

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE - EL HARRACH  
المدرسة الوطنية للطب البيطري

**Mémoire**  
**En vue de l'obtention du Diplôme de Magistère en**  
**Sciences Vétérinaires.**  
**Option : Zoonoses Parasitaires.**

**Contribution à l'étude des réservoirs et des vecteurs des  
agents des rickettsioses (par des techniques moléculaires)  
et des piroplasmoses dans la région d'Alger**

Présenté par : **Dr. KERNIF Tahar**

|                |             |                       |                 |
|----------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| Président :    | HAMRIOUI B. | Professeur            | C.H.U. Mustapha |
| Promotrice :   | AISSI M.    | Maître de conférences | E.N.V. - Alger  |
| Co-promoteur : | BITAM I.    | Attaché de recherche  | I.P. - Alger    |
| Examineurs :   | BOUAKANE A. | Maître de conférences | E.N.V. - Alger  |
|                | BAZIZ B.    | Maître de conférences | I.N.A. - Alger  |

Année Universitaire 2006 - 2007

# Remerciements

Tout d'abord, je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné la force pour réaliser ce mémoire.

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements :

## **Au Professeur B. HAMRIOUI**

Chef de laboratoire de Parasitologie-Mycologie de CHU Mustapha.

Qui m'a fait l'honneur de présider mon jury.

Qu'il soit assuré de ma profonde reconnaissance.

## **Au Docteur M. AISSI**

Maître de conférences en Parasitologie-Mycologie à l'Ecole Nationale Vétérinaire - El Harrach- Alger.

Qui a su me guider dans la réalisation de ce mémoire.

Qu'elle voit, dans ce travail, mes plus chaleureux remerciements.

## **A Monsieur I. BITAM**

Chef d'unité d'entomologie médicale - Institut Pasteur d'Algérie - Sidi Fredj.

Qui m'a proposé ce sujet et a su me conseiller pour finir ce travail.

Qu'il voit dans cet aboutissement le témoignage de ma gratitude.

**Au Docteur A. BOUAKANE**, Maître de conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire - El Harrach- Alger

Qui m'a fait l'honneur d'accepter l'évaluation et la critique de ce travail. Qu'elle trouve ici ma reconnaissance pour sa participation.

**Au Docteur B. BAZIZ**, Maître de conférences à l'Institut National d'Agronomie - El Harrach- Alger,

Qui m'a fait l'honneur d'accepter l'évaluation et la critique de ce travail.

Qu'il trouve ici l'expression de ma gratitude pour sa participation.

## **A Monsieur HARRAT Z.,**

Chef de service d'éco épidémiologie parasitaire et génétique des populations à l'Institut Pasteur d'Algérie - Sidi Fredj.

Pour m'avoir accueillis et permis la réalisation des analyses de biologie moléculaire et des électrophorèses au sein de son laboratoire.

**Au Professeur BOUGUERMOUH A.**, chef d'unité virologie à l'Institut Pasteur d'Algérie - Sidi Fredj,  
Pour m'avoir permis la réalisation des analyses et la vérification des produits de biologie moléculaire.

**Mademoiselle Nabila**, biologiste à l'Institut Pasteur d'Algérie - Sidi Fredj,  
pour m'avoir aidé dans la réalisation des manipulations dans l'unité de virologie.

**Au Docteur Kh. HARHOURA**

Pour ces conseils, son aide et ses discussions particulières.

**Aux nombreux vétérinaires,**

Qui m'ont aidé à réaliser les diverses récoltes sur le terrain :

M<sup>r</sup> Mouloud (Draria), M<sup>elle</sup> Chabha, M<sup>elle</sup> Fadli, M<sup>r</sup> Ladjouze, M<sup>r</sup> Moustapha, M<sup>me</sup> Wahiba, M<sup>elle</sup> Khatima, M<sup>elle</sup> Amel (zootechnie), M<sup>elle</sup> Amel Djerbouh, M<sup>r</sup> Ayache, M<sup>r</sup> Mouloud (Réghaia) et les autres.

**Au Docteur SAIDI F. et tout le personnel de l'HURBAL,**

Pour avoir mis à ma disposition les chiens de la fourrière canine.

**A tout le personnel de l'Ecole Nationale Vétérinaire-Alger :**

Enseignant(e)s, Informaticiens (M<sup>r</sup> Fouzi), Laboratoire de parasitologie (M<sup>r</sup> Ahmed) et les étudiants.

**A tout le personnel de l'Institut Pasteur-Alger :**

M<sup>elle</sup> Ghania, M<sup>me</sup> Manssour, M<sup>r</sup> Chrif, M<sup>r</sup> Adlan, M<sup>r</sup> Said, M<sup>r</sup> Derrar, M<sup>r</sup> Chebli A et autres.

**A tout le personnel de Parasitologie-Mycologie de CHU Mustapha:**

M<sup>me</sup> Madani, M<sup>r</sup> Achir, les résident(e)s, les technicien(ne)s et surtout M<sup>r</sup> Mougrane.

**A Madame ZENIA S.**

Pour son aide en statistiques

**A Monsieur KERNIF Hacène et tout le personnel de Sarl-Guillot**

**A Monsieur HARCHAOUI Rachid**

Pour son aide.

**A mes camarades de promotion**

M<sup>r</sup> Bouhous, M<sup>r</sup> Khelef, M<sup>r</sup> Mébarki, M<sup>r</sup> Djerbal, et M<sup>r</sup> Madani

A tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, au bon déroulement de cette étude.

# Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes **parents**, pour leur confiance et leur soutien tout au long de ces 21 années de scolarité. Ce travail n'existerait pas sans eux ; qu'ils soient les témoins de ma réussite.

A mes frères : **Hacène, Omar, Nadir, Brahim, Moussa, Mounir**  
A ma sœur **Zohra** et sa fille **Syrine** (ma très belle petite nièce)  
dont leurs présences dans tous les grands moments m'ont toujours poussé à aller plus loin.

A mes deux cousins et amis de toujours, **Khaled** et **Zinou**, pour tous les bons moments passés depuis que vous êtes rentrés dans ma vie.

