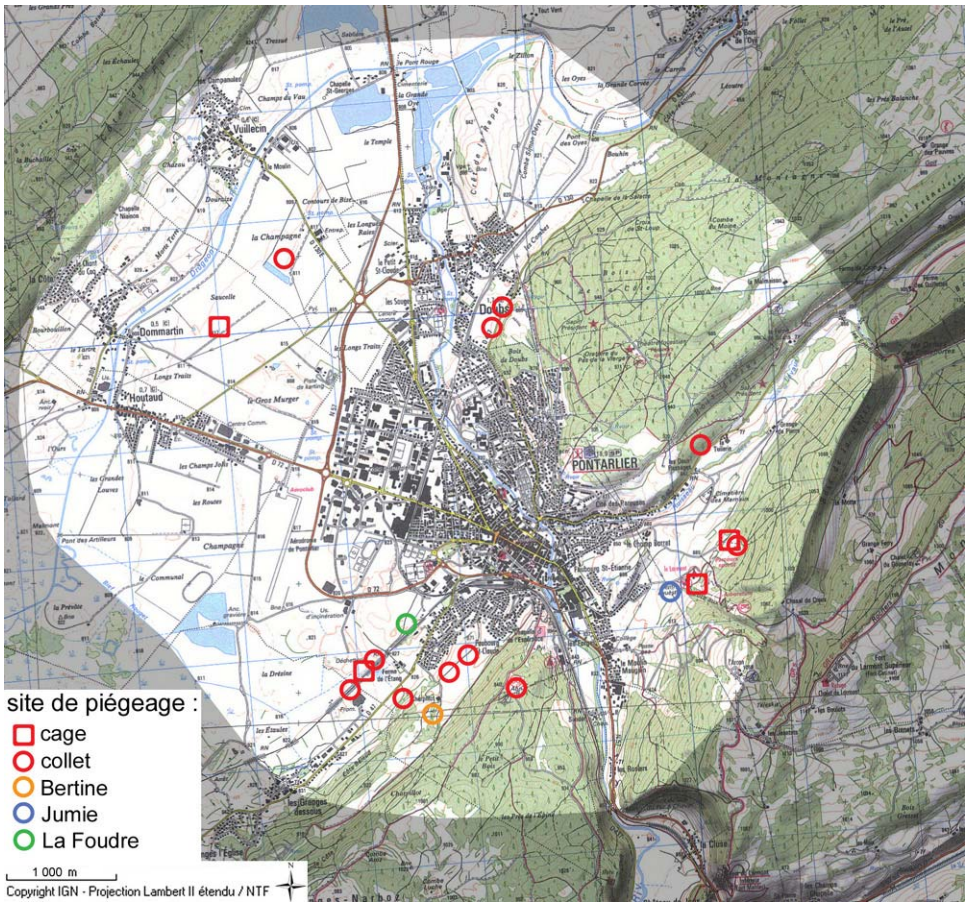
Les sites de piégeage pour les cages ont été choisis dans des endroits spécifiques. La décharge est un bon secteur car la présence de nombreux déchets et la forte odeur du lieu pourraient dévier la méfiance d'un renard. Une autre cage a été disposée le long d'une grange, à proximité d'une coulée. Un trou creusé sous un grillage près du centre équestre semblait être un bon site pour poser une cage. Sur une durée de piégeage de deux mois, les cages n'ont pris aucun renard. Pour information, la faune capturé et immédiatement relâché fut ; trois putois, un chat haret, un chat sauvage, une pie et un geai des chênes. Les résultats prouvent que la méfiance du renard ne facilite pas le piégeage par cage. De plus, ces outils ne sont pas restés assez longtemps sur le terrain afin de perdre entièrement leurs odeurs. Enfin, les appâts était des résidus de boucherie, l'utilisation de têtes de lapin ou de micromammifère doivent donner de meilleurs résultats.

Le piégeage par collets s'est mis en place. Le premier animal piégé fut une renarde. Elle a malheureusement été retrouvée morte le 10 juin 2004. Elle a été prise au collet après l'inspection matinale des pièges. Elle s'est débattue durant la journée qui fut très chaude. Le cadavre a été autopsié au LVD du Doubs, la raison de la mort est un échauffement des poumons et des reins dûs aux débattements de l'animal. L'ONCFS a été prévenu de cet incident. Un autre ratage moins dramatique a été l'évasion d'un renard pris au collet : il a réussi à s'en libérer avant de pouvoir l'attraper. Le dernier problème fut le piégeage d'un blaireau par accident qui été libéré immédiatement.

Le piégeage a abouti à la capture de trois renardes les 20, 21 et 22 juillet (Cf. fiche de capture annexe 8). La première a été capturée dans une coulée dans le secteur de Charpillot, près de la ferme de M. Bertin. Cette renarde baptisée Bertine pèse 6 kilogrammes. Sa taille et son poids laisse supposer qu'il s'agit d'une adulte.

La seconde capture a eu lieu à proximité du centre équestre, la renarde capturée est probablement une jeune de l'année puisqu'elle ne pèse que 4,5 kg.

Une autre jeune renarde a été capturée dans le secteur de la Rotonde. Elle pesait un peu moins de 4 kg. Elle a été équipée d'un collier pour adulte bien qu'elle n'ait pas complètement fini sa croissance. Le collier a été disposé un peu moins serré qu'il ne l'est sur un adulte, tout en l'étant suffisamment pour qu'elle ne le retire pas. Après quelque mois de suivi cette jeune renarde, nommée La Foudre, ne l'a pas perdu et a atteint sa taille adulte sans difficulté.



Carte 12 : les secteurs piégés et les sites de captures des renards

Les trois renardes équipées présentaient un bon état de santé général. Il n'a pas été possible de récupérer de la matière fécale afin d'en faire l'analyse. La vérification de la présence du parasite se fera par l'analyse des intestins lorsqu'elles seront décédées, à condition d'être retrouvées.

2.4.1.2 Renardeaux

Un terrier repéré durant la prospection s'est avéré être un terrier de reproduction et d'élevage de jeunes. Cinq renardeaux ont été observés le 24 mai 2004. Comme prévu dans la méthode mise en place pour l'étude des essais de piégeage de ces jeunes a été organisé afin de les équiper de boucle d'oreille et ainsi obtenir des informations sur la dispersion d'une portée de renards périurbains. Une cage destinée à la capture des renardeaux a été mise en place en face d'une entrée de terrier, les autres entrées étant bouchées avec des pierres. Au bout de 4 jours de piégeage, la cage était vide, plusieurs hypothèses sont alors possibles :

- la mère et les renardeaux ont déménagé avant l'installation de la cage,
- une sortie cachée n'a pas été bouchée,
- la renarde a senti le piège et empêché ses petits de sortir.

2.4.2 Le suivi télémétrique

Le suivi télémétrique a commencé dès la capture des renards jusqu'au 22 septembre 2004. Au départ des nuits entières de suivi ont été faites afin d'atteindre plus rapidement un important nombre de sites. Ensuite les pointages ont eu lieu toutes les semaines. Après deux mois de suivi il a été fait 38 pointages de chacun des trois renards.

- Bertine (Cf. Photo 30)

Elle a été pointée sur 36 sites différents. Son domaine vital a augmenté rapidement pour rester à un palier proche de 40 hectares du 13ème au 31ème pointage (Cf. Figure 14). De nouveaux pointages ont augmenté sa surface du domaine de vie. D'après les dernières informations récoltées elle vit à présent sur 51 hectares. Cependant ce résultat n'est pas son domaine de vie réel car la courbe n'a pas atteint son palier. D'autres pointages sont nécessaires pour l'atteindre. Bertine est une adulte et connaît donc son territoire, ce qui explique l'évolution rapide de son domaine vital.

Sans connaître le territoire exacte de Bertine, on sait qu'elle vit sur le secteur de Charpillot. Elle partage ses activités entre la prairie du faubourg Saint-Claude et la forêt à proximité (Cf. Carte 13). Ses gîtes de repos diurne se situent en forêt. Son terrier, si elle en possède un, n'a pas été identifié. Les approches effectuées en journée l'ont située dans des buissons denses, ce qui laisse penser qu'elle n'utilise pas de terriers en ce moment mais se cache dans la végétation. Si son suivi peut continuer jusqu'à la saison de reproduction, et qu'elle trouve un mâle, le terrier de reproduction sera facilement identifiable.

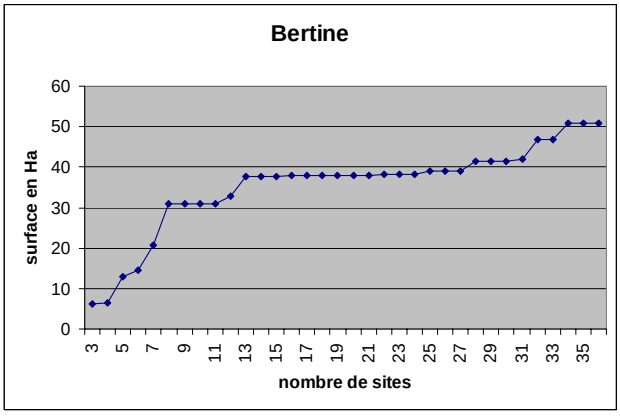
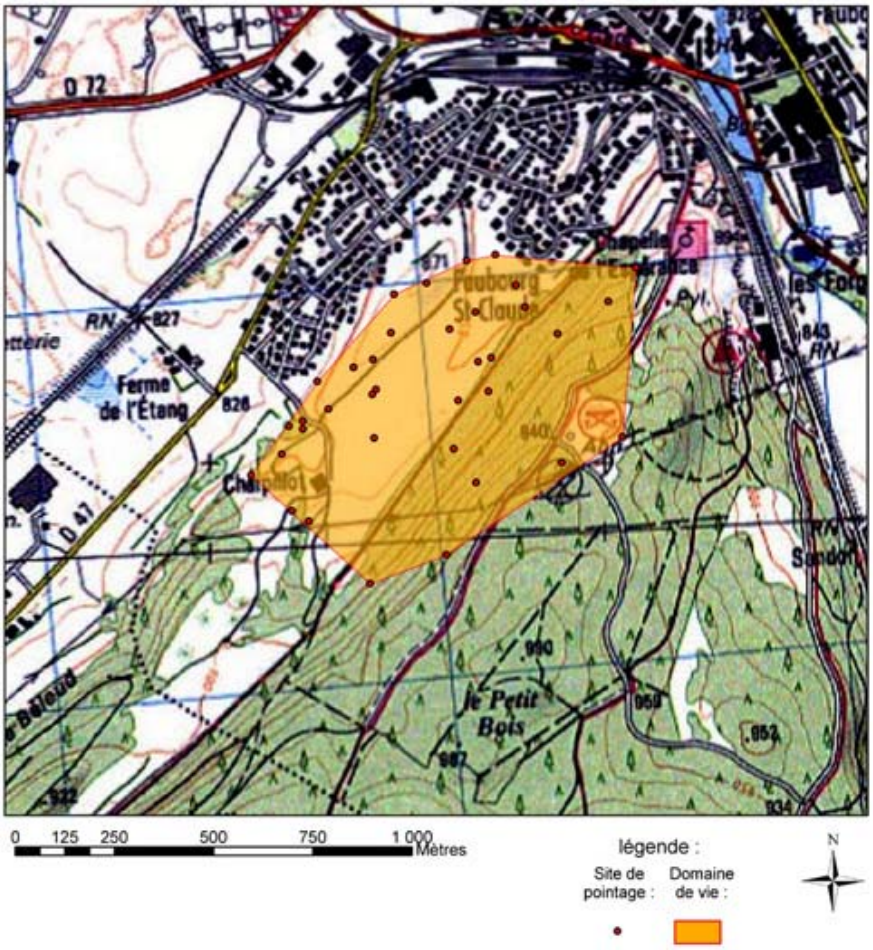


Figure 14 : évolution de la surface du domaine de vie de Bertine en fonction du nombre de sites observés

Photo 30 : bertine



Carte 13 : domaine de vie de Bertine

Bertine est généralement pointée dans une grande prairie pâturée. Elle passe à proximité des habitations bordant la prairie mais n'a jamais été pointée au sein même du lotissement. Son domaine de vie passe à la frontière des jardins ouvriers de la Chapelle de l'Espérance. Il comprend également un abri et une aire de pique-nique. Un chemin de randonnée longeant la prairie traverse son domaine de vie et il est fréquemment emprunté par des riverains promenant leurs chiens.

Bertine est une renarde périurbaine vivant à proximité d'un lotissement de maisons possédant des jardins individuels. Ce lotissement n'est pas très dense et est très calme. Bien qu'elle ne fût jamais pointée dans le lotissement, il n'est pas impossible que durant la saison hivernale, lorsque les ressources alimentaires viennent à manquer, elle pénètre dans la zone habitée à la recherche de déchets alimentaires d'origine anthropique. L'analyse du suivi comportemental sur une plus longue période permettra de répondre à cette question, et de voir également si le comportement varie en fonction des saisons.

- Jumie (Cf. Photo 31)

35 sites de pointages ont été identifiés pour cette jeune renarde. L'évolution de la surface de son domaine de vie est lente, car après deux mois de suivi il atteint 13,4 hectares (Cf. Figure 15). Cette petite surface s'explique par l'âge du renard : le jeune ne connaît pas le territoire et va découvrir petit à petit son environnement. Sa courbe a atteint un palier mais il n'est certainement pas définitif. Pour l'instant cette jeune femelle réside sur son territoire de naissance. L'équipement de ces jeunes est intéressant car on peut étudier leur dispersion. Avec l'âge et la pression des autres renards, elle va peut-être devoir changer de secteur. Si les ressources alimentaires sont suffisantes elle pourra rester sur place en tant que femelle inférieure du groupe.

Pour l'instant Jumie vit essentiellement le long de la haie et de la forêt bordant le Toulombief au niveau du centre équestre (Cf. Carte 14). Les gîtes diurnes repérés se situent en forêts et les approches tentées en journée n'ont pas permis d'identifier de terriers. On peut penser que désormais les subadultes ne rejoignent plus le terrier d'élevage et se reposent cachés dans la végétation.

Pour l'homme Jumie présente un faible risque de contamination, puisqu'elle fréquente essentiellement des prairies pâturées. Cependant la proximité d'habitations, du centre équestre et du camping peut l'aggraver si son territoire s'en rapproche dans le futur.

