

Caractérisation et dynamique des peuplements de puces de la faune sauvage et domestique : impact sur la santé

Bachir El Mouaz Madoui*, Ferial Sakraoui, Moussa Houhamdi & Zihad Bouslama

Laboratoire des Ecosystèmes Terrestres et Aquatiques, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, 23000 Annaba, Algérie. * E-mail : madoui_mouaz@yahoo.fr

Reçu le 26 novembre 2012, accepté le 30 juillet 2013

Notre étude sur les Siphonaptères des animaux sauvages et domestiques de la région d'Annaba (Nord-Est algérien) a révélé la présence de 4 espèces appartenant à trois genres (*Ctenocephalides felis* (Bouché 1835), *Ctenocephalides canis* (Curtis 1826), *Xenopsylla cheopis* (Rothschild 1903), *Archaeopsylla erinacei* (Bouché 1835)). En plus, une enquête épidémiologique a été réalisée afin de nous aider à mieux connaître l'importance des maladies vectorielles qui leur sont associées dans notre région.

Mots-clés : Siphonaptera, puce, *Rickettsia*, Annaba, Algérie.

Our study of Siphonaptera of wild and domestic animals in Annaba (North-East of Algeria) revealed the presence of four species belonging to three genera (*Ctenocephalides felis* (Bouché 1835), *Ctenocephalides canis* (Curtis 1826), *Xenopsylla cheopis* (Rothschild 1903), *Archaeopsylla erinacei* (Bouché 1835)). In addition, an epidemiologic investigation was realized in order to help us with better knowing the importance of the vectorial diseases which are associated to them in our area.

Keywords : Siphonaptera, flea, *Rickettsia*, Annaba, Algeria.

1. INTRODUCTION

L'écologie parasitaire est une discipline en plein développement, notamment en raison de la prise en considération, par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans les processus de régulation des populations hôtes et de leur impact sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes (Barroca, 2006).

Les parasites sont divisés en deux grandes catégories selon leur taille (Anderson & May, 1979; May & Anderson, 1979; Bush *et al.*, 2001) : les micro- et les macro-parasites. Un autre critère de classification des parasites, indépendant du premier, est basé sur leur localisation au sein de leur hôte (Bush *et al.*, 2001). On distingue ainsi les ectoparasites qui sont confinés à l'extérieur de l'organisme hôte (téguments, phanères), les méso-parasites qui occupent les cavités reliées à l'extérieur (cavité pulmonaire, système digestif) et les endoparasites qui se développent à l'intérieur de l'organisme hôte (notamment dans l'appareil circulatoire, les milieux intercellulaires ou dans les cellules).

Les ectoparasites en particulier offrent une diversité de degrés d'association avec l'hôte tout à fait remarquable. Certains sont aussi intimement liés à leur hôte que la plupart des endoparasites, montrant un haut niveau de spécialisation (Page & Hafner, 1996). D'autres moins spécifiques, manifestent des liens un peu plus lâches (les puces du genre *Pulex*, parasitant des mammifères aussi divers que l'homme, le renard, le blaireau, le hérisson, etc.). Les degrés de spécificité sont variables entre groupes de haut niveau taxinomique, mais aussi parfois entre espèces proches (Desdevises *et al.*, 2002; Price *et al.*, 2003).

Les puces sont des insectes Ptérygotes très particuliers dont les affinités avec les autres groupes sont obscures (Roth, 1980). Ces insectes piqueurs holométaboles appartiennent à l'ordre des Siphonaptères (anciennement Aphaniptères). Environ 2.500 espèces et sous-espèces ont été décrites à la fin du XXe siècle (Lewis, 1998) et plus de 200 genres dont la plupart se regroupent dans 17 familles et deux super-familles : les Pulicoidea (deux familles: Tungidae et Pulicidae)

et les Ceratophylloidea (15 familles). Ce sont des ectoparasites de mammifères et plus rarement d'oiseaux. Seuls les adultes (mâles et femelles) sont hémaphages et ont la faculté de sauter d'un hôte à l'autre. Le parasitisme des puces est obligatoire. Cependant, si leur situation en tant qu'ectoparasite peut être permanente, elle n'est le plus souvent qu'occasionnelle (Duchemin *et al.*, 2006).

C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude sur les puces des animaux sauvages et domestiques, afin de caractériser leur dynamique d'apparition pendant un cycle annuel et de mettre en avant leur rôle en tant que vecteurs d'agents pathogènes, ainsi que de connaître l'importance des maladies vectorielles qui leur sont associées dans notre région.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la région d'étude

L'enquête a été réalisée dans le nord-est de l'Algérie, plus précisément dans la région de Annaba (36°54'15" N, 7°45'07" E). Située à 600 km de la capitale Alger, la wilaya de Annaba est ouverte sur 80 km du littoral méditerranéen. Elle s'étend sur 1.439 km² soit 0,06% du territoire national. Elle est limitée géographiquement par la Méditerranée au nord, la wilaya de Guelma au sud, la wilaya d'El Tarf à l'est et la wilaya de Skikda à l'ouest. Son relief est constitué principalement de montagnes à vocation forestière (52,16%), collines et piémonts (25,82%) et plaines (18,08%) (**Figure 1**).

2.2. Echantillonnage et récolte

Notre étude s'étale sur une période d'une année entre avril 2010 et mars 2011, d'une fréquence de quatre sorties par mois. Pour la récolte des puces, nous avons choisi quatre modèles hôtes : deux hôtes domestiques (chien, chat) et deux hôtes sauvages (le rat noir (*Rattus rattus* Linnaeus 1758) et le hérisson (*Atelerix algirus* Lereboullet 1842)). La collecte des puces sur chiens et sur chats a été effectuée dans des habitations à différents endroits. Des pièges ont été installés pour la capture des rats et des hérissons, soit dix pièges pour chaque hôte pendant chaque observation.

2.3. Technique d'échantillonnage

Les puces sont récoltées en utilisant leurs réflexes de fuite. En brossant ou en soufflant sur le pelage, les puces dérangées sautent hors de l'hôte et peuvent être prélevées à la pince (Baltazard & Eftekhari, 1957).

Il est également possible de récolter les puces de terriers. Une méthode consiste en l'excavation du terrier et la récolte des poussières et des terres des différentes zones du terrier. Plus facilement, on peut récolter les puces en liberté en employant la technique de Nuttall (méthode du drapeau). Cette méthode consiste à traîner lentement un drapeau (2 m²) de tissu clair et de texture molletonnée sur le sol et à récupérer à intervalles réguliers les puces qui y sont fixées. Elle permet de capturer uniquement les puces qui sont à l'affût.

Les puces prélevées sont fixées dans des flacons à fermeture hermétique en y ajoutant de l'alcool éthylique à 70%. Sur chaque flacon, une étiquette indique les informations suivantes : numéro d'ordre de l'échantillon, station, date de récolte, hôte et localisation du prélèvement sur l'hôte.

Les échantillons sont acheminés au laboratoire d'entomologie de l'Institut Pasteur à Tunis (Tunisie) pour l'identification des agents pathogènes par méthodes moléculaires.

2.4. Identification des puces

Pour l'identification des puces, une loupe binoculaire et des clés d'identifications morphologiques disponibles pour la région du bassin méditerranéen (Beaucournu & Launay, 1990) ont été utilisées.

2.5. Diagnose du sexe

La détermination du sexe se fait par la recherche des caractères morphologiques des puces.

En effet, un dimorphisme sur base de la taille des individus (supérieure pour les femelles) est observable. Aussi, les contours de l'abdomen sont également un élément discriminant entre les sexes. Par exemple, pour le genre *Ctenocephalides*, les mâles ont une face dorsale presque plate et une face ventrale très incurvée tandis que les femelles ont un abdomen aux faces convexes (Kettle, 1984). Le bombé des capsules céphaliques dans le genre *Ctenocephalides* permet également à un œil plus averti de distinguer les deux sexes.

2.6. Méthode d'exploitation des résultats par des indices écologiques

Une fois les ectoparasites identifiés, nous avons calculé des indices parasitaires suivants : la prévalence (Pr), l'intensité parasitaire moyenne (IM) et l'abondance parasitaire (A) (Margolis *et al.*, 1982).

2.7. Analyses des puces par méthodes moléculaires

L'ensemble des analyses ont été réalisées au laboratoire d'Entomologie Médicale de l'Institut Pasteur à Tunis.

Pour chaque échantillon de puces collectées, 80 individus ont été répartis par 4 dans 20 tubes. Une technique de réaction de polymérisation en chaîne (PCR) a été mise en place pour la recherche de *Rickettsia* spp.

L'extraction d'ADN a été réalisée en utilisant un kit commercial (PureLink) selon les recommandations du fabricant. Ainsi l'ADN purifié peut être stocké en congélation à long terme à -20 °C ou à -4 °C à court terme. Toutes les réactions de PCR ont été réalisées à partir d'un volume de 25 µl (13.3 µl H₂O, 2 µl DNTP, 2 µl Amorces, 2.5 µl Tampon ADN, 0.2 µl Taq polymérase, 5 µl d'ADN). Cette expérience a utilisé des amorces ciblant le gène (*gltA*) caractérisant toutes les espèces de *Rickettsia*, (séquence des amorces : GGGGACCTGCTCACGGCGG et ATTGCAAAAAGTACAGTGAACA)

L'ensemble des réactions a été réalisé à l'aide d'un thermocycleur Whatman® Biométra. Les réactions ont été analysées en utilisant 3 µl du produit de PCR dans un gel d'électrophorèse à 1,5% d'agarose.

3. RESULTATS

3.1. Identification des espèces

L'examen au laboratoire des puces récoltées nous a permis d'identifier quatre espèces appartenant à trois genres (Tableau 1).

Ctenocephalides felis (Bouché 1835) (Figure 2) est reconnue pour parasiter plus d'une cinquantaine d'hôtes (puce euryxène). Elle est pour cela considérée par certains auteurs comme la puce la moins spécifique, (Harman *et al.*, 1987; Kwochka, 1987; Schemidt, 1988; Beaucournu &

Menier, 1998). Ses origines sont en Afrique du Nord et au Proche-Orient, alors qu'elle est actuellement présente sur une grande partie du globe. Le complexe *felis* qui regroupe les sous-espèces *C. felis* participe à cette faible spécificité d'hôte en élargissant le nombre de biotope propice à leur survie.

Ctenocephalides canis (Curtis 1826) (Figure 3) a pour hôte primaire le renard roux des zones paléarctiques. Choquart (1999) décrit la préférence de cette espèce pour les animaux vivant à l'extérieur et à des altitudes supérieures à 400 m. Franc *et al.* (1998) ont confirmé ainsi ces observations et celles de Beaucournu (Beaucournu, 1973; Beaucournu & Launay, 1990; Beaucournu & Menier, 1998), qui place cette espèce dans celle à « écologie assez stricte, parasite des canidés selvatiques et du chien lorsque les conditions de vie sont proches des conditions naturelles : chiens de ferme, chiens de berger, chiens de meute ». C'est une puce qui est qualifiée de sténoxène, vu sa nette préférence pour les canidés.

Le cycle de *C. canis* peut être réalisé entièrement sur chat mais avec des paramètres de développement et de reproduction inférieurs à ceux relatifs aux chiens hôtes, respectivement le taux de survie des puces est de 17,6% lorsque la température est de 37 °C et de 4,0% à 27 °C (Cadiergues, 2000).

Xenopsylla cheopis (Rothschild 1903) (Figure 4) est la puce du rat, principal vecteur de la peste. Sa spécificité moyenne la rend très dangereuse en cas d'épidémie. Elle est répandue dans toutes les régions chaudes et tempérées du globe et sa répartition synanthrope est souvent corrélée à celle du rat (Beaucournu & Launay, 1990).

Archaeopsylla erinacei (Bouché 1835) (Figure 5) est observée sur son hôte de prédilection, le hérisson, mais elle a déjà été retrouvée sur des animaux de compagnie, chien et chat (Snodgrass, 1945; Franc *et al.*, 1998; Choquart, 1999). Les contacts que ces derniers ont avec les hérissons peuvent expliquer les quelques cas recensés. Le taux d'infestation des hérissons varie au cours de l'année ; en hibernation, le nombre de parasite sur un animal est presque nul tandis que les maxima sont atteints en fin d'été et en automne (Beaucournu & Launay, 1990).

Pour conclure, la puce est un parasite obligatoire dont la réalisation du cycle et son rendement sont influencés par la nature du milieu extérieur. La spécificité hôte-parasite assez lâche facilite alors la survie.

3.2. Effort d'échantillonnage

Au cours de notre étude, 2.191 spécimens (puces) ont été récoltés. Chez les chiens, la présence des puces est la plus abondante soit 39,7% (869 individus prélevés sur 29 hôtes examinés) suivie de 35,2% sur les chats (771 individus prélevés sur 73 hôtes examinés) et 15,8% sur les hérissons (346 individus prélevés sur 16 hôtes examinés). Le rat est l'hôte le moins parasité avec 9,4% soit 205 individus prélevés sur 46 hôtes examinés (**Figure 8**) (**Tableau 2**).

3.3. Dynamique d'appartition des puces

Le suivi de la phénologie des puces présente une augmentation d'abondance relative pendant les quatre premiers mois d'étude : de 8,0% au mois d'avril à 18,0% en juin et 19,6% en juillet. Ensuite, une réduction d'abondance est observée pendant les cinq mois suivants : de 16,9% pendant le mois d'août à 9,3% en septembre, 4,0% en octobre, 3,0% en novembre et 1,6% en décembre. Après une occurrence quasi nulle au mois de janvier, enfin une abondance relative de 2,8% est observée durant les mois de février et mars (**Figure 6**).

3.4. Relations phénologie – spécificité d'hôtes

Une phénologie décalée des puces est observée (**Figures 6 & 7**) : une majorité de puces est récoltée en début d'étude sur les chats (en juin et juillet), tandis que le pic d'occurrence sur les chiens est atteint lors du mois d'août. Ensuite, une baisse significative d'abondance de puces en septembre est observée pour les deux hôtes. Chez les rats, l'abondance des puces est plus constante durant presque toute l'année. Enfin, chez le hérisson, l'occurrence des puces s'étale sur sept mois sur douze. Cela est causé par le passage de l'animal par une période d'hibernation où le parasitisme dans cette période est minimal ou nul. Les 2.191 puces récoltées étaient réparties comme suit : 998 individus mâles et 1.193 individus femelles. Le sexe-ratio de ce peuplement est de 54% (F/M).

Aussi, l'espèce *C. felis* a été observée chez les quatre hôtes étudiés. Sur l'ensemble des puces récoltées, 51,98% appartiennent à cette espèce, 23,73% à *C. canis*, 15,79% à *A. erinacei*, tandis que *X. cheopis* n'a été reconnue que dans 9,35% des cas (**Figure 9**).

3.5. Analyse des indices parasitaires

Nous avons calculé les indices parasitaires pour chaque hôte à savoir : la prévalence, l'intensité moyenne et l'abondance (**Tableau 3**).

Chez les chiens, le taux d'infestation de *C. canis* est le plus important avec 55,76%, donnant ainsi à cette dernière le statut d'espèce dominante, suivi par *C. felis* 40,38%, ce qui en fait une espèce satellite. Chez les chats, l'espèce *C. felis* est le seul parasite infestant cet hôte avec une prévalence de 87,95%. Aussi, l'espèce *X. cheopis* est la plus dominante avec 92,00% du taux d'infestation suivi par *C. felis* 5,76% (espèce rare). Enfin, l'espèce parasite la plus abondante chez le hérisson est *A. erinacei* avec un taux d'infestation de 93,75%, suivi par *X. cheopis* 18,75% (espèce satellite) et enfin *C. felis* 6,25%, se conférant ainsi le statut d'espèce rare. Chez le chat et le rat, l'espèce *C. felis* a le rapport le plus élevé, tandis que chez le hérisson, l'espèce *A. erinacei* est la plus abondante. En revanche, chez le chien, l'espèce *C. canis* est majoritairement présente.

Quant à l'abondance, il y a une prédominance de l'espèce *C. canis* chez le chien, *C. felis* chez le chat, *X. cheopis* chez le rat et *A. erinacei* chez le hérisson (**Tableau 3**).

3.6. Détection des agents pathogènes

La PCR a été réalisée sur 80 puces au total. L'ensemble de ces puces appartenait à l'espèce *C. felis* dans le but d'identifier des agents pathogènes du genre *Rickettsia* (**Figure 10**).

Dans quinze pourcent des cas, la présence de cet agent pathogène a été détectée.

4. DISCUSSION

C. felis est l'espèce la plus importante et la plus connue du genre *Ctenocephalides*, elle présente la particularité d'infester des hôtes très divers contrairement à *C. canis* parasite du chien, *X. cheopis* parasite des rongeurs et *A. erinacei* parasite du hérisson qui ont une biologie très spécialisée et qui peuvent être inféodées à des milieux et des hôtes spécifiques.

D'après Rolain et al. (2003), cette espèce est active dans la transmission de *Rickettsia felis*, qui est d'après Raoult et al. (2001) responsable de la

transmission de la fièvre boutonneuse à puces (ou pseudo typhus californien).

La fièvre boutonneuse à puces est endémique dans de nombreuses régions du monde. Initialement confondue avec le typhus murin, la fièvre boutonneuse à puces est une maladie bénigne dont le spectre clinique et la fréquence sont inconnus. Toutefois, la bactérie est extrêmement commune chez les puces de chat et de chien (Rolain *et al.*, 2003). Un tel résultat n'a encore jamais été décrit, il serait intéressant d'instaurer un système d'épidémiologie-surveillance efficace, permettant le contrôle ainsi qu'une gestion adéquate de la situation épidémiologique dans notre région. Comprendre la circulation des maladies dans les réservoirs sauvages est nécessaire pour gérer le risque de transmission, ce qui est actuellement reconnu au travers de l'émergence de l'écologie de la santé (Lebarbenchon *et al.*, 2007). Les modifications de l'écosystème consécutives à l'introduction d'une maladie pourront en retour influencer la transmission de la maladie (Collinge *et al.*, 2008).

En plus de l'écologie, la compréhension des maladies infectieuses peut bénéficier de l'utilisation de concepts d'évolution (Stearns & Koella, 2008). Enfin, les maladies infectieuses sont un enjeu de société important puisqu'elles sont aujourd'hui responsables de 19% de l'ensemble de la mortalité humaine mondiale, et représentent même 53% des décès en Afrique (WHO, 2004).

Les carnivores domestiques peuvent être infestés par plusieurs espèces de puces *C. felis*, *C. canis*, *X. cheopis*, etc. (Savary de Beauregard, 2003). Dans plus de 75% des cas, c'est l'espèce *C. felis* qui est la plus retrouvée chez les animaux (sauvages et domestiques). Plus rarement des puces de chiens, de rongeurs ou de hérissons peuvent être observées. La sous-espèce présente dans notre région est *Ctenocephalides felis felis* (Bouché 1835). Elle est peu spécifique et peut prendre son repas sur les mammifères les plus variés (carnivores, lapins, ruminants ou même l'homme) (Savary de Beauregard, 2003).

Notre enquête confirme cette nette prédominance, mais fait aussi ressortir un parasitisme plus varié avec quatre espèces recensées. Les espèces déjà connues chez les différents hôtes sont présentes, même si leurs taux d'infestation restent sensiblement inférieurs à celui de *C. felis*. Avec 52% de la population, *C. felis* est loin devant les autres espèces.

CONCLUSIONS

Cette enquête sur les espèces de puces présentes chez les animaux sauvages et domestiques de la région d'Annaba (Algérie) vient de générer de nouvelles données et apporter une progression dans le domaine de l'épidémiologie des siphonaptères pour notre région.

Les puces restent un groupe d'insectes relativement peu étudié actuellement, alors qu'elles sont vectrices d'un grand nombre d'agents pathogènes (notamment certaines responsables de rickettsies). Comme nous l'avons présenté dans cette étude, les puces devraient faire l'objet d'études plus approfondies. En effet, l'étude de la dynamique d'apparition des puces et la connaissance des phénomènes qui gouvernent la relation puces-agents pathogènes sont essentielles à la dynamique et à l'évaluation du risque représenté par les maladies vectorisées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous ceux qui ont participé à la réalisation de cette étude en particulier l'équipe du laboratoire d'entomologie de l'Institut Pasteur de Tunis (Tunisie).

BIBLIOGRAPHIE

- Anderson R.M. & May R.M. (1979). Population biology of infectious disease: Part I. *Nature* **280**, p. 361-367.
- Baltazard M. & Eftekhari M. (1957). Techniques de récolte, de manipulation et d'élevage des puces de rongeurs. *Bulletin World Health Organization* **16**, p. 436-440.
- Barroca M. (2006). *Hétérogénéité des relations parasites-oiseaux : importance écologique et rôle évolutif*. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Ecole doctorale Buffon, 173 p.
- Beaucournu J.C. (1973). *Notes sur les siphonaptères parasites de carnivores en France*. *Annales de parasitologie* **48**, p. 497-516.
- Beaucournu J.C. & Launay H. (1990). *Les puces (Siphonaptera) de France et du bassin méditerranéen occidental*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, 548 p.
- Beaucournu J.C. & Menier K. (1998). Le genre *Ctenocephalides*, Stiles et Collins, 1930 (Siphonaptera: Pulicidae). *Parasite* **5**, p. 13-16.

- Bush A.O., Fernández J.C., Esch G.W. & Seed J.R. (2001). *Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites*. Cambridge University Press.
- Cadiergues M.C. (2000). *Ctenocephalides canis* (Curtis 1826), (Siphonaptera: Pulicidae): données épidémiologiques et biologiques. Th D : Toulouse, I.N.P ; 1749. 198.
- Choquart P. (1999). *Contribution à l'étude des puces de chien : Enquête épidémiologique en France*. Th : Med. Vet : Toulouse, Université Paul Sabatier ; 4005. 53.
- Collinge S.K., Ray C. & Cully J.F. (2008). Effects of disease on keystone species, dominant species, and their communities. In Ostfeld R.S., Keesing F., Eviner V.T.. *Infectious Disease Ecology: Effects of Ecosystems on Disease and of Disease on Ecosystems*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ. p. 129-144.
- Desdevises Y., Morand S. & Legendre P. (2002). Evolution and determinants of host specificity in the genus *Lamellodiscus* (Monogenea). *Zoological Journal of the Linnean Society* **77**(4), p. 431-443.
- Duchemin J.B., Fournier P.E. & Parola P. (2006). Les puces et les maladies transmises à l'homme. *Médecine Tropicale* **66**, p. 1-21.
- Franc M., Choquart P. & Cadiergues M.C. (1998). Répartition des espèces de Puces rencontrées chez le chien en France. *Revue de Médecine vétérinaire* **149**(2), p. 135-140.
- Harman D.W., Haliwell R.E. & Greiner E.C. (1987). Flea species from dogs and cats in North-Florida. *Veterinary Parasitology* **23**(1-2), p. 135-140.
- Kettle D.S. (1984). *Medical and Veterinary Entomology*. Wallingford: CAB international, 658 p.
- Kwochka K.W. (1987). Fleas and related disease. *Veterinary clinics of North America, small animal practice* **17**(6), p. 1235-1262.
- Lebarbenchon C., Poulin R. & Thomas F. (2007). Parasitisme, biodiversité et biologie de la conservation. In Thomas F., Guégan J.F. & Renaud F. *Ecologie et évolution des systèmes parasites*. De Boeck Université, Bruxelles, chapitre 7, p. 229-256.
- Lewis R.E. (1998). Resume of the Siphonaptera (Insecta) of the world. *Journal of Medical Entomology* **35**, p. 377-389.
- Margolis L., Esch G.W., Holmes J.C., Kuris A & Shad G.A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* **68**, p. 131-133.
- May R.M. & Anderson R.M. (1979). Population biology of infectious diseases: Part II. *Nature* **280**, p. 455-461.
- Page R.D.M & Hafner M.S. (1996). *Molecular phylogenies and host-parasite cospeciation: gophers and lice as a model system*. In Harvey P.H., Leigh-Brown A.J., Maynard Smith J. & Nee S. *New Uses for New Phylogenies*, Oxford University Press, Oxford, p. 255-270.
- Price R.D., Hellenthal R.A. & Palma R.L. (2003). *World checklist of chewing lice with host associations and keys to families and genera*. In Price R.D., Hellenthal R.A., Palma R.L., Johnson K.P. & Clayton D.H.. *The Chewing Lice. World checklist and Biological Overview, Illinois Natural History Survey Special Publication* **24**, p. 1-448.
- Raoult D., La Scola B., Enea M., Fournier P.E., Roux V., Fenollar F., Galvao M.A.M. & De Lamballerie X. (2001). A flea-associated Rickettsia pathogenic for humans. *Emerging Infectious Diseases* **7**, p. 73-81.
- Rolain J.M., Franc M., Davoust B. & Raoult D. (2003). Molecular detection of *Bartonella quintana*, *B. koehlerae*, *B. henselae*, *B. clarridgeiae*, *Rickettsia felis* and *Wolbachia pipientis* in cat fleas, France. *Emerging Infectious Diseases* **9**, p. 338-342.
- Roth S. (1980). A revised model of learned helplessness in humans. *Journal of Personality* **48**, p. 103-133.
- Savary de Beauregard B. (2003). *Contribution à l'étude épidémiologique des maladies vectorielles bactériennes observées chez le chat dans le Sud de la France*. Th. Doctorat, p. 31-33.
- Schmidt V.J. (1988). Flea allergy dermatitis. *Veterinary clinics of north America, small animal practice* **18**, p. 1023-1042.
- Snodgrass R.E. (1945). *The skeletal anatomy of fleas (Siphonaptera)*. Washington Smithsonian Institution **104**(18).
- Stearns S. & Koella J.K. (2008). *Evolution in health and disease*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 374 p.
- World Health Organisation (2004). Annex Table 2: deaths by cause, sex and mortality stratum in WHO regions, estimates for 2002. In *The World Health Report (2004). Changing history*. World Health organisation, Geneva, Switzerland, statistical annex Table 2, p. 120-125.

(30 réf.)

Tableau 1. Les différentes espèces de puces trouvées sur les quatre hôtes.

Famille	Genres	Espèces	Hôtes
Pulicidae	<i>Ctenocephalides</i>	<i>Ctenocephalides felis</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>
			<i>Felis silvestris catus</i>
			<i>Rattus rattus</i>
			<i>Atelerix algirus</i>
		<i>Ctenocephalides canis</i>	<i>Canis lupus familiaris</i>
			<i>Felis silvestris catus</i>
	<i>Xenopsylla</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i>	<i>Rattus rattus</i>
			<i>Atelerix algirus</i>
	<i>Archaeopsylla</i>	<i>Archaeopsylla erinacei</i>	<i>Atelerix algirus</i>

Tableau 2. Effort d'échantillonnage, puces récoltées (avril 2010 - mars 2011).

Nombre de puces récoltées	Avril 10	Mai 10	Juin 10	Juillet 10	Aout 10	Septembre 10	Octobre 10	Novembre 10	Décembre 10	Janvier 11	Février 11	Mars 11	TOTAL
sur chiens	112	148	145	135	162	67	39	14	0	0	15	32	869
sur chats	51	102	142	167	102	89	33	30	31	11	3	10	771
sur rats	13	24	33	25	22	17	13	22	12	9	2	13	205
sur hérissons	0	28	74	104	84	30	3	0	0	0	16	7	346
TOTAL	176	302	394	431	370	203	88	66	43	20	36	62	2191

Tableau 3. Indices parasitaires chez tous les hôtes.

Hôte	Espèce de puce	Prévalence (P)	Intensité moyenne (IM)	Abondance (Ab)
Chien	<i>Ctenocephalides canis</i>	55,76%	17,93	10,00
	<i>Ctenocephalides felis</i>	40,38%	16,61	6,71
Chat	<i>Ctenocephalides felis</i>	87,95%	10,56	9,29
Rat	<i>Xenopsylla cheopis</i>	92,00%	4,13	3,80
	<i>Ctenocephalides felis</i>	5,76%	5,00	0,30
Hérisson	<i>Archaeopsylla erinacei</i>	93,75%	22,60	21,18
	<i>Xenopsylla cheopis</i>	18,75%	3,00	0,19
	<i>Ctenocephalides felis</i>	6,25%	4,00	0,25

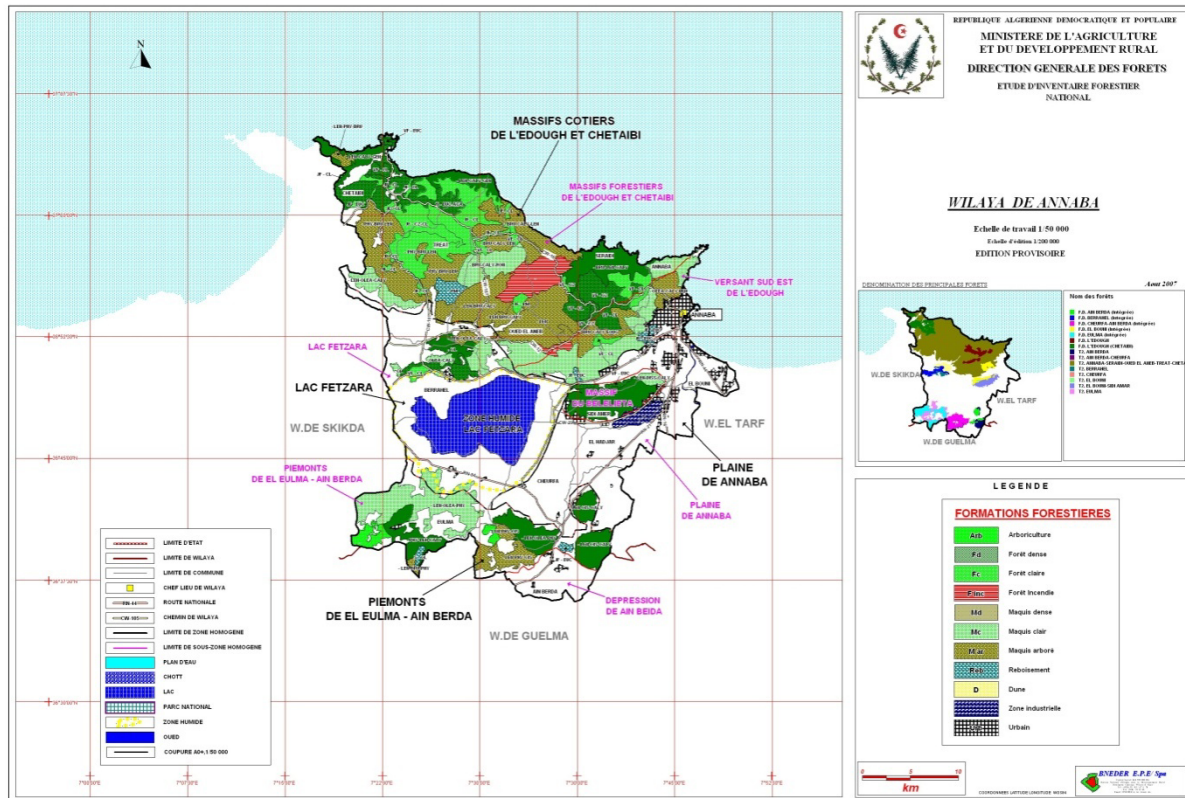


Figure 1. Zone d'étude sur la carte de la wilaya d'Annaba (Algérie) (D.G. des Forêts (année 2007)).



Figure 2. *Ctenocephalides felis* femelle.
Photo prise le 20/10/2011 par Madoui B.E.



Figure 3. *Ctenocephalides canis* femelle.
Photo prise le 12/11/2012 par Madoui B.E.



Figure 4. *Xenopsylla cheopis* mâle.
Photo prise le 20/10/2011 par Madoui B.E.



Figure 5. *Archaeopsylla erinacei* femelle.
Photo prise le 12/11/2012 par Madoui B.E.

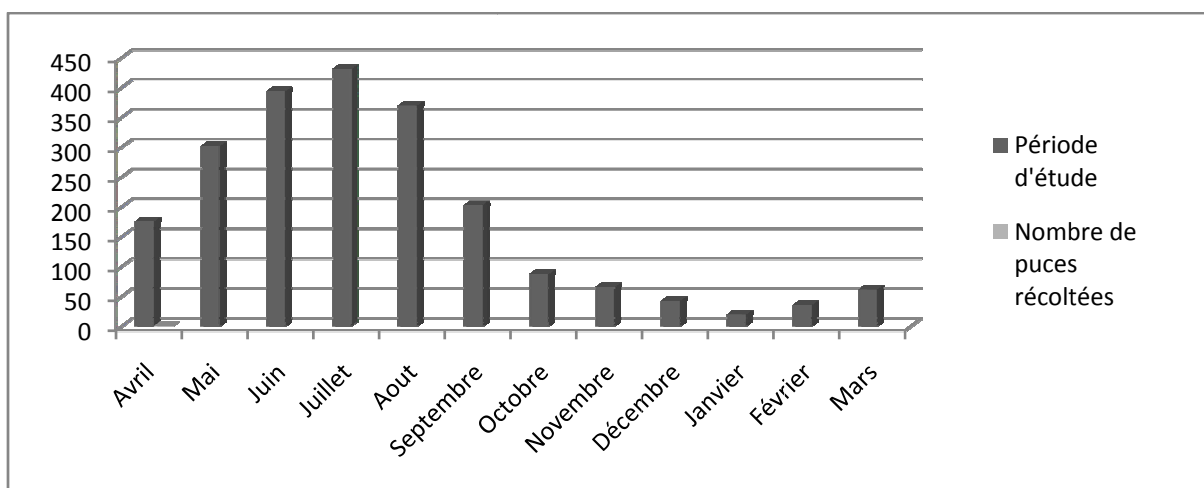


Figure 6. Répartition temporelle des puces échantillonnées toutes espèces hôtes confondues (avril 2010 - mars 2011)

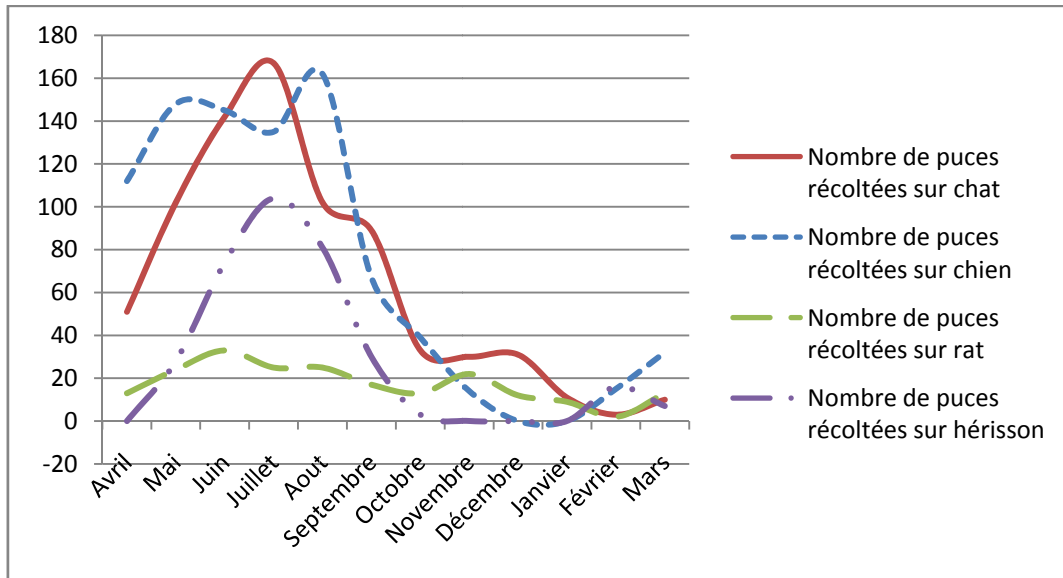


Figure 7. Dynamique d’apparition des puces pour chaque hôte.

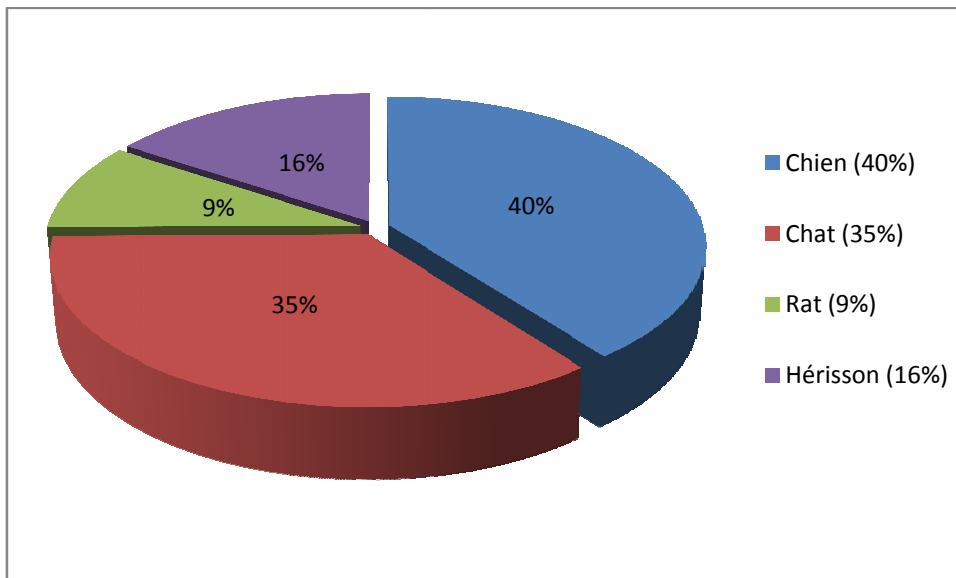


Figure 8. Répartition des puces sur les différents hôtes.

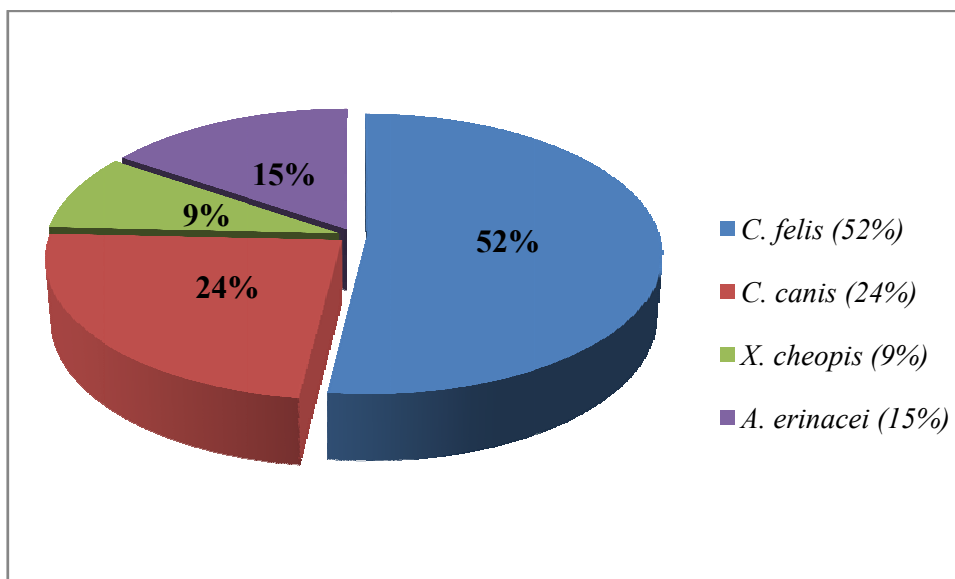


Figure 9. Répartition des puces par espèces.

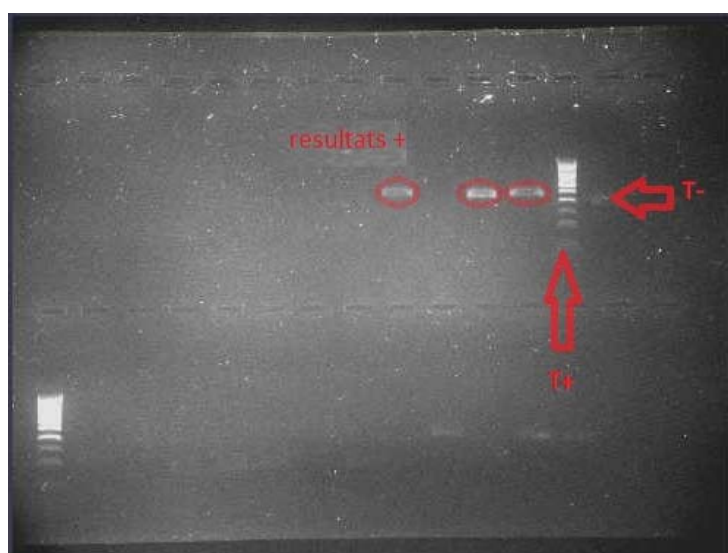


Figure 10. Résultat de la PCR après électrophorèse sur gel d'agarose 1,5% présentant trois résultats positifs de *Rickettsia* spp.