A mes ami(e)s : **Rafik, Youssef, Ahmed, Krimo, Rachida, Widad, Asma, Radia, Amel, Khadidja, Slimane, Hind, Mohamed, Nabila, Naïma.**

A ma cousine **Ghania** qui m'a aidé à m'intégrer et me sentir à l'aise au sein de l'Institut Pasteur-Alger.

A mes chers tantes et oncles.

A mes cousines et cousins.

# SOMMAIRE

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| <b>INTRODUCTION.....</b> | <b>1</b> |
|--------------------------|----------|

## **ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **CHAPITRE I : LES VECTEURS « TIQUES & PUCES »**

|   |          |
|---|----------|
| <b>I. DEFINITION DU VECTEUR.....</b>  | <b>2</b> |
| <b>II. LES TIQUES (IXODIDAE).....</b>   | <b>2</b> |
| II.1. CLASSIFICATION DES TIQUES .....   | 2        |
| II.2. LA MORPHOLOGIE DES <i>IXODIDAE</i> .....                                | 4        |
| II.2.1. La morphologie externe.....   | 4        |
| II.2.1.1. Morphologie externe des adultes (imaginales).....                   | 4        |
| II.2.1.1.1. Chez le mâle .....  | 4        |
| II.2.1.1.2. Chez la femelle .....   | 7        |
| II.2.1.2. Morphologie externe des immatures (pré-imaginales).....             | 8        |
| II.2.1.2.1. Chez la nymphe : Stase 2 pré-imaginales.....                      | 8        |
| II.2.1.2.2. Chez la larve : stase 1 pré-Imaginale .....                       | 8        |
| II.2.2. La morphologie interne .....  | 9        |
| II.3. LA BIO-ÉCOLOGIE DES TIQUES .....  | 10       |
| II.3.1. L'habitat .....   | 10       |
| II.3.2. Le cycle de développement des <i>Ixodidae</i> .....                   | 10       |
| II.3.2.1. L'accouplement .....  | 10       |
| II.3.2.2. La ponte et les œufs .....  | 11       |
| II.3.2.3. L'éclosion et la vie larvaire .....                                 | 12       |
| II.3.2.4. La vie nymphale .....   | 13       |
| II.3.2.5. L'adulte .....  | 13       |
| II.3.2.6. Le repas sanguin et la physiologie de gorgement (la fixation) ..... | 13       |
| II.3.2.7. La durée du cycle évolutif .....                                    | 14       |
| II.3.3. Facteurs intervenant dans le cycle évolutif des <i>Ixodidae</i> ..... | 14       |
| II.3.3.1. Les facteurs intrinsèques .....                                     | 14       |
| II.3.3.1.1. Le nombre d'hôtes .....   | 14       |
| II.3.3.1.2. Nature et choix de l'hôte .....                                   | 15       |
| II.3.3.2. Les facteurs extrinsèques .....                                     | 17       |
| II.3.3.2.1. Hygrométrie (ou humidité relative) .....                          | 17       |
| II.3.3.2.2. Température .....   | 17       |
| II.3.3.2.3. Activité saisonnière.....   | 17       |
| II.4. LE RÔLE PATHOGENE DES TIQUES.....                                       | 18       |
| II.4.1. Effets directs.....   | 18       |
| II.4.1.1. Action mécanique et irritative .....                                | 18       |
| II.4.1.2. Action anémiantes .....   | 19       |
| II.4.1.3. Action toxique.....   | 19       |
| II.4.1.3.1. Paralysie à tiques .....  | 19       |
| II.4.1.3.2. Les dyshidroses (Sweating Sickness) .....                         | 19       |
| II.4.2. Effets indirectes.....  | 19       |
| II.4.2.1. La babésiose.....   | 20       |
| II.4.2.2. Les rickettsioses.....  | 20       |
| II.4.2.2.1. <i>Rickettsias</i> .....  | 20       |
| II.4.2.2.2. <i>Ehrlichia</i> .....  | 20       |

|   |           |
|---|-----------|
| II.4.2.3. Les autres agents pathogènes transmis par les tiques..... | 21        |
| II.5. MESURES DE LUTTE CONTRE LES TIQUES.....                       | 22        |
| II.5.1. Mesures prophylactiques .....                               | 22        |
| II.5.2. Le traitement .....   | 22        |
| <b>III. LES PUCES (<i>Siphonaptère</i>).....</b>                    | <b>23</b> |
| III.1. CLASSIFICATION .....   | 23        |
| III.2. MORPHOLOGIE DES PUCES.....                                   | 23        |
| III.2.1. Morphologie externe.....                                   | 23        |
| III.2.1.1. Morphologie externe de l'imago (adulte).....             | 23        |
| III.2.1.1.1. Tête ou capsule céphalique.....                        | 25        |
| III.2.1.1.2. Thorax.....  | 26        |
| III.2.1.1.3. Abdomen.....   | 27        |
| III.2.1.2. Morphologie externe des larves et nymphes.....           | 27        |
| III.2.1.2.1. Larve .....  | 27        |
| III.2.1.2.2. Nymphe .....   | 27        |
| III.2.2. Morphologie interne (imago).....                           | 27        |
| III.2.2.1. Tube digestif .....                                      | 27        |
| III.2.2.2. Appareil génital mâle .....                              | 27        |
| III.2.2.3. Appareil génital femelle .....                           | 27        |
| III.3. BIO ECOLOGIE DES PUCES.....                                  | 28        |
| III.3.1. Habitat .....  | 28        |
| III.3.2. Le cycle de développement des puces.....                   | 28        |
| III.3.2.1. Œufs .....   | 29        |
| III.3.2.2. Larve.....   | 29        |
| III.3.2.3. Nymphe .....   | 30        |
| III.4. LE ROLE PATHOGENE DES PUCES .....                            | 31        |
| III.4.1. Rôle pathogène directe.....                                | 31        |
| III.4.2. Rôle pathogène indirecte.....                              | 31        |
| III.4.2.1. Helminthes .....   | 31        |
| III.4.2.2. Protozoaires .....                                       | 31        |
| III.4.2.3. Virus .....  | 32        |
| III.4.2.4. Infections bactériennes.....                             | 32        |
| III.4.2.4.1. Rickettsioses.....                                     | 32        |
| III.4.2.4.2. Bartonelloses.....                                     | 33        |
| III.5. MESURES DE LUTTE CONTRE LES PUCES.....                       | 33        |

## CHAPITRE II : LES RICKETTSIOSES

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. TAXONOMIE DES <i>RICKETTSIACEAE</i> .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>II. ETUDE DES DIVERSES RICKETTSIOSES.....</b>   | <b>36</b> |
| II.1. RICKETTSIOSE à <i>Rickettsia spp.</i> .....  | 36        |
| II.1.1. Généralités .....  | 36        |
| II.1.2. Historique.....  | 36        |
| II.1.3. Etude de la maladie chez le chien.....   | 37        |
| II.1.3.1. Epidémiologie.....   | 37        |
| II.1.3.1.1. Agents pathogènes.....   | 37        |
| II.1.3.1.2. Agents de transmission.....  | 37        |
| II.1.3.1.3. Mode de contamination.....   | 38        |
| II.1.3.1.4. La relation «réservoirs / vecteur » dans l'entretien des <i>Rickettsia</i> ..... | 38        |
| II.1.3.2. Pathogénie.....  | 38        |
| II.1.3.3. Symptômes.....   | 38        |
| II.1.3.4. Traitement .....   | 39        |
| II.1.3.5. Prophylaxie.....   | 39        |
| II.1.4. La maladie chez l'homme.....   | 39        |
| II.2. LA BARTONELLOSE (RICKETTSIOSE à <i>Bartonella spp.</i> ).....                          | 41        |
| II.2.1. Généralités .....  | 41        |
| II.2.2. Historique .....   | 41        |
| II.2.3. Etude de la maladie chez le chien.....   | 42        |
| II.2.3.1. Epidémiologie.....   | 42        |
| II.2.3.1.1. Agents pathogènes.....   | 42        |

|   |           |
|---|-----------|
| II.2.3.1.2. Agents de transmission.....   | 42        |
| II.2.3.2. Pathogénie .....  | 43        |
| II.2.3.3. Symptômes.....  | 43        |
| II.2.3.4. Traitement .....  | 44        |
| II.2.4. La maladie chez l'homme .....   | 44        |
| II.3. L'EHRLICHIOSE (RICKETTSIOSE à <i>Ehrlichia sp</i> , <i>Anaplasma sp</i> ou à <i>Neorickettsia sp</i> )..... | 45        |
| II.3.1. Généralités.....  | 45        |
| II.3.2. Historique.....   | 45        |
| II.3.3. Etude de la maladie chez le chien.....  | 46        |
| II.3.3.1. Epidémiologie.....  | 46        |
| II.3.3.1.1. Agents pathogènes.....  | 46        |
| II.3.3.1.2. Agents de transmission.....   | 47        |
| II.3.3.2. Pathogénie.....   | 48        |
| II.3.3.3. Symptômes .....   | 49        |
| II.3.3.3.1. Symptômes d' <i>Ehrlichia canis</i> .....   | 49        |
| II.3.3.3.2. Symptômes des autres ehrlichioses canines.....  | 49        |
| II.3.3.4. Traitement .....  | 49        |
| II.3.3.5. Prophylaxie.....  | 49        |
| II.3.4. La maladie chez l'homme .....   | 50        |
| <b>III. DIAGNOSTIC DES RICKETTSIOSES.....</b>   | <b>50</b> |
| III.1. DIAGNOSTIC CLINIQUE.....   | 50        |
| III.1.1. Arguments symptomatiques chez l'homme.....   | 50        |
| III.1.2. Arguments symptomatiques chez le chien.....  | 50        |
| III.2. DIAGNOSTIC EXPERIMENTAL .....  | 51        |
| III.2.1. Diagnostic direct.....   | 51        |
| III.2.1.1. Cultures.....  | 51        |
| III.2.1.2. Colorations .....  | 51        |
| III.2.1.3. Frottis sanguins .....   | 52        |
| III.2.1.4. Ponctions et biopsies .....  | 53        |
| III.2.1.5. Amplification génique par PCR.....   | 53        |
| III.2.2. Diagnostic indirect : sérologies .....   | 53        |
| III.2.2.1. Immunofluorescence indirecte (IFI) .....   | 53        |
| III.2.2.2. ELISA .....  | 54        |
| III.2.2.3. Western-Blot.....  | 54        |
| III.3. DIAGNOSTIC DES RICKETTSIOSES SUR LES ARTHROPODES.....  | 55        |

## CHAPITRE III : PIROPLASMOSE

|  |    |
|--|----|
| I. DEFINITION.....   | 56 |
| II. HISTORIQUE .....   | 56 |
| III. ETUDE DU PARASITE .....   | 56 |
| III.1. Classification et morphologie des <i>Babesia</i> .....                      | 56 |
| III.1.1. Les <i>Babesia</i> chez l'homme et l'animal .....                         | 56 |
| III.1.2. Les <i>Babesia</i> du chien.....  | 57 |
| III.2. Le cycle évolutif des <i>babesia</i> .....                                  | 59 |
| III.2.1. Le cycle évolutif proprement dit des <i>babesia</i> .....                 | 59 |
| III.2.1.1. Phase sexuée (Gamogonie) .....  | 59 |
| III.2.1.2. Phases asexuées (Sporogonie et Mérogonie).....                          | 60 |
| III.2.1.2.1. Sporogonie .....  | 60 |
| III.2.1.2.2. Mérogonie .....   | 60 |
| III.2.2. Vecteurs des <i>babesia</i> du chien.....                                 | 61 |
| III.2.3. Les réservoirs (canidés sauvages et domestiques) des <i>babesia</i> ..... | 61 |
| IV. PATHOGENIE .....   | 61 |
| V. SYMPTOMES.....  | 62 |
| VI. DIAGNOSTIC.....  | 63 |
| VI.1. Diagnostic clinique.....   | 63 |
| VI.2. Diagnostic expérimental.....   | 64 |
| VI.2.1. Diagnostic direct.....   | 64 |
| VI.2.1.1. Frottis sanguins.....  | 64 |
| VI.2.1.2. PCR (polymérase en chaîne) .....   | 64 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| VI.2.2. Diagnostic indirect..... | 65 |
| VII. TRAITEMENT.....             | 65 |
| VIII. PROPHYLAXIE.....           | 65 |

## **PARTIE PRATIQUE**

### **CHAPITRE IV : MATERIELS & METHODES**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. MATERIELS.....</b>   | <b>67</b> |
| I.1. MATERIEL NON BIOLOGIQUE.....  | 67        |
| I.2. MATERIEL BIOLOGIQUE.....  | 67        |
| I.2.1. Les chiens.....   | 67        |
| I.2.2. Fiche d'anamnèse et de renseignement.....                                       | 67        |
| I.2.3. Tiques.....   | 67        |
| I.2.3.1 Les tiques des chiens.....   | 67        |
| I.2.3.2 Autres hôtes des tiques.....   | 67        |
| I.2.4. Puces.....  | 67        |
| I.2.5. Souris.....   | 68        |
| I.2.6. Lapins.....   | 68        |
| <b>II. METHODES.....</b>   | <b>69</b> |
| II.1. EXAMEN GENERAL DES CHIENS.....   | 69        |
| II.2. PRELEVEMENT DE SANG.....   | 69        |
| II.3. COLORATIONS.....   | 70        |
| II.3.1. Coloration au May-Grünwald Giemsa.....   | 70        |
| II.3.1.1. Principe et objectifs.....   | 70        |
| II.3.1.2. Confection d'un frottis sanguin.....   | 70        |
| II.3.1.3. Coloration des frottis.....  | 71        |
| II.3.2. Coloration Diff Quick ou hemacolor.....  | 72        |
| II.3.2.1. Principe et objectifs.....   | 72        |
| II.3.2.2. Type d'échantillon.....  | 72        |
| II.3.2.3. Technique de coloration.....   | 72        |
| II.3.3. Coloration Gimenez.....  | 72        |
| II.3.3.1. Type d'échantillon.....  | 72        |
| II.3.3.2. Technique de coloration.....   | 72        |
| II.4. RECOLTE DES ECTOPARASITES (TIQUES et PUCES).....                                 | 73        |
| II.4.1. Technique de récolte des tiques.....   | 73        |
| II.4.2. Technique de récolte des puces.....  | 73        |
| II.4.2.1. Technique de récolte des puces sur les chiens.....                           | 73        |
| II.4.2.2. Technique de récolte des puces sur les hérissons.....                        | 74        |
| II.5. CONSERVATION DES ECTOPARASITES.....  | 75        |
| II.5.1. Conservation des tiques.....   | 75        |
| II.5.2. Conservation des puces.....  | 75        |
| II.6. IDENTIFICATION DES ECTOPARASITES (TIQUES et PUCES).....                          | 76        |
| II.6.1. Méthode d'identification.....  | 76        |
| II.6.2. Base d'identification des tiques.....  | 76        |
| II.6.3. Base d'identification des puces.....   | 77        |
| II.7. PROTOCOLE DE LA PCR (réaction de polymérisation en chaîne).....                  | 78        |
| II.7.1. Principe.....  | 78        |
| II.7.2. Méthode.....   | 79        |
| II.7.2.1. Première étape.....  | 79        |
| II.7.2.1.1. Protocole d'extraction de l'ADN sur les tissus (Tiques et puces).....      | 79        |
| II.7.2.1.2. Protocole d'extraction de l'ADN sang total (liquide) des chiens.....       | 80        |
| II.7.2.1.3. Protocole d'extraction de l'ADN des suspensions de culture cellulaire..... | 80        |
| II.7.2.2. Seconde étape : « La PCR proprement dite ».....                              | 82        |
| II.7.2.2.1. Préparation du mix.....  | 82        |
| II.7.2.2.2. Programmation du thermocycleur.....  | 82        |
| II.7.2.3. Troisième étape.....   | 84        |
| II.7.2.3.1. Préparation du gel d'Agarose 1%.....                                       | 84        |
| II.7.2.3.2. Coulage des gels dans la cuve à électrophorèse horizontal.....             | 84        |
| II.7.2.3.3. Visualisation (lecture) par Transilluminateur.....                         | 85        |

|  |    |
|--|----|
| II.8. ELEVAGE DES TIQUES .....               | 87 |
| II.8.1. Les objectifs de l'élevage.....      | 87 |
| II.8.2. Les tiques de l'élevage .....        | 87 |
| II.8.2.1. Espèce.....                        | 87 |
| II.8.2.2. Sites des récoltes .....           | 87 |
| II.8.2.2.1. Alger.....                       | 87 |
| II.8.2.2.2. Tlemcen (Ghazaout) et Oran.....  | 87 |
| II.8.3. Méthode d'élevage .....              | 87 |
| II.8.3.1. Infestation des souris .....       | 88 |
| II.8.3.1.1. Infestation par des larves.....  | 88 |
| II.8.3.1.2. Infestation par des nymphes..... | 89 |
| II.8.3.2. Infestation des lapins.....        | 90 |
| II.9. ANALYSE STATISTIQUE.....               | 91 |

## CHAPITRE V : RESULTATS & DISCUSSION

### RESULTATS

|  |            |
|--|------------|
| <b>I. LES RICKETTSIOSES.....</b>   | <b>92</b>  |
| I.1. LE CHIEN .....  | 92         |
| I.1.1. Les différentes récoltes.....   | 92         |
| I.1.1.1. Résultats des récoltes des tiques.....  | 92         |
| I.1.1.1.1 Les tiques d'Alger .....   | 92         |
| I.1.1.1.2.Les tiques de Tlemcen et Oran.....   | 92         |
| I.1.1.2. Résultats de récolte des puces .....  | 93         |
| I.1.1.3. Les prélèvements sanguins.....  | 93         |
| I.1.2. Résultats des analyses de laboratoire.....  | 94         |
| I.1.2.1. Les tiques.....   | 94         |
| I.1.2.2. Les puces.....  | 94         |
| I.1.2.3. Le sang des chiens.....   | 96         |
| I.1.2.3.1. Les résultats globaux.....  | 96         |
| I.1.2.3.2. Répartition des rickettsioses en fonction du sexe des chiens.....   | 98         |
| I.1.2.3.3. Répartition des rickettsioses en fonction de l'âge des chiens.....  | 98         |
| I.1.2.3.4. Répartition des rickettsioses en fonction de la race des chiens.....  | 99         |
| I.1.2.3.5. Répartition des rickettsioses en fonction des localités (Communes ou Daïra).....                                  | 100        |
| I.1.2.3.6. Les observations cliniques sur les chiens.....  | 102        |
| I.1.2.3.7. Relation entre la présence des tiques (vecteurs) et l'existence de rickettsioses chez le chien (réservoirs) ..... | 102        |
| I.2. L'HERISSON.....   | 103        |
| I.2.1. Récoltes.....   | 103        |
| I.2.2. Résultats des analyses de laboratoire.....  | 104        |
| I.3. LES RONGEURS ANTROPOPHILES.....   | 105        |
| I.3.1. Les récoltes de puces.....  | 105        |
| I.3.2. Résultats des analyses de laboratoire.....  | 105        |
| <b>II. ELEVAGE DES TIQUES DE CHIENS.....</b>   | <b>106</b> |
| II.1. LES RECOLTES .....   | 106        |
| II.2. RESULTATS DES ELEVAGES ET DES ANALYSES DE LABORATOIRE.....   | 107        |
| II.2.1. Premier élevage : (tiques d'Alger).....  | 107        |
| II.2.1.1. Résultat de l'élevage.....   | 107        |
| II.2.1.1.1. Oeufs .....  | 107        |
| II.2.1.1.2. Ecllosion.....   | 107        |
| II.2.1.1.3. Larves.....  | 107        |
| II.2.1.1.4. Nymphes.....   | 108        |
| II.2.1.1.5. Adultes.....   | 108        |
| II.2.1.1.6. La durée du cycle de la première génération.....   | 109        |
| II.2.1.1.7. L'élevage des adultes de la première génération.....   | 109        |
| II.2.1.2. Résultat de la PCR des <i>Rickettsia</i> sp du premier élevage.....  | 111        |
| II.2.2. Deuxième élevage : (tiques d'Oran et Tlemcen) .....  | 111        |
| II.2.2.1. Femelles .....   | 111        |
| II.2.2.2. Larves .....   | 111        |
| II.2.2.3. Nymphes .....  | 111        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>III. LA PIROPLASMOSE CANINE.....</b>   | <b>112</b> |
| III.1. RECOLTES .....   | 112        |
| III.2. RESULTATS DES ANALYSES DE LABORATOIRE.....                                     | 113        |
| III.2.1. Résultats globaux des frottis .....  | 113        |
| III.2.2. Répartition de la babésioses en fonction du sexe des chiens.....             | 113        |
| III.2.3. Répartition de la babésioses en fonction de l'âge des chiens.....            | 114        |
| III.2.4. Répartition de la babésioses en fonction de la race des chiens.....          | 114        |
| III.2.5. Les signes cliniques observés chez les chiens atteints de piroplasmose ..... | 115        |
| III.2.6. Localités des chiens positifs babésiens.....                                 | 115        |
| III.2.7. Les co-infections .....  | 115        |
| <br><b>DISCUSSION</b>   |            |
| <b>I. RICKETTSIOSES.....</b>  | <b>116</b> |
| I.1. RESULTATS OBTENUS SUR LE RESERVOIR CANIN.....                                    | 116        |
| I.1.1. Tiques.....  | 116        |
| I.1.2. Puces.....   | 116        |
| I.1.3. Le sang des chiens.....  | 116        |
| I.1.3.1. Sexe et âge .....  | 116        |
| I.1.3.2. Race .....   | 117        |
| I.1.3.3. Localités .....  | 117        |
| I.1.3.4. Les signes cliniques .....   | 117        |
| I.1.3.5. Rapport entre tique et chien.....  | 117        |
| I.2. Résultats obtenus sur le hérisson.....   | 118        |
| I.3. Résultats obtenus sur les rongeurs antropophiles.....                            | 118        |
| <b>II. ELEVAGE DES TIQUES .....</b>   | <b>118</b> |
| I.1. Premier élevage .....  | 119        |
| I.2. Deuxième élevage .....   | 119        |
| <b>III. LA PIROPLASMOSE .....</b>   | <b>120</b> |
| II.1. Sexe et âge .....   | 120        |
| II.2. Race .....  | 120        |
| II.3. Signes cliniques .....  | 121        |
| II.4. Les co-infections .....   | 121        |
| <br><b>CONCLUSION.....</b>  | <b>122</b> |
| <br><b>Références Bibliographiques.....</b>   | <b>124</b> |
| <br><b>ANNEXES.....</b>   | <b>139</b> |

# LISTE DES TABLEAUX

Page

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : LES VECTEURS « TIQUES & PUCES »

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau I</b> : Classification des <i>Metastigmata</i> ( <i>Ixodida</i> ) ..... | 3  |
| <b>Tableau II</b> : Maladies transmises par les tiques .....                       | 21 |
| <b>Tableau III</b> : Classification des <i>Siphonaptera</i> .....                  | 24 |

### CHAPITRE II : LES RICHETTSIOSES

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau IV</b> : Rickettsioses.....   | 40 |
| <b>Tableau V</b> : Espèces du genre <i>Bartonella</i> et leurs pouvoirs pathogènes.....  | 44 |
| <b>Tableau VI</b> : Les principales espèces d' <i>Ehrlichia</i> du chien.....            | 47 |
| <b>Tableau VII</b> : Répartition géographique et vecteurs des ehrlichioses du chien..... | 48 |

### CHAPITRE III : PIROPLASMOSE

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau VIII</b> : Les espèces et sous-espèce des <i>Babesia</i> qui touchent les chiens. .... | 58 |
| <b>Tableau IX</b> : Les espèces de <i>Babesia</i> du chien et des canidés sauvages.....           | 61 |

## PARTIE PRATIQUE

### CHAPITRE IV : MATERIELS & METHODES

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau X</b> : Produits du mix.....   | 82 |
| <b>Tableau XI</b> : Les amorces (primers) de l'ADN des différentes bactéries recherchées..... | 83 |

### CHAPITRE V: RESULTATS & DISCUSSION

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tableau XII</b> : Effectif des tiques adultes récoltées sur les chiens d'Alger.....   | 92  |
| <b>Tableau XIII</b> : Les différentes puces récoltées sur les chiens de la région d'Alger.....   | 93  |
| <b>Tableau XIV</b> : Les prélèvements sanguins et les différentes récoltes de chiens dans la région d'Alger.....   | 93  |
| <b>Tableau XV</b> : Résultats de la PCR ( <i>Rickettsia sp</i> et <i>Bartonella sp</i> ) sur les tiques de chiens.....   | 94  |
| <b>Tableau XVI</b> : Les différents types de co-infection rickettsiennes chez les chiens .....   | 96  |
| <b>Tableau XVII</b> : La répartition des rickettsioses dans les différentes localités d'Alger.....   | 100 |
| <b>Tableau XVIII</b> : Les renseignements cliniques des six chiens atteints de rickettsioses.....  | 102 |
| <b>Tableau XIX</b> : La relation chien/tique vis-à-vis des rickettsioses.....  | 102 |
| <b>Tableau XX</b> : Les différentes tiques récoltées sur les hérissons capturés à Alger (Sidi-Fredj).....  | 103 |
| <b>Tableau XXI</b> : les différentes espèces de puces récoltées sur les rongeurs anthropophiles.....   | 105 |
| <b>Tableau XXII</b> : Cycle de développement des tiques ( <i>Rhipicephalus sanguineus</i> ) de 1 <sup>ère</sup> génération lors d'un élevage expérimental..... | 110 |
| <b>Tableau XXIII</b> : Total des frottis sanguins réalisés sur les chiens.....   | 112 |
| <b>Tableau XXIV</b> : Résultats des frottis sanguins effectués sur les chiens.....   | 113 |
| <b>Tableau XXV</b> : Relation entre la clinique et le chien positif par frottis.....   | 115 |

# LISTE DES FIGURES

Page

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### CHAPITRE I : LES VECTEURS « TIQUES & PUCES »

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 01*</b> : Vue ventrale du rostre d'un <i>Ixodidae</i> (genre <i>Ixodes</i> ).....  | 5  |
| <b>Figure 02*</b> : Face dorsale d'un mâle d' <i>Ixodidae</i> (genre <i>Rhipicephalus</i> ).....                                       | 5  |
| <b>Figure 03*</b> : Face ventrale d'un mâle d' <i>Ixodidae</i> (genre <i>Rhipicephalus</i> ).....                                      | 6  |
| <b>Figure 04*</b> : Face ventrale (à gauche) et dorsale (à droite) d'une femelle d' <i>Ixodidae</i> (genre <i>Rhipicephalus</i> )..... | 7  |
| <b>Figure 05*</b> : Face ventrale et dorsale d'une nymphe d' <i>Ixodidae</i> (genre <i>Rhipicephalus</i> ).....                        | 8  |
| <b>Figure 06*</b> : Face ventrale d'une larve d' <i>Ixodidae</i> (genre <i>Rhipicephalus</i> ).....                                    | 8  |
| <b>Figure 07*</b> : Cavité viscérale d'un <i>Ixodidés</i> .....  | 9  |
| <b>Figure 08*</b> : Accouplement chez les <i>Ixodidae</i> (genre <i>Ixodes</i> ).....  | 11 |
| <b>Figure 09*</b> : Femelle d' <i>Ixodidae</i> en phase de ponte (genre <i>Hyalomma</i> ).....   | 12 |
| <b>Figure 10</b> : Fixation et pénétration du rostre dans l'épiderme de l'hôte.....  | 14 |
| <b>Figure 11</b> : Les différents types de cycles en fonction de l'hôte des <i>Ixodidae</i> .....                                      | 15 |
| <b>Figure 12</b> : Cycle trixène télotrope d' <i>Amblyomma variegatum</i> .....  | 16 |
| <b>Figure 13</b> : - <b>A</b> : Schéma de l'appareil buccale ; - <b>B</b> : Schéma d'une coupe du canal alimentaire...                 | 25 |
| <b>Figure 14</b> : Morphologie d'un siphonaptère mâle, <i>Leptopsylla taschenbergi</i> .....   | 26 |
| <b>Figure 15</b> : Appareil génital de la femelle ( <i>Leptopsylla taschenbergi</i> ).....   | 26 |
| <b>Figure 16*</b> : Morphologie d'un siphonaptère mâle, <i>Leptopsylla segnis</i> .....  | 26 |
| <b>Figure 17</b> : Tube digestif d'un <i>Sphinoptère</i> adulte (imago).....   | 28 |
| <b>Figure 18*</b> : Les œufs de <i>Ctenocephalides canis</i> .....   | 29 |
| <b>Figure 19*</b> : Larve de <i>Ctenocephalides canis</i> .....  | 30 |
| <b>Figure 20</b> : - <b>A</b> : Des nymphes en pupaisons ; - <b>B*</b> : Un cocon vide d'une nymphe.....                               | 30 |

### CHAPITRE II : LES RICHETTSIOSES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 21</b> : Modifications de la classification taxonomique des <i>rickettsies</i> basée sur les séquences du gène ARNr16S.....                                  | 35 |
| <b>Figure 22*</b> : Observation de l'espèce <i>Rickettsia conorii</i> sous-espèce <i>malish07</i> , dans de l'hémolymph de une nymphe après coloration de Gimenez..... | 52 |
| <b>Figure 23</b> : <i>Morula</i> d' <i>Ehrlichia canis</i> dans un monocyte canin (Gr: 10 x 100 - coloration MGG)...   | 52 |
| <b>Figure 24</b> : Immunofluorescence indirecte positive pour <i>B. henselae</i> chez un patient atteint de maladie des griffes du chat.....                           | 54 |

\* Photos originaux faites par nos soins à l'Institut Pasteur d'Alger (IPA) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

\*\* Photos originaux faites par nos soins à l'Ecole Nationale d'Alger (ENV) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

## CHAPITRE III : PIROPLASMOSE

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 25</b> : Aspect cytologique schématique des <i>Babesia</i> .....   | 57 |
| <b>Figure 26</b> : Schéma simplifié du cycle évolutif parasitaire des <i>Babesia</i> .....                               | 59 |
| <b>Figure 27</b> : Des babésies observées chez un chien. Étalement sanguin coloré par May-Grünwald-Giemsa (× 1 000)..... | 64 |

## PARTIE PRATIQUE

### CHAPITRE IV : MATERIELS & METHODES

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 28*</b> : Souris BALB/c .....  | 68 |
| <b>Figure 29*</b> : Lapin N.Z.W.....   | 68 |
| <b>Figure 30**</b> : Examen général d'un chien.....  | 69 |
| <b>Figure 31*</b> : Technique de prélèvement du sang sur la veine radiale du chiens.....   | 70 |
| <b>Figure 32**</b> : Un frottis sanguin.....   | 71 |
| <b>Figure 33**</b> : Réactifs de May-Grünwald Giemsa.....  | 71 |
| <b>Figure 34**</b> : Microscope optique.....   | 71 |
| <b>Figure 35</b> : - <b>A</b> : Technique de récolte des tiques ;<br>- <b>B</b> : Tiques fixées au niveau du pavillon de l'oreille d'un chien.....               | 73 |
| <b>Figure 36*</b> : - <b>A</b> : Récolte des puces par un Aspirateur à puces ;<br>- <b>B</b> : Brossage d'un chien infesté de puces dans une bassine.....        | 74 |
| <b>Figure 37*</b> : - <b>A</b> : Des gants en cuire pour manipuler les hérissons ;<br>- <b>B</b> : La surface à brosser chez les hérisson infestés de puces..... | 74 |
| <b>Figure 38*</b> : Conservation des tiques gorgées (vivantes).....  | 75 |
| <b>Figure 39*</b> : Conservation à l'éthanol des tiques gorgées ou non).....   | 75 |
| <b>Figure 40*</b> : Loupe binoculaire (Gr. 10 X 4) .....   | 76 |
| <b>Figure 41*</b> : Critères d'identification d'un <i>Ixodidae</i> (genre : <i>Rhipicephalus</i> ).....  | 77 |
| <b>Figure 42*</b> : Critères d'identification des <i>Siphonaptera</i> .....  | 78 |
| <b>Figure 43*</b> : Première étape de la PCR : Extraction de l'ADN.....  | 81 |
| <b>Figure 44*</b> : Seconde étape de la PCR : Préparation du mix et programmation du Thermocycleur..   | 84 |
| <b>Figure 45*</b> : Troisième étape de la PCR : Migration et visualisation des bandes d'ADN.....   | 86 |
| <b>Figure 46*</b> : Les différents lieux d'élevage.....  | 88 |
| <b>Figure 47*</b> : Présentation aux souris, gorgement et récupération des larves.....   | 89 |
| <b>Figure 48*</b> : Présentation aux souris, gorgement et récupération des nymphes.....  | 90 |
| <b>Figure 49*</b> : Présentation aux lapins, gorgement et récupération des adultes.....  | 91 |

\* Photos originaux faites par nos soins à l'Institut Pasteur d'Alger (IPA) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

\*\* Photos originaux faites par nos soins à l'Ecole Nationale d'Alger (ENV) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figure 50*</b> : Des tiques d'espèce <i>Rhipicephalus sanguineus</i> .....  | 92  |
| <b>Figure 51*</b> : Gel de PCR de <i>Rickettsia sp.</i> (gène <i>ompA</i> ) sur des tiques de chiens.....  | 95  |
| <b>Figure 52*</b> : Gel de PCR de <i>Bartonella sp.</i> (gène ITS) sur tiques et puces des chiens.....   | 95  |
| <b>Figure 53*</b> : Gel de PCR de <i>Rickettsia sp.</i> (gène <i>ompA</i> ) sur du sang des chiens.....  | 97  |
| <b>Figure 54*</b> : Gel de PCR de <i>Bartonella sp.</i> (gène <i>ftsZ</i> ) sur du sang des chiens.....  | 97  |
| <b>Figure 55*</b> : Gel de PCR d' <i>Ehrlichia sp.</i> (gène 16S ARNr) sur du sang des chiens.....   | 97  |
| <b>Figure 56</b> : Répartition des rickettsioses en fonction du sexe des chiens.....   | 98  |
| <b>Figure 57</b> : Répartition des rickettsioses en fonction de l'âge des chiens.....  | 99  |
| <b>Figure 58</b> : Répartition des rickettsioses en fonction de la race des chiens.....  | 99  |
| <b>Figure 59</b> : Distribution des rickettsioses dans les différentes localités de la région d'Alger.....   | 101 |
| <b>Figure 60*</b> : Des femelles d' <i>Ixodes ricinus</i> .....  | 103 |
| <b>Figure 61*</b> : Mâle de <i>Hyalomma detritum detritum</i> .....  | 103 |
| <b>Figure 62</b> : Les inclusions d' <i>Ehrlichia sp</i> à l'intérieur des cellules DH82 du chien (Cr 10x100).....   | 104 |
| <b>Figure 63*</b> : Les puces récoltées sur les rongeurs péri-domestiques.....   | 105 |
| <b>Figure 64*</b> : Gel de PCR de <i>Bartonella sp.</i> (gène ITS) sur des puces de rongeurs pré-domestiques.....  | 106 |
| <b>Figure 65*</b> : La ponte et les œufs de <i>Rhipicephalus sanguineus</i> .....  | 107 |
| <b>Figure 66*</b> : Les éclosions des œufs et la sortie des larves.....  | 108 |
| <b>Figure 67*</b> : Les larves, nymphes et adultes après le repas sanguin.....   | 109 |
| <b>Figure 68*</b> : Gel de PCR de <i>Rickettsia sp</i> ( <i>ompA</i> ) des larves de notre deuxième élevage.....   | 111 |
| <b>Figure 69*</b> : <i>Rickettsia conorii</i> sous-espèce <i>malish</i> 07 observée dans de l'hémolymphé d'une nymphe par coloration de Gimenez Gr:x1000)..... | 112 |
| <b>Figure 70**</b> : Examen microscopique d'un frottis positif à <i>Babesia sp</i> (Gr x 1000).....  | 113 |
| <b>Figure 71</b> : Le nombre de chiens babesiens selon le sexe des chiens.....   | 113 |
| <b>Figure 72</b> : Le nombre de chiens babesiens selon la tranche d'âge.....   | 114 |
| <b>Figure 73</b> : La distribution des chiens babesiens selon la race.....   | 115 |

\* Photos originaux faites par nos soins à l'Institut Pasteur d'Alger (IPA) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

\*\* Photos originaux faites par nos soins à l'Ecole Nationale d'Alger (ENV) au cours de notre pratique pendant l'année 2006.

## Liste Des Abréviations

- **A** : *Anaplasma*
- **ADN** : Acide **D**éoxyribo**N**ucléique
- **AIAT** : **A**lanine **A**mino-**T**ransférase
- **ARNr** : Acide **R**ibo**N**ucléique ribosomal
- **B** : *Babesia*
- **B** : *Bartonella*
- **BET** : **B**romure d'**E**thidium
- **C°** : degré **C**elsius
- **CIVD** : **C**oagulation **I**ntra-**V**asculaire **D**isséminée.
- **DDT** : (Insecticide organochloré)
- **dNTP** : 2'-**d**ésoxyribose **N**ucléoside **T**ri**P**hosphate
- **E** : *Ehrlichia*
- **EDTA** : **E**thylène-**D**iamine-**T**étr**A**cétate
- **ELISA** : **E**nzyme-**L**inked **I**mmuno**S**orbent **A**ssay
- **ENV** : **E**cole **N**ationale **V**étérinaire
- **FBM** : **F**èvre **B**outonneuse **M**éditerranéenne
- **Fig** : **F**igure
- **g** : gramme
- **Gr** : **G**rossissement
- **H.URB.AL** : **H**giène **U**rbaine d'**A**lger (Fourrière canine de Ruisseaux)
- **HGE** : **E**hrlichiose **G**ranulocytaire **h**umaine
- **HME** : **E**hrlichiose **M**onocytaire **h**umaine
- **IFI** : **I**mmuno**F**luorescence **I**ndirecte
- **IgG** : **I**mmunoglobuline **G**
- **IgM** : **I**mmunoglobuline **M**
- **INC** : **I**nstitut **N**ational de **C**artographie
- **IPA** : **I**nstitut **P**asteur d'**A**lgérie
- **LDH** : **L**actate **D**es**H**ydrogénase
- **MgCl<sub>2</sub>** : **C**hlorure de **M**agnésium
- **MGG** : colorant de **M**ay-**G**rünwald et **G**iemsa

- **mm** : millimètre
- **N°** : Numéro
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **PAI** : Phosphatases Alcalines
- **pB** : paires de Base
- **PCR** : Polymérase Chaîne Réaction
- **PM** : Marqueur de Poids moléculaire
- **R** : *Rickettsia*
- **TBE** : Tris Borique acide EDTA
- **tr / min** : tour par minute
- **UV** : UltraViolet
- **V** : Volte
- **VIH** : Virus d'Immunodéficience Humain
- **%** : pourcentage
- **µg** : Microgramme
- **µl** : Microlitre
- **µm** : Micromètre

# **INTRODUCTION**

Les maladies vectorielles, zoonotiques, prennent de plus en plus de l'ampleur, surtout en santé publique (**Perez M. R.Y. & Wen B., 1996 ; Shaw S.E., et al., 2001**). Ces maladies sont de plus en plus décrites en régions tempérées et dans les environnements urbains (**Perez M. R.Y. & Wen B., 1996**), probablement à cause des changements climatiques et l'apparition de nouveaux vecteurs. C'est le cas des tiques de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato, connue pour transmettre *Rickettsia conorii* (bactérie responsable de la fièvre boutonneuse) qui a colonisé le sud de la Suisse (**Bernasconi M.V. et al., 1997**).

Certaines zoonoses sont aujourd'hui qualifiées d'émergentes, ou plutôt de réémergentes (**Levy S.A. & Magnarelli L.A., 1992 ; Perez M. R.Y. & Wen B., 1996**), comme *Bartonella* sp. (agent de bartonellose) (**Schwartzman W., 1996 ; Breitschwerdt B.E. & Kordick D.L., 2000**)

Les animaux, de compagnie notamment les chiens, développent des maladies sub-cliniques et deviennent des réservoirs d'agents pathogènes dont certains sont zoonotiques. Parmi les agents affectant ces animaux, nous citons *Ehrlichia* (**Perez M.R.Y. & Wen B., 1996**), *Bartonella* (**Breitschwerdt E.B. et al., 1995**), *Rickettsia* et *Babesia* (**Levy S.A. & Magnarelli L.A., 1992**).

Après les moustiques, les tiques sont considérées comme le plus important vecteur de maladies infectieuses pour l'homme (**Parola P. & Raoult D., 2001**). Les puces peuvent aussi véhiculer certains de ces agents pathogènes (*Yersinia pestis*, *Bartonella*, *Rickettsia*) (**Abdu F.A. et al. 1997**).

L'importance de ces maladies vectorielles zoonotiques et leur réémergences dans notre pays, nous a amené à réaliser leur étude dans la région d'Alger :

\* Recherche des agents de ces deux maladies chez les chiens dans la région d'Alger par la détection de l'ADN des rickettsies (agents bactériens), par la technique d'amplification génique (PCR) et par la coloration au May Grünwald Giemsa de frottis sanguins pour la recherche des piroplasmes (agent parasite).

\* Essais de détection des agents de rickettsioses par PCR chez le vecteur à savoir les puces de chien et de rongeur anthropophile et les tiques de chien et du hérisson.

\* Un élevage de tiques a été monté pour connaître le cycle évolutif de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* (tiques de chiens) et l'éventuelle transmission des rickettsies par voie trans-ovarienne et trans-stadiale.

# **PARTIE BIBLIOPHILIQUE**

# **Chapitre I: Vecteurs**

## **« Tiques & Puces »**



## I. DEFINITION DU VECTEUR:

Un vecteur se définit comme étant « *un arthropode hématophage qui assure la transmission biologique (ou mécanique) active d'un agent infectieux d'un vertébré à un autre vertébré* »

(Rodhain F. & Péreze-Eid C., 1985). L'arthropode