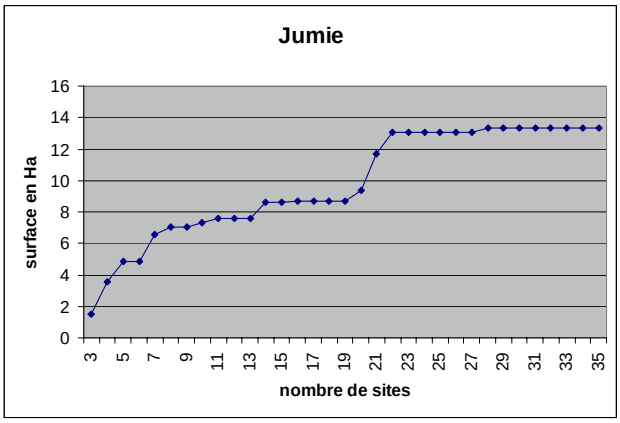
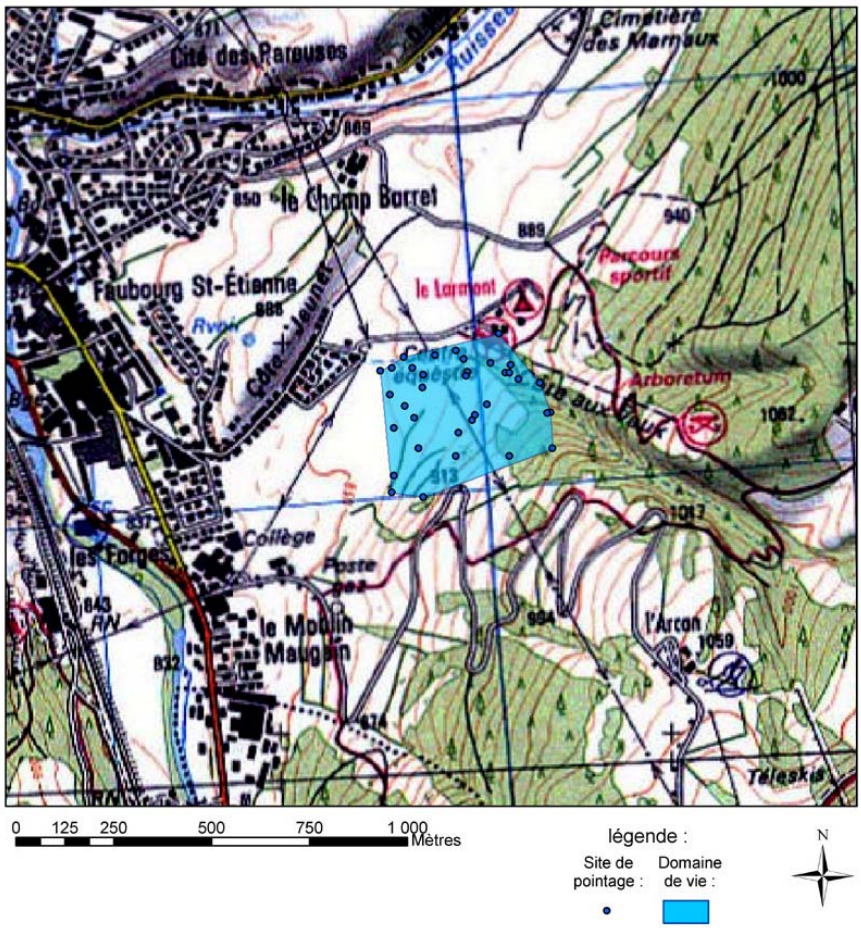


Figure 15 : évolution de la surface du domaine de vie de Jumie en fonction du nombre de sites observés

Photo 31 : Jumie



Carte 14 : domaine de vie de Jumie

- La Foudre (Cf. Photo 32)

Elle n'a été identifiée que dans 18 sites différents sur 38 pointages effectués en 2 mois. Cela montre que cette jeune renarde a été régulièrement pointée dans les mêmes endroits. Cependant son domaine de vie de 33,8 hectares est relativement important (Cf. Figure 16), notamment si on le compare avec celui de Jumie. La Foudre se situe généralement dans les mêmes secteurs et va explorer de temps en temps son environnement dans des zones éloignées. Ce sont ces sorties qui agrandissent son domaine de vie bien qu'elle n'y soit pas régulièrement pointée. Cet écartement du domaine s'explique soit par la recherche de nourriture, soit la recherche d'un nouveau territoire où s'établir, soit par l'agrandissement naturel de son domaine de vie.

Comme les autres, il s'agit d'une renarde née en zone périurbaine et qui s'y est installée, partageant ainsi son domaine de vie de chaque côté de la voie ferrée, dans le secteur de la Rotonde et aux abords de la ferme de l'Etang (Cf. Carte 15). Ces gîtes de repos diurnes sont situés le long de la voie de chemin de fer ou dans de grands trous, servant anciennement de décharge sauvage.

Ses sites d'activité montrent bien qu'il s'agit d'une renarde périurbaine. Vu son jeune âge, il est probable qu'elle ne soit pas encore installée sur un territoire. Elle présente un risque pour l'homme car comme pour Bertine son domaine de vie chevauche des jardins ouvriers (secteur de la Rotonde). Son domaine de vie montre qu'elle est proche de la SPA de Pontarlier, or les prairies aux abords de la SPA sont très utilisées pour promener les chiens.

Les trois renardes capturées et suivies durant deux mois ont montré des domaines de vies en zone périurbaine uniquement. Il est certain que les domaines de vie ne sont pas complètement définis. Cependant après deux mois de suivi, on peut remarquer qu'ils ne sont pas aussi grands que des renards ruraux (plus de 100 hectares). On ne peut pas vraiment conclure sur la taille du domaine de vie d'autres pointages étant nécessaires. Ces 2 jeunes qui ont encore un domaine de vie limité vont certainement évoluer : elles peuvent rester sur le secteur de naissance en zone périurbaine ou migrer vers d'autres secteurs, soit ruraux soit urbains. Notons que les femelles se déplacent moins que les mâles : il est donc probable qu'elles restent dans le même secteur.

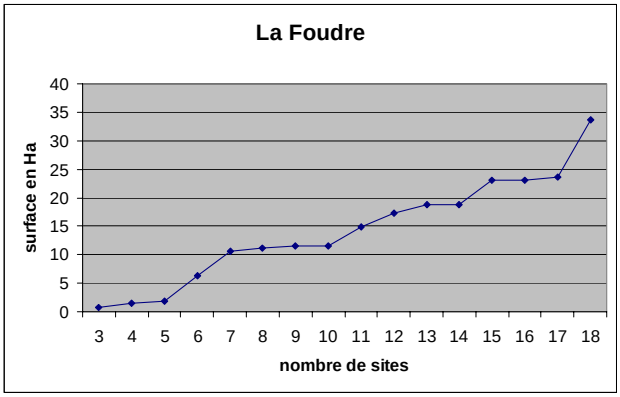
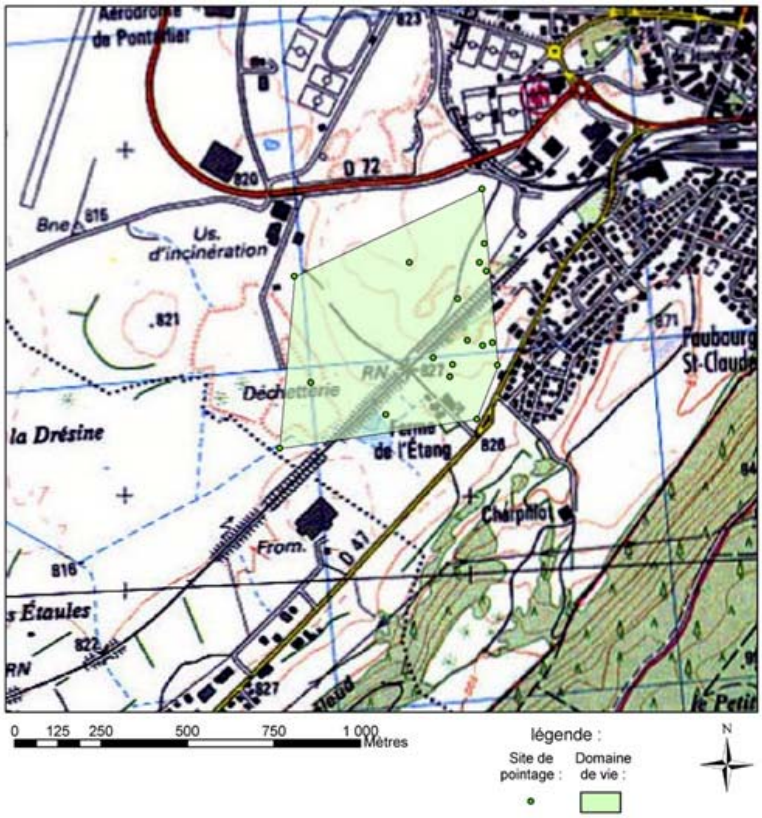


Figure 16 : évolution de la surface du domaine de vie de La Foudre en fonction du nombre de sites observés

Photo 32 : La Foudre



Carte 15 : domaine de vie de La Foudre

3 Prévalence d'E. multilocularis

3.1 Etude des fèces

L'étude de la prévalence du parasite ne peut être faite pour l'instant. Les résultats ne sont pas interprétables. Les raisons sont dues à des problèmes rencontrés avec le chekit Copro-test ELISA fourni par Bommeli.

Les problèmes de fiabilité sont apparus lors des analyses des échantillons récoltés par l'ERZ pour la cartographie nationale du parasite. Les plaques ELISA donnaient de plus en plus de positifs, cela même dans des départements situés hors des zones d'endémie. Suite à ces résultats l'AFSSA a testé la fiabilité des plaques avec des échantillons de renards non porteurs *d'E. multilocularis :*

- 37 échantillons provenant de renards élevés en cage ne contenant pas de parasite car ils sont vermifugés et alimentés avec des croquettes,
- 40 échantillons provenant de renard de terrain autopsiés et conservés dans de bonnes conditions.

Les résultats ont été très surprenants : sur 37 échantillons des renards de laboratoire 35 sont apparus négatifs, la spécificité de 94,6% est tout à fait satisfaisante. Par contre, sur les 40 fèces de renards de terrain autopsiés négatifs, 31 apparaissent positifs avec le test ELISA. La spécificité du test de 22,5% est insuffisante pour les renards de terrain dont le cortège parasitaire est important et varié.

D'autres équipes de chercheurs européens se sont également manifestées sur les résultats des plaques. Bommeli diagnostic a décidé de réétudier ces kits et de fournir des plaques plus spécifiques. Cette démarche a eu lieu alors que les échantillons des études urbaines devaient être analysés.

Vu le nombre d'échantillons à analyser des études de Pontarlier et d'Annemasse, le comité de pilotage du projet urbain a décidé de passer les échantillons sans valider les nouvelles plaques, cette validation pouvant s'effectuer après.

Les nouveaux kits ont donc été utilisés. La première plaque utilisée a donné des résultats ininterprétables, la différence de Densité Optique entre le témoin positif et le témoin négatif est trop faible (0,27), alors qu'il faut un minimum de 0,3 d'après le nouveau protocole. En fait la différence de densité optique n'est pas suffisante pour déterminer la différence entre les positifs et les négatifs.

Les résultats devaient être rapidement obtenus, et le nouveau test ELISA ne donnant pas satisfaction, des essais faisant varier plusieurs paramètres ont été réalisés. Les hypothèses ont été les suivantes :

- Le changement de la dilution dans chaque cupule, en mettant plus ou moins de matière d'origine fécale peut faire varier la quantité d'anticorps fixé,
- le temps de révélation avec le substrat peut influencer l'oxydation et faire une coloration plus ou moins marquée,
- le prétraitement de certaines cupules avec du lait permet de laisser des protéines lactiques au fond des cupules et ainsi empêcher certains antigènes de se fixer, le but étant de diminuer le bruit de fond des plaques.

Les résultats avec la variation de ces paramètres mettent en évidence que ni la concentration de départ, ni le temps de révélation n'influent sur les résultats. Par contre, le prétraitement avec les protéines de lait améliore un peu les résultats et donne une plaque juste interprétable (différence de 0,35 entre les témoins négatifs et positifs).

Une plaque ELISA prétraitée avec les protéines de lait a alors été faite sur des échantillons de Pontarlier. Malgré les résultats encourageants de la veille, cette plaque est de nouveau ininterprétable, le témoin blanc qui doit être du même ordre de grandeur que le témoin négatif est 1,6 fois plus grand.
Suite à ces résultats, l'AFSSA-Nancy a décidé de ne plus faire d'ELISA tant qu'ils n'auront pas trouvé une solution pour rendre ces plaques interprétables.

La recherche de copro-antigène aurait dû se faire sur 112 échantillons récoltés en zone d'étude urbaine et sur 101 échantillons provenant des placettes rurales. Ces échantillons sont conservés dans les congélateurs de l'ERZ à Nancy en attendant d'être analysés.

3.2 Etude des intestins

La collecte de renards tués accidentellement n'a pas été très riche. Un seul renard a ainsi été collecté le 21 avril 2004 sur la commune des Fourgs. L'intestin a été prélevé et est stocké au congélateur en attendant d'être autopsié. Plusieurs riverains ont téléphoné afin de nous prévenir de la présence de renards écrasés. Il s'est avéré que ces renards ne pouvaient donner d'informations intéressantes, l'intestin ayant à chaque reprise été touché.

Il est certain que l'autopsie parasitaire est une méthode très intéressante car elle fournit des informations supplémentaires par rapport à l'analyse de fèces, on connaît la charge parasitaire et les caractéristiques de l'animal (sexe, âge, poids).

4 La densité des hôtes intermédiaires

4.1 Les résultats bruts

Soixante douze transects ont été réalisés sur la zone d'étude urbaine entre le 19 et le 29 juillet 2004. La distance totale parcourue est de 26,18 km, les transects faisant une moyenne de 360 mètres. Les transects réalisés en zone urbaine sont de plus petites tailles qu'en zone périurbaine.

Sur la totalité des transects la présence de campagnol terrestre a été relevée sur 38% des espaces de 10 mètres (Cf. Tableau III). C'est le micromammifère le plus présent puisque le campagnol des champs n'est présent que sur 4% du linéaire de transects, et les taupes sur seulement 1,6%. La taupe n'est pas étudiée ensuite car elle n'est pas un hôte important du parasite. Néanmoins, il est intéressant de connaître ce que représente sa présence puisqu'elle crée un milieu favorable à l'installation des campagnols.

Les transects ont été réalisés sur différents milieux, principalement des prairies dont 8,23 km de prairies pâturées et 15 km sur prairies fauchées. Les autres milieux étant les espaces verts (2,87 km) et les terrains vagues (70 mètres). Aucun signe de présence n'a été mis en évidence dans les terrains vagues. Reste à savoir si le milieu à un effet sur la présence ou l'absence de campagnols.

Pour le campagnol terrestre le taux de présence est de 30% en prairie pâturée, contre 48% en prairie fauchée et seulement 9% dans les espaces verts. Un test du Khi-deux permettant d'observer l'effet « milieu » donne une très faible probabilité ($2*10^{-41}$, ddl = 3) : les résultats sont donc dépendant du milieu. Le milieu à un effet significatif sur les populations de campagnols terrestres, les prairies pâturées étant moins favorables que les parcelles fauchées. Cette observation rejoint celle de F. Raoul (communication personnelle).

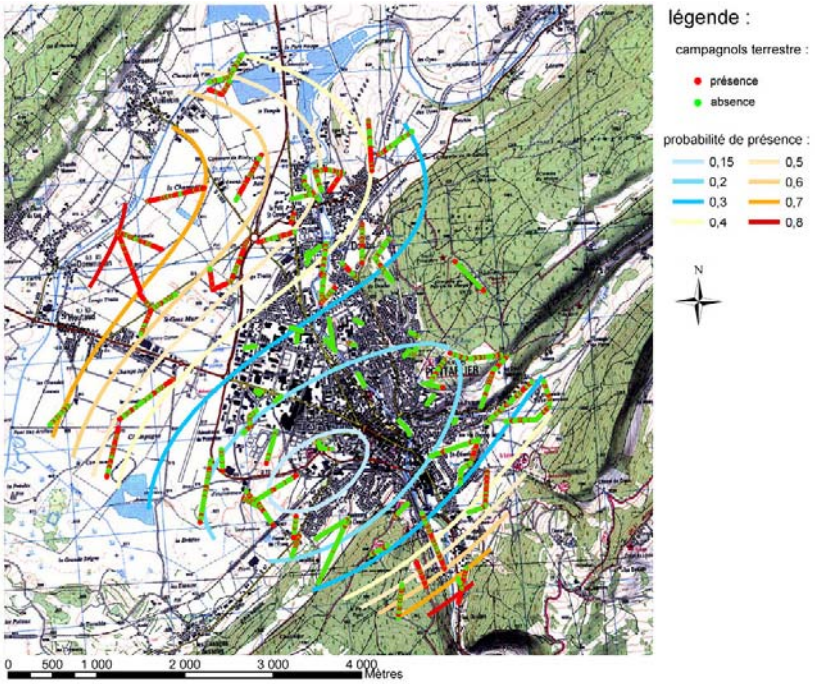
Le campagnol des champs est plus présent en prairie fauchée (6,5%) qu'en prairie pâturée (0,7%). Tout comme le campagnol terrestre un effet « milieu »est mis en en évidence puisque le test du Khi-deux donne une probabilité encore très faible de $4*10^{-12}$ (ddl = 3). Les pâtures sont ici encore défavorables aux campagnols des champs.

4.2 Analyse géostatistique

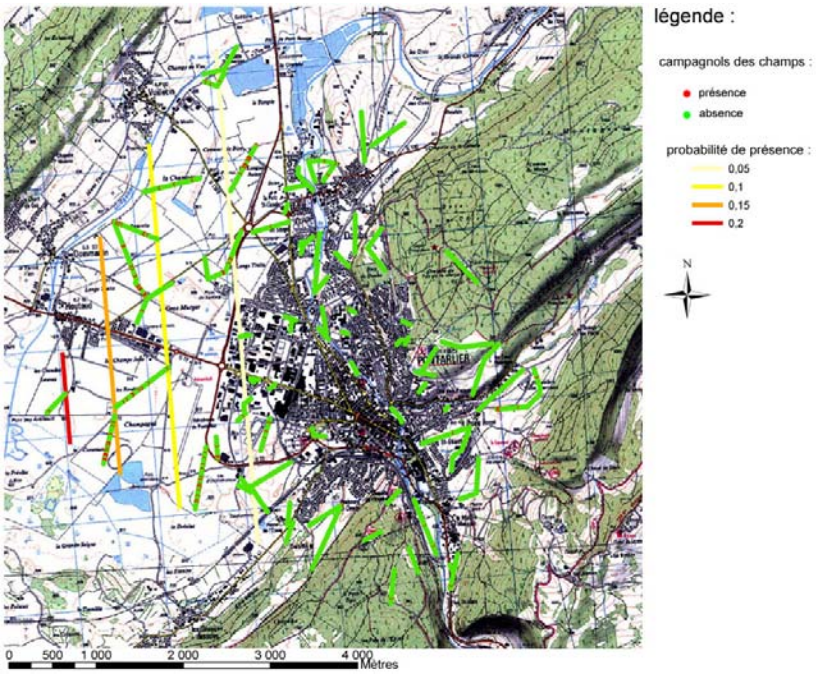
Les outils d'analyses géostatistiques permettent de visualiser sur des cartes les différences de densité. L'analyse dans le temps doit être mis en place afin de suivre l'évolution des densités de campagnols et de les corréler avec l'évolution du taux d'infestation du parasite. Pour l'instant, cette analyse ne prend en compte que les résultats d'une année.

Milieu	Distance (10 m)	Présence (sur une distance de 10 mètres)		
		Arvicola	***Microtus***	***Talpa***
prairie pâturée	823	250 (30,4%)	6 (0,7%)	14 (1,7%)
prairie fauchée	1501	723 (48,2%)	98 (6,6%)	28 (1,9%)
espace vert	287	26 (9,1%)	2 (0,7%)	1 (0,3%)
terrain vague	7	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
total	26 180	999 (38,2%)	106 (4%)	43 (1,6%)

Tableau III : répartition des rongeurs en fonction du milieu



Carte 16 : courbe de tendance de la présence des campagnols terrestre (*Arvicola terrestris*)



Carte 18 : courbe de tendance de la présence des campagnols des champs (*Microtus arvalis*)

- *Campagnol terrestre :*

La Carte 16 montre la surface de tendance de la présence du campagnol terrestre. Elle met en évidence la tendance générale de la répartition des rongeurs (basée sur gradient de probabilité de présence). On peut dès lors observer que les zones urbaines sont défavorables à la présence du campagnol terrestre. Plus on s'écarte dans les prairies et plus la densité augmente. L'explication tient au fait qu'en zone urbaine, les transects sont réalisés sur les espaces verts qui sont généralement de petites tailles et discontinus, créant ainsi un contexte défavorable aux campagnols. De plus, l'entretien régulier des espaces verts est préjudiciable à l'installation des campagnols.

Une estimation plus précise des densités est possible en géostatistique, par la méthode de krigeage qui permet de prendre en compte la corrélation spatiale des données. On estime la détérioration de l'information acquise en un point au fur et à mesure que l'on s'en éloigne. Pour chaque couple de points est calculé leur semivariance, on obtient ainsi un variogramme (Figure 17). Il permet d'analyser la valeur de la semi variance en fonction de la distance. L'augmentation de la semivariance en même temps que la distance signifie que les observations se ressemblent de moins en moins, et que les observations sont spatialement dépendantes. Le plateau de la courbe montre que la variance est identique en fonction de la distance, il y a donc une indépendance spatiale entre les observations dès que l'on atteint le palier de la courbe.

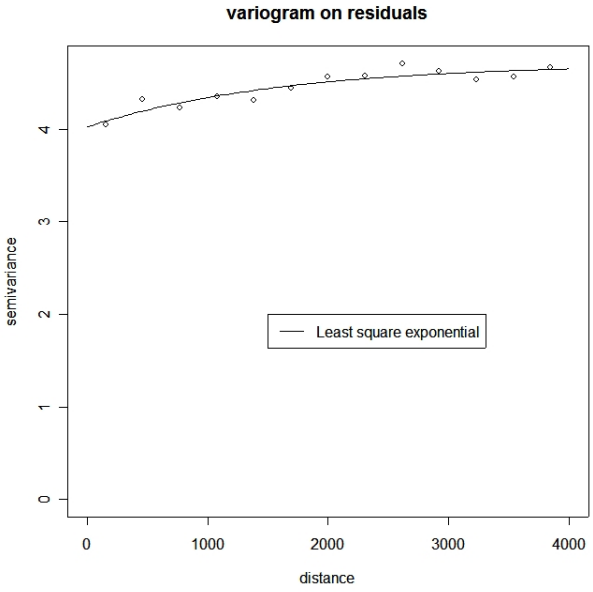
Le variogramme croit légèrement sur toute sa longueur et n'atteint pas vraiment un palier. Il permet cependant d'observer une autocorrélation spatiale et d'aboutir par krigeage à une carte précisant les foyers de campagnols. D'après le variogramme la portée est de 2000 mètres, ce qui signifie qu'il y a une corrélation sur cette distance et qu'ensuite les points sont indépendants.

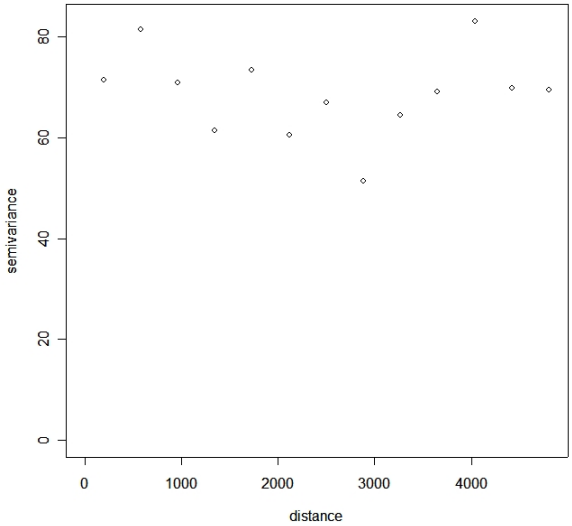
La Carte 17 montre que les zones de campagnols sont situées en périphérie, et que le milieu urbain en est exempt. Les foyers se trouvent dans les praires bordant le village de Doubs, sur une grande partie des prairies à l'ouest de Pontarlier. Les autres secteurs sont de taille plus réduite : on y trouve les prairies de la Rotonde, de la ferme de l'Etang, la propriété de la ferme des Sandon, le bas du Larmont ainsi que les prairies situés derrière les Pareuses et proches du ball-trap.

- *Campagnol des champs :*

La carte des surfaces de tendance montre une augmentation de la densité à mesure que l'on avance dans les prairies (Cf. Carte 18). La densité reste de toute façon très faible même dans ce secteur. Le cycle doit principalement être alimenté par le campagnol terrestre, le rôle du campagnol des champs est certainement moins important car ils sont très peu nombreux sur la zone.

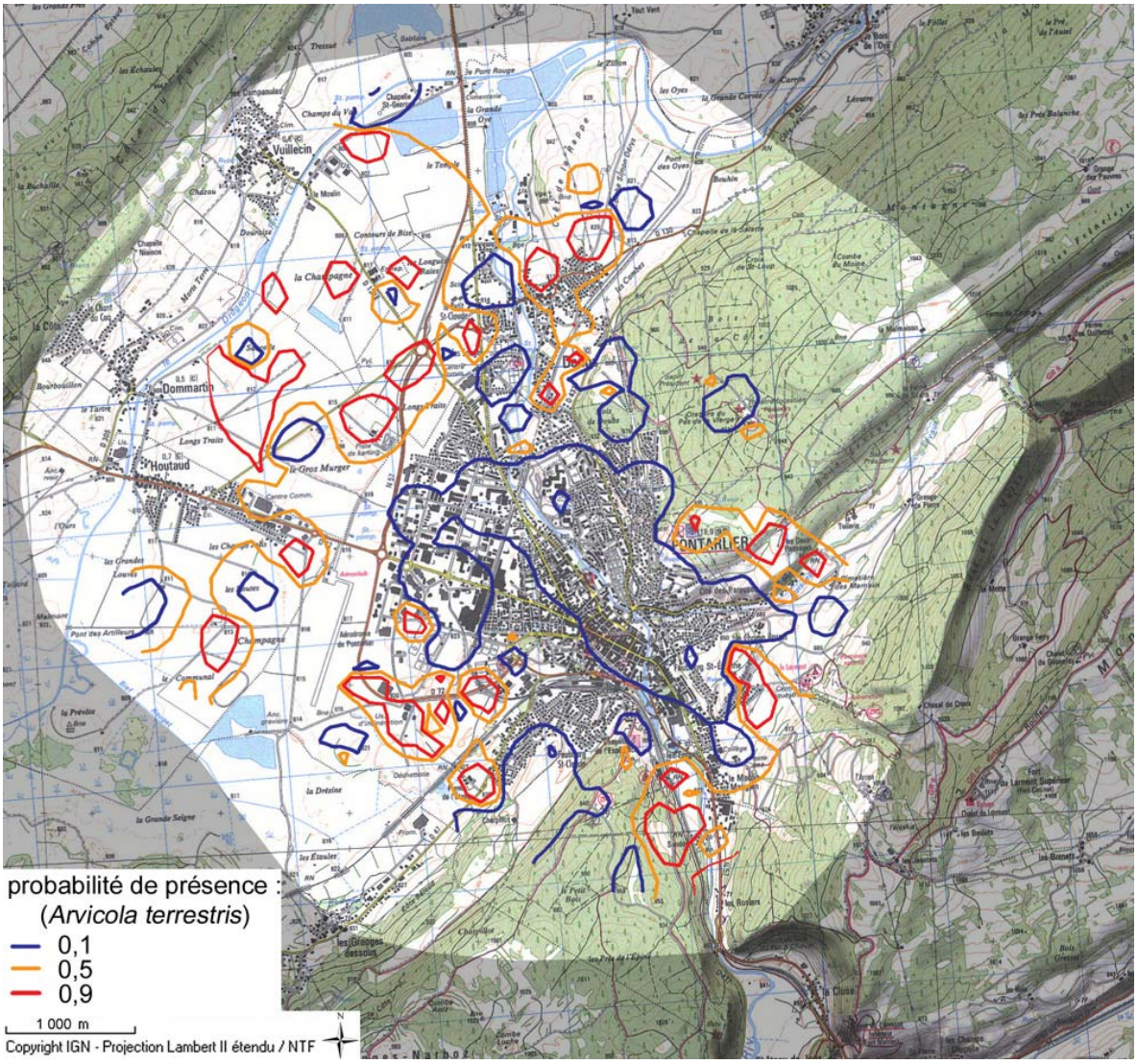
L'analyse des données par krigeage n'est pas possible pour les *Microtus*. Le variogramme ne permet pas de détecter de structure spatiale et il n'y a pas d'autocorrélation spatiale mesurable. On se contente de la surface de tendance.





Arvicola terrestris *Microtus arvalis*

Figure 17 : variogrammes



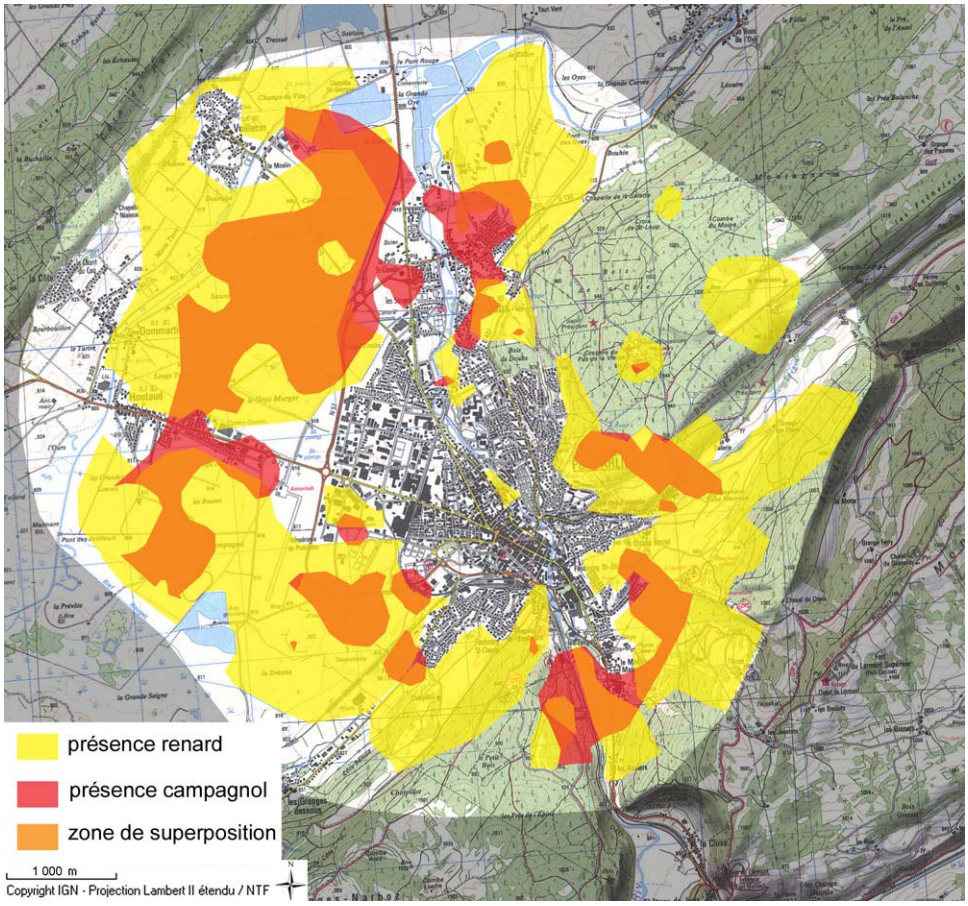
Carte 17 : estimation de la présence des campagnols terrestres par krigeage

5 Carte de risque zoonotique

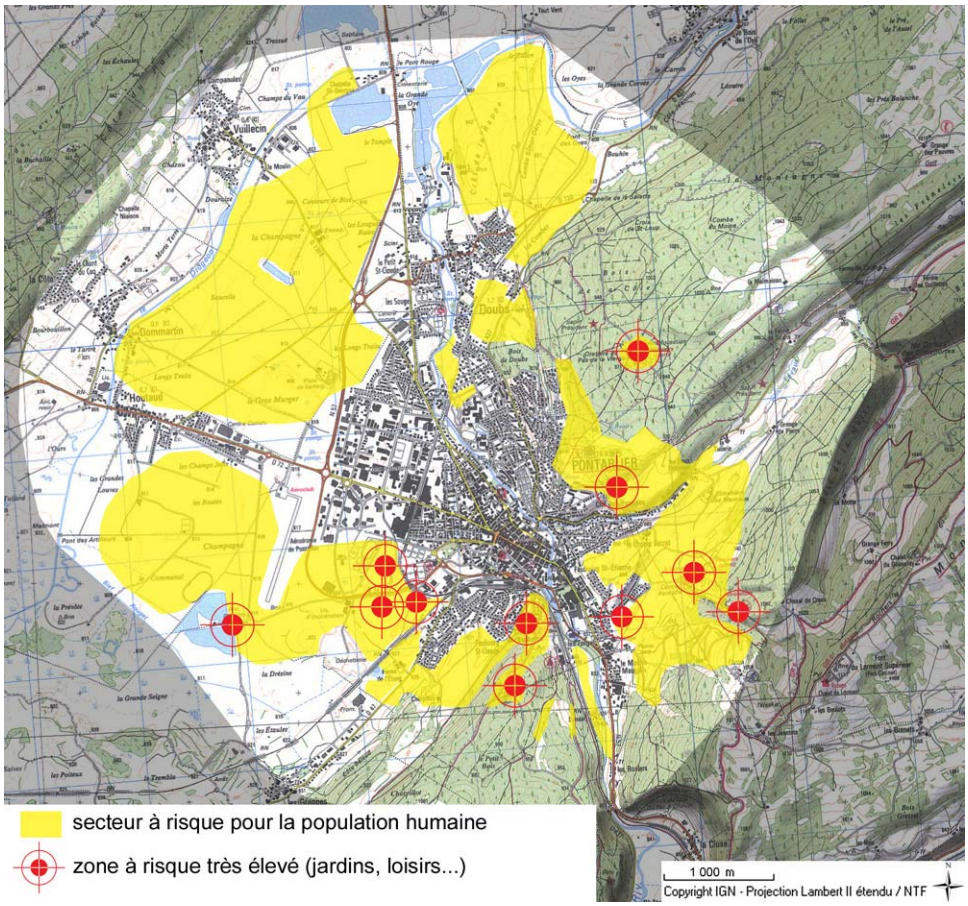
Grâce aux différents résultats obtenus précédemment il est possible de déterminer les zones à risques pour la contamination humaine. Cette carte de risque zoonotique représente la superposition entre les sites de fréquentation humaine et les milieux où le parasite est présent.

Pour connaître la présence du parasite, il aurait fallu pouvoir analyser les échantillons de fèces de renards. Les moyens techniques ne l'ont pas permis. Cependant, le Haut-Doubs étant une zone de haute endémie, on peut supposer que tout échantillon de fèces, ou que la présence de renards peut présenter un risque par rapport à la présence d'*E. multilocularis.* Concernant les campagnols terrestres et des champs, il a été montré que la densité de ces hôtes intermédiaires va influencer la prévalence du parasite chez le renard. Sans connaître la prévalence sur la zone, on peut présumer qu'elle doit être la plus forte sur les zones de superposition entre les domaines de vie des renards et la présence de campagnols (Cf. Carte 19). En effet, la présence des deux hôtes est indispensable pour la réalisation complète du cycle. Il faut tout de même prendre en compte le rôle de vecteur du renard qui peut disperser le parasite en dehors des zones de contamination. Les zones de présence communes aux renards et aux campagnols rassemblent les conditions optimales pour le parasite, cependant celles présentées à Pontarlier ne sont pas complètes car il est difficile d'évaluer précisément tous les milieux de fréquentation.

En reliant la carte des secteurs de fréquentation humaine (Cf. § VII 1.1.2) et celle de présence des hôtes on peut établir une première carte de risque zoonotique (Cf. Carte 20). Elle situe les zones les plus à risque pour la contamination humaine, là où il faudra envisager prioritairement des solutions de traitement préventif. A Pontarlier ces secteurs concernent tous les sites de fréquentation humaine situés en zone périurbaine (jardins, aires de loisirs, camping, lieux de promenade des animaux domestiques). Il ne semble pas que le parasite ait des conditions optimales pour se développer en milieu urbain. Cependant il faut attendre les analyses des fèces pour confirmer l'absence ou non du parasite en milieu urbain.



Carte 19 : présence des campagnols et des renards



Carte 20 : carte de risque zoonotique

VIII Bilan

Ce mémoire est la mise en place d'une étude nécessitant plusieurs années de recherche. L'objectif, à terme, est de trouver des méthodes de contrôle du parasite adaptées aux zones urbaines. En premier lieu, il faut connaître la zone, définir la situation épidémiologique et faire un état des lieux des différents hôtes impliqués dans le cycle. Ce bilan permet de reprendre les résultats obtenus en les synthétisant. Le principal manque de l'étude est l'absence de résultat sur le taux d'infestation d'*E. multilocularis* dans la zone d'étude urbaine et rurale. Cette lacune est la conséquence d'un manque de fiabilité des copro-test ELISA qui n'ont pas permis d'avoir des résultats interprétables. Le bilan est aussi l'occasion de donner les perspectives pour la suite de l'étude.

1 Présence des hôtes

De nombreux indices et témoignages prouvent la présence de renards autour de Pontarlier, la zone périurbaine étant entièrement colonisée. Durant les comptages de nuit, 18 renards différents ont été vus dans toutes les prairies bordant la ville. De nombreux terriers ont été mis en évidence dans les zones boisées ou abritées cernant la ville. Les zones habitées sont moins fréquentées, mais la présence de renards est confirmée dans les secteurs à faible densité d'habitation (lotissements, zones commerciales, prairies et espaces verts situés en ville et en bordure du Doubs). Cependant aucun indice, ni témoignage indique la présence de renards dans le centre purement urbain de la ville. Les renards pontissaliens ne sont pas véritablement urbains comme il a pu être décrit dans d'autres villes. Il s'agit de renards périurbains et suburbains, qui s'introduisent en ville de façon occasionnelle.

Durant la mise en place de l'étude, 3 renardes ont été capturé et suivies par radiopistage durant 2 mois. Ces individus ont été capturés en zone périurbaine. Leurs domaines de vie ne sont pas encore complètement déterminés. Pour l'instant ils mesurent entre 15 et 50 hectares. Les milieux fréquentés sont les prairies et les forêts à proximité des habitations. Aucun des trois individus n'a été repéré en zone urbaine, mais les territoires se superposent avec des lieux de fréquentation humaine (jardin potager, chemin de randonnée, sites de loisirs). L'analyse du comportement dans le temps doit apporter de nombreuses informations sur le mode de vie des renards périurbains (territoire, recherche de nourriture). Il est à noter que sur les trois renardes capturées, deux sont des jeunes de l'année. Il va ainsi être possible de déterminer leur dispersion. Cependant, s'agissant de femelles, elles restent généralement sur le même secteur. Après 2 mois de suivi elles ne cherchent pas à quitter le territoire ; il faut toutefois encore attendre avant de confirmer cette hypothèse puisque la dispersion peut être tardive.

Le suivi des jeunes va tout de même apporter des informations sur l'expansion du territoire. En effet, la renarde adulte connaissant son territoire a montré très rapidement un domaine de vie assez grand, alors que les jeunes découvrent plus lentement leur environnement et ont des territoires qui s'agrandissent plus lentement.

La présence de campagnols a été estimée par la réalisation de transects consistant à relever les indices de présence de rongeurs sur toute la zone. Cette méthode ne permet pas de connaître la prévalence du parasite, mais elle fournie une information sur une grande surface et en moins de temps que le piégeage. L'information fournie par l'interprétation géostatistique précise que les foyers de campagnols se situent en zone périurbaine. Les espaces verts et les prairies urbaines sont très peu habités par les campagnols. On peut ajouter que la présence de campagnols dépend des milieux : les prairies de fauche leurs sont plus favorables que les prairies pâturées. Le suivi dans le temps des populations de rongeurs va permettre d'estimer les densité et d'apprécier l'évolution dans l'espace.

Le cycle urbain du parasite ne peut pas être mis en évidence pour l'instant en raison de l'absence d'analyse des échantillons. Ce cycle urbain repose sur la prédation de campagnols urbains contaminés par des renards urbains. Pour le mettre en évidence il faut prouver la présence de renards vivant en ville, et s'alimentant de campagnols. Une étude du portage du parasite par les campagnols urbains doit être effectuée pour prouver leur caractère contaminant au sein d'un cycle urbain. Néanmoins même sans ces informations on peut supposer qu'il n'y a pas de véritable cycle urbain à Pontarlier. En effet la densité de renards urbains est faible, de liée à la fréquentation occasionnelle des renards périurbains en ville. Les densités de campagnols sont également peu importantes en zone urbaine et la prévalence doit y être faible. Par contre des renards périurbains contaminés fréquentant la ville peuvent y amener le parasite.

2 Risque de contamination

Le risque de contamination pour l'homme consiste en l'ingestion d'un œuf d'*E. multilocularis*. Dès lors c'est la présence d'œuf dans l'environnement qui présente un risque. L'étude de la prévalence du parasite va être faite prochainement sur les échantillons récoltés et permettra de mettre en évidence cette présence. Sans ces résultats on peut déterminer les zones à risques en superposant les lieux de présence de renards et les sites de forte densité de campagnol. Ces secteurs représentent les milieux où le parasite va pouvoir réaliser son cycle et se retrouver sous sa forme libre dispersée dans l'environnement. S'il existe une fréquentation humaine dans ces secteurs complétés par des comportements exposants, ceux-ci représenteront les milieux à traiter préférentiellement. A Pontarlier, ils sont situés en zone périurbaine. On y retrouve les jardins ouvriers collectifs, les lieux de promenade avec les animaux domestiques, les aires de pique-nique, les sites de loisirs, ou encore le camping.

Différents modes de contamination peuvent être envisagés sur ces zones. La contamination peut être direct par l'ingestion d'œufs se trouvant sur des végétaux (cultivés ou sauvages) consommés crus. Tout contact avec le sol et la terre peut amener des œufs sur les mains qui peuvent être ingérés accidentellement. Les animaux domestiques peuvent avoir des œufs échinocoques sur leur pelage ou leur langue, et ainsi présenter un risque de contamination pour l'homme par une simple caresse. Les œufs arrivent sur le pelage de deux façons. Premièrement, si l'animal est porteur du parasite suite à l'ingestion d'un rongeur infesté, il va souiller son pelage d'œufs avec sa langue suite à un léchage de son anus provoqué par une démangeaison liée à la présence du parasite. Dans ce cas la vermifugation a un intérêt préventif sur le risque de contamination. La seconde voie ne nécessite pas la présence du ver chez l'animal, il peut avoir des œufs sur sa langue et son pelage en sentant ou léchant une crotte contaminée, ou en se roulant au sol. Dans ce second cas, même un chien vermifugé peut être source de contamination.

3 Perspectives

3.1 Collecte de fèces

- *Etablir la saisonnalité de la prévalence :*

On cherche à connaître les variations intra et interannuelles du parasite en zone urbaine et en zone rurale. Pour ce faire, il faut continuer à collecter des fèces à raison de 50 par saison, en milieu rural et en milieu urbain. La collecte en milieu rural s'effectue de la même façon que la méthode utilisée durant la mise en place de l'étude, c'est-à-dire sur les 10 placettes de 16 km^2 définies dans ce rapport.

En ce qui concerne la collecte en milieu urbain il serait intéressant de mieux cibler les zones de collecte. Maintenant que l'étude est mise en place il faut rendre la récolte d'excréments moins hétérogène dans l'espace. Pour rendre celle-ci homogène dans l'espace entre les saisons il est possible de définir des parcours de ramassage.

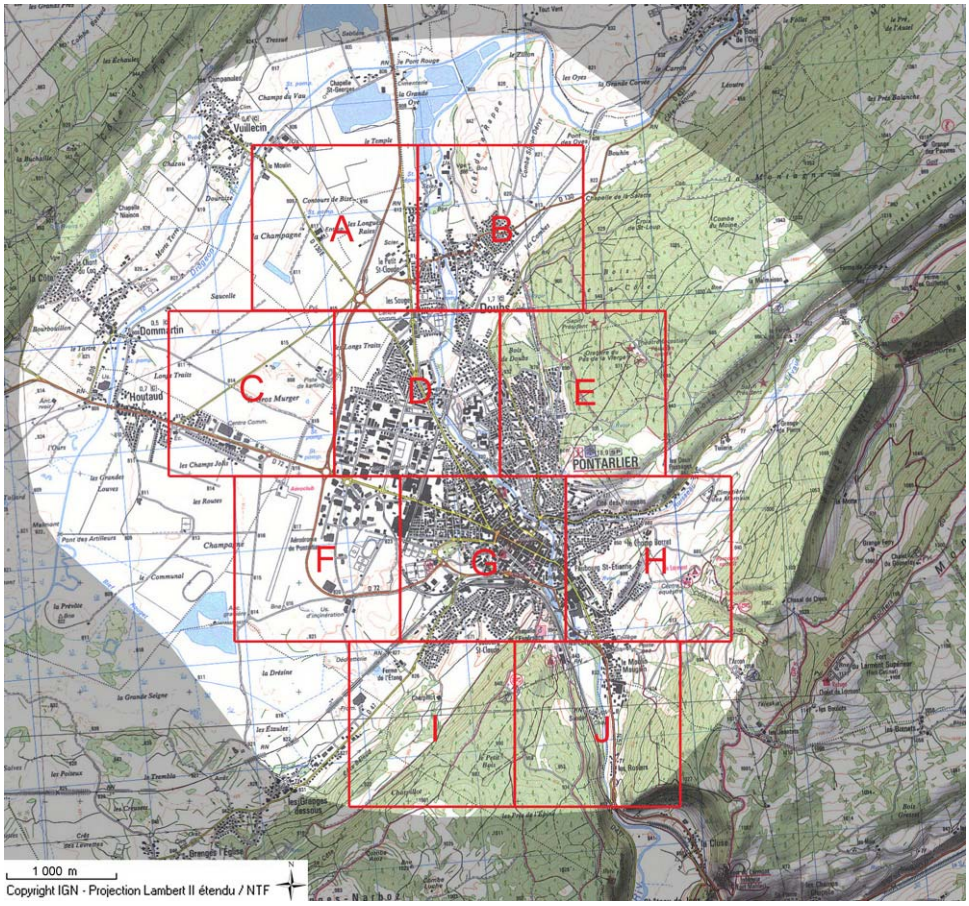
La définition de placettes urbaines, sur le même principe qu'en milieu rural, laisserait plus de liberté dans la recherche qu'un parcours prédéfini. Vu la superficie de la zone urbaine, les placettes devraient être de plus petite taille qu'en milieu rural. Des placettes de 1,5 km de côté semblent mieux adaptées à la zone. Avec 10 placettes de 2,25 km^2, on couvre une grande partie de la zone en laissant les parties limitrophes moins intéressantes car plus éloignées de la zone urbaine. Les placettes sont définies en fonction des crottes qui ont déjà été trouvées en prospection. Elles sont réparties autour de la ville de Pontarlier, comprenant des secteurs urbains et périurbains (Cf. Carte 21). La codification des échantillons serait « 25-P(lettre de la placette urbaine)-numéro fèces » (exemple : 25-PB-6).

- *Comparer la densité des populations de renards :*

L'idée d'estimer la densité de la population de renards en fonction de la densité des fèces avait été évoquée en comité de pilotage. Pour ce faire il conviendrait de mesurer la densité de crottes entre les placettes. Les indicateurs possibles sont la distance et le temps passé pour récolter les crottes sur une zone.

La distance est mesurable à l'aide du GPS. Cependant, ce n'est pas la méthode la plus adaptée car la collecte des fèces se fait généralement à plusieurs et il faudrait un GPS par personne. De plus le GPS ne reçoit pas continuellement un bon signal, cela pouvant modifier la distance mesurée. L'indicateur temps est plus adapté car il est facilement mesurable et il suffit de le multiplier par le nombre de personnes présentes durant la recherche pour pouvoir le comparer entre les placettes. La comparaison intra annuelle des densités de population devrait poser problème car il existe des changements de comportement défécatoire en fonction des saisons, or la manière de recherche des fèces reste la même tout au long de l'année. Le temps passé à trouver des fèces va ainsi varier entre les saisons même si la densité de renard ne change pas. La comparaison devrait se faire de façon interannuelle, entre chaque saison d'une année sur l'autre. Les informations à recueillir sont les mêmes que ce qui a été fait jusqu'à présent. Il suffit d'ajouter le temps passé au ramassage des 5 échantillons sur une placette.

La collecte des fèces urbaines et rurales va amener 100 échantillons par saison, soit 400 par an. L'analyse doit être faite au fur et à mesure, l'arrivée des prélèvements par saison permettrait d'éviter une saturation d'échantillons dans les laboratoires de l'AFSSA qui n'auraient pas la capacité d'effectuer trop d'analyses en peu de temps.



Carte 21 : placettes urbaines de ramassage des fèces

3.2 Etude des campagnols

- *Suivre l'évolution de l'hôte intermédiaire*

L'étude de la présence du campagnol doit être étroitement liée à celle du parasite (prévalence obtenue à partir de l'analyse des fèces de renards). Il s'agira de voir si la densité de campagnols a un réel impact sur le taux d'infestation du renard. L'étude bibliographique a montré que plus il y a de campagnols dans l'environnement, plus le taux d'infestation du parasite est important.

La réalisation des transects doit continuer au minimum une fois par an sur les mêmes transects réalisés lors de cette étude afin de réaliser des comparaisons interannuelles des cartes de présence.

3.3 Suivi comportemental et présence du renard

- *Connaître l'occupation du territoire par les renards*

La prospection de la zone d'étude et le suivi des 3 renardes capturées doivent continuer et permettre de déterminer une image exhaustive de l'occupation du sol par les renards.

L'observation du changement de comportement en fonction des saisons peut apporter des informations intéressantes sur la transmission du parasite. Par exemple si les renards changent de milieu durant l'hiver pour la recherche de nourriture ou d'un partenaire, ils peuvent véhiculer le parasite dans de nouveaux secteurs.

Pour la suite de l'étude, la capture d'autres renards dans d'autres secteurs devrait être poursuivie. Un site favorable est le long de la route départementale 437 au niveau de Doubs, à l'endroit où un renard a réussi à s'échapper. Les coulées sont facilement identifiables le long du talus. Un autre secteur intéressant pour piéger pourrait être le long de la voie ferrée désaffectée passant à proximité du lycée Xavier Marmier. L'utilisation de cages est conseillée dans ce secteur plutôt urbain afin de ne pas traumatiser des animaux domestiques. Même si les cages n'ont pas montré une bonne efficacité durant le piégeage effectué cet été, leur efficacité doit être améliorée en les disposant longtemps à l'avance, et les tendre l'hiver lorsque les ressources alimentaires vont diminuer.

3.4 Etude du parasite

- *Repérer les zones où le parasite est présent*

C'est l'une des phases les plus importantes de l'étude car elle permet de localiser le parasite et de connaître sa prévalence. Le manque de fiabilité des copro-test ELISA a été préjudiciable à notre étude. Le laboratoire fournisseur des test tente actuellement de l'améliorer. Pour l'instant l'AFSSA réfléchit à l'alternative de développer elle-même un test ELISA, ou de mettre au point une nouvelle technique d'identification fiable du parasite dans les fèces.

- *Connaître la charge parasitaire*

La recherche visuelle du parasite par l'analyse des intestins n'a pas encore été faite. Le faible nombre de cadavres ayant pu être récoltés durant sept mois amène à se demander si la collecte de ces intestins est valable pour un si faible nombre d'échantillons. L'interprétation des résultats n'apportera peut-être pas grand-chose si l'échantillon reste si faible. La récolte de cadavres peut cependant continuer tant que M. Petite, piégeur et garde particulier sur le canton, peut s'en occuper lorsqu'il n'y a pas de personnel de l'ERZ sur le terrain. L'analyse se fera dès qu'il y aura un plus grand nombre d'échantillons. La collecte d'intestins au cours de tirs de nuit n'est pas mise en place à Pontarlier à cause du contexte local qui vise à protéger le renard pour favoriser la prédation naturelle du campagnol et ainsi limiter l'utilisation de bromadiolone.

Le portage du parasite n'est pas étudié chez les carnivores domestiques. Même s'ils peuvent se contaminer occasionnellement, ils ne constituent pas un réservoir du parasite, car ils participent peu à l'entretien du cycle. Les mesures de contrôle viseraient préférentiellement le réservoir sauvage, c'est-à-dire les renards et les campagnols. De plus la prophylaxie est simple pour les propriétaires devant vermifuger leurs animaux domestiques 2 fois par an.

3.5 Mise en place des méthodes de prophylaxie

Les préconisations présentées dans les chapitres précédents permettront de suivre l'évolution du parasite dans le temps et dans l'espace. Cette présence du parasite est à relier à celle de ses hôtes. Les moyens de contrôle doivent alors être appliqués sur les populations de renards et de campagnols. A l'heure actuelle les méthodes envisagées sont l'utilisation d'un vermifuge (praziquantel) chez les carnivores, couplée à une régulation des populations de campagnols par piégeage.

La carte de risque établie dans ce rapport montre les secteurs qui seraient à traiter prioritairement. Les dates de traitement doivent être planifiées en fonction de la réalisation du cycle du parasite qui n'a pas la même prévalence chez ses différents hôtes en fonction des saisons (Cf. bibliographie § II) :

- hiver :

La prévalence est la plus importante chez le renard à cette saison. C'est le résultat d'une importante prédation de campagnols en été. A partir de l'ingestion d'un micromammifère infesté, le ver présent chez le renard contamine l'environnement avec des œufs après une période de prépatence d'environ un mois. Il peut ensuite libérer des œufs durant 4 mois. Les œufs émis en hiver vont pouvoir rester longtemps dans l'environnement. Les campagnols vont ainsi se contaminer en hiver mais également au printemps.

- printemps :

C’est la saison de contamination des campagnols. La larve chez le campagnol va être contaminante en 45 jours. Les rongeurs vivent jusqu’à 5 mois à partir du moment où la maladie se déclare De plus ils vont se reproduire en nombre pour atteindre de forte population en été. Le renard va ainsi se recontaminer à cette saison et avoir de nouveau des vers actifs qui vont contaminer l’environnement jusqu’en hiver.

- été :

C’est la saison la plus défavorable pour les œufs à cause de la dessiccation et des fortes chaleurs. Cependant, l’importante population de campagnols à cette saison doit permettre au cycle de continuer si les œufs sont ingérés rapidement.

- automne :

Il s’agit de la saison à partir de laquelle la majorité des renards vont être contaminants. Les jeunes de l’année, devenus subadultes, vont être de grands prédateurs de campagnols et ainsi en ingérer beaucoup. Le ténia va alors s’installer dans leurs intestins et libérer des œufs. Les subadultes sont les individus qui ont les plus fortes charges parasitaires.

Il faut bien se rappeler que le vermifuge utilisé n’est pas ovicide. La quantité d’œufs présents dans le milieu serait donc très élevée juste après les campagnes de vermifugation. Cependant on peut imaginer que la dispersion des œufs est moins importante, puisque la majorité de ceux-ci est libérée simultanément au même endroit. Sans vermifugation, les vers libèreraient des sacs d’œufs au fur et à mesure dans de multiples secteurs.

A partir de ces constatations on pourrait envisager des traitements ciblés en fonction des saisons. Une vermifugation en automne lorsque les renards sont les plus parasités semble être un moment clé, de plus cela libérerait les vers des animaux les plus porteurs (subadulte). Cependant l’hiver est une bonne saison pour la survie des œufs ce qui peut accroître le risque de contamination chez les campagnols. La population hivernale des rongeurs est faible, on peut penser qu’un piégeage suite à la vermifugation permettrait de réduire le nombre de ceux infestés dans l’environnement.
Une vermifugation avant l’été permettrait de libérer des œufs à la période la moins favorable pour eux. Mais les densités d’hôtes intermédiaires sont plus importantes à cette saison.

Il faut prendre en compte tous ces aspects et envisager des traitements sur de longues périodes afin de casser le cycle et diminuer la prévalence. Pour la vermifugation il faudra déterminer la concentration, la période et la fréquence de distribution des appâts. Différentes méthodes doivent être testées afin de les comparer. Différents rythmes de distribution ou de dosage peuvent être mis en place dans la même zone d’étude, et entre les villes, afin de mesurer l’impact d’un facteur par rapport aux autres sur la prévalence.

Conclusion

L'objectif du mémoire consistait en la mise en place d'une étude qui va durer plusieurs années. Il ne présente que des résultats partiels. Cependant l'étude est désormais bien lancée. De nombreux échantillons ont été ramassés et attendent d'être analysés. Une première carte de risque zoonotique a pu être ébauchée à partir de l'étude des hôtes sauvages. Le contact avec les acteurs locaux est bien établi : ils sont très intéressés car Pontarlier se situe en zone de haute endémie d'*E. multilocularis*.

Les renards pontissaliens sont essentiellement de type périurbain. Des indices révèlent la présence d'individus en zone plus urbaine, mais toujours dans les secteurs à faible densité de construction (bords du Doubs, lotissement, zone commercial). Le suivi comportemental a commencé sur trois renardes périurbaines. Après deux mois de radiopistage, les informations ne sont que partielles mais montre une activité proche des habitations et de secteurs à risques tel que les jardins potagers collectifs. A l'avenir ces suivis vont révéler de précieuses informations sur la vie des renards périurbains. L'étude géostatistique des campagnols situe les foyers de population en zone périphérique. A partir de ces constatations, on peut penser qu'il n'existe pas à proprement parler de cycle urbain à Pontarlier. Le parasite réalise son cycle préférentiellement en zone périurbaine. La densité humaine dans ces secteurs est moins importante qu'en ville mais les activités qui y sont pratiquées présentent beaucoup plus de risques pour la contamination. Il s'agit des sites de loisirs de la population urbaine, on y trouve des aires de pique-niques et de détente, des jardins, des lieux de promenades fréquentés par les animaux domestiques, voir certain endroit de collecte de végétaux (pissenlits, fruits des bois, champignons…). Les multiples voies de contamination existantes assurent un risque de contamination non négligeable dans ces secteurs très fréquentés par les citadins. Dans l'étude sur Pontarlier, l'absence d'un cycle réellement urbain ne signifie pas que le parasite y soit forcément absent il peut y être apporté ponctuellement par les renards dont la présence est, à présent, confirmée dans et tout autour de la ville. Les résultats des analyses confirmeront cette hypothèse.

Les modalités de transmission à l'homme ne sont pas encore bien connues. Cette étude épidémiologique doit apporter des renseignements sur le parasite en général, et plus spécifiquement sur le milieu urbain. L'étude du taux d'infestation et de sa localisation devrait permettre de mieux le connaître et ainsi mettre en place des méthodes de prophylaxie adaptées. Il ne faut cependant pas oublier que le premier moyen de lutte est la sensibilisation et l'information du public. Des efforts sont faits dans ce sens par la distribution de notes et de brochures.

Bibliographie

ACHA, P.N. (co-responsable) **; SZYFRES, Boris** (co responsable)**.** *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux* .Paris : Office internationale des épizooties, 1982. chapitre sur l'échinococcose, p. 528-542. ISBN : 92-9044-144-X

ARTOIS MARC. *Le renard roux (Vulpes vulpes* Linaeus, 1758). Nort sur Erdre : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, 1989. 90 p. ISBN : 2-905216-19-0

BANG P., DALHSTRÖM P. *Guide des traces d'animaux :* les indices de présences de la faune sauvage. Paris : Delachaux et Niestlé, 1999. 264 p. ISBN : 2-603-01173-1

BOUCHER J.-M., VUITTON D., CLIQUET F. Echinococcose alvéolaire : une zoonose en extension. *Le point Vétérinaire*, 2001, n°220, p. 46-49

BRESSON-HADNI S, BARTHOLOMOT B, MIGUET J.P, MANTION G ET VUITTON D.A. L'échinococcose alvéolaire hépatique. *Hépato-Gastro*, 1997, n°2, vol.4, p.151-164.

BRESSON-HADNI S., VUITTON D.A. Echinococcoses. *La revue du praticien* 2001.51, p. 2091-2092

CASSIER P., *et al.* *Le parasitisme :* un équilibre dynamique. Paris : Masson, 1998. 366 p. ISBN : 2-225-82920-9

CONTAT F.,. *Contribution à l'étude épidémiologique de l'échinococcose alvéolaire en Haute-Savoie. Etude hystologique des lésions*. Thèse vétérinaire : Université Claude Bernard. Lyon, 1984. 190 p.

CONTESSE P., HEGGLIN D., GLOOR S., BONTADINA F., DEPLAZES P., The diet of urban foxes (*Vulpes vulpes*) and the avaibility of anthropogenic food in the city of Zurich, Switzerland. 2003, *Mammalian biology*, p. 81-95.

DEPLAZES P., ECKERT J. Veterinary aspects of alveolar echinococcosis – a zoonosis of public health significance. *Veterinary Parasitology*, 2001. 98, p. 65-87.

DEPLAZES P., GLOOR G., STIEGER C., HEGGLIN D. Urban transmission of *Echinococcus multilocularis. IOS press*, 2002, p. 287-297

DEPLAZES P., HEGGLIN D., GLOOR S., ROMIG T. Wilderness in the city : the urbanization of *Echinococcus multilocularis. TRENDS in Parasitology*. 2004, vol 20, n°2, p. 77-84

DELATTRE P., PASCAL M., LE PESTEUR M.H, GIRAUDOUX P., DAMANGE J.P. Caractéristiques écologiques et épidémiologiques de *l'Echinococcus multilocularis* au cours d'un cycle complet des populations d'un hôte intermédiaire (*Microtus arvalis*). *Canadian Journal of Zoology*, 1988. 66 (12), p.2740-2750.

DEUTZ A., FUCHS K., LASSNIG H., HINTERDORFER F. prevalence of *E. multilocularis* in foxes in Styria taking into consideration biometrical methods. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.*, 108, 11, p 408-411

DONCASTER C.P., MACDONALD D.W.,. Activity patterns and interactions of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Oxford city. *Journal of Zoology, London*, 1997. 241 p. 73-87.

ECKERT, GEMMELL, MESLIN & PAWLOWSKI (eds), *WHO/OIE Manual on Echinococcosis in Humans* : a public health problem of global concern. 2001, 295 p. ISBN 92-9044-522-X

GIRAUDOUX P., *Utilisation de l'espace par les hôtes du taenia multiloculaire (E. multilocularis) : conséquences épidémiologiques.* Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 1991. 106 p.

GIRAUDOUX P., DELLATRE P., HABERT M., QUERE J.P., DEBLAY S., DEFAUT R., DUHAMEL R, MOISSENET M.F., SALVI D. ET TRUCHETET D. Population dynamics of fossorial water vole (*Arvicola terrestris* scherman): a land usage and landscape perspective. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 1997. 66, p.47-60.

GIRAUDOUX P., DELATTRE P., TAKAHASHI K., RAOUL F., QUERE J.P, CRAIG P. et VUITTON D., 2002. Transmission ecology of *Echinococcus multilocularis* in wildlife : what can be learned from comparative studies and multi-scale approaches? Dans: **Craig P. et Pawlowski** (éds.), Cestode zoonoses : Echinococcosis and Cysticercosis. An emergent and global problem. NATO Science series, vol.341, IOS press: p.251-266.

GUITTON J-S., Utilisation *de l'espace par le Renard roux (Vulpes vulpes) dans la ville de Nantes*. Thèse de Doctorat Vétérinaire : Nantes. 2003, 110p.

GLOOR S., BONTADINA F., HEGGLIN D., DEPLAZES P., BREITENMOSER U. The rise of urban fox population in Switzerland. *Mamm. Biol*., 2001. 66, p. 155-164.

GOTTSCHECK Déborah, *recherche et proposition de moyen de controle sur le terrain.* Mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur en agriculture de l'E.S.I.T.P.A, 2002. 56 p.

GRISOT L., *Contribution à l'étude épidémiologique de l'échinococcose multiloculaire dans le Doubs*. Thèse Vétérinaire : Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 1990. 136p.

HARRIS S. An estimation of the number of foxes (*Vulpes vulpes*) in the city of Bristol, and some possible factors affecting their distribution. *Journal of applied Ecology*, 1981. 18, p. 455-465.

HARRIS S., The food of suburban foxes (*Vulpes vulpes*), with special reference to London. *Mammal Rev*., 1981(b). 11 (4), p. 151-168

HARRIS S., BAKER P. *Urban foxes* 2nd ed°, 2001, Whittet Books (Hill fram), 152p.

HEGGLIN D., WARD PI., DEPLAZES P. Anthelmintic baiting of foxes against urban contamination with *Echinococcus multilocularis. Emerging infectious diseases*, 2003, vol 9, n°10, p1266-1272

HOFER S., GLOOR S., MULLER U., MATHIS A., HEGGLIN D., DEPLAZES P. High prevalence of *Echinococcus multilocularis* in urban red foxes (*Vulpes vulpes)* and voles *(Arvicola terrestris)* in the city of Zürich, Switzerland. *Parasitology*, 2000, vol 120, n°Pt2, p.135-142

HORTON J., Albendazole for the treatment of echinococcosis. *Blackwell Publishing Fundamental and Clinical Pharmacoloogy*, 2003. 17, p. 205-212

LE LOUARN H., SAINT GIRONS M.-C. *Les rongeurs de France :* faunistique et Biologie. Paris : Institut National de la Recherche Agronomique, 1977. 159 p. ISBN : 2-85340-080-8

MEIA JS. *Le Renard*. Paris : Delachaux et Niestlé, 2003. 180p.

MORISHIMA Y., TSUDAKA H., NONAKA N., OKU Y., KAMYA M., Coproantigen survey for *Echinococcus multilocularis* prevalence in red foxes in Hokkaido, Japan. *Parasitology International*, 1999. 48, p. 121-134.

PETAVY A-F., L'échinococcose alvéolaire est-elle une maladie émergente? *Bull. Acad. Natle. Méd.*, 1999, 183, n°7, p. 413-1420.

RAOUL F. *Ecologie de la transmission d'Echinococcus multilocularis chez le renard dans l'est de la France : dépendance au paysage et à la relation proie- prédateur ?* Thèse pour obtenir le grade de docteur universitaire, université de Franche-Comté, 2001, 164 p.

RAOUL F., MICHELAT D., ORDINAIRE M., DECOTE Y., AUBERT M., DELATTRE P., DEPLAZES P., GIRAUDOUX P., *Echinococcus multilocularis :* secondary poisoning of fox population during a vole outbreack reduces environnemental contamination in a high endemicity area. *International journal for parasitology,* 2003. 33, p. 945-954.

ROMIG T., *et al.* Bekämpfung von *Echinococcus multilocularis* in einem Hochendemiegebiet Süddentschlands, 1999. dans Deplazes *et al.* 2003.

RICHOMME C., *Etude du renard roux, Vulpes vulpes, dans la ville de Nantes : régime alimentaire et helminthologie intestinale.* Thèse de Doctorat vétérinaire : faculté de médecine de Nantes, 2002. 89 p.

SIGAUD Fabienne, *L'échinococcose alvéolaire en milieu urbain : définition d'une stratégie d'étude au travers de l'exemple de l'agglomération d'Annemasse.* Thèse de Doctorat vétérinaire : université Claude-Bernard Lyon I, 2003. 108 p.

STIEGER C., HEGGLIN D., SCHWARZENBACH G., MATHIS A., DEPLAZES P. Spatial and temporal aspects of urban transmission of *Echinococcus multilocularis. Parasitology*, 2002, vol 124, p. 631-640

THEVENOT Catherine, *L'Entente Interdépartementale de Lutte contre la Rage et les autres Zoonoses : son histoire, ses actions.* Thèse de Doctorat vétérinaire : faculté de médecine de Créteil, 2003, 145 p.

VUITTON D.A., BRESSON-HADNI S., LAROCHE L., KAISERLIAN D., GUERRET-STOCKER S., BRESSON J.L. ET GILLET M. 1990. La réponse immune cellulaire au cours de l'infection humaine par *Echinococcus multilocularis*. 1990. M.CD – HE, 19, n°4: p.30-32.

WHITE P.C.L., SAUNDERS G., HARRIS S., Spatio-temporal patterns of home range use by foxes *(Vulpes vulpes*) in urban environments. *Journal of Animal Ecology*, 1996. 65, p. 121-125.

Autres documents consultés :

FREDON. *Campagnol terrestre ; livret d'informations*. Document réalisé par l'équipe technique de la FREDON, 2003. 20 p.

Liste des annexes

Annexe 1 : autorisation de piégeage

Annexe 2 : articles de presse

Annexe 3 : questionnaire

Annexe 4 : fiche de ramassage des fèces

Annexe 5 : fiche utilisée pour les comptages

Annexe 6 : fiche utilisée pour le radiopistage

Annexe 7 : fiche utilisée pour les transects

Annexe 8 : fiche de capture des renards

Annexe 1 : autorisation de piégeage

PREFECTURE DU DOUBS
DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET
Seref/E.Girod

REPUBLIQUE FRANÇAISE

Arrêté DDAF n° 2004-1405-02846

LE PREFET DE LA REGION DE FRANCHE-COMTE
PREFET DU DOUBS
Chevalier de la Légion d'Honneur
Officier de l'Ordre national du Mérite

Autorisation de capture et de relâchés de renards à des fins scientifiques

Vu le Code de l'Environnement et notamment l'article R.224-14 ;

Vu l'arrêté ministériel du 1er août 1986 modifié relatif à divers procédés de chasse, de destruction des animaux nuisibles et à la reprise du gibier vivant dans un but de repeuplement, notamment en son article 11 bis ;

Vu la demande de l'Entente Interdépartementale de Lutte contre la Rage et autres Zoonoses ;

Vu les avis de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage et de la Fédération départementale des chasseurs ;

Sur proposition de M. le Directeur départemental de l'agriculture et de la forêt ;

ARRETE

Article 1. Dans le cadre d'une étude sur l'épidémiologie de l'echinococcose, une autorisation de capture non définitive à des fins scientifiques, à l'aide de cages-pièges ou de collet à arrêtoir est accordée aux personnes suivantes :

- Michel PETITE domicilié à Pontarlier (25)
- Stéphanie FAVIER domiciliée à Damevlevières (54)
- Benoît COMBES, domicilié à Nancy (54)
- Vincent RATON , domicilié à Champagnole (39)
- Déborah GOTTSCHECK, domiciliée à Lemainville (54)

Cette étude a pour objectif le suivi des déplacements des renards.

Article 2. Les animaux seront équipés d'un collier émetteur et relâchés sur place. Les renardeaux seront marqués à l'oreille.

Article 3. Cette autorisation est valable de la date du présent arrêté au 31 décembre 2004

Article 4. Le directeur départemental de l'agriculture et de la forêt et tous les agents chargés de la police de la chasse sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté

BESANÇON, le 14 mai 2004
Pour le préfet et par délégation,
Pour le directeur départemental
de l'agriculture et de la forêt,

Signé :
François JANEX

Copie certifiée conforme à l'original,
Le chef de service,

François JANEX

Annexe 2 : articles de presse

- Article paru dans l'est républicain le 23 avril 2004 :

Sus aux renards et aux campagnols !

Afin de lutter contre l'echinococcose alvéolaire, une équipe de scientifiques étudie cette faune dans la zone pontissalienne.

La France est parvenue à se débarrasser de la rage. Trente-trois ans auront été nécessaires pour éradiquer cette maladie.

Reste encore un large front ouvert à une époque où les maladies animales semblent en continuelle expansion.

Au premier rang de celles-ci, l'echinococcose alvéolaire. « *Il s'agit d'une maladie parasitaire rare, mais potentiellement grave, voire mortelle sans traitement. On l'appelle aussi taenia du renard.*

L'homme peu être contaminé en ingérant des œufs du parasite. Ils existent dans les excréments des carnivores et sur les végétaux et baies sauvages accessibles aux renards et aux chiens et souillés par leurs déjections », souligne Benoît Combes, directeur de l'Entente interdépartementale de lutte contre la rage et zoonoses (ERZ).

Deux cent soixante cas en France

L'ERZ est un établissement public qui travaille sur 39 départements du grand Est, en étroite collaboration avec les géographes de l'UMR-CNRS Théma de l'Université de Franche-Comté et l'AFSSA Nancy.

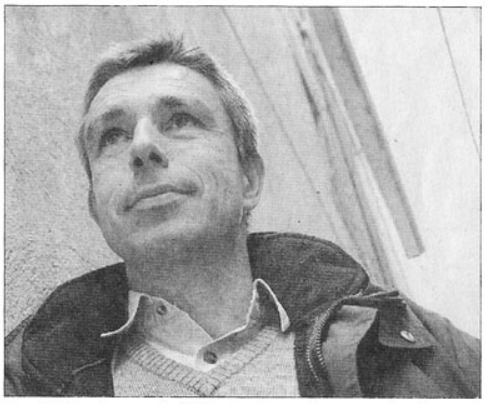
Ils viennent de lancer une opération d'envergure dans plusieurs zones sensibles. Le Doubs et sa frange rurbaine - Pontarlier et les communes limitrophes- en sont d'ailleurs des foyers endémiques.

Quelques chiffres parlent d'eux-mêmes. Entre 1982 et 2000, 564 cas humains d'echinococcose alvéolaire ont été recensés en Europe, dont 260 pour la France, où l'on compte de 10 à 15 nouveaux cas par an.

« *Le principal réservoir de cette maladie est le renard, sans oublier les campagnols qui en sont le garde-manger.*

Or, depuis quelques années, le renard est en constante progression dans les zones urbaines, c'est pour toutes ces raisons que nous avons choisi Pontarlier comme zone test. »

Le renard est le réservoir principal de la maladie.



Benoît Combes : « Il a fallu trente années pour éradiquer la rage en France. Concernant l'echinococcose alvéolaire, nous n'en sommes encore qu'au début. »

Les zones de contagion

L'équipe, constituée de Vincent Ration, ingénieur stagiaire, de bénévoles et personnels de la ville de Pontarlier a pour mission de cartographier les zones où l'animal rode.

Comptage de nuit, recherche des terriers, voire des traces laissées au sol, l'essentiel de la mission passe principalement par le ramassage des déjections de l'animal qui sont étudiées par la suite.

Dans quelques mois, la cartographie devrait permettre d'identifier les principales zones de contagion.

Pour trouver des solutions à son éradication, « *d'autres études sont en cours, en particulier immunologiques* ».

On sait seulement « *que la solution ne passera pas par la destruction massive des renards des villes, d'autres prendraient leur place. Si la destruction des campagnols réduit l'infestation des prédateurs, il est encore difficile d'évaluer son impact à long terme* ».

La lutte continue donc.

Damien MARTINEZ

Les Pontissaliens et habitants des communes avoisinantes peuvent venir en aide aux chercheurs en faisant part de leurs remarques éventuelles aux services de la ville.

Echinoqui ! Echinoquoi !

● Quelques conseils pour esquiver la maladie. Dans les zones connues de transmission, il faut éviter de consommer des baies sauvages, porter des gants pour les travaux en plein air et se laver les mains après ces travaux ou après avoir toiletté son animal de compagnie.

In ne faut pas oublier de cuire les aliments provenant des champs, des forêts ou des jardins potentiellement accessibles aux renards.

● Le conseil régional de Franche-Comté a édité une plaquette gratuite à destination du grand public : « *Du renard au pissenlit, l'échinoqui ! Du pissenlit au campagnol, l'échinoquoi !* »

● Site Internet : www. ententeragezoonoses. net

- Erratum paru dans l'est républicain suite à l'article précédent :

Défendre les renards

Le titre de notre article « *sus aux renards* » dans l'édition d'hier a troublé les défenseurs de l'environnement, qui défendent aussi le renard. Ils ne le considèrent pas comme un animal nuisible. Au contraire, ce prédateur leur paraît utile à la régulation des surpopulations de campagnols. En quoi les écologistes sont d'accord avec le contenu de l'article.

- Article paru dans la presse pontisalienne du mois de mai 2004

- Article rédigé par l'ERZ paru dans le journal communal : "Pontarlier votre ville" (numéro d'août-septembre-octobre 2004)

SANTÉ En lien avec l'échinococcose alvéolaire

Lancement d'une étude sur le renard urbain

Basée en Lorraine, l'Entente interdépartementale de lutte contre la Rage et autres Zoonoses (E.R.Z.) lutte contre les maladies transmises à l'homme par les animaux. Elle s'intéresse à l'échinococcose alvéolaire et entreprend une étude sur le renard urbain sur le secteur de Pontarlier.

La prévention de l'échinococcose alvéolaire signifie-t-elle l'élimination systématique des renards en zone urbaine ? *"Non,* rassure immédiatement Benoît Combes, le directeur de l'E.R.Z. *On sait que les renards en zone rurale sont 2 à 3 fois plus infestés par ce ténia que ceux en zone urbaine. Ça ne servirait à rien de les éliminer car ils seraient remplacés par des individus encore plus à risques."*

Établissement public interdépartemental, l'E.R.Z. a été créé en 1973 à la demande de plusieurs départements pour mettre au point une méthode de lutte contre la rage. Il regroupe aujourd'hui 39 départements sur le Grand Est. La rage ayant disparu du territoire national en 1998, l'E.R.Z. a réorienté son action sur une autre zoonose, l'échinococcose alvéolaire, maladie parasitaire transmise par un ténia qui infecte les renards et les campagnols.

Le Doubs est l'un des départements les plus concernés. En 2001-2002, il y avait 270 personnes atteintes en France dont 170 en Franche-Comté. On enregistre entre 10 à 15 nouveaux cas chaque année. En 2003, l'équipe de terrain de l'E.R.Z. étudie le renard urbain sur l'agglomération d'Annemasse en Haute-Savoie. *"On travaille avec les acteurs locaux concernés par la faune sauvage : chasseurs, lieutenant de louveterie, piégeurs, O.N.C."*

Les animaux capturés seront équipés de colliers-émetteurs.

Une campagne de la même envergure est lancée depuis mars 2004 sur Pontarlier et les communes de la C.C.L. L'objectif est double. Il consiste à établir la cartographie de la présence du parasite en France. *"On va recueillir 6 000 crottes de renard sur les 39 départements. On sait qu'il y en avait déjà 10 sur 39 qui étaient touchés. Avec les prochains résultats, on pourra procéder à un nouvel état des lieux."*

Ce projet de cartographie est mené en partenariat avec l'A.F.S.S.A. Nancy et l'Université de Franche-Comté. Ce travail de terrain servira également à élaborer des stratégies de contrôle, notamment par rapport aux zones de pullulations de campagnols. Vincent Raton, élève ingénieur en agriculture, prospecte toute la zone d'étude. Il recherche des indices de présence, ramasse des fèces, localise les terriers, récolte le maximum d'informations sur les lieux de passage ou de vie des renards. Cette première étape servira à définir les zones où seront ensuite, d'ici quelques semaines, piégés les renards.

Vincent Raton, élève-ingénieur prospecte toute la zone d'étude.

"On utilisera soit des cages pièges ou des collets à arrêtoir. Les animaux capturés seront équipés de colliers-émetteurs, de façon à pouvoir suivre leurs déplacements par radio-pistage. On ramasse aussi les cadavres. Si une personne en trouve, elle peut contacter un piégeur au 03 81 39 07 31." ■

F.C.

Quelques recommandations

- Ne touchez jamais un animal sauvage
- Vermifugez vos chiens et chats avec la molécule de praziquantel
- Ne laissez pas vos animaux lécher vos mains, votre vaisselle ou pire, votre visage
- Privilégier la cuisson des fruits et des plantes sauvages
- Rincez abondamment les baies sauvages
- Lavez-vous les mains après manipulation de terre

Le renard à Pontarlier : une cohabitation délicate à contrôler !

Une étude sur le renard urbain et périurbain a démarré cette année à Pontarlier. Cette étude est réalisée par L'ERZ : Entente interdépartementale de lutte contre la Rage et autres Zoonoses (maladies transmissibles des animaux à l'homme). L'ERZ est un établissement public interdépartemental situé à Malzéville (54). Il a été créé en 1973 pour éliminer la rage en France. Depuis 2000, une fois cette mission réalisée, l'ERZ a décidé de travailler sur une autre zoonose d'importance : l'échinococcose alvéolaire, maladie parasitaire transmise à l'homme par le renard. La première étape fut d'établir la localisation du parasite sur les 39 départements adhérents à l'ERZ.

Désormais l'ERZ tente d'évaluer le rôle du renard dans le risque de contamination humaine par Echinococcus multilocularis en ville et en périphérie. C'est une étude épidémiologique complète qui a commencé sur Annemasse (74) et se poursuit à présent sur Pontarlier.

Déroulement de l'étude :

L'appellation "renard urbain" désigne en fait tous les renards qui vivent dans le périmètre des communes de la communauté de Pontarlier.

L'étude débute par un important travail de prospection pour déterminer tous les indices de présence du renard : coulées, terriers, fèces, cadavres... Ce travail s'appuie également sur les témoignages et les connaissances des riverains. L'ERZ est d'ailleurs en attente de toutes informations que pourraient lui transmettre les habitants de la Communauté de Communes. Il suffit de contacter Vincent Raton, élève ingénieur chargé du début de l'étude au 06.11.09.30.68.

La collecte des fèces de renard est effectuée en ville et à proximité. Ces crottes seront ensuite analysées pour déterminer le taux d'infestation du renard. Il serait intéressant aussi pour l'ERZ de récolter un maximum de cadavres de renards *morts accidentellement* afin d'en effectuer directement l'analyse. Si un cadavre de renard est trouvé, il faut repérer son emplacement, éviter de le toucher, et contacter si possible Monsieur Michel Petite, piégeur à Pontarlier, au 03.81.39.07.31.

Des comptages de nuit sont réalisés 1 à 2 fois par mois pour déterminer la densité de population des renards pontissaliens. Il est donc possible de voir passer une voiture éclairant les bords de routes à la recherche de renards. Une fois le terrain bien connu, des renards vont être piégés et équipés de colliers émetteurs pour pouvoir suivre leurs déplacements par radio pistage. Ce suivi permettra de déterminer les domaines de vie des renards, et ainsi connaître les lieux de fréquentation communs avec l'homme.

Cette étude va durer jusqu'au moins 2006. Elle nécessite une coopération importante entre de nombreux organisme (Fédération de Chasse, Office National de la Chasse, Communauté de Communes, piégeurs, lieutenant de louveterie...) et également de la part des riverains. L'objectif, à terme, est la rédaction de plans de risque et la perspective de maîtriser le parasite en ville par la recherche et l'essai de méthodes de contrôle adaptées.

Contact :
Bureau de l'ERZ : 03.83.29.07.79
Benoît Combes, Directeur : 06.07.68.56.64
Vincent Raton, Elève ingénieur : 06.11.09.30.68

Annexe 3 : questionnaire

QUESTIONNAIRE SUR LA PRESENCE DE RENARDS AUTOUR, ET DANS PONTARLIER

I. Présentation de l'étude :

Cette étude a comme objectif d'estimer l'impact de la présence du renard en ville sur le risque de contamination humaine par *Echinoccocus multilocularis* (parasite responsable de l'Echinoccocose alvéolaire) afin d'envisager des méthodes de contrôle adaptées à ce milieu particulier. Pour ce faire il va falloir effectuer le suivi comportemental de renards urbains équipés de colliers émetteurs.

La première phase, qui permettra ensuite de piéger les renards, consiste à prospecter la ville de Pontarlier et ses alentours pour déterminer les signes de présence de renards. C'est dans cette optique que ce questionnaire nous permet d'obtenir des informations sur les renards, et ainsi d'orienter nos recherches.

L'objectif est aussi de ramasser le maximum de crottes de renard en ville et en périphérie qui seront par la suite analysées afin de voir si celles-ci sont parasitées. Le dernier point reste la collecte de cadavres pour la réalisation d'autopsies et la mise en évidence intestinale du parasite.

Entente **R**age et **Z**oonoses (ERZ)
Domaine de Pixérécourt – BP 43
54220 Malzéville
Tél : 03 83 29 07 79 / Fax : 03 83 20 93 28
Site Internet : www.ententeragezoonoses.com

II. Questionnaire :

1) **Avez-vous déjà observé des renards autour et dans Pontarlier?**
   Si oui ➔ remplir le tableau : Observation de renard, et répondre aux questions suivantes
   Si non ➔ répondre uniquement aux questions et si possible nous contacter si vous en observez

2) **Avez-vous déjà vu des traces de présence de renard ? (Certitude de l'observation : -, +/-, +)**

☐ Terriers (…) ☐ Fèces (…)
☐ Coulées, passages (…) ☐ Poubelles fouillées (…)
☐ Autres : ....

3) **Connaissez-vous des personnes ayant vu ou eu des problèmes avec des renards ?**

Nom et coordonnées (si possible) de la personne : .....
.....
Nature de l'observation (date, lieu, contexte…) : .....
.....

4) **Connaissez-vous des lieux propices à l'installation et à la vie de renard ? Pouvez vous les localiser sur la carte jointe ?**

.....
.....
.....

III Identification de la personne interrogée

Nom : ……. Prénom : ……
Profession : (si elle est en rapport avec la rencontre des renards) ……..
Adresse : ……..
……..
Tél : ……..

Questionnaire fourni par : ……..
Date de réponse : ……..

Domaine de Pixérécourt – BP 43
54220 Malzéville
Tél : 03 83 29 07 79 / Fax : 03 83 20 93 28
Site Internet : www.ententeragezoonoses.com

Observation de renards :	***Exemple : renard 0***	**Renard 1**	**Renard 2**	**Renard 3**	**Renard 4**
Où ? (rue, route + identification sur la carte)	*Rue des Lavaux (Pontarlier)*				
Quand ?	*Janvier 2004,* *21h ou début soirée*				
Comment / Contexte ?	*- Déplacement à pied, voiture, autre…* *- Cadre professionnel* *- Proche habitation*				
Aspect du renard ?	*Si mort* ➔ *écrasé, naturel, empoisonné* *Si vivant* ➔ voir lignes suivantes				
Activité du renard ?	*Déplacement, chasse, fouille dans poubelle*				
Réaction du renard ?	*Fuite, intéressé, impassible*				
Remarques :					

Annexe 4 : fiche de ramassage des fèces

DATE	COMMUNE	HABITAT	STRUCTURE	FRAIS	UTM*1000		REM
					X	Y	

Annexe 5 : fiche utilisée pour les comptages

FICHE DE TIR DE NUIT ET DE COMPTAGE

Entente Interdépartementale de Lutte Contre la Rage.

Laboratoire d'Etude sur la Rage C.N.E.V.A.

Office National de la Chasse.

- Remplir une fiche pour chaque sortie, même si aucun animal n'a été vu.
- Retourner cette fiche à l'Entente Interdépartementale de lutte contre la Rage B.P. 43 54220 - MALZEVILLE

Département: _____ **Date de la nuit**: du _____ 200 _ au _____

de __ h __ à __ h __

Kilomètres parcourus au cours de l'opération de tir de nuit. ☐

Communes: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

Cantons: n° I.N.S.E.E.: _____ _____ _____ _____

Noms des tireurs:
1) **Garde de l'O.N.C.**: Grade: _____ Nom: _____
2) **Garde de l'O.N.C.**: Grade: _____ Nom: _____
3) **Tireurs (autres que garde de l'O.N.C.)**:

a) _____ b) _____

Autres personnes présentes: Noms & Qualités: _____

Conditions Climatiques

Temps pluvieux: ○ Forte pluie: ○ Temps clair: ○ Ciel couvert: ○
Brouillard: ○ Brume: ○ Vent fort: ○ Vent faible: ○
Neige au sol: ○ Chutes de neige: ○ Pleine lune: ○ Température: ___ °C (environ)

ANIMAUX VUS	ANIMAUX TIRES parmi animaux vus	ANIMAUX TUES parmi animaux vus
Renards: ___	___	Nombre total: ___ **Adultes**: ___ ♂ ___ ♀ **Jeunes**: ___ ♂ ___ ♀
Chiens errants: __	___	___
Chats errants: __	___	___

Autres espèces: Indiquer le nombre d'animaux vus (par espèce) au cours de la sortie

●): _____ ●): _____ ●): _____ ●): _____
●): _____ ●): _____ ●): _____ ●): _____
●): _____ ●): _____ ●): _____ ●): _____

Annexe 6 : fiche utilisée pour le radiopistage

POINTAGE	DATE	HEURE	Lambert II étendu		ACTIVITE	SITES	METEO	REMARQUE
			X	Y				

Annexe 7 : fiche utilisée pour les transects

Date : Place : Length (map) :

UTM coordinates Tile : North/South : East/West :

Form number

Mat.	Parcels	Dist		Mat.	Parcels	Dist	

Remarks

© Réseau Populations et paysage

(communication personnelle ; F. Raoul)

Annexe 8 : fiche de capture des renards

Nom	**Bertine**				**Numéro de capture**	1
Fréquence d'émission	146.045		**Collier**	/		
Boucle	Couleur	Rouge	Numéro	130	Oreille	Gauche
Sexe	F		**Poids**	6 kg		
Capture	Date	20/07/04	Site	Charpillot	Piégeur	S. Favier
Remarques	Bon état général, pas de prélèvement de fèces (ampoule rectale vide)					

Nom	**Jumie**				**Numéro de capture**	2
Fréquence d'émission	146.103		**Collier**	/		
Boucle	Couleur	Orange	Numéro	179	Oreille	Gauche
Sexe	F		**Poids**	4,5 kg		
Capture	Date	21/07/04	Site	Centre équestre	Piégeur	S. Favier
Remarques	Jeune renarde, bonne santé, pas de prélèvement de fèces (ampoule rectale vide)					

Nom	**La Foudre**				**Numéro de capture**	3
Fréquence d'émission	146.434		**Collier**	/		
Boucle	Couleur	/	Numéro	/	Oreille	/
Sexe	F		**Poids**	3,5 kg		
Capture	Date	22/07/04	Site	La Rotonde	Piégeur	S. Favier
Remarques	Jeune renarde, bonne santé, pas de prélèvement de fèces (ampoule rectale vide)					

Liste des figures

Figure 1 : cycle de développement d'*E.* multilocularis ..... - 8 -
Figure 2 : cycle évolutif du parasite ..... - 8 -
Figure 3 : cycle d'*E. multilocularis* ..... - 9 -
Figure 4 : représentation schématique des différents cycles épidémiologiques d'*E. m.* ..... - 9 -
Figure 5 : le concept de filtre ..... - 11 -
Figure 6 : facteurs biologiques influençant la transmission d'*E. multilocularis* ..... - 13 -
Figure 7 : distinction entre les empreintes de renard et de chien ..... - 40 -
Figure 8 : différentes empreintes de taille comparable au renard ..... - 40 -
Figure 9 : pistes du renard à différentes allures ..... - 40 -
Figure 10 : fèces de quelques mammifères ..... - 40 -
Figure 11 : pelote de rejection de quelques rapaces. ..... - 43 -
Figure 12 : protocole de ramassage des fèces de renard ..... - 44 -
Figure 13 : schéma des galeries de micromammifères. ..... - 54 -
Figure 14 : évolution de la surface du domaine de vie de Bertine en fonction du nombre de sites observés. ..... - 63 -
Figure 15 : évolution de la surface du domaine de vie de Jumie en fonction du nombre de sites observés. ..... - 64 -
Figure 16 : évolution de la surface du domaine de vie de La Foudre en fonction du nombre de sites observés. ..... - 65 -
Figure 17 : variogrammes. ..... - 65 -

Liste des cartes

Carte 1 : départements adhérents à l'Entente Rage et Zoonoses. ..... - 2 -
Carte 2 : distribution géographique mondiale approximative d'*E. multilocularis*. ..... - 10 -
Carte 3 : évolution de la distribution géographique européenne connue d'*E. m.*. ..... - 10 -
Carte 4 : répartition des cas humain d'échinococcose alvéolaire en France. ..... - 14 -
Carte 5 : placettes de ramassage en zone rurale. ..... - 50 -
Carte 6 : zone d'étude urbaine et les territoires communaux concernés. ..... - 56 -
Carte 7 : les différents milieux de la zone d'étude urbaine. ..... - 56 -
Carte 8 : secteurs fréquentés par la population humaine. ..... - 59 -
Carte 9 : répartition des terriers sur la zone urbaine. ..... - 60 -
Carte 10 : répartition des fèces prélevées en milieu urbain. ..... - 60 -
Carte 11 : répartition des renards observés en comptage de nuit. ..... - 61 -
Carte 12 : les secteurs piégés et les sites de captures des renards. ..... - 62 -
Carte 13 : domaine de vie de Bertine. ..... - 63 -
Carte 14 : domaine de vie de Jumie ..... - 64 -
Carte 15 : domaine de vie de La Foudre ..... - 65 -
Carte 16 : courbe de tendance de la présence des campagnols terrestre. ..... - 68 -
Carte 17 : estimation de la présence des campagnols terrestres par krigeage. ..... - 69 -
Carte 18 : courbe de tendance de la présence des campagnols des champs. ..... - 68 -
Carte 19 : présence des campagnols et des renards. ..... - 70 -
Carte 20 : carte de risque zoonotique ..... - 70 -
Carte 21 : placettes urbaines de ramassage des fèces. ..... - 74 -

Liste des photos

Photo 1 : œuf d'échinocoque. - 7 -
Photo 2 : protoscolex isolé à partir du foie d'un rongeur (*Microtus arvalis).* - 7 -
Photo 3 : structure alvéolaire d'*E. multilocularis* sur le foie d'un *Microtus arvalis.* - 7 -
Photo 4 : vers adulte d'*E. multilocularis.* - 7 -
Photo 5 : structure alvéolaire d'*E. multilocularis* au sein d'un foie humain. - 15 -
Photo 6 : aspect macroscopique à la coupe de l'échinococcose alvéolaire. - 15 -
Photo 7 : coulée de renard. - 41 -
Photo 8 : entrée d'un terrier de renard. - 41 -
Photo 9 : déblais accumulés à l'entrée d'un terrier de renard. - 41 -
Photo 10 : latrine à côté d'un terrier de blaireau - 41 -
Photo 11 : passage de renard sous un grillage avec présence de poils. - 42 -
Photo 12 : déchet plastique mordillé. - 42 -
Photo 13 : fèces de renard. - 42 -
Photo 14 : décontamination des échantillons à -80°C. - 44 -
Photo 15 : disposition d'une cage fauve. - 46 -
Photo 16 : disposition d'une cage à renardeaux. - 46 -
Photo 17 : mise en place d'un collet à arrêtoir. - 47 -
Photo 18 : gueule de renard bloquée. - 47 -
Photo 19 : mise en place du collier émetteur. - 47 -
Photo 20 : collier émetteur. - 48 -
Photo 21 : matériel de suivi : récepteur et antennes externes. - 48 -
Photo 22 : suivi télémétrique. - 49 -
Photo 23 : manipulation des plaques ELISA. - 51 -
Photo 24 : prélèvement d'un intestin de renard. - 52 -
Photo 25 : tumulus de campagnol terrestre. - 54 -
Photo 26 : galerie de campagnol des champs. - 54 -
Photo 27 : une des zones de jardin ouvrier collectif. - 57 -
Photo 28 : aire de pique-nique avec fèces de renard à proximité. - 58 -
Photo 29 : renard venant chercher de la nourriture. - 59 -
Photo 30 : Bertine. - 63 -
Photo 31 : Jumie. - 64 -
Photo 32 : La Foudre. - 65 -

Liste des tableaux

Tableau I : comptages de nuit réalisés en zone périurbaine. - 61 -
Tableau II : comptages de nuit réalisés en zone rurale. - 61 -
Tableau III : répartition des rongeurs en fonction du milieu. - 68 -

Confidentiel : non

Auteur : RATON Vincent **Année :** 2004

Pôle ou secteur :

L'ECHINOCOCCOSE ALVEOLAIRE EN MILIEU URBAIN : mise en place d'une étude épidémiologique sur la ville de Pontarlier

ALVEOLAR ECHINOCOCCOSIS IN URBAN AREA : installation of an epidemiologic study around the city of Pontarlier

Mots-clés : zoonoses, *Echinococcus multilocularis*, renard, urbain, *Arvicola, Microtus*

Key-words : zoonosis, *Echinococcus multilocularis*, fox, urban, *Arvicola, Microtus*

Résumé :
L'échinococcose alvéolaire est une maladie rare mais mortelle. Les mécanismes de transmission du parasite (*E. multilocularis*) et les moyens de traitements ne sont pas encore bien connus. En France, son cycle fait intervenir principalement le renard roux (*Vulpes vulpes*) comme hôte principal, et deux espèces de campagnol (*Arvicola terrestris* et *Microtus arvalis*) en tant qu'hôte intermédiaire. Suite à la disparition de la rage et de leurs prédateurs naturels les populations vulpines ont augmenté. Le renard, animal opportuniste et généraliste, a ainsi colonisé les milieux urbains. La proximité avec la population humaine amène à se demander quel est le risque de contamination pour l'homme. C'est à partir de cette interrogation que l'ERZ réalise des études épidémiologiques en milieu urbain. Ce mémoire présente la mise en place d'une de ces études sur la ville de Pontarlier. L'objectif de l'étude est de connaître la présence des hôtes et du parasite afin d'établir des cartes de risques zoonotiques, et d'envisager ultérieurement des méthodes de contrôle du parasite. Les moyens mis en place sont la recherche des indices de présence (renard et campagnol), le suivi comportemental de renards par radiopistage, l'analyse de fèces de renard récoltées sur la zone à l'aide du Copro-test ELISA. Actuellement plus de 200 échantillons sont en attente d'analyses et 3 renards sont suivis. Une première carte superposant les zones d'activités communes à l'homme, au parasite et à ses hôtes, montre que les sites les plus à risques pour l'homme se situent en zone périurbaine.

Summary :
Alveolar echinococcosis is a rare and deadly disease. The methods of transmission of the parasite (*E. multilocularis*) and the various treatments are still unknown. In France, the parasite's definitive host is the red fox (*Vulpes vulpes*), as well as being carried by two species of field voles (*Arvicola terrestris* and *Microtus arvalis*), which are intermediate hosts. Fox population has increased during the last ten years because of the dissipation of rabies and of their natural predators. The fox, which is an opportunist, has colonized the urban environment. The proximity to the human population brings to question the risk of contamination for humans. From this question, the ERZ has been ledding studies about the importance of parasite's epidemiology in urban environments. These one show the different steps of one study that is being carried on Pontarlier. The aim of this study is to quantify the presence of hosts and parasite in order to identify risk areas, and to consider parasite control methods in urban environment. The means introduced by this study are: the research of the location desease clues on fox and voles, the behavioural follow-up of foxes by radiotracking and the copro test ELISA analysis of fox feces collected within the zone. Currently, more than 200 samples are waiting for analyses and 3 foxes are spoted by radiotracking. A first cartography of the risk zone shows that the highest risk sites for men are in urban periphery.

Nombre total de volumes : 1
Nombre de pages du document principal : 78

Le demandeur :
Entente de Lutte contre la rage et autres Zoonoses (ERZ)