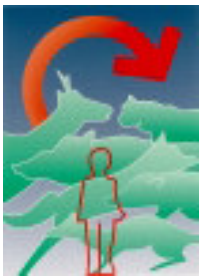
e i l

Ecole d'ingénieurs de Lullier



Entente Rage et Zoonose

(ERZ)

Evaluation de l'efficacité du ciblage d'une campagne de traitement vermifuge sur une population de renards urbains

Etude menée sur les agglomérations d'Annemasse (74) et de Pontarlier (25) France

Novembre 2006

Filière :
Gestion de la Nature

Professeur responsable :
Benoît Combes, directeur ERZ

Diplômant :
Sébastien Comte

Responsable de l'encadrement :
Claude Fischer, professeur EIL

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères au Président, M. Laurent, pour m'avoir accueilli au sein de l'Entente Rage et Zoonoses.

Un grand merci à M. Combes, mon professeur responsable, pour son soutien et ses conseils avisés pour la réalisation de ce travail.

Merci à Claude Fischer pour ses conseils, ses remarques et surtout pour m'avoir présenté M. Combes et l'ERZ.

Mes remerciements s'adressent aussi à tout le personnel de l'Entente, Vincent, Stéphanie et Déborah pour leur aide sur le terrain et pour l'accueil qu'ils m'ont offert.

Merci à Jean-Philippe Petit pour les conseils et les tuyaux concernant les affûts.

Ce travail n'aurait pas été possible sans la disponibilité et la sympathie de Fridolin Zimmermann du KORA, merci beaucoup.

Enfin, merci à tous, amis et famille, pour m'avoir soutenu durant ce travail.

Liste des abréviations

2C2A : Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

Apu : Placette Annemasse périurbain

ASA : American Standard Association

Au : Placette Annemasse urbain

CCL : Communauté de Communes du Larmont

EA : Echinococcose Alvéolaire

ED : Effective Dose

EIDLCR : Entente Interdépartementale De Lutte Contre la Rage

EIL : Ecole d'Ingénieurs de Lullier

***E.m.* :** *Echinococcus multilocularis* L.

***E. multilocularis* :** *Echinococcus multilocularis* L.

ERZ : Entente Rage et Zoonoses

ELISA : Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

FHSR : Fièvre Hémorragique à Syndrome Rénal

GPS : Global Positioning System

IFP: Integriertes Fuchsprojekt

KORA : Koordinierten Forschungsprojekten zur Erhaltung und zum Management der Raubtiere in der Schweiz (Projets de Recherche Coordonnés pour la Conservation et la Gestion des Prédateurs en Suisse)

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

PCR : Polymerase Chain Reaction

Pu : Placette Pontarlier urbain

Ppu : Placette Pontarlier périurbain

Tables et Index

Index des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des consommations entre les appâts intacts et fondus.

Tableau 2 : Synthèse des consommations par placette.

Tableau 3 : Echantillons des consommations finales.

Tableau 4 : Synthèse des photos prises par les pièges.

Tableau 5 : Classement des espèces photographiées.

Index des figures

Figure 1 : Cycle épidémiologique du parasite *Echinococcus multilocularis* L.

Figure 2 : Différents types de cycles du ver échinocoque.

Figure 3 : Planification des campagnes annuelles.

Figure 4 : Méthode initiale de distribution des appâts.

Figure 5 : Déroulement du suivi des appâts.

Figure 6 : Schéma de pose d'un piège photographique.

Index des graphiques

Graphique 1 : Comparaison des placettes urbaines et périurbaines pour la campagne du mois d'août 2006

Graphique 2 : Comparaison des placettes urbaines et périurbaines pour la campagne du mois de septembre 2006

Graphique 3a-d : Comparaison de la consommation entre les campagnes d'août et de septembre 2006 sur chaque placette test.

Graphique 4 : Comparaison de la consommation entre Annemasse et Pontarlier sur les placettes urbaines

Graphique 5 : Comparaison de la consommation entre Annemasse et Pontarlier sur les placettes périurbaines

Graphique 6 : Dynamique de consommation moyenne pour le traitement vermifuge.

Index des cartes

Carte 1 : Départements adhérant à l'ERZ.

Carte 2 : Aire de répartition du ver échinocoque (*E. multilocularis* L.).

Carte 3 : Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne.

Carte 4 : Communauté de Communes du Larmont.

Carte 5 : Distribution des appâts sur la placette **Ppu**.

Index des photos

Photo 1 : Renard en ville de Zurich.

Photo 2 : Foie humain atteint d'EA.

Photo 3 : Appât utilisé lors du traitement vermifuge.

Photo 4 : Plaque de test ELISA.

Photo 5 : Fèces de renard sur une aire de pique-nique.

Photo 6 : Marquage d'appâts avec du ruban rouge et blanc.

Photo 7 : Piège photographique de type Cam Trakker.

Photo 8 : Appâts fondus.

Photo 9 : Date et heure inscrites sur les photos.

Photo 10 : Renard en fuite.

Table des matières

1 Introduction 1

1.1 Cadre du travail 1

1.2 ERZ 1

1.3 Echinococcose alvéolaire 3

1.3.1 Situation actuelle 3

1.3.2 Cycles épidémiologiques 3

1.4 Renard urbain 5

1.4.1 Habitat et lieux de vie 6

1.4.2 Régime alimentaire 7

1.4.3 Renard urbain et échinococcose alvéolaire 8

1.5 Prophylaxie 8

1.5.1 Chez le renard 8

1.5.2 Chez les carnivores domestiques 8

1.5.3 Chez l'homme 9

2 Campagne de traitement vermifuge de l'ERZ 10

2.1 Enjeu 10

2.2 Périmètre d'étude 10

2.2.1 Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne (2C2A) 11

2.2.2 Communauté de Communes du Larmont (CCL) 12

2.3 Méthodologie 13

2.3.1 Planification des campagnes 13

2.3.2 Distribution des appâts 15

2.3.3 Suivi de la prévalence de *E. multilocularis* 16

3 Evaluation du traitement vermifuge 17

3.1 Objectifs 17

3.2 Méthodologie 17

3.2.1 Choix des placettes tests 17

3.2.2 Suivi de la consommation des appâts 18

3.2.3 Ciblage du traitement sur les renards 19

3.3 Résultats 21

3.3.1 Suivi de la consommation des appâts 21

3.3.2 Ciblage du traitement sur les renards 29

4 Discussion 30

4.1 Suivi de la consommation 30

4.2 Ciblage du traitement sur les renards 32

5 Propositions d'amélioration 33
5.1 Amélioration de la méthode d'évaluation des campagnes 33
5.2 Amélioration de la méthode de vermifugation 34
6 Conclusion 35
7 Références bibliographiques 36
7.1 Publications 36
7.2 Sites Internet 38
8 Annexes 39
8.1 Annexe 1 40
8.2 Annexe 2 43
8.3 Annexe 3 45
8.4 Annexe 4 48
8.5 Annexe 5 51
8.6 Annexe 6 56
8.7 Annexe 7 58

Résumé

L'échinococcose alvéolaire (EA) est une zoonose provoquée par un petit cestode *Echinococcus multilocularis* L. Son cycle dixène passe par un petit rongeur (campagnol ou mulot) puis termine sa course dans l'intestin des renards. Or, depuis que l'épidémie de rage a été stoppée en Europe, les populations vulpines voient leurs effectifs exploser. En parallèle, l'espace à disposition diminue irrémédiablement avec l'urbanisation croissante. Ces deux phénomènes couplés ont induit une adaptation du comportement de certains renards qui ont su trouver abris et nourriture au sein des villes. Cette proximité avec l'homme pose certains problèmes sanitaires notamment concernant l'EA.

Dans le but de lutter contre cette maladie, l'ERZ a mené plusieurs études sur les agglomérations d'Annemasse et de Pontarlier. Au vu des résultats inquiétants, elle a décidé de mettre en œuvre un traitement vermifuge afin de faire chuter le taux de prévalence du parasite. A raison de cinq campagnes par années sur trois ans, l'ERZ va distribuer manuellement plus de 20'000 doses de praziquantel, seule molécule réellement efficace pour lutter contre *E.m.*

Afin de s'assurer que les populations de renards urbains soient bien ciblées, une évaluation des deux premières campagnes de traitement a été effectuée. La consommation des appâts a été suivie sur des placettes tests et des pièges photographiques ont été posés afin de connaître le cortège spécifique attiré par le vermifuge. Les résultats montrent que non seulement la majorité des appâts disparaît dans un temps relativement court, mais surtout que la majorité est bien consommée par les renards. La méthode utilisée s'avère donc être efficace.

1 Introduction

1.1 Cadre du travail

Ce travail répond à une demande faite par l'Entente Rage et Zoonoses. Donnant suite à des études menées sur l'échinococcose alvéolaire depuis 2001, l'ERZ a décidé de prendre les devants sur le parasite et de chercher un moyen de traiter les populations vulpines. L'effort cible deux agglomérations françaises situées en zone de forte endémie, à savoir Annemasse (74) et Pontarlier (25). En s'appuyant sur des études menées en Suisse et en Allemagne, le choix du traitement s'est porté sur la distribution manuelle d'appâts contenant une dose de vermifuge, du praziquantel.

La méthode de distribution étant expérimentale, il faut s'assurer que le traitement cible effectivement les renards. Pour ce faire, l'ERZ a pris en stage un étudiant suisse de l'Ecole d'Ingénieurs de Lullier à Genève, lui proposant d'en faire son travail de diplôme. Le but étant de s'assurer du ciblage du traitement sur le renard, il ne sera pas question, dans ce rapport, de l'efficacité de la vermifugation concernant la prévalence du parasite.

1.2 ERZ

Créée en 1973, l'Entente Rage et Zoonoses est une collectivité publique regroupant aujourd'hui 41 départements (cf. Carte 1) recouvrant près de la moitié du territoire français à l'est et au nord. Cet établissement, créé alors que l'épidémie de rage était en plein essor, est né de la volonté commune des Conseils Régionaux de 7 départements ainsi que du Docteur Andral, alors Directeur du Centre d'Études et de Recherches sur la Rage et la Pathologie des Animaux Sauvages (LERRPAS), aujourd'hui Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments de Nancy (AFSSA).

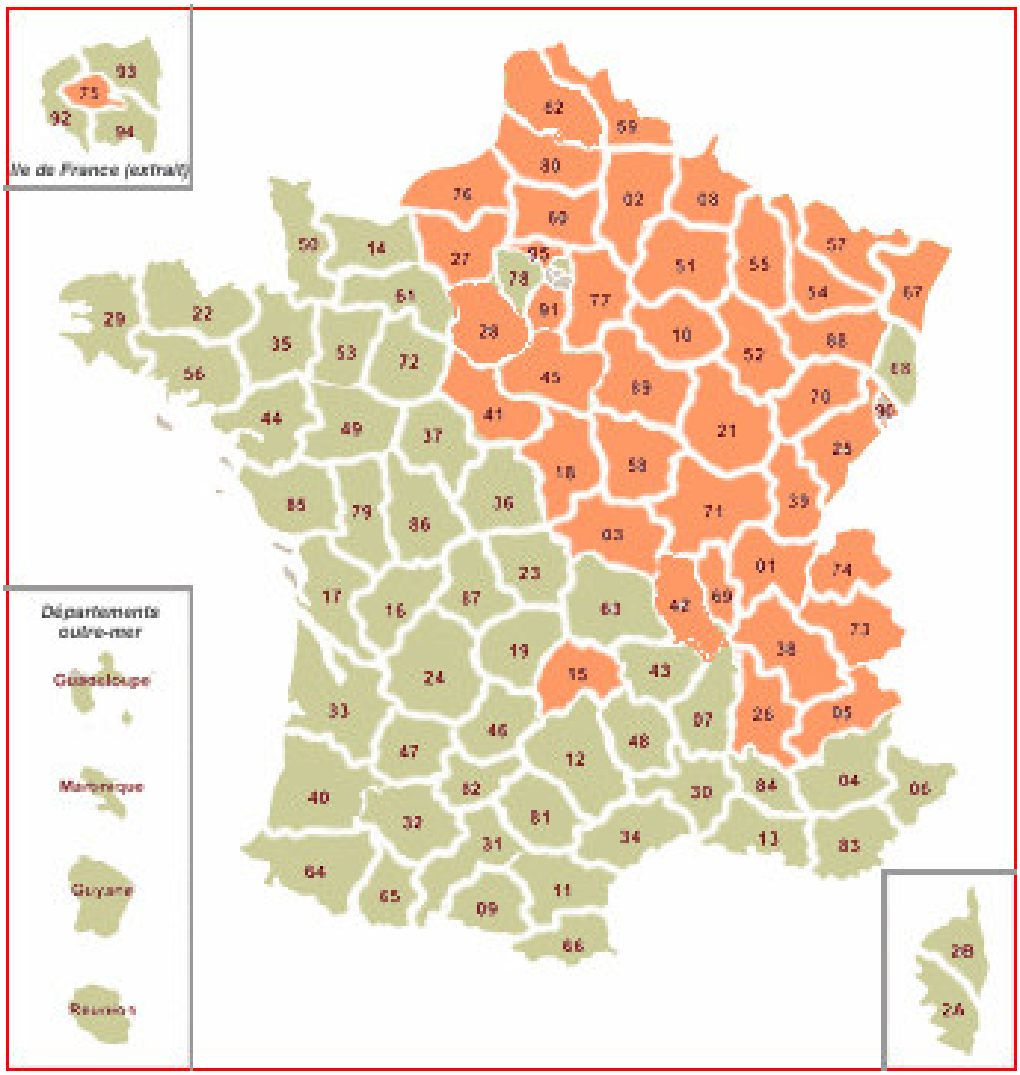
La première mission de l'Entente Interdépartementale de Lutte Contre la Rage (EIDLCR) fut la mise en place de mesures de prophylaxie afin de lutter contre l'épidémie de la rage. L'association des départements induisant une mise en commun des ressources a permis de prendre des mesures efficaces à grande échelle. Tellement efficace d'ailleurs qu'en 2001, la France a été décrétée indemne de rage.

Afin de ne pas perdre le potentiel de l'Entente, il a été décidé d'élargir son domaine d'action à d'autres zoonoses comme l'Echinococcose alvéolaire (EA) ou la Fièvre Hémorragique à Syndrome Rénal (FHSR). Depuis 2001, l'accent est principalement mis sur l'étude de l'EA.

Les mission de l'ERZ sont :

- De coordonner, d'harmoniser et d'uniformiser entre ses adhérents les différentes mesures mises en oeuvre dans le cadre des actions de prophylaxie contre la rage définies à l'échelon ministériel.
- De mettre au point et de tester de nouvelles méthodes de prophylaxie, de former les personnels chargés de les appliquer.
- De concourir à l'information du public dans tous les départements adhérents (réalisation et financement de campagnes d'affichage, de courts métrages, etc.).
- D'apporter son concours et/ou de réaliser des études sur les populations d'animaux vecteurs de rage ou d'autres maladies (échinococcose) ainsi que toute étude entreprise ayant pour but une meilleure connaissance de leur propagation et des techniques de prophylaxie.
- De fournir aux départements adhérents divers matériels de prophylaxie.

<u>Carte 1</u> : Départements adhérant à l'ERZ.



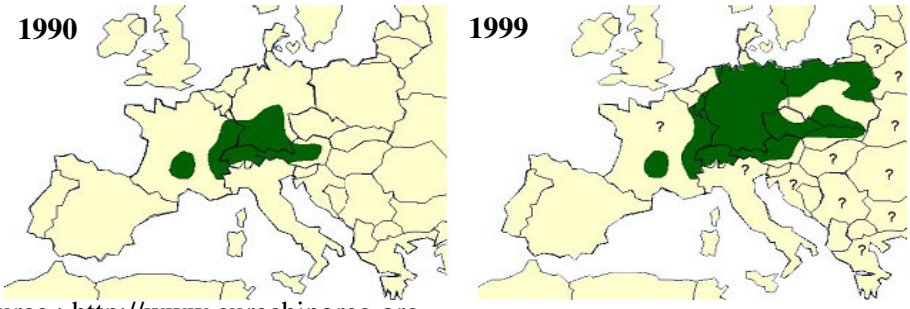
Source : ERZ

1.3 Echinococcose alvéolaire

1.3.1 Situation actuelle

L'échinococcose alvéolaire (EA) est une zoonose dont l'agent infectieux est un cestode de petite taille (<7mm) : *Echinococcus multilocularis* L. Originaire du grand nord, cette maladie s'est petit à petit adaptée à des conditions plus tempérées. La majeure partie de l'Europe du nord (à l'exception de la Grande Bretagne) est actuellement atteinte. L'aire de répartition connue de ce parasite est en augmentation constante, comme le montre la carte 2. Cependant, cette prolifération n'est pas uniquement liée à une prolifération du ver. L'EA est en effet une zoonose très mal connue, et la situation dans de nombreux pays ou régions (e.g. ouest de la France, pays de l'est) reste à déterminer. Il faut donc s'attendre à une présence du parasite dans des régions considérées comme indemnes jusqu'alors (Romig, 2003).

Carte 2 : Aire de répartition du ver échinocoque (*E. multilocularis* L.).



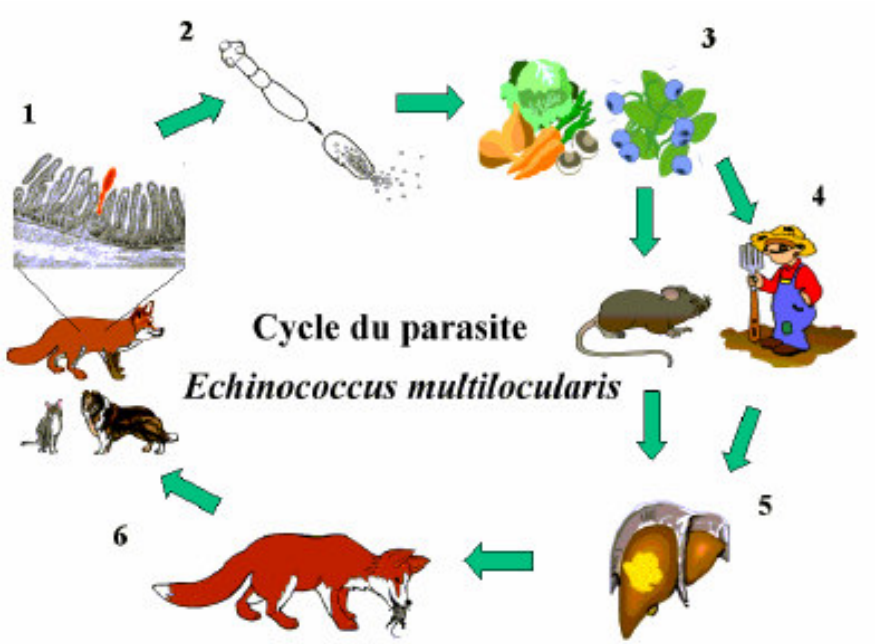
Source : http://www.eurechinoreg.org

Le ver échinocoque n'est pas présent de manière uniforme dans son aire de répartition. Les proportions de renards contaminés, ou prévalence du parasite, passent de <5% à plus de 60% dans les foyers de haute endémie comme par exemple à Zurich où 67% des renards en zone rurale étaient parasités. Les milieux favorables sont ceux présentant des températures basses et un taux d'humidité élevé : en effet, les œufs d'*E.m.* ne supportent ni la chaleur ni la sécheresse. En Europe centrale, les zones les plus favorables se situent donc sur le Jura et les Préalpes du Nord, entre 500 et 900 m. Néanmoins, localement, des foyers endémiques élevés peuvent apparaître ailleurs comme par exemple dans le canton de Genève où, en 2002, la prévalence a atteint les 68% en zone rurale (Fischer *et al.*, 2005).

1.3.2 Cycles épidémiologiques

Le parasite *E. multilocularis* a un cycle de vie dixène, c'est-à-dire passant par deux hôtes successifs (cf. Figure 1). L'hôte principal ou définitif est un membre de la famille des canidés (loup, renard, chien,…), alors que l'hôte intermédiaire est un petit rongeur, principalement un campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* L.) ou des champs (*Microtus arvalis* Pallas). Les vers adultes sont fixés aux parois de l'intestin de l'hôte définitif. A maturité ils expulsent, en même temps que les fèces de l'animal, un sac rempli d'œufs (proglottis). Une fois au sol, les œufs sont éjectés et s'accrochent aux végétaux. Un campagnol passant par là ingère ces œufs, qui vont pouvoir migrer vers le foie de l'animal, afin de se transformer en larves. Elles colonisent rapidement tout l'organe, affaiblissant par là même le rongeur. Malade, le campagnol a plus de chances de se faire manger par un prédateur. Une fois l'hôte intermédiaire consommé, les larves migrent vers l'intestin du renard afin de s'y fixer et de se transformer en ver adulte. Le cycle peut reprendre (Sigaud, 2003).

Figure 1 : Cycle épidémiologique du parasite *Echinococcus multilocularis* L.



Source : Stefan Reuter, Université d'Ulm, Allemagne

Plusieurs types de cycles sont définis en fonction des différents hôtes intervenant. Ils sont au nombre de cinq (cf. Figure 2) :

Le cycle sylvatique

Appelé aussi cycle sauvage, car il ne fait intervenir que la faune sauvage. Ici les œufs sont mangés par un campagnol. Ce dernier est consommé par un renard ou un loup.

Le cycle rural

Dans ce cas, les animaux domestiques comme les chiens ou les chats remplacent les renards dans le rôle d'hôte définitif. Généralement ce cycle est alimenté par des micromammifères issus du cycle sylvatique.

Le cycle domestique

C'est un cas particulier n'impliquant que des animaux domestiques. Les œufs sont ingérés par des souris (*Mus musculus* L.) qui sont par la suite mangées par un chat domestique (*Felis catus* L.).

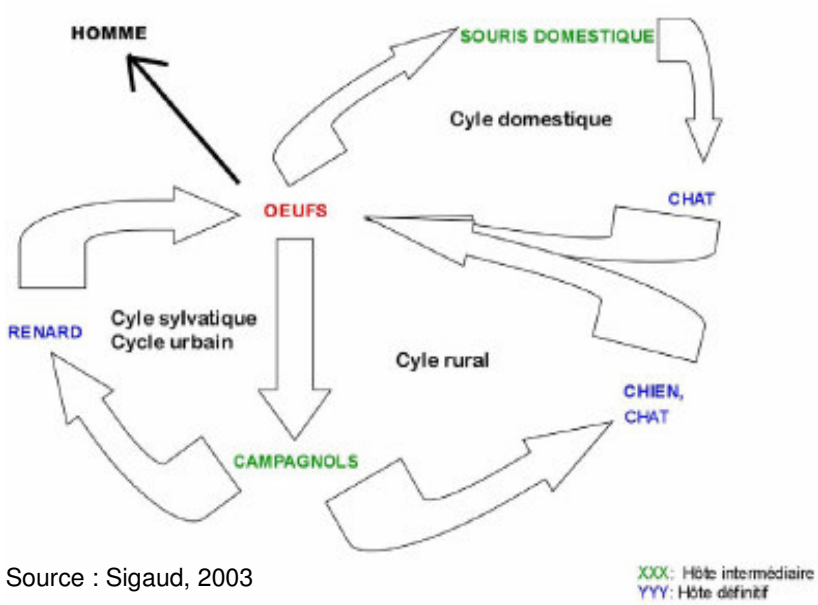
Le cycle urbain

Il s'agit ici d'une adaptation des cycles sylvatiques et ruraux au milieu urbanisé. L'hôte définitif est principalement le renard, mais peut être remplacé occasionnellement par un animal domestique. L'hôte intermédiaire, lui, reste un rongeur. Ce type de cycle est favorisé par une forte densité des populations hôtes, favorisant des contacts plus fréquents. On le retrouve dans des zones fortement habitées.

Le cycle synanthropique

Ce type de cycle existe lorsque l'hôte intermédiaire est remplacé par l'homme. Il s'agit en fait d'un faux cycle, car le foie humain contaminé par *E. multilocularis* n'est jamais mangé par un prédateur. On peut parler ici de cul-de-sac épidémiologique (Sigaud, 2003).

Figure 2 : Différents types de cycles du ver échinocoque.



Source : Sigaud, 2003

Cette classification permet de mieux appréhender les modes de contamination du parasite. Néanmoins, il ne faut pas considérer ces cycles comme indépendants. Comme le montre le schéma ci-dessus, à chaque stade épidémiologique, le cycle peut changer de catégorie.

1.4 Renard urbain

Une étude menée en Suisse (Gloor *et al.*, 2001) a mis en évidence l'adaptation des renards (*Vulpes vulpes* L.) aux conditions anthropiques des grandes agglomérations. Les résultats obtenus montrent que toutes les villes suisses de plus de 20'000 habitants sont colonisées par des populations vulpines, à l'exception de Berne sur le plateau et de Lugano au sud des Alpes. Alors considérés comme des intrus ponctuels, les renards urbains s'avèrent des résidents permanents, effectuant tout leur cycle vital au sein des agglomérations. Certains terriers, notamment à Zurich, ont même été retrouvés en plein centre ville.

Ce phénomène est bien connu en Grande Bretagne où, dès les années 1930, des observations de renards sont rapportées dans les villes. Avec le développement des chemins de fer et du réseau routier, les gens ont commencé à sortir des villes et construire des lotissements de maisons individuelles avec jardin. Les populations de renards vivant dans ces secteurs à faible densité de population n'ont pas fui ; au contraire, ils se sont adaptés aux nouvelles conditions (Teagle, 1967, in : Sigaud, 2003). Depuis ces quartiers résidentiels, ils ont colonisé les villes. Dans les années 1970-80, la densité de renards atteignit même 5 à 6 groupes sociaux par km^2, ce qui fait environ 10-15 individus par km^2 (Harris, 1981 a, in : Raton, 2004).

Le phénomène en Europe continentale, et plus particulièrement en Suisse, est beaucoup plus récent. En effet, les populations vulpines sur le continent ont dû faire face à une grave épidémie de rage dans les années 1970-80. Grâce à des campagnes de vaccinations massives, la rage a été éradiquée en 1984 en Suisse. Dès le début des années 1990, les populations de renards ont vu leur effectif augmenter, dépassant les densités présentes avant l'épidémie. L'apparition des renards en ville coïncide avec cet accroissement. Dans certaines agglomérations, la densité de renards atteint les 10 individus par km^2 (Gloor *et al.*, 2001).

Deux théories sont exprimées pour expliquer le phénomène du renard urbain en Suisse. Pour la première hypothèse, la colonisation des villes est une réponse à l'augmentation de la densité des populations rurales : les renards seraient obligés de trouver de nouveaux territoires « vides » afin de s'établir. Les territoires urbains sont considérés comme sub-optimaux. Ainsi, il n'y a aucune différence tant comportementale que génétique entre les renards des villes et ceux des campagnes. La deuxième hypothèse est que les renards se sont adaptés à l'écosystème urbain. Par conséquent, ils sont capables d'utiliser des ressources propres aux villes telles que les déchets ou les aliments pour animaux domestiques (Gloor *et al*., 2001). Comme expliqué dans les chapitres ci-après (cf. Chapitres 2.3.1 et 2.3.2), la deuxième hypothèse semble la plus pertinente si l'on considère le régime alimentaire et les lieux de repos journalier des renards urbains.

1.4.1 Habitat et lieux de vie

L'habitat des renards est caractérisé par un domaine vital, surface qui est marquée et défendue par un individu ou un groupe social. C'est dans cet espace qu'un individu effectue tout son cycle de vie. Dans un milieu rural, la taille des domaines vitaux varie habituellement entre 100 et 200 ha. Dans les zones résidentielles de Grande Bretagne les surfaces occupées par les groupes sont nettement plus petites, allant de 20 à 50 ha (White *et al*., 1996). Cette tendance est vérifiée par Deplazes *et al.* (2004) concernant la ville de Zurich où la moyenne des domaines vitaux mesurée par radio-pistage est de 23 ha (+/- 22ha) pour les femelles et 31ha (+/- 11ha) pour les mâles. Cette augmentation de la densité due à la réduction de la taille des domaines vitaux traduit la richesse en ressources nutritives des milieux urbains comparés aux milieux ruraux (cf. Chapitre 2.3.2).

Selon l'étude menée par Gloor *et al*. (2001), les renards préfèrent les grandes villes (>20'000 habitants). Cela provient principalement du fait de la présence de banlieues résidentielles plus étendues, offrant un cadre de vie très favorable pour les renards. Il semblerait en effet qu'ils évitent les zones industrielles ou commerciales et les banlieues de type cités locatives où la densité de population est élevée (Harris, 1981 a, in : Sigaud, 2003).

De plus, une étude comparative, menée à Zurich, a permis de définir une différence significative concernant les types d'habitats utilisés par des renards urbains et ruraux (Gloor, 2002 b). Ces derniers privilégient les milieux semi-ouverts comme les prairies, les cultures ou les lisières pour leurs activités nocturnes. Les sites de repos diurnes quant à eux sont majoritairement situés en forêt. Contrairement à leurs cousins de la campagne, les renards citadins utilisent un éventail plus large de structures pour leurs activités. Les seules zones dénigrées sont les secteurs résidentiels de moyenne et forte densité humaine. On retrouve donc des domaines vitaux incluant des friches, des parcs, des cimetières et des jardins privés. Néanmoins, leur utilisation varie dans le temps. La comparaison entre l'utilisation des espaces verts et celle des zones résidentielles à faible densité pendant les deux moitiés de la nuit montre une corrélation inverse avec l'utilisation de ces lieux par l'homme. En effet, la fréquentation des parcs par les renards est plus forte en début de soirée, alors qu'en fin de nuit ce sont les jardins privés qui sont favorisés. Or, les parcs présentent des zones fermées au public pour la nuit, réduisant les nuisances pour les animaux. Parallèlement, l'activité humaine dans les jardins privés est élevée en début de soirée, mais diminue progressivement. Ainsi, dans la seconde moitié de la nuit, les jardins sont des milieux très peu dérangés.

L'organisation spatiale des renards urbains dénote une adaptation du comportement en fonction de l'activité humaine. Elle appuie donc la théorie selon laquelle les renards urbains constituent une population différente de celle de leurs congénères ruraux.

1.4.2 Régime alimentaire

Le régime alimentaire des renards urbains est autant diversifié que celui de leurs cousins ruraux. Ils ont en plus accès à une source de nourriture spécifique provenant de l'homme : poubelles, fruits cultivés et dans les jardins aussi (composts, graines pour oiseaux, aliments pour animaux domestiques, etc.). Tout est bon à prendre. La spécificité du régime des renards urbains se trouve réellement dans les proportions de chaque type d'aliment. A Londres, Harris (1981 b, in : Raton, 2004) a montré que 35% des aliments consommés étaient d'origine anthropique, issus principalement des ordures ménagères (cf. Photo 1).

Photo 1 : Renard en ville de Zurich.

Source : Fabio Bontadina, IFP

Une étude effectuée sur 402 renards de l'agglomération de Zurich a montré un gradient de consommation de nourriture anthropogène entre la campagne et le centre ville (Contesse *et al.*, 2004). Alors que la consommation de fruits cultivés est plus forte en été, aucune différence saisonnière n'est apparue concernant les déchets ménagers. Cela reflète les caractéristiques propres à ce type de nourriture, à savoir une disponibilité constante sur toute l'année et un rapport coût-bénéfices largement positif. On peut dès lors s'attendre à une consommation préférentielle des déchets par rapport notamment aux ressources naturelles moins constantes et plus difficiles à obtenir.

En parallèle, le temps et l'énergie nécessaires pour se nourrir étant plus faibles, les renards peuvent plus facilement concentrer leur activité dans des périodes courtes où la présence humaine est faible. Il leur est ainsi possible de coloniser des milieux dont le taux de dérangement est relativement élevé. A cela s'ajoute le fait que certaines personnes essaient, par le biais du nourrissage, d'entrer en contact avec les renards. Ces derniers développent une tolérance envers l'homme qui facilite d'autant plus la colonisation des centres urbains.

Néanmoins, la situation à Zurich n'est pas encore celle de la Grande Bretagne. En effet, contrairement à leurs cousins d'outre Manche, les renards zurichois n'ont pas eu 60 ans pour s'adapter à l'environnement des villes. Ainsi, ils n'exploitent pas régulièrement les poubelles le long des routes, là où l'activité humaine reste fréquente. Selon Contesse *et al.* (2004), l'abondance de nourriture moins exposée fait que l'adaptation du comportement vers une tolérance accrue de l'activité humaine n'est pas encore un facteur de sélection au sein de la population de renards. L'exploitation de la nourriture anthropique serait en fait inversement proportionnelle à la disponibilité en ressources naturelles.

La capacité des renards à s'adapter est telle qu'il faut s'attendre à une augmentation des effectifs dans les populations vulpines urbaines. La disponibilité alimentaire à Zurich serait suffisante pour accueillir une densité de 26 renards au km^2 (Contesse *et al.*, 2004) alors qu'elle n'est actuellement « que » de 10 individus au km^2 (Gloor, 2002 a).

1.4.3 Renard urbain et échinococcose alvéolaire

Le renard, en pénétrant et en s'installant dans les villes, a malheureusement amené avec lui tous ses parasites. Cela est notamment le cas pour le ver échinocoque (*Echinococcus multilocularis* L.) responsable de l'échinococcose alvéolaire (EA). Or cette maladie, bien que peu fréquente, est grave et entraîne la mort du patient dans plus de 90% des cas non traités. Avec l'augmentation des populations vulpines et leur proximité toujours plus grande avec l'homme, on peut s'attendre à une augmentation des cas d'EA déclarés. Bien que la présence du parasite soit moins importante en ville qu'en campagne, l'apparition d'un cycle épidémiologique totalement urbain augmente le risque d'infection pour l'homme. A cela s'ajoute le fait que les carnivores domestiques (chiens et chats) peuvent jouer le rôle d'hôte définitif et donc contaminer leurs maîtres.

Selon une étude menée dans le canton de Genève en Suisse (Reperant, 2005), le risque de contamination le plus élevé se situe dans les zones périurbaines. C'est dans ces secteurs, caractérisés par une forte présence d'espaces verts, que tous les hôtes potentiels se rencontrent ; l'homme et les animaux domestiques côtoyant les renards et les micromammifères. L'existence de cette ceinture urbaine « à risque » est corroborée par une étude menée sur Annemasse (Haute-Savoie, 74) et Pontarlier (Doubs, 25) pour le compte de l'ERZ[1] (Crouzil, 2005). Par conséquent, il est nécessaire de prendre des mesures afin de limiter les risques de transmission de cette zoonose à l'homme.

1.5 Prophylaxie

1.5.1 Chez le renard

Il est possible de traiter le parasite présent chez le renard. Pour ce faire, on utilise des appâts constitués de protéines animales mélangées avec un vermifuge, le praziquantel. Ce traitement a pour cible les larves et les vers adultes dans l'intestin des hôtes définitifs, il n'a aucun effet sur les œufs déjà produits. Après ingestion d'une dose unique (2,1-10,1 mg/kg), 90% des vers sont tués (ED^2=90) (Eckert, 2001, in : Hanosset, 2004).

1.5.2 Chez les carnivores domestiques

Deux molécules sont utilisables pour lutter contre la forme intestine d'*E. multilocularis* : le praziquantel et l'epsiprantel. Toutes deux ont une efficacité proche des 100%. Néanmoins, l'epsiprantel a une efficacité légèrement supérieure chez le chat que chez le chien. De plus, si elle est utilisée sur le chien, il faut prévoir un rappel dans les 7 jours suivant le traitement. Il arrive en effet fréquemment qu'une charge parasitaire résiduelle persiste. On préférera donc le praziquantel pour vermifuger les canidés (Hanosset, 2004).

Dans tous les cas, un traitement mensuel permet d'éviter toute transmission à l'homme.

[1] Entente rage et Zoonose

[2] Effective Dose

1.5.3 Chez l'homme

Le traitement de la maladie dépend de son stade de développement. Plus vite la maladie est diagnostiquée, plus fortes seront les chances de la vaincre. Deux types de traitements sont envisageables, d'une part une intervention chirurgicale et d'autre part une chimiothérapie.

Lorsque le diagnostic est précoce et que la maladie est confinée au foie (cf. Photo 2), il est possible d'opérer une exérèse partielle ou, dans les cas les plus graves, d'effectuer une greffe hépatique totale.

Photo 2 : Foie humain atteint d'EA.

Source : ERZ

Dans le cas où le patient n'est pas opérable ou que des métastases apparaissent hors du foie (poumon, os, rate,…), le traitement chirurgical n'est pas possible. La seule alternative consiste à suivre une chimiothérapie. Malheureusement ce traitement ne détruit pas les parasites, mais permet de stopper l'avancement de la maladie.

Le moyen le plus efficace pour lutter contre l'échinococcose alvéolaire est de suivre quelques règles de comportement diminuant drastiquement les risques de contamination :

- Ne jamais toucher un renard, même mort.
- Eviter d'ingérer des baies sauvages, des champignons, des pissenlits en zone d'endémie (attention : le rinçage à l'eau courante n'est pas efficace, ni la congélation, le seul moyen de détruire les œufs est la cuisson).
- Vermifuger régulièrement les chiens et chats.
- Ne pas caresser les chiens et chats errants.
- Toujours se laver les mains après avoir fait du jardinage.

2 Campagne de traitement vermifuge de l'ERZ

2.1 Enjeu

Le traitement antihelminthique du renard fait l'objet de plusieurs programmes de recherches en Europe notamment. Il a été montré à Zurich qu'un traitement à l'aide d'appâts contenant du praziquantel est efficace pour des surfaces restreintes, de l'ordre du kilomètre carré, situées en zone de forte endémie (Hegglin, 2003). Néanmoins, vu le coût relativement élevé en main d'œuvre, un traitement à grande échelle (canton, département, pays) est peu envisageable (Gottscheck,2002).

Or, l'adaptation des populations vulpines à l'environnement urbain couplée à une forte volonté des citadins de profiter des espaces verts périurbains semble augmenter le risque de contamination humaine. Ce constat est basé entre autres sur une cartographie des risques de contamination de l'homme effectuée sur les agglomérations d'Annemasse (74) et de Pontarlier (25).

Désireuse de prendre les devants sur le parasite, l'ERZ a décidé de mener une campagne de traitement vermifuge ciblant les populations vulpines urbaines et périurbaines. Le but est de faire diminuer drastiquement le taux de prévalence du parasite chez le renard afin de diminuer le risque de contamination humaine.

2.2 Périmètre d'étude

Depuis 2002, l'ERZ étudie de près les populations vulpines de deux agglomérations françaises de taille modeste, à savoir celles d'Annemasse et de Pontarlier (respectivement 55'000 et 27'000 habitants). Le principal critère lors du choix des sites était la nécessité de se situer en zone de forte endémie. Néanmoins, pour des questions de faisabilité, la taille des villes ne devait pas être trop importante. Finalement, les deux sites devaient permettre une confrontation des résultats et donc présenter un faciès similaire. En cela, les deux communautés de communes ont des superficies suffisamment proches regroupant un noyau construit et une périphérie à caractère plus rural.

2.2.1 Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne (2C2A)

Département : Haute-Savoie (74)

Communes et populations :

74008 Ambilly : 5 811 hab. (1999)

74012 Annemasse : 27 238 hab. (1999)

74118 Etrembières : 1 429 hab. (1999)

74133 Gaillard : 9 949 hab. (1999)

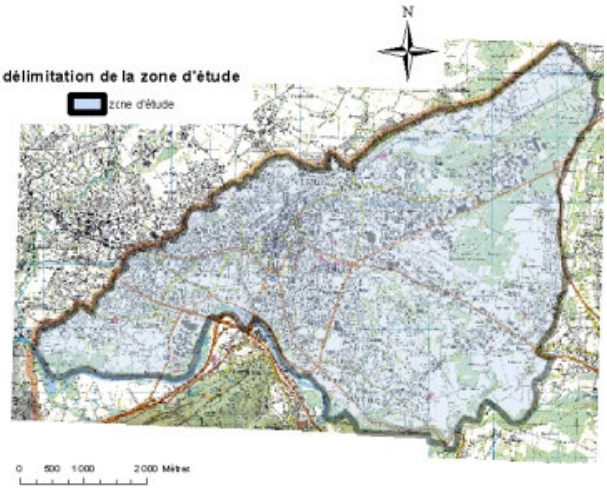
74298 Vétraz-Monthoux : 5 300 hab. (1999)

74305 Ville-la-Grand : 6 983 hab (1999)

Population totale : ~ 55 000 hab.

Carte 3 : Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne.

Source : www.rando-saleve.net



Source : Harle, 2004

Caractéristiques :

La Haute Savoie est considérée comme étant le plus ancien foyer d'EA[3] en France. C'est là que le premier cas de contamination humaine a été découvert. De plus, la 2C2A jouxte la frontière suisse. Or, la proximité du canton de Genève offre plusieurs avantages. En effet, l'EA est bien présente et étudiée dans le bassin genevois. Grâce à une collaboration efficace, dont ce travail fait partie, la connaissance de l'épidémiologie du parasite et surtout des moyens de lutte possibles est grandement favorisée.

[3] Echinococcose alvéolaire

2.2.2 Communauté de Communes du Larmont (CCL)

Département : Doubs (25)

Communes et populations :

25110 Chaffois : 712 hab. (1999)

25157 Cluse et Mijoux (La) : 1 122 hab. (1999)

25201 Dommartin : 492 hab. (1999)

25204 Doubs : 2 261 hab. (1999)

25293 Granges Narboz (Les) : 627 hab. (1999)

25309 Houtaud : 802 hab. (1999)

25462 Pontarlier : 18 357 hab. (1999)

25515 Sainte Colombe : 238 hab. (1999)

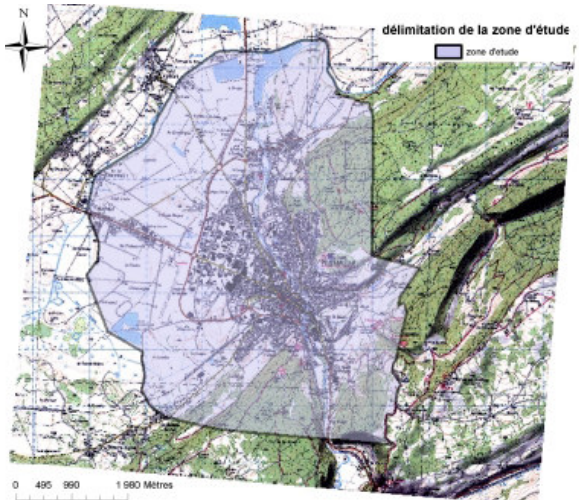
25609 Verrières de Joux (Les) : 355 hab. (1999)

25634 Vuillecin : 524 hab. (1999)

Population totale : ~ 27 000 hab.

Carte 4 : Communauté de Communes du Larmont.

Source : http://thema.univ-fcomte.fr



Source : Harle, 2004

Caractéristiques :

La région de Franche Comté présente la plus forte densité de cas humains d'échinococcose alvéolaire de France. L'agglomération de Pontarlier, située à une altitude d'environ 800m, est bordée d'un côté par les plaines du Haut-Doubs et de l'autre par le massif du Jura. Le climat y est de type continental avec des hivers rigoureux bénéfiques au parasite *E. multilocularis*. De plus, la périphérie de la ville de Pontarlier présente de nombreux aménagements pour l'accueil des citadins (parcours santé, jeux de plein air, délassement, etc.) et donc une accentuation des risques de contamination pour ces derniers.

2.3 Méthodologie

Forte du soutien des départements et des communautés de communes concernées par l'étude, l'ERZ a décidé de mener un traitement vermifuge conséquent afin de faire chuter la prévalence[4] d'*E.m.* au sein des populations vulpines. Se basant sur les études menées en Allemagne et en Suisse principalement, le choix de la méthode s'est porté sur la distribution manuelle d'appâts contenant une dose de praziquantel suffisante pour traiter un renard adulte (50 mg) (cf. Photo 3). La distribution des appâts durera 3 ans, de septembre 2006 à juin 2009. Elle sera répartie en 5 campagnes annuelles pendant lesquelles plus de 1300 appâts seront utilisés.

Photo 3 : Appât utilisé lors du traitement vermifuge

2.3.1 Planification des campagnes

Afin d'optimiser le traitement, les dates des campagnes annuelles de vermifugation ont été planifiées en tenant compte de l'écologie des deux hôtes ainsi que du parasite. Chaque campagne correspond dès lors à un moment-clé du cycle parasitaire (cf. Figure 3).

1er et 2ème traitements : août et septembre

Ces deux campagnes visent principalement les renards subadultes. Ces derniers commencent à s'émanciper et se préparent à la dispersion. Il est donc important de les traiter avant qu'ils n'aillent coloniser de nouveaux territoires. De plus, les individus subadultes sont les plus sensibles au ver échinocoque. C'est dans leurs intestins qu'ont été trouvées les plus fortes charges parasitaires. Concernant le cestode, la période estivale est caractérisée par une résistance minimale des œufs dans la nature, ces derniers ne supportant ni la chaleur, ni la sécheresse. Le risque de recontamination est donc réduit.

3ème traitement : fin décembre – début janvier

Comme le montrent les individus étudiés, les renards urbains sont plutôt sédentaires. Lors de la période de rut, ce sont des individus de l'extérieur, potentiellement plus parasités, qui ont tendance à venir. En vermifugeant à cette période les renards déjà traités une première fois, on évite que ces derniers ne se réinfectent. Cela permet en même temps de traiter les nouveaux individus arrivant à la période du rut. Bien qu'à cette saison les œufs du parasite soient dans leur phase de résistance maximale, le risque de recontamination est faible car les populations de rongeurs sont au minimum de leur effectif et ne constituent qu'une faible part dans le régime alimentaire des canidés.

[4] Taux de renards infectés

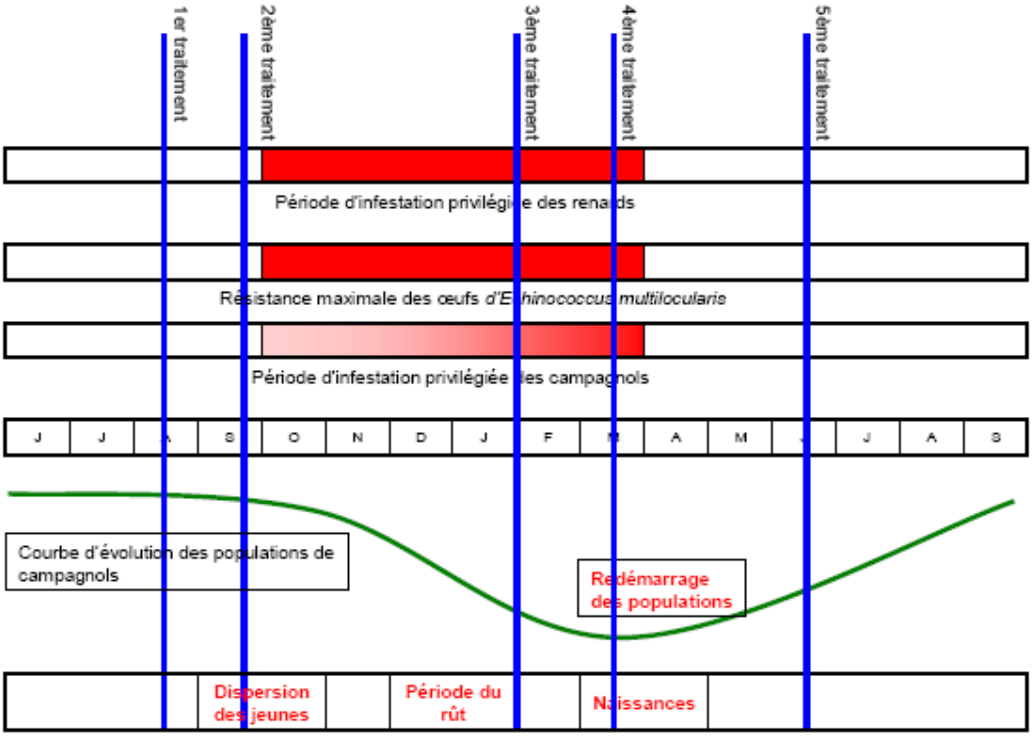
4ème traitement : mars – avril

A cette période, les femelles sont pleines et doivent faire des réserves en vue de la mise bas dans le terrier. Les renards étant opportunistes, ils se nourrissent de la ressource la plus abondante. Or, au printemps, les populations d'hôtes intermédiaires sont en pleine phase de croissance et constituent ainsi un mets de choix pour les renards. A cela s'ajoute le fait que les rongeurs à cette période sont très sensibles au parasite et sont par conséquent fortement susceptibles de transmettre le ver aux populations vulpines.

5ème traitement : juin

Pour cette campagne, l'accent est mis sur les renardeaux qui ne s'éloignent pas encore du terrier familial. Les jeunes étant très sensibles, le risque de contamination est élevé.

Figure 3 : Planification des campagnes annuelles.



Source : Crouzil, 2005

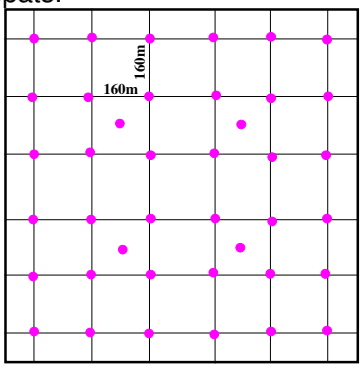
2.3.2 Distribution des appâts

Afin d'assurer une distribution homogène sur toute la superficie des sites d'études, chaque périmètre de vermifugation a été quadrillé avec des mailles de 1km. Ainsi, sur chaque agglomération, des placettes de traitement de 1 km^2 ont été définies. La surface retenue pour chaque site est de 33 km^2 (cf. Annexe 1).

En Allemagne, des études ont montré qu'avec une concentration de 20 appâts au km^2, le traitement était efficace. Néanmoins, ces tests furent menés dans un contexte rural avec une densité de population faible. Or, les populations vulpines urbaines présentent des densités élevées et nécessitent donc un effort de traitement plus intense. A Zurich notamment, les tests furent concluants avec une distribution de 50 appâts par km^2. Pour des questions de mise en œuvre et de budget, l'ERZ a décidé de distribuer 40 appâts par placette de 1 km^2. Par conséquent, lors de chaque campagne de traitement, 1320 appâts seront distribués sur chaque agglomération. A la fin des trois ans de vermifugation, il y aura donc eu près de 20'000 doses de praziquantel distribuées sur chaque site.

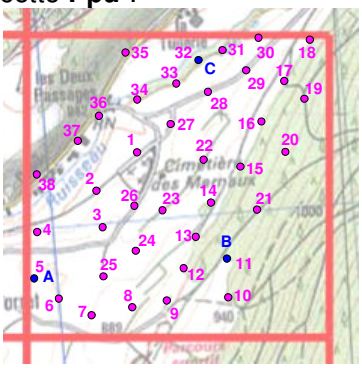
La répartition des appâts au sein d'une placette devait tout d'abord être effectuée de manière régulière. Comme le montre la figure ci-dessous, un quadrillage avec des mailles de 160 m était appliqué sur la zone. Chaque intersection correspondait à la pose d'une tablette. Pour atteindre la densité prévue de 40 appâts par km^2, les quatre dernières tablettes devaient cibler des lieux plus spécifiques aux renards (coulées, terriers,…). Cependant, lors de la première journée de traitement, cette méthode s'est avérée très difficile à mettre en œuvre. Certains points se trouvaient dans des propriétés privées ou sur des bâtiments. De plus, les transects rectilignes se sont avérés impossibles à suivre sur le terrain, notamment à cause de la présence de fourrés et de haies infranchissables.

Figure 4 : Méthode initiale de distribution des appâts.



Placette d'1 km de côté

Carte 5 : Distribution des appâts sur la placette **Ppu**[5].



Placette d'1 km de côté

Une mesure corrective a donc été prise immédiatement. La distribution des appâts s'appuie désormais sur les structures linéaires du paysage comme les lisières, les haies, les clôtures et les chemins. Néanmoins, une répartition aussi homogène que possible reste de mise. Cette méthode présente plusieurs avantages. Le temps nécessaire pour traiter une placette est nettement diminué surtout par l'utilisation possible de la voiture dans les zones urbaines ou le long des routes. De plus, les renards lors de leurs déplacements privilégient les éléments linéaires du paysage. Ils ont donc plus de chance de croiser un appât et de le consommer. L'exemple de répartition ci-dessus permet de mettre en évidence une répartition relativement homogène sur toute la placette.

[5] Placette test Pontarlier périurbaine (voir aussi Chapitre 4.2)

2.3.3 Suivi de la prévalence de *E. multilocularis*

(pas traité dans le cadre de ce travail)

Afin de connaître l'évolution du parasite dans les zones traitées, un suivi de la prévalence est nécessaire. Il existe deux méthodes d'analyse pour déterminer la présence du parasite. La première consiste à analyser en laboratoire les intestins de renards morts accidentellement ou tirés pour l'occasion. Les résultats obtenus sont sûrs et complets, car on peut non seulement déterminer la prévalence, mais aussi le taux d'infestation de chaque individu (nombre de vers adultes dans l'intestin) en fonction du sexe et de l'âge. Par contre, le temps nécessaire pour ces analyses ainsi que leur coût sont très importants. A cela s'ajoute qu'il faudrait prélever un nombre relativement élevé d'individus dans la zone de traitement, ce qui diminuerait les populations tests et amènerait un biais certain aux résultats de la campagne de traitement vermifuge.

La deuxième possibilité, qui a été retenue par l'ERZ, est une analyse des fèces des renards. Les échantillons récoltés sont soumis à un test ELISA[6] afin de déterminer la présence ou l'absence d'anticorps dus à *E. multilocularis* ou *E. granulosus* (cf. Photo 4). Le test n'est en effet pas spécifique. Néanmoins, sa sensibilité permet d'affirmer à 100% qu'un échantillon négatif ne contient aucun parasite. Les échantillons positifs doivent subir une analyse PCR[7] afin de s'assurer qu'il s'agit bien du ver échinocoque. Malgré la nécessité de cette double analyse , la méthode est beaucoup plus simple à mettre en œuvre et surtout beaucoup moins chère que les analyses d'intestins.

Photo 4 : Plaque de test ELISA.

Source : ERZ

Photo 5 : Fèces de renard sur une aire de pique-nique.

Source : Raton, 2004

Le choix de la méthode d'analyse étant fait, un protocole de ramassage des fèces doit être mis au point (cf. Annexe 2). Comme pour la vermifugation, les campagnes de ramassage durent une semaine dans chaque site. Deux campagnes sont prévues chaque année en mai et en octobre. La taille de l'échantillon récolté doit correspondre à un effort possible pour le personnel de terrain dans le laps de temps à disposition. Il a donc été décidé de ramasser 100 fèces réparties dans 20 placettes (cf. Annexe 3). La moitié se trouve en milieu urbain (zone de vermifugation). Elles ont une superficie de 2.25 km^2 (1.5 km x 1.5 km). Les dix autres placettes sont situées en milieu rural entourant l'agglomération. Elles ont une taille de 16 km^2 (4 km x 4 km). Cinq crottes (cf. Photo 5) sont ramassées à l'intérieur de chaque placette. Les placettes rurales serviront de témoin afin de pouvoir suivre l'évolution du parasite dans la zone traitée avec le vermifuge.

---

[6] Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay

[7] Polymerase Chain Reaction

3 Evaluation du traitement vermifuge

3.1 Objectifs

- Suivi de la consommation des appâts :
  - Comparaison de la consommation sur les placettes tests selon trois critères :
    - Placettes : urbaines / périurbaines
    - Campagnes : août / septembre
    - Site d'étude : Annemasse / Pontarlier
  - Détermination d'une dynamique et d'un taux de consommation moyen
- Evaluation du ciblage des appâts sur le renard (*Vulpes vulpes* L.) comparé aux autres espèces susceptibles de s'y intéresser
- Evaluation la proportion de la population de renards traitée par le vermifuge.

3.2 Méthodologie

3.2.1 Choix des placettes tests

Du fait de la durée limitée de ce travail, seules deux campagnes de traitement vermifuge ont pu être suivies. Il s'agit des campagnes du mois d'août et du mois de septembre 2006. Elles ont eu lieu du lundi 31.07.2006 au vendredi 11.08.2006 et du lundi 11.09.2006 au vendredi 22.09.2006. De plus, pour des raisons de temps et de disponibilité en personnel, l'évaluation de la méthode de traitement s'est focalisée sur un échantillon représentatif de placettes. Ce dernier est constitué, sur chacun des deux sites, d'une placette à caractère urbain et d'une placette à caractère périurbain. Ainsi, pour chaque campagne de vermifugation, l'étude a porté sur quatre placettes de 1 km^2 chacune, soit une surface totale de 4 km^2. Chaque placette a été nommée à l'aide d'un code à deux ou trois lettres correspondant à la ville suivie du caractère urbain de la placette (cf. Annexe 1) :

Au : Annemasse urbain ;

Apu : Annemasse périurbain

Pu : Pontarlier urbain ;

Ppu : Pontarlier périurbain

3.2.2 Suivi de la consommation des appâts

Les appâts distribués sur les 4 placettes tests sont situés selon trois procédés. Lors de la distribution, l'emplacement de chaque appât est noté à la main sur une carte au 25'000 agrandie. Un morceau de ruban rouge et blanc est ensuite fixé à proximité afin de faciliter le repérage ultérieur de l'appât (cf. Photos 6). Finalement, la position de chaque tablette est géoréférencée à l'aide d'un GPS[8].

Photo 6 : Marquage d'appâts avec du ruban rouge et blanc.

Chaque appât est muni d'un code de nomenclature constitué de quatre chiffres correspondant au mois et à l'année du traitement, suivi de l'abréviation correspondant à la placette (cf. Chapitre 4.2), et de deux chiffres correspondant au numéro de l'appât à l'intérieur de la placette :

0806-Apu-08 : traitement du mois d'août 2006, Annemasse périurbain, appât n°8

La distribution effective des appâts sur les quatre placettes tests ainsi que leur numérotation est présentée dans l'annexe 4. Au départ, il était prévu de déposer 40 appâts par placette. Cependant, du fait de la configuration du terrain, ce total n'a pas pu être respecté. Le nombre d'appâts réellement distribués sur chaque placette est de : **Au**=39 ; **Apu**=30 ; **Pu**=40 et **Ppu**=38. Ce total ne varie néanmoins pas entre les deux campagnes évaluées. Du fait de cette différence du nombre d'appâts distribués, lorsqu'il sera question de consommation, on parlera du pourcentage d'appâts consommés par rapport au nombre total distribué.

$$C = (n / N) \times 100$$

Où : **C** : consommation

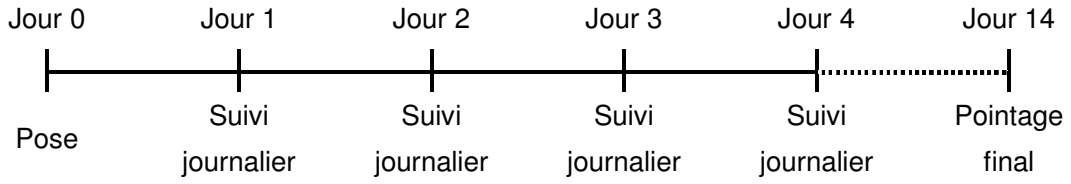
n : nombre d'appâts consommés

N : nombre d'appâts distribués

[8] Global Positioning System

Pour chaque campagne, le suivi s'effectue sur 5 jours. Etant donné que les renards ont une activité plutôt nocturne, le suivi est réellement mené sur 4 nuits. Un dernier pointage est effectué au 14ème jour, soit deux semaines après la distribution (cf. Figure 5). Ce délai correspond à la durée d'efficacité des appâts assurée par le fournisseur, l'entreprise Bayer AG.

Figure 5 : Déroulement du suivi des appâts.

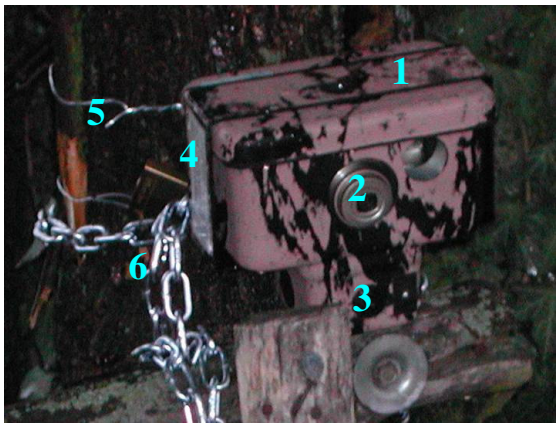


A chaque passage, l'observateur note le statut de l'appât comme suit : 1= consommé ; 2= fondu ; 3= disparu ; 4= non consommé. Il note aussi toute observation relative aux appâts (traces de dent, présence d'invertébrés, appât déplacé,…).

3.2.3 Ciblage du traitement sur les renards

Afin de caractériser le cortège spécifique attiré par les appâts, trois pièges photographiques de type Cam Trakker[9] sont installés sur chaque placette test. Comme le montre la photo ci-dessous, ces pièges sont constitués d'un boîtier étanche et résistant dans lequel est placé un appareil photo argentique. Au bas de chaque boîtier est installé un détecteur de mouvement. Les pièges sont fixés à des arbres à l'aide fil de fer et d'une chaîne munie d'un cadenas pour éviter le vol. Sur chaque boîtier est fixé un mot décrivant l'étude et contenant les numéros de téléphone des personnes responsables.

Photo 7 : Piège photographique de type Cam Trakker.



1 : boîtier étanche

2 : appareil photo argentix

3 : détecteur de mouvement

4 : mot d'information

5 : attache en fil de fer

6 : chaîne et cadenas

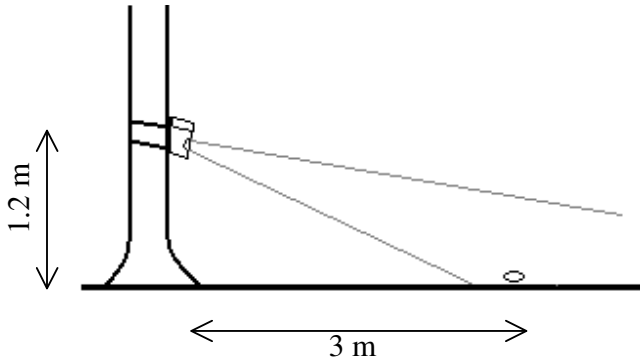
[9] Fournisseur : Camtrak South Inc., Watkinsville, GA30677, USA

Le choix de l'emplacement des pièges photos s'est basé sur deux facteurs :

- La présence de renard est avérée sur l'emplacement soit par des affûts préalables, soit par des témoignages de personnes sûres (piégeurs agréés ou personnel de l'ERZ).
- L'emplacement permet de positionner le piège de telle manière à ce que le flash de l'appareil photo ne soit pas trop visible par les habitants afin d'éviter toute gêne et surtout de minimiser le risque de déprédation.

Afin d'assurer des prises de vues de qualité correcte, les pièges sont placés à une distance minimale de 3 m des appâts et à une hauteur moyenne de 1 m 20 (cf. Figure 6). De plus, comme les pièges fonctionnent en continu de jour comme de nuit, des pellicules 800 ASA[10] sont utilisées.

Figure 6 : Schéma de pose d'un piège photographique.



Etant donné que les photos prises concernent des animaux attirés en théorie par les appâts, les pièges photographiques sont réglés de telle manière qu'après avoir pris une photo, un délai minimum de 5 minutes est respecté avant de prendre un deuxième cliché. Cela évite de prendre plusieurs fois le même individu tournant autour de l'appât. De plus cela permet d'économiser des photos et donc d'assurer un fonctionnement des pièges sur une plus longue durée (les pellicules utilisées ne contenant que 36 poses).

Afin de déterminer avec certitude les espèces consommatrices, les appâts munis de pièges font partie du suivi de la consommation (cf. Chapitre 4.2.1). Lorsqu'un appât a été consommé, il est remplacé par un nouveau dès le matin suivant. Grâce à ce suivi, il est possible de trier les photographies en trois catégories : consommation, passage, autre (photos n'ayant aucune relation avec l'appât).

[10] American Standard Association

3.3 Résultats

3.3.1 Suivi de la consommation des appâts

Lors du suivi des appâts, un phénomène imprévu est apparu. Certains appâts ont en effet fondu. Comme le montrent les photos ci-après, la matrice protéinique a perdu sa structure. Le plus étonnant est qu'il ne semble pas y avoir de lien entre le fait qu'un appât fonde et son lieu de pose. En effet, certains appâts situés à quelques 150 m d'un appât fondu ne présentaient aucun signe de dégradation. Or les conditions d'exposition, d'humidité et de température étaient les mêmes.

Photo 8 : Appâts fondus.

Le problème étant récurrent dans toutes les placettes (64 appâts fondus sur 294 suivis, aucun sur la placette **0806-Au**), il est nécessaire de connaître son impact sur la consommation. Dans ce but, les probabilités de consommation des appâts fondus et des appâts intacts, durant la semaine de suivi journalier, sont comparées. Néanmoins, la dynamique de consommation variant de jour en jour, il est nécessaire de comparer les probabilités en tenant compte du jour, de la campagne et de la placette. Cela est rendu possible par l'utilisation d'un test statistique avec échantillons appariés. Dans ce dernier, seules les différences entre les probabilités de consommation d'un jour donné sur une placette donnée entre les appâts fondus et intacts sont prises en compte. L'hypothèse nulle est que la moyenne des différences est égale à 0 (H_0 : x_d=0). L'hypothèse testée est que la probabilité qu'un appât fondu soit consommé est plus faible que celle d'un appât intact (H_1 : x_d>0), il faut donc utiliser la table de Student (n=27) unilatérale.

Tableau 1 : Comparaison des consommations entre les appâts intacts et fondus.

Placette	Probabilité de consommation		Différence de consommation
	Appâts intacts	Appâts fondus	
0806-Apu-jour2	0.348	0.000	0.348
0806-Apu-jour3	0.250	0.571	-0.321
0806-Apu-jour5	0.250	0.500	-0.250
0806-Pu-jour2	0.350	0.200	0.150
0806-Pu-jour3	0.182	0.222	-0.040
0806-Pu-jour4	0.100	0.000	0.100
0806-Ppu-jour2	0.200	0.000	0.200
0806-Ppu-jour3	0.000	0.222	-0.222
0806-Ppu-jour4	0.071	0.000	0.071
0906-Au-jour2	0.214	0.200	0.014
0906-Au-jour3	0.000	0.200	-0.200
0906-Au-jour4	0.143	0.400	-0.257
0906-Apu-jour2	0.318	0.000	0.318
0906-Apu-jour3	0.143	0.333	-0.190
0906-Apu-jour4	0.091	0.333	-0.242
0906-Pu-jour3	0.222	0.143	0.079
0906-Pu-jour4	0.111	0.091	0.020
0906-Ppu-jour3	0.087	1.000	-0.913
0906-Ppu-jour4	0.211	0.000	0.211
x	0.173	0.232	-0.059
s	0.104	0.256	0.292
s^2	0.011	0.066	0.085
t	-0.860		
$t_{(18;0.95)}$	1.73		
1-β	19%		

La valeur de t trouvée est inférieure à la limite de l'intervalle de confiance à 95% (cf. Tableau 1). Il n'y a donc pas de différence statistiquement significative entre les consommations des appâts fondus et des appâts intacts.

Le tableau 2 reprend les consommations obtenues sur chaque placette. Les deux placettes d'Annemasse du mois d'août furent les premières à être testées. Or, la mise en route d'une étude sur le terrain ayant toujours ses aléas, la pose des appâts sur la placette **Apu** n'a eu lieu que le mardi alors que pour la placette **Au**, il a fallu attendre le mercredi. Les deux jours « blancs » correspondent au samedi, jour pendant lequel le suivi n'a pas pu être effectué pour des raisons personnelles. Néanmoins, le délai de 14 jours par rapport à la distribution a, quant à lui, été respecté.

Tableau 2 : Synthèse des consommations par placette.

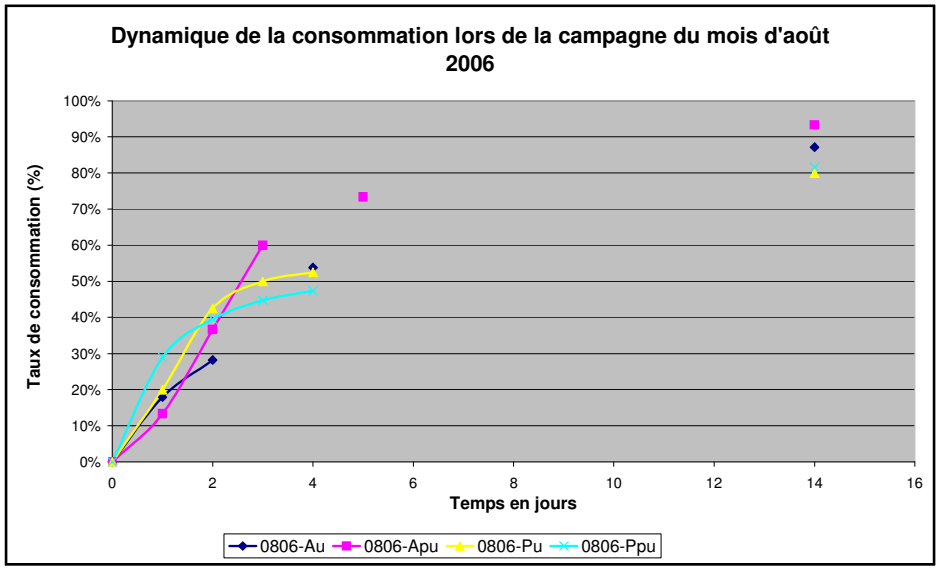
Placettes	Nb. appâts	Jour 0[11]	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 14
0806-Au	39	0 %	18 %	28 %		54 %		87 %
0806-Apu	30	0 %	13 %	37 %	60 %		73 %	93 %
0806-Pu	40	0 %	20 %	43 %	50 %	53 %		80 %
0806-Ppu	38	0 %	29 %	39 %	45 %	47 %		82 %
0906-Au	39	0 %	51 %	64 %	67 %	72 %		90 %
0906-Apu	30	0 %	20 %	43 %	53 %	57 %		73 %
0906-Pu	40	0 %	25 %	38 %	50 %	55 %		78 %
0906-Ppu	38	0 %	24 %	37 %	45 %	55 %		92 %

I. Dynamique de consommation (jours 1 à 4)

I.a. Comparaison de la consommation entre les placettes urbaines et périurbaines

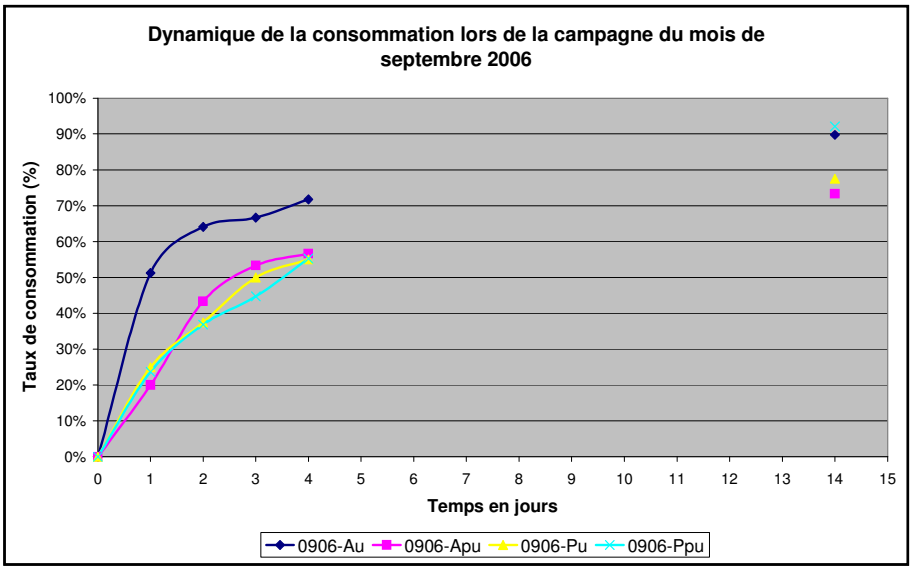
Les deux graphiques ci-dessous présentent le suivi de la consommation dans les quatre placettes tests pour les campagnes du mois d'août et du mois de septembre 2006.

Graphique 1 : Comparaison des placettes urbaines et périurbaines pour la campagne du mois d'août 2006



[11] Distribution des appâts

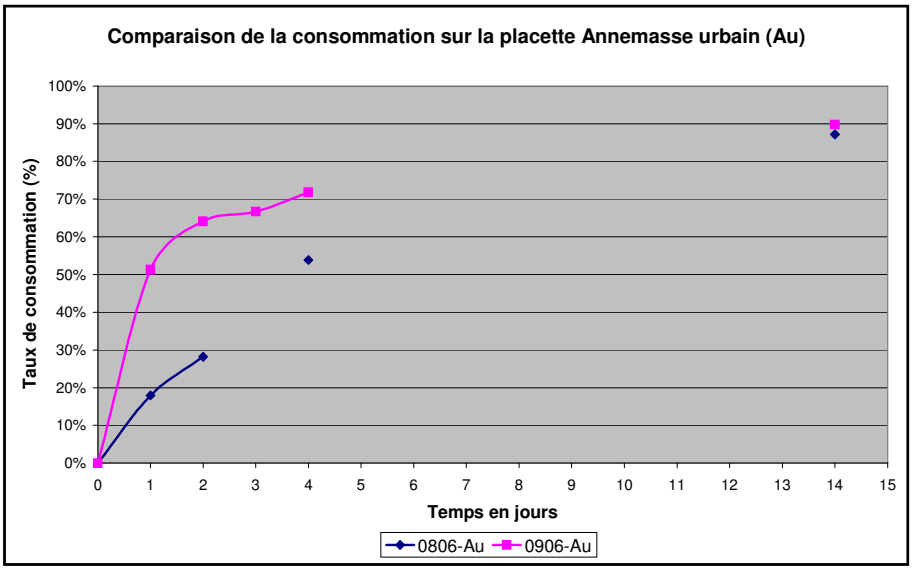
Graphique 2 : Comparaison des placettes urbaines et périurbaines pour la campagne du mois de septembre 2006



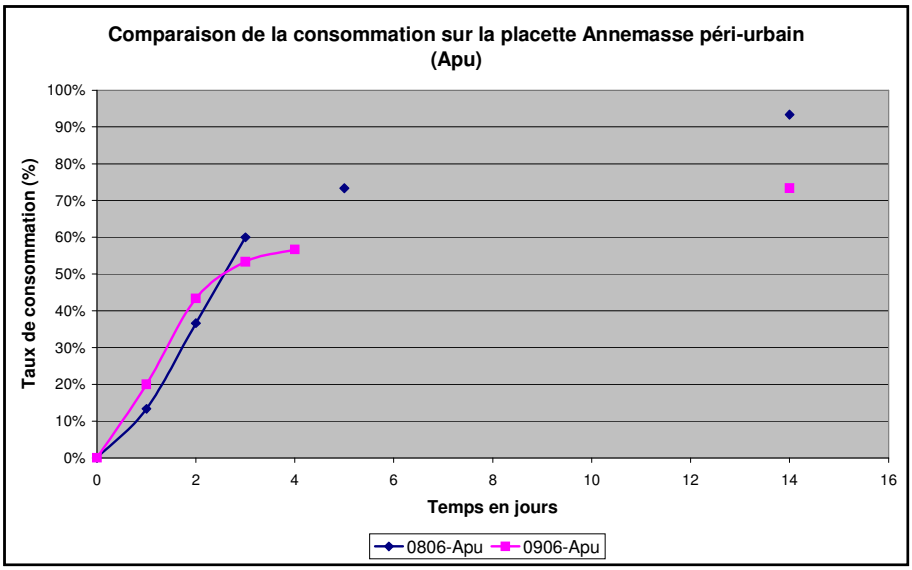
I.b. *Comparaison de la consommation entre les campagnes d'août et de septembre 2006*

Les quatre graphiques suivants présentent les dynamiques de consommation de chaque placette pour les campagnes de traitement des mois d'août et de septembre 2006.

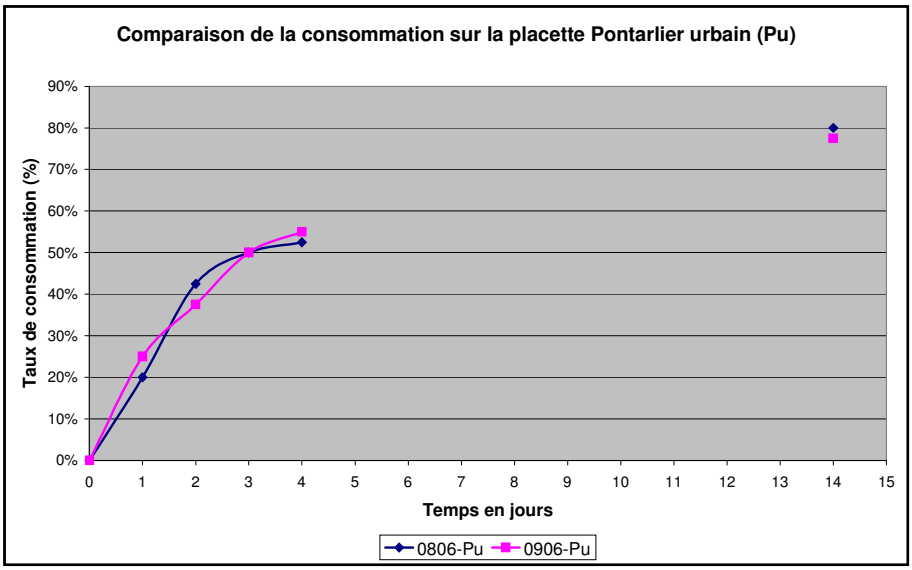
Graphique 3a : Placette **Au**



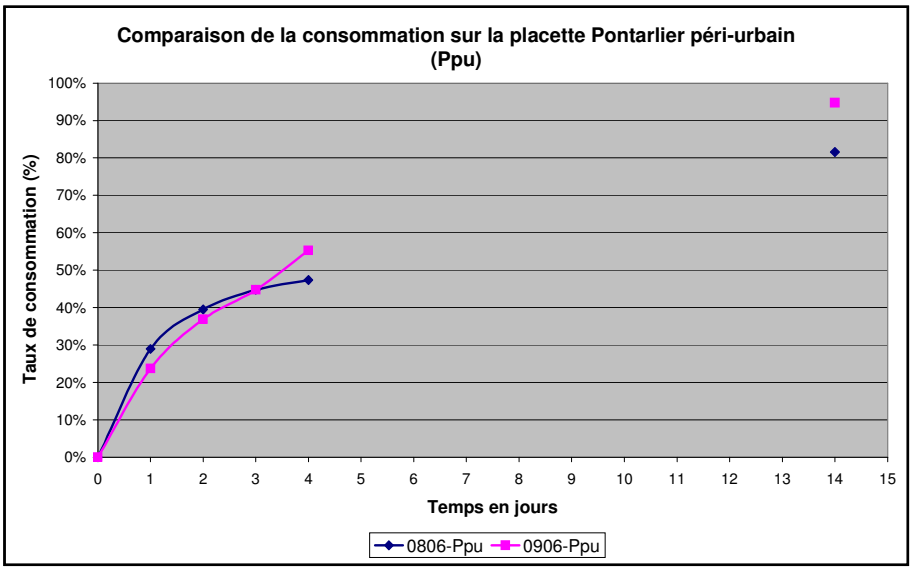
Graphique 3b : Placette **Apu**



Graphique 3c : Placette **Pu**



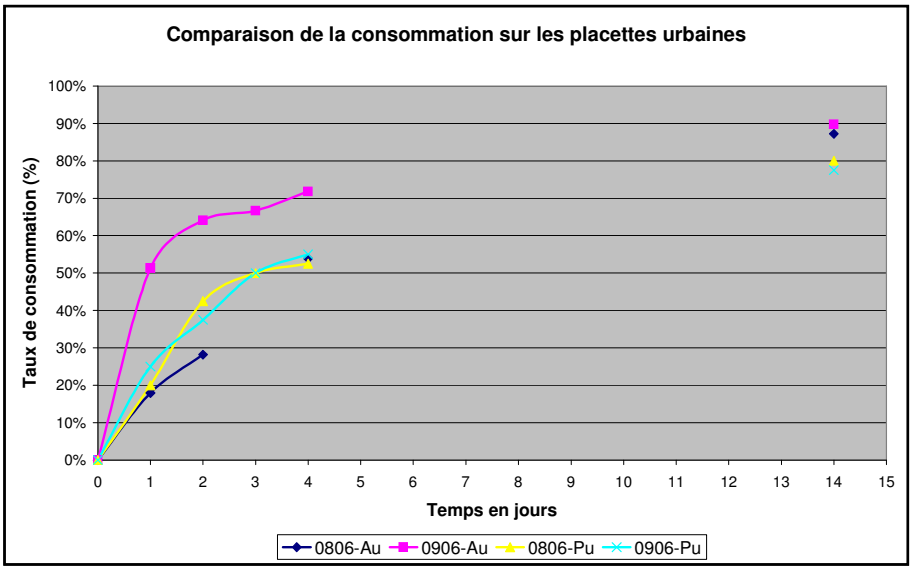
<u>Graphique 3d</u> : Placette **Ppu**



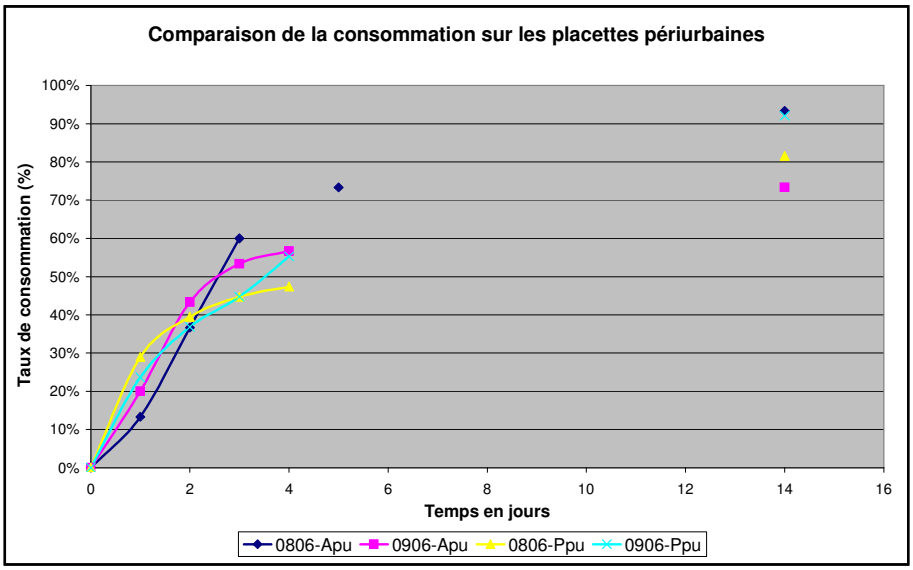
I.c. *Comparaison de la consommation entre les sites d'Annemasse et de Pontarlier*

Afin de clarifier la lecture des résultats, les dynamiques de consommations sont réparties en fonction des placettes urbaines et périurbaines.

<u>Graphique 4</u> : Comparaison de la consommation entre Annemasse et Pontarlier sur les placettes urbaines

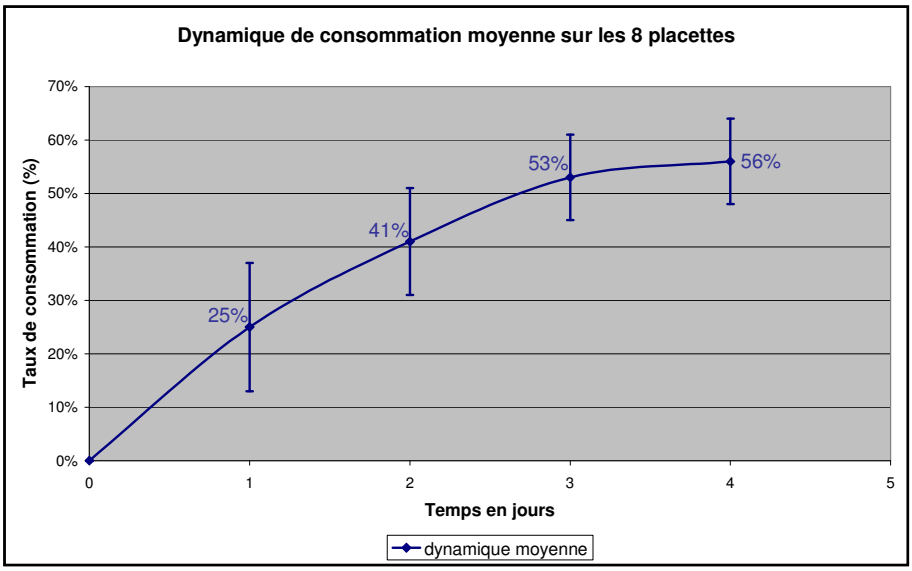


Graphique 5 : Comparaison de la consommation entre Annemasse et Pontarlier sur les placettes périurbaines



I.d. *Dynamique de consommation moyenne sur les 8 placettes*

Graphique 6 : Dynamique de consommation moyenne pour le traitement vermifuge



II. Taux de consommation moyen après 14 jours

L'analyse des consommations finales[12] est présentée dans le tableau 3. Les échantillons sont constitués par les consommations triées en fonction des trois paramètres déjà utilisés pour le suivi : caractère urbain, campagne de traitement et site d'étude. Comme le montre le tableau ci-dessous, chaque échantillon contient quatre éléments et est caractérisé par une moyenne (x), un écart type (s) et une variance (s^2).

On effectue un test de comparaison des moyennes des échantillons. L'hypothèse de départ est une égalité entre les deux (H_0 : $x_1=x_2$). La deuxième hypothèse correspond à une différence significative entre les deux moyennes (H_1 : $x_1 \neq x_2$), on utilisera donc un test bilatéral. L'intervalle de confiance utilisé est de 95%. Vu la taille réduite des échantillons (n=4), il faut utiliser la distribution de Student.

Tableau 3 : Echantillons des consommations finales.

	août	septembre	Pontarlier	Annemasse	urbain	péri-urbain
1	0.872	0.897	0.800	0.872	0.872	0.933
2	0.933	0.733	0.816	0.933	0.800	0.816
3	0.800	0.775	0.775	0.897	0.897	0.733
4	0.816	0.921	0.921	0.733	0.775	0.921
x	0.855	0.838	0.835	0.859	0.836	0.857
s	0.060	0.101	0.077	0.087	0.058	0.102
s^2	0.004	0.010	0.006	0.008	0.003	0.010
t	1.049		1.399		0.655	
$t_{(6;0.95)}$[13]	2.447		2.447		2.447	
1-β	8 %		15 %		4 %	

Pour les trois tests, la valeur t est inférieure à la limite de confiance du test ($t_{(6;0.95)}$). Les hypothèses H_0 sont acceptées à 95%. Par conséquent, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les échantillons. On peut en déduire que la consommation des appâts après deux semaines est indépendante des trois facteurs testés que sont le caractère urbain, la campagne de traitement et le site d'étude. Cela confirme les résultats obtenus avec le suivi journalier de la première semaine.

→ Consommation moyenne sur les 8 placettes après 14 jours : **85% +/- 8%**

[12] Consommation au jour 14 du Tableau 1

[13] Valeur de la distribution de Student pour des tests bilatéraux

3.3.2 Ciblage du traitement sur les renards

Comme le montre le tableau 4, un total de 114 photos ont été prises, dont 47 pour le mois d'août et 67 pour le mois de septembre. En tout 7 espèces animales ont été photographiées, avec deux types de comportement : consommation (C) et passage (P) (cf. Annexe 6). Afin de déterminer si un animal est consommateur ou simplement de passage, on se base sur le suivi de la consommation. Si un appât est déclaré comme consommé au matin, on sait qu'un des animaux photographiés dans la nuit est le consommateur. Lorsqu'il y a plusieurs clichés par nuit, une analyse des dates et heures inscrites sur les photos (cf. Photo 9) permet de recréer la chronologie des passages et de définir qui est le véritable consommateur.

Photo 9 : Date et heure inscrites sur les photos.

La grande majorité des photos ne concernant pas directement la consommation des appâts, elles ont été classées dans la catégorie « autre ». Comme le montre l'annexe 7, il s'agit principalement de photos tests ou de passages de personnes pendant la journée. Ces clichés ne seront donc pas pris en compte pour les analyses des résultats.

Tableau 4 : Synthèse des photos prises par les pièges.

Pièges	renard		blaireau		fouine		chien		chat		chevreuil		hérisson		autre [14]	TOTAL
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P		
0806-Au-A	-	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	8	14
0806-Apu-A	1	-	-	5	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	5	15
0806-Pu-C	-	2	-	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	8	14
0806-Ppu-C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	4
Totaux 0806	**1**	**6**	**0**	**5**	**3**	**0**	**0**	**5**	**0**	**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**23**	**47**
0906-Au-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	5
0906-Apu-A	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	4
0906-Pu-A	-	-	-	-	1	1	-	-	-	4	-	-	1	1	6	14
0909-Pu-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
0906-Pu-C [15]	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	36	39
0906-Ppu-A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
0906-Ppu-B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
0906-Ppu-C	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Totaux 0906	**3**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**	**5**	**0**	**0**	**1**	**1**	**52**	**67**
TOTAUX	**4**	**6**	**0**	**6**	**4**	**1**	**1**	**6**	**0**	**7**	**0**	**2**	**1**	**1**	**75**	**114**

[14] Photos n'ayant aucun rapport avec les appâts (tests de fonctionnement, passants,…)

[15] Un défaut de l'appareil a fait qu'il prenait automatiquement une photo toutes les heures et demi.

Tableau 5 : Classement des espèces photographiées.

Espèce		Consommation			Passage			Total
		août	sept.	total	août	sept.	total	
renard	***Vulpes vulpes*** L.	1	3	4	6	-	6	10
fouine	***Martes foina*** Erxleben	3	1	4	-	1	1	5
chien	***Canis lupus familiaris*** L.	-	1	1	5	1	6	7
hérisson	***Erinaceus europaeus*** L.	-	1	1	-	1	1	2
chat	***Felis catus*** L.	-	-		2	5	7	7
blaireau	***Meles meles*** L.	-	-		5	1	6	6
chevreuil	***Capreolus capreolus*** L.	-	-		2	-	2	2
TOTAUX		**4**	**6**	**10**	**20**	**9**	**29**	**39**

→ Le renard est responsable de la consommation de **4/10** appâts soit **40%.**

=> La consommation finale calculée pour le renard spécifiquement est de **34%** ce qui correspond à **14 appâts/km^2**.

4 Discussion

4.1 Suivi de la consommation

Du fait de la brièveté du temps imparti pour ce travail ainsi que des aléas accompagnant toute mise en œuvre d'études sur le terrain, seules 8 placettes ont pu être suivies. Ce faible nombre de données disponibles impose de prendre du recul par rapport aux conclusions tirées dans ce travail. Néanmoins, parmi les campagnes qui ciblent un moment précis du cycle d'*E. multilocularis* (cf. Chapitre 3.3.1), les traitements vermifuges des mois d'août et de septembre ont la même fonction à savoir le traitement des renards subadultes avant leur dispersion. Cette similarité à la fois saisonnière et fonctionnelle permet de considérer les deux campagnes comme des répétitions.

Dans le cadre de ce travail, on peut constater une certaine similitude entre les dynamiques de consommation des placettes de la même campagne (cf. Graphiques 1 et 2). Certes les consommations ne sont pas identiques, mais elles suivent une même tendance qui se confirme à la fin du suivi. En effet, les valeurs finales observées sont très proches les unes des autres. Le caractère urbain ou périurbain des placettes ne semble donc pas avoir d'impact sur la consommation des appâts. Néanmoins, lors de chaque campagne une des placettes présente une dynamique différente des autres. Il s'agit des placettes **0806-Apu** et **0906-Au**. Sur cette dernière, plus de la moitié des appâts (51 %) furent consommés dans les premières 24 heures.

Les Graphiques 3b à 3d montrent que lors de cette étude, aucune différence quant à la dynamique de consommation n'est apparue entre les campagnes du mois d'août et de septembre. Néanmoins, le graphique 3a concernant la placette **Au** montre une différence importante sur les 4 jours de suivi. On notera cependant que la placette **0906-Au** a déjà montré des divergences de dynamique avec les autres placettes du mois de septembre.

Sur le graphique des dynamiques de consommation des placettes urbaines (cf. Graphique 4), une différence apparaît entre Annemasse et Pontarlier. Dans cette dernière, les appâts ont clairement une phase de forte consommation les premiers jours avant d'atteindre un plateau. A Annemasse par contre, la consommation est plus difficilement caractérisable. La dynamique du mois d'août semble plus linéaire qu'à Pontarlier, mais la placette **0906-Au** a, au contraire, une dynamique nettement plus forte le premier jour que par la suite.

La comparaison des placettes périurbaines sur le graphique 5 fait apparaître une légère différence quant à la dynamique de consommation entre Annemasse et Pontarlier. Sur le premier site d'étude, le taux de disparition des appâts augmente les deux premiers jours puis diminue dès le troisième. A Pontarlier, par contre, la consommation est très forte dès le premier jour, mais se tasse rapidement pour atteindre une valeur finale légèrement plus faible qu'à Annemasse. Ces quelques nuances entre les consommations urbaines ou périurbaines ne semblent néanmoins pas déterminantes lorsqu'on regarde les résultats après les 4 jours du suivi (cf. Tableau 2).

Aucune différence n'ayant été mise en évidence concernant la dynamique de consommation des 8 placettes suivies, on a pu déterminer une courbe de consommation moyenne caractérisant les campagnes de traitement des mois d'août et septembre (cf. Graphique 6). On constate une forte consommation les trois premiers jours puis l'apparition d'un plateau entre le troisième et le quatrième jour.

Le traitement antihelminthique des renards en milieu urbain à l'aide d'appâts a déjà été testé par Hegglin *et al.* (2004) sur l'agglomération de Zurich en Suisse. Lors de cette étude, le suivi de la consommation s'est fait sur trois jours et trois nuits. Le taux d'appâts consommés a atteint les 36,1 % ce qui est nettement inférieur au résultat de notre étude (cf. Graphique 6) qui après trois jours montre une consommation moyenne de 53 %.

Néanmoins, deux facteurs peuvent expliquer cette différence. D'une part, à Zurich, la densité de distribution était de 50 appâts/km2 contre 40 à Annemasse et Pontarlier. Or la consommation étant relativement faible, moins de la moitié des appâts, on peut penser qu'il y avait une « sursaturation » de la zone étudiée à Zurich induisant une diminution du pourcentage d'appâts consommés. De plus, Hegglin *et al.* (2004) ont montré dans la même étude que la pose de pièges photos diminue de façon significative la consommation des appâts, passant de 75% sans piège à 46% avec les pièges. Or, le suivi de la consommation de notre travail corrobore ce constat, notamment sur la placette **Au** où l'appât n°6 placé à côté d'un piège photo est le seul à ne pas avoir été consommé autour du champ (cf. Annexe 5). De plus plusieurs photos de renards prises à cet endroit montrent des individus en fuite (cf. Photo 10). Le nombre de pièges posés par placettes étant nettement plus faible qu'à Zurich, on peut s'attendre à un taux de consommation plus élevé dans notre étude que dans celle d'Hegglin *et al*. (2004).

Photo 10 : Renard en fuite.

Les résultats de ce travail montrent une consommation finale, après 14 jours, de 85%. Cette valeur élevée prouve que les appâts distribués sont consommés majoritairement dans un délai suffisamment court pour assurer l'efficacité du vermifuge. La méthode utilisée par l'ERZ pour distribuer ses appâts est donc efficace. De plus, la similarité prouvée statistiquement entre les campagnes d'août et de septembre corrobore le fait qu'elles suivent un même but, à savoir le ciblage des renards subadultes avant la dispersion.

En reliant le suivi de la consommation avec l'emplacement des appâts, on peut constater que certaines structures ou couloirs semblent être privilégiés lors de la consommation. Par exemple, les appâts de la placette **0806-Au** situés le long des voies de chemin de fer et le long du cordon boisé suivant le Foron sont les premiers à être consommés (**0806-Au-29-33** et **3-12**). De même, sur la placette **0906-Pu**, les appâts n°17 à 21 sont dans les premiers à disparaître. Or ils sont placés autour d'une prairie située entre le Doubs et les anciennes voies ferrées transformées en piste pour roller et vélo, deux couloirs favorisant le déplacement des renards.

En comparant maintenant les placettes entre août et septembre, les tendances décrites ci-dessus semblent se répéter entre les deux campagnes (cf. Annexe 6). Néanmoins certaines nuances apparaissent qui dénotent un comportement des populations vulpines différent d'une campagne à l'autre. C'est le cas notamment de la placette **Apu** où les appâts consommés durant la semaine de suivi ne sont pas du tout les mêmes pour le mois d'août que pour le mois de septembre.

Peut-être faut-il s'intéresser aux appâts non consommés pour sortir un lien négatif entre la consommation et le lieu de distribution. Cette fois, de fortes corrélations existent entre les deux campagnes de traitement. Sur la placette **Apu** les appâts n°27 et 28 n'ont jamais été consommés. Or ils sont situés en pleine zone maraîchère, là où l'activité humaine est la plus importante. De même, sur la placette **Pu**, les appâts n°13,14 et 30 n'ont subit aucune prédation. Ces derniers sont situés le long d'une route à fort trafic avec peu d'espaces verts. L'emplacement pourrait donc avoir un impact sur la consommation.

4.2 Ciblage du traitement sur les renards

Le tableau 4 montre une activité nettement plus importante pendant le mois d'août, où 24 photos ont été prises par 4 pièges, que lors de la campagne de septembre où les 8 pièges installés n'ont pris que 15 photos. Cependant, il n'y a aucune différence entre les placettes urbaines et périurbaines. De plus, 5 espèces sur les 7 photographiées sont communes aux deux campagnes de piégeage ce qui montre une constance dans le cortège spécifique attiré par les appâts. Ce dernier a été classé dans le tableau 5 en fonction du nombre d'appâts consommés, puis du nombre de photos de passage.

De plus, lors du suivi de la consommation, plusieurs observations ont été faites d'invertébrés attirés par les appâts. Trois grands groupes sont représentés : les hyménoptères, les coléoptères et les gastéropodes. Les deux premiers ne semblent pas avoir d'effet sur les appâts, aucune trace de dégradation n'est apparue. Cependant, les gastéropodes représentés par les limaces et les escargots ont réellement consommé les appâts. Des pertes de masses relativement importantes ont été constatées ce qui confirme les observations de Hegglin et *al*. (2004) dans leur étude à Zurich.

Il en va de même pour le cortège spécifique qui est similaire entre les deux études. Ce qui diffère de façon relativement conséquente est le taux de consommation des différentes espèces. A Zurich, le hérisson et le chien sont les espèces les plus compétitives après le renard. De plus, aucune consommation de fouine n'y a été relevée, contrairement à notre étude où ce mustélidé apparaît comme le principal concurrent du renard.

Le cas du chien cependant est assurément sous évalué dans ce travail. Une seule consommation a été photographiée durant les deux campagnes de traitement. Or, lors de la distribution des appâts, plusieurs chiens accompagnaient le personnel. Ces derniers ont montré une attirance certaine pour les tablettes de protéines contenant le vermifuge, allant jusqu'à en consommer plusieurs la même journée. Il faut donc considérer que sur les lieux fréquentés régulièrement par les promeneurs (parcs urbains, pistes de roller, chemins,…), un nombre conséquent d'appâts sont mangés par des chiens.

Concernant l'espèce cible qu'est le renard, le tableau 5 montre qu'elle est l'espèce responsable du plus grand nombre de consommations avec la fouine. Néanmoins, avec 6 photos de passage c'est l'espèce la plus souvent piégée. C'est aussi elle qui a la répartition la plus grande avec une présence sur 5 des 12 sites piégés. Les résultats montrant que les appâts attirent prioritairement les renards, on peut donc dire que le ciblage du traitement vermifuge sur les renards est efficace.

Lors d'une étude menée à Zurich par Hegglin et *al*. (2004) le taux d'ingestion d'appâts dû aux renards s'élevait à 48%. Or, dans le cadre de notre étude, la consommation vulpine effective est de 40% (cf. Tableau 5). Nos résultats sont donc comparables à ceux de Zurich.

Finalement, considérant la consommation moyenne de 85% et le taux de consommation par les renards de 40%, on peut affirmer que la population vulpine a ingéré 34% des appâts distribués, soit 14 appâts par km^2. Les densités de renards sur Annemasse et Pontarlier étant largement inférieures à 10 individus par km^2 (Combes, communication personnelle, 2006), on peut considérer que la majorité de la population vulpine est traitée sur chaque site.

5 Propositions d'amélioration

5.1 Amélioration de la méthode d'évaluation des campagnes

Le suivi de la consommation mis en place lors des campagnes de traitement des mois d'août et de septembre 2006 permet de mettre en évidence quelques tendances quant à l'efficacité des campagnes de vermifugation. Il est cependant possible d'affiner les résultats pour les rendre plus fiables. Pour ce faire, plusieurs mesures sont envisageables.

Le nombre de placettes :

> Le nombre de placettes suivies ne permettait pas d'effectuer des tests statistiques suffisamment puissants. Une solution serait d'augmenter la surface étudiée. Par exemple, il serait possible de doubler le nombre de placettes tests en suivant deux placettes urbaines et deux placettes périurbaines par site d'étude. Au vu des deux campagnes déjà effectuées, un total de quatre placettes à parcourir par jour semble en effet le maximum possible pour une personne. Evidemment, cela représente un coût plus élevé en personnel et en temps.

Le nombre de campagnes :

> Le traitement vermifuge prévu par l'ERZ étant planifié sur 3 ans à raison de 5 campagnes par année, il est évident qu'une étude de deux campagnes n'est pas suffisamment représentative de l'ensemble de la démarche. Surtout que le but de ces deux campagnes et similaire. Or, sans qu'il soit nécessaire de suivre le traitement sur les trois années, une évaluation de chaque campagne semble un minimum. En effet, chacune ayant une fonction spécifique au sein du cycle épidémiologique d'*E. multilocularis*, des mesures correctives spécifiques devraient être proposées. Par conséquent le suivi devrait se prolonger jusqu'en juin 2007.

Influence de la nature du terrain :

L'évaluation des relations entre la structure paysagère et la consommation est un enjeu important en vue d'un traitement à grande échelle. S'il existe un tel lien, cela permettrait de diminuer le nombre d'appâts distribués en ciblant les sites favorables. Pour étudier cette corrélation, deux mesures semblent nécessaires. D'une part, comme évoqué ci-dessus, il faut avoir plus de données (placettes et/ou campagnes). De plus, il serait intéressant de suivre une placette dont la distribution serait régulière afin de comparer les résultats avec la méthode utilisée actuellement.

Une deuxième solution serait de caractériser le type de terrain pour chaque appât et de comparer les consommations en fonction des mêmes types (jardin, haies, prairie,etc.)

Ciblage des populations de renards :

L'utilisation de pièges photographiques paraît être un bon moyen pour caractériser le ciblage du traitement sur les populations vulpines sans être trop intrusif. Néanmoins, au vu des problèmes survenus, il faut s'assurer bien avant le début de chaque campagne que tous les appareils photos fonctionnent correctement et que le matériel de fixation soit prêt. En s'assurant de pouvoir poser 3 pièges par placette suivie, les résultats devraient être suffisants pour en tirer des conclusions fiables. Du point de vue financier, et étant donné l'utilisation d'appareils argentiques, il est conseillé de ne faire qu'un tirage sur format numérique des photos.

Parallèlement aux pièges photos, un marquage des renards pourrait être effectué. Cela permettrait de mieux connaître la proportion de la population vulpine traitée, notamment lors de la campagne du mois de juin qui cible les renardeaux au terrier.

5.2 Amélioration de la méthode de vermifugation

Méthode de distribution :

La principale mesure corrective concerne le choix de la méthode utilisée. Cette correction a déjà été appliquée. Elle visait à ne plus distribuer les appâts de façon régulière, mais en suivant les structures paysagères linéaires.

Dans le cas où un lien entre la consommation des appâts et leur emplacement est prouvé, il serait possible de diminuer la densité d'appâts distribués en ciblant plus spécifiquement les structures paysagères favorables. De plus, le comportement de consommation des renards variant entre les campagnes, il faudrait un protocole de pose adapté pour chacune.

Appâts fondus :

Cette étude a mis en évidence un phénomène de dégradation des appâts. La matrice protéinique de ces derniers perd sa structure et l'appât fond. Afin de s'assurer que le traitement soit efficace, il faut s'assurer que la dose de vermifuge d'un appât fondu soit encore suffisante pour traiter un renard adulte. La première chose à faire est de contacter le fournisseur (Bayer AG) afin de savoir s'il s'agit d'un défaut des appâts. Dans un deuxième temps, il faudrait comparer la teneur en praziquantel des appâts fondus et des appâts intacts. Cette mesure servirait à s'assurer de l'efficacité de tous les appâts distribués.

6 Conclusion

Ce travail a montré que la consommation des appâts est soumise à des facteurs extérieurs indépendants de la période de l'année, du site d'étude ou de l'environnement général des placettes.

Globalement, le taux de consommation des appâts est satisfaisant. Le ciblage sur les populations vulpines est atteint. Par conséquent, une campagne de vermifugation telle que mise en place par l'Entente Rage et Zoonoses semble être efficace.

La poursuite d'une telle étude permettra d'optimiser les facteurs de gestion à savoir :

- Optimisation de la densité d'appâts distribués
- Optimisation du choix des emplacements de distribution
- Optimisation des périodes de distribution
- Optimisation des coûts du traitement vermifuge

Source : http://www.lelision.com

7 Références bibliographiques

7.1 Publications

CONTESSE, P., HEGGLIN, D., GLOOR, S., BONTADINA, F., DEPLAZES, P., 2004, The diet of urban foxes (*Vulpes vulpes*) and the availability of anthropogenic food in the city of Zurich, Switzerland. Mamm. Biol. 69: 81-95.

CROUZIL E., 2005, Elaboration et proposition d'un plan de diminution du risque de contamination humaine par *Echinococcus multilocularis* sur deux communes en zone d'endémie : Annemasse (74) et Pontarlier (25). Mémoire de fin d'études à l'ENSAR, Rennes 56 p.

DEPLAZES P., HEGGLIN D., GLOOR S., ROMIG T., 2004, Wilderness in the city: the urbanization of *Echinococcus multilocularis*. Trends in Parasitology 20: 77-84.

ECKERT J., GEMMELL M.A., MESLIN F.X., PAWLOWSKI Z.S., 2001, Manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. Office International des Epizooties and World Health Organization, Paris, 265 p.

FISCHER C., DEPLAZES P., HEGGLIN D., REPERANT L.A., WEBER J.M., 2005, *Echinococcus multilocularis* infections of rural, residential and urban foxes (*Vulpes vulpes*) in the canton of Geneva, Switzterland. Parasite 12: 339-346.

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

GLOOR S., 2002 a, Spatial organisation of foxes in the recently colonised city of Zurich. *In :* GLOOR S., 2002, The rise of urban foxes (*Vulpes vulpes*) in Switzerland and ecological and parasitological aspects of a fox population in the recently colonised city of Zurich. Thèse de doctorat, Université de Zurich, pp. 37-60.

GLOOR S., 2002 b, Adaptations to urban environment in habitat association of foxes (*Vulpes vulpes*). *In :* GLOOR S., 2002, The rise of urban foxes (*Vulpes vulpes*) in Switzerland and ecological and parasitological aspects of a fox population in the recently colonised city of Zurich. Thèse de doctorat, Université de Zurich, pp. 61-84.

GOTTSCHECK D., 2002, Echinococcose alvéolaire : recherche et propositions de moyens de contrôle sur le terrain. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Agriculture de l'E.S.I.T.P.A., 144p.

HANOSSET R., MIGNON B., LOSSON B., 2004, Données récentes sur une zoonose d'actualité : l'échinococcose alvéolaire due à *Echinococcus multilocularis*. Ann. Méd. Vét. 148: 153-167.

HARLE J., 2004, Mise en place d'un programme d'action contre *Echinococcus multilocularis* à partir de l'identification de zones à risques de contamination humaine en milieu urbain : exemple d'Annemasse (Haute Savoie) et de Pontarlier (Doubs). Mémoire de fin d'études à l'ENESAD, 78p.

HARRIS S., 1981 a, 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 18: 455-465.

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

HEGGLIN D., DEPLAZES P., WARD P.I., 2003, Small scale anthelmintic baiting of foxes reduces urban *Echinococcus multilocularis* egg contamination. *In:* HEGGLIN D., 2003, The Fox Tapeworm (*Echinococcus multilocularis*) and the Red Fox (*Vulpes vulpes*) in the Urban Habitat: Ecological and Epidemiological Aspects and an Evaluation of an Intervention Strategy. Travail de thèse à l'université de Zurich, pp. 135-150

HEGGLIN D., BONTADINA F., GLOOR S., ROMER J., MÜLLER U., BREITENMOSER U., DEPLAZES P., 2004, Baiting red foxes in an urban area: a camera trap study. Journal of Wildlife Management 68: pp. 1010-1017.

RATON V., 2004, L'échinococcose alvéolaire en milieu urbain : mise en place d'une étude épidémiologique sur la ville de Pontarlier. Mémoire de fin d'étude ISARA-Lyon, 138p.

REPERANT L. A., 2005, Ecologie parasitaire d'*Echinococcus multilocularis* et autres helminthes du système renard roux – rongeurs en milieux urbain et péri-urbain : implications zoonotiques dans le canton de Genève, Suisse. Travail de thèse à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, 105p.

ROMIG T., 2003, Epidemiology of echinococcosis. Langenbecks Arch. Surg. 388: 209–217.

SIGAUD F., 2003, 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, 123p.

TEAGLE W.G., 1967, The fox in the London suburbs. London Nat. 46: 44-68.

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

7.2 Sites Internet

- Entente Rage et Zoonoses (ERZ) :

  http://www.ententeragezoonoses.com

- Koordinierten Forschungsprojekten zur Erhaltung und zum Management der Raubtiere in der Schweiz (Projets de Recherche Coordonnés pour la Conservation et la Gestion des Prédateurs en Suisse)

  http://www.kora.ch

- Portail environnement de Wallonie: Dr. B. BROCHIER.

  http://mrw.wallonie.be/dgrne

- Institut National de la Recherche Agronomique :

  http://www.inra.fr

- Wildtier Schweiz :

  http://www.wild.unizh.ch

- Parasitology research & encyclopedic reference of parasitology: MEHLHORN H.

  http://parasitology.informatik.uni-wuerzburg.de

- Site de la commune de Trient (valais, CH) : photo de renard de GAY-CROSIER J. :

  http://www.trient.ch

- Site de Jacques Gilbert, taxidermiste :

  http://www.taxidermiste.net

- Encyclopédie interactive :

  http://fr.wikipedia.org

- Site sur la démographie des villes françaises :

  http://management.journaldunet.com

- Circuits pedestres - Haute Savoie :

  http:// www.rando-saleve.net

- Carte du Doubs :

  http://thema.univ-fcomte.fr

8 Annexes

Annexe 1 : Délimitation des placettes de traitement et des placettes tests

Annexe 2 : Protocole de ramassage des fèces de renard

Annexe 3 : Placettes de ramassage des fèces de renard

Annexe 4 : Distribution et numérotation des appâts sur les placettes tests

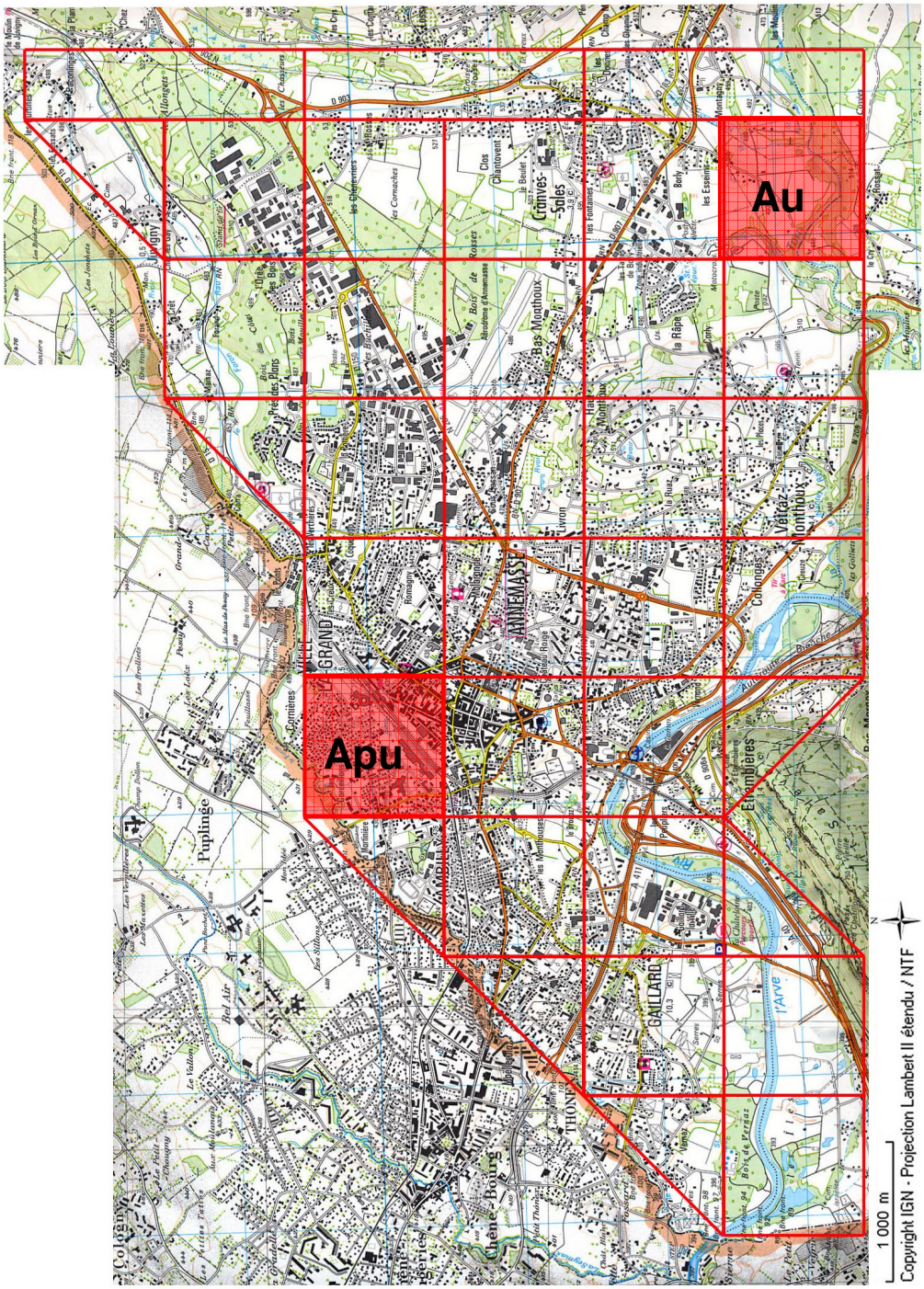
Annexe 5 : Comparaison des cartes de suivi de la consommation par placette entre les campagnes d'août et de septembre 2006

Annexe 6 : Cortège spécifique photographié par les pièges

8.1 Annexe 1

Délimitation des placettes de traitement et des placettes tests

<u>Site de vermifugation</u> : Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne (2C2A)

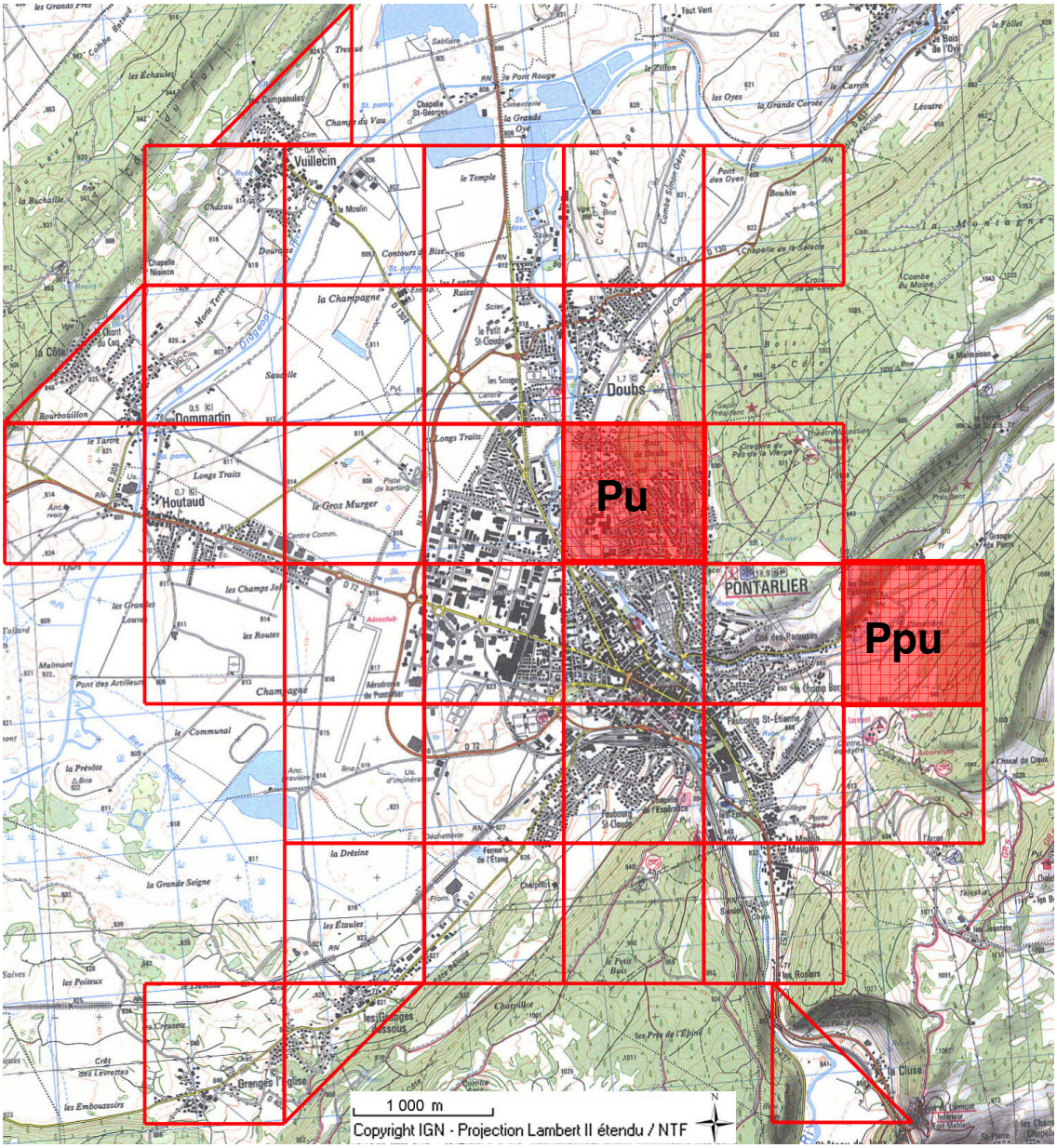


Au : Placette test Annemasse urbain

Apu : Placette test Annemasse périurbain

Source : Entente Rage et Zoonoses (ERZ)

<u>Site de vermifugation</u> : Communauté de Communes du Larmont (CCL)



Pu : Placette test Pontarlier urbain

Ppu : Placette test Pontarlier périurbain

Source : Entente Rage et Zoonoses (ERZ)

8.2 Annexe 2

Protocole de ramassage des fèces de renard

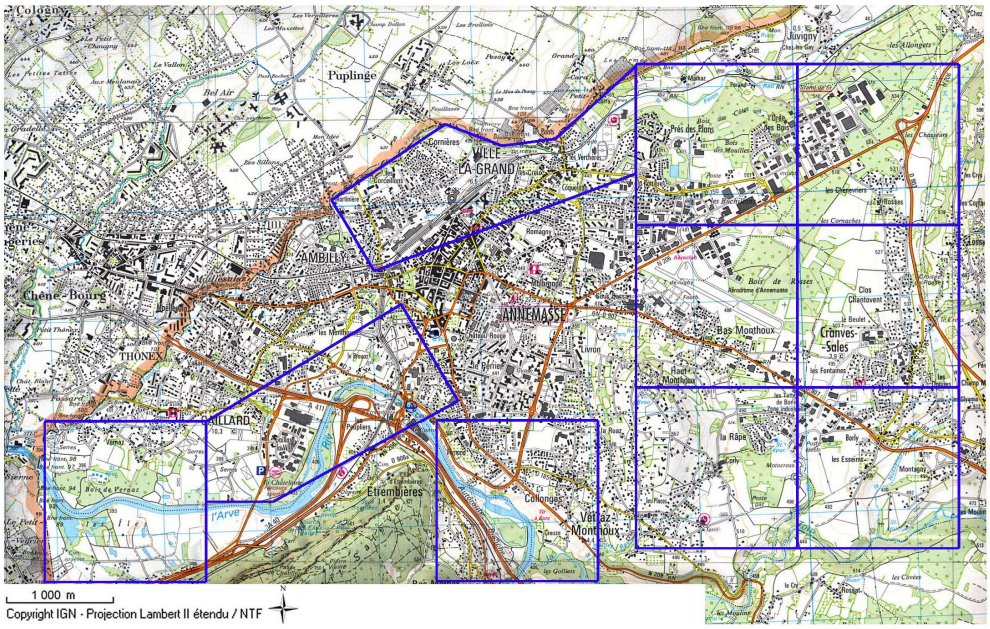
Source : Gottscheck, 2002

8.3 Annexe 3

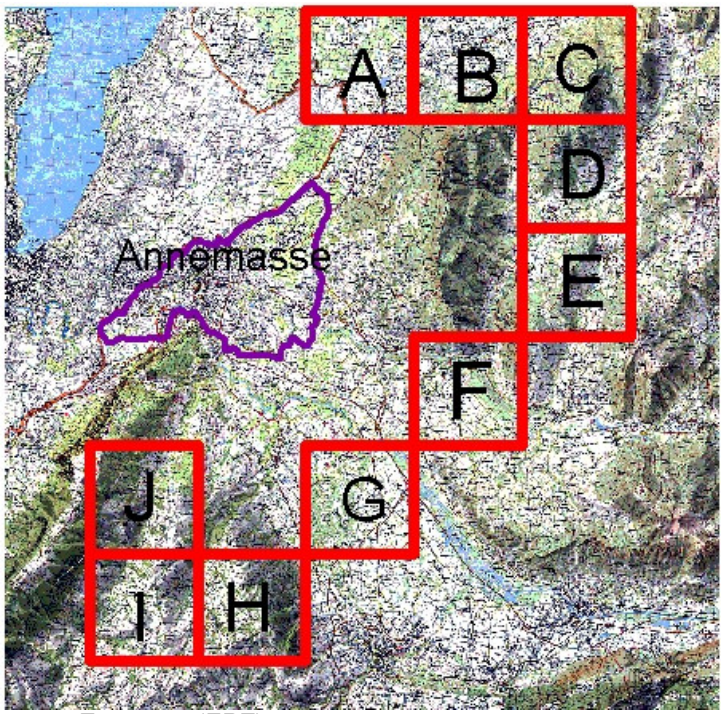
Placettes de ramassage des fèces de renard

<u>Site de ramassage</u> : Communauté de Communes de l'Agglomération Annemassienne (2C2A)

<u>Placettes urbaines</u> :



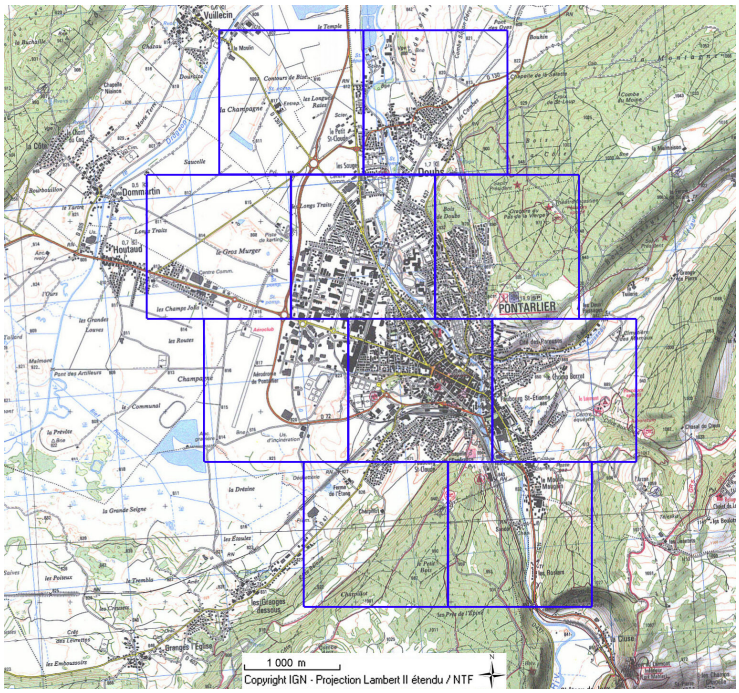
<u>Placettes rurales</u> :



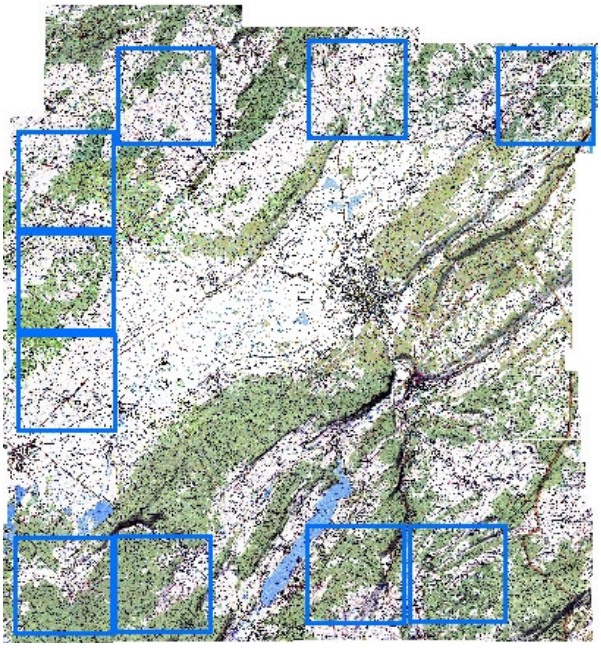
Source : Entente Rage et Zoonoses (ERZ)

<u>Site de ramassage</u> : Communauté de Communes du Larmont (CCL)

<u>Placettes urbaines</u> :



<u>Placettes rurales</u> :

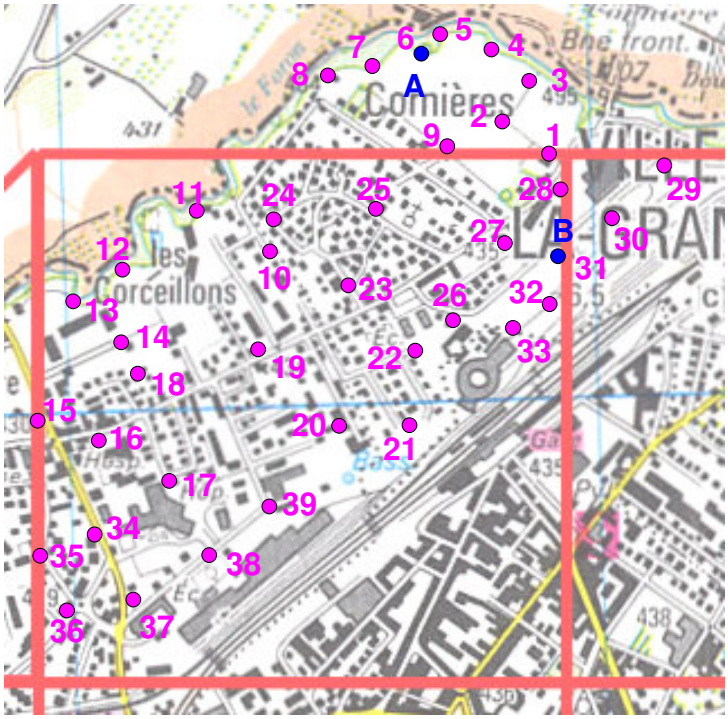


Source : Entente Rage et Zoonoses (ERZ)

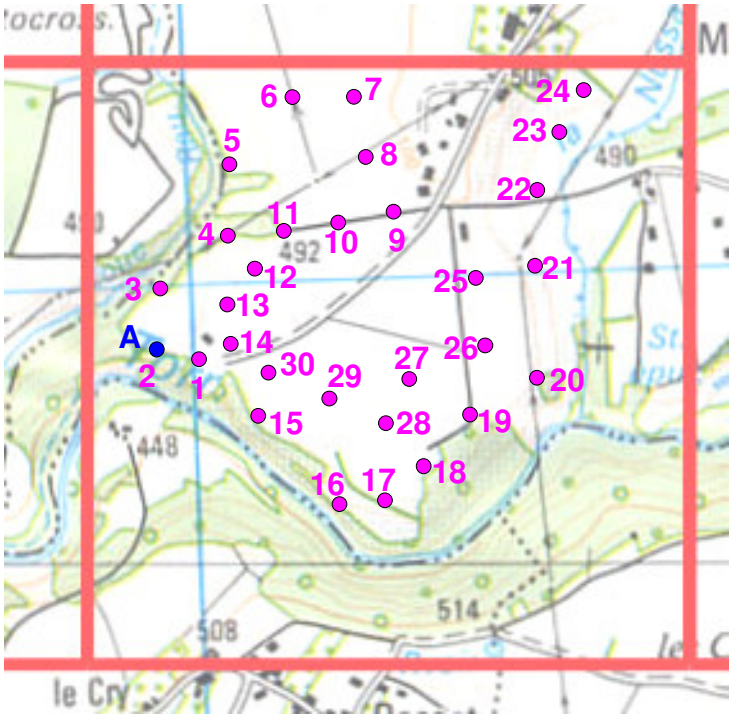
8.4 Annexe 4

Distribution et numérotation des appâts sur les placettes tests

Placette Annemasse urbain (**Au**) :

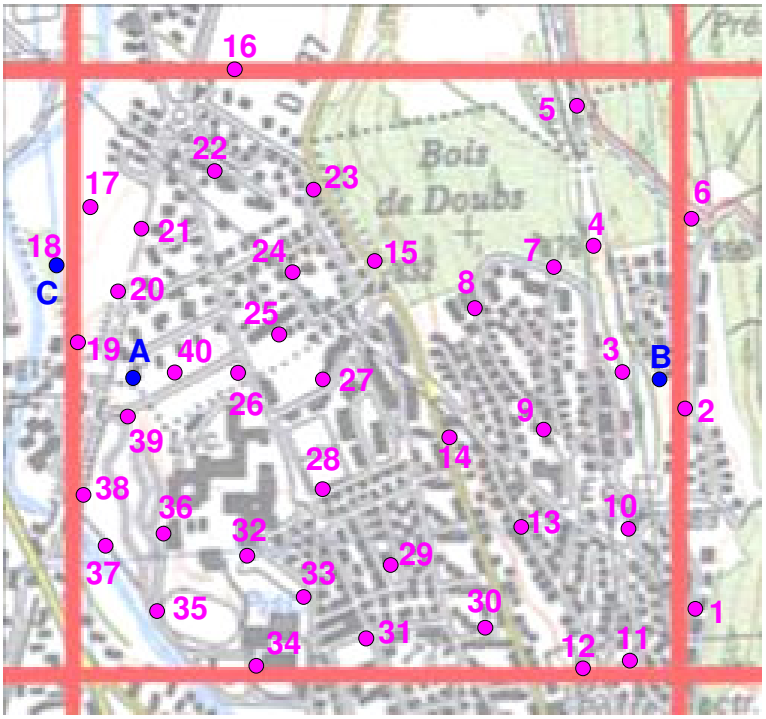


Placette Annemasse périurbain (**Apu**) :

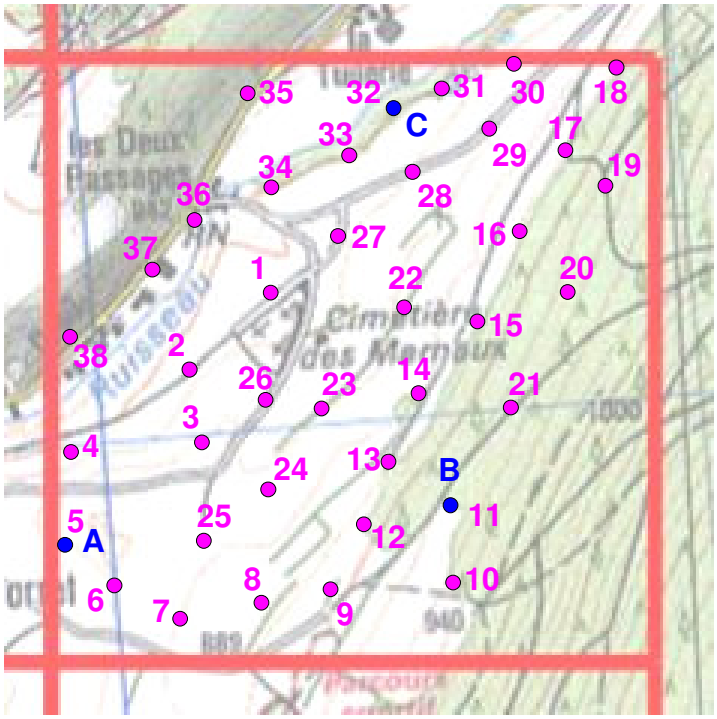


- **A** : Emplacements des pièges photos

Placette Pontarlier urbain (**Pu**) :



Placette Pontarlier périurbain (**Ppu**) :



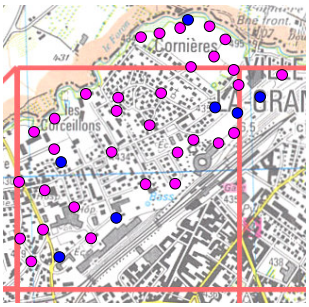
- **A** : Emplacements des pièges photos

8.5 Annexe 5

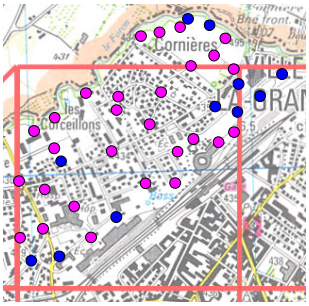
Comparaison des cartes de suivi de la consommation par placette entre les campagnes d'août et de septembre 2006

Suivi de la consommation sur la placette **Au** :

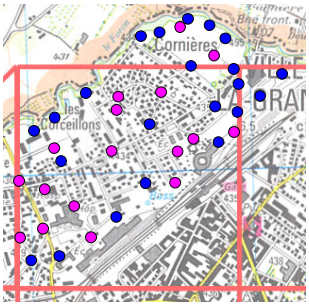
Campagne d'août 2006



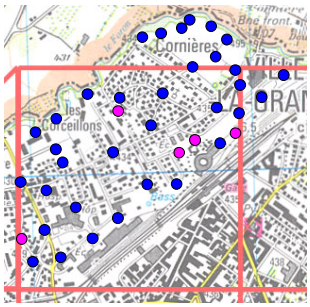
Jour 1



Jour 2

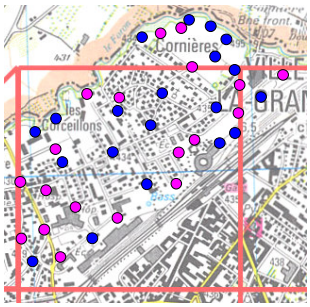


Jour 4

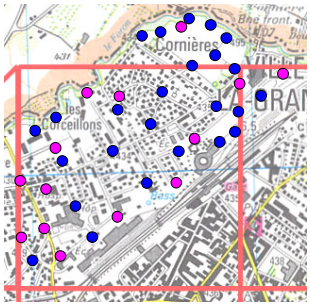


Jour 14

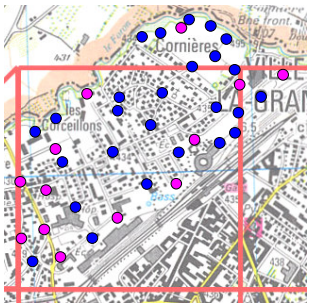
Campagne de septembre 2006



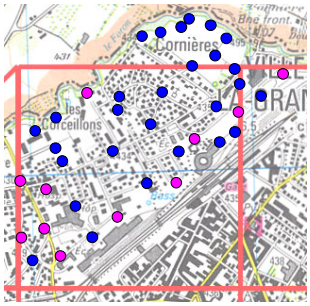
Jour 1



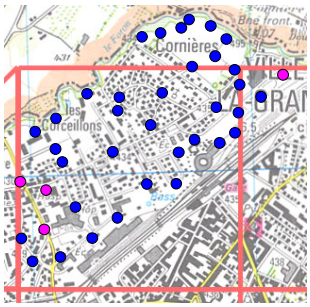
Jour 2



Jour 3



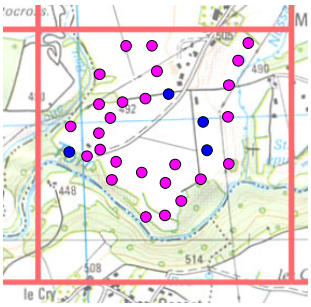
Jour 4



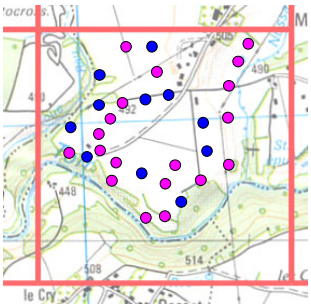
Jour 14

Suivi de la consommation sur la placette **Apu** :

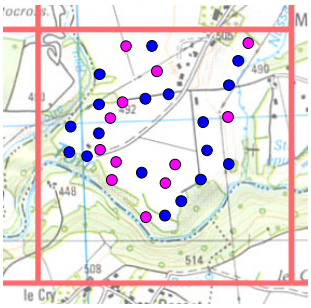
Campagne d'août 2006



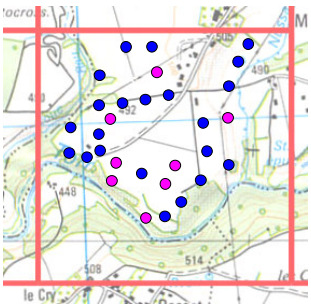
Jour 1



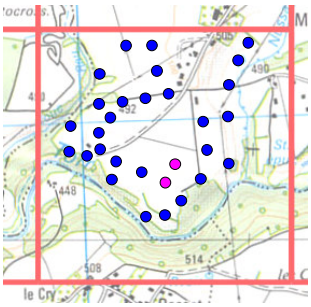
Jour 2



Jour 3

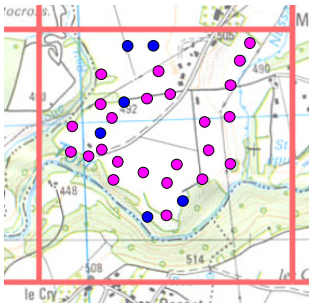


Jour 5

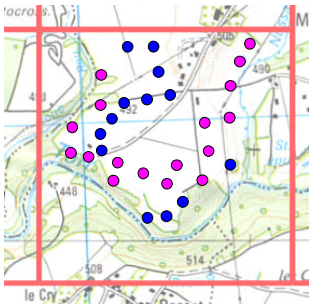


Jour 14

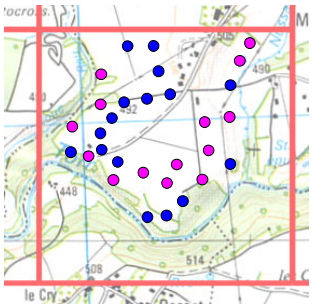
Campagne de septembre 2006



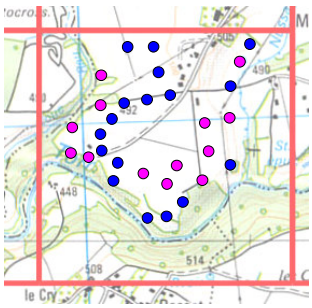
Jour 1



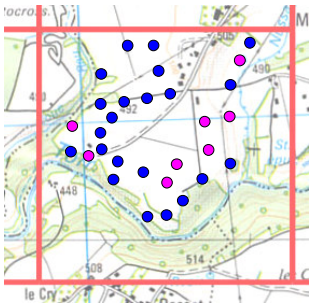
Jour 2



Jour 3



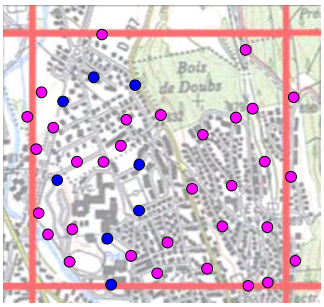
Jour 4



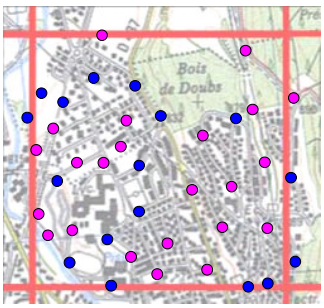
Jour 14

Suivi de la consommation sur la placette **Pu** :

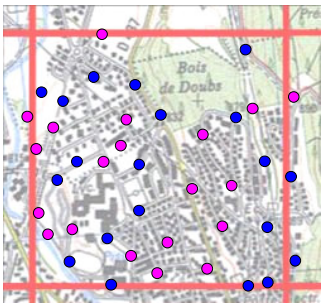
Campagne d'août 2006



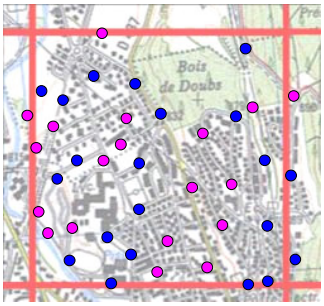
Jour 1



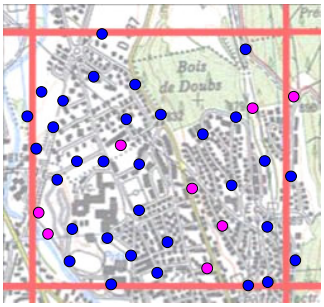
Jour 2



Jour 3

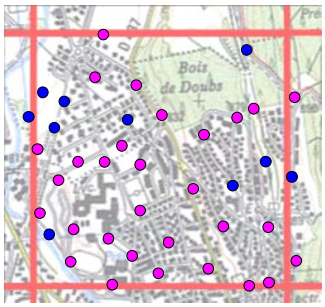


Jour 4

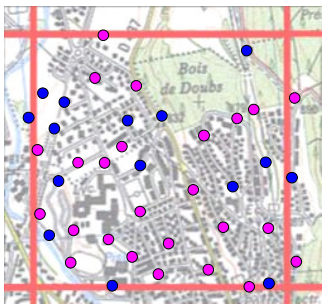


Jour 14

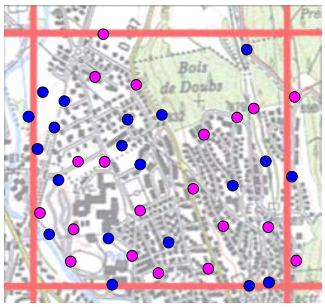
Campagne de septembre 2006



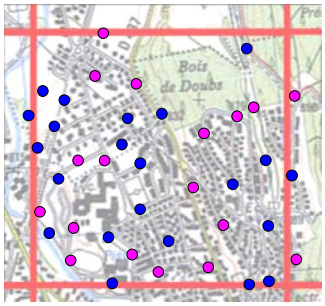
Jour 1



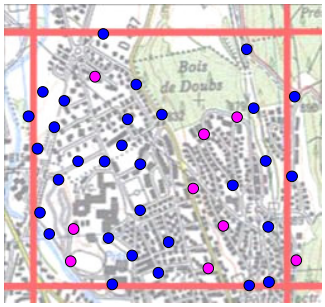
Jour 2



Jour 3



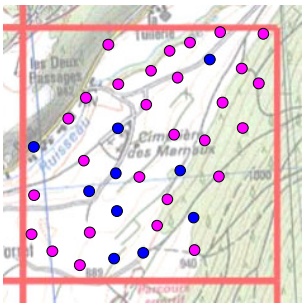
Jour 4



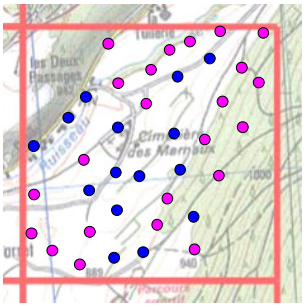
Jour 14

Suivi de la consommation sur la placette **Ppu** :

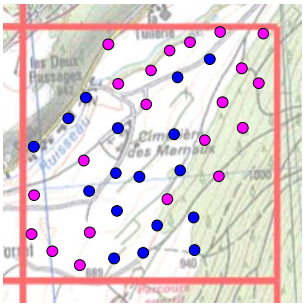
Campagne d'août 2006



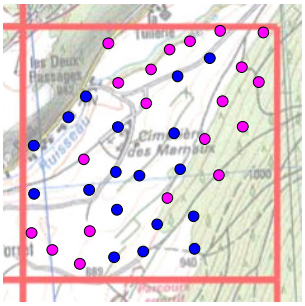
Jour 1



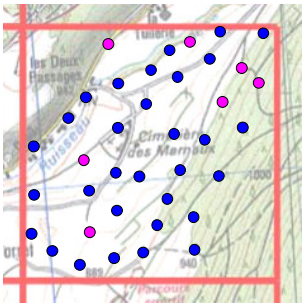
Jour 2



Jour 3

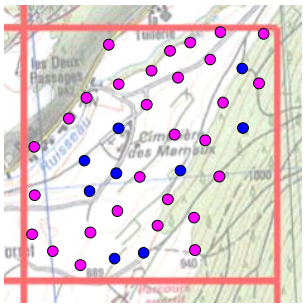


Jour 4

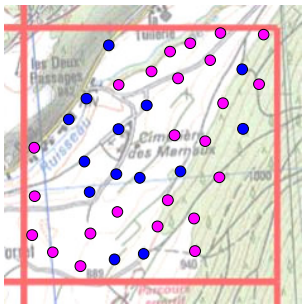


Jour 14

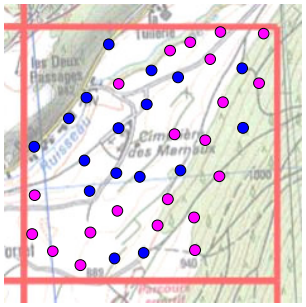
Campagne de septembre 2006



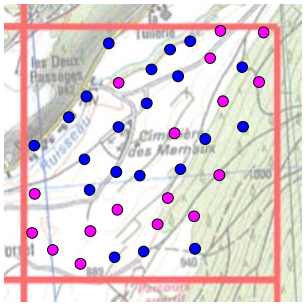
Jour 1



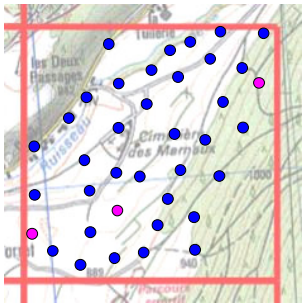
Jour 2



Jour 3



Jour 4



Jour 14

8.6 Annexe 6

Cortège spécifique photographié par les pièges

Espèces	*Consommation*	*Passage*
Renard ***Vulpes vulpes* L.**		
Fouine ***Martes foina* Erxleben**		
Chien ***Canis lupus familiaris* L.**		
Hérisson ***Erinaceus europaeus* L.**		
Chat ***Felis catus* L.**		
Blaireau ***Meles meles* L.**		
Chevreuil ***Capreolus capreolus* L.**		

8.7 Annexe 7

Exemples de photos tirées de la catégorie « autre »

Photos tests :

Passages de personnes :

Photos « vides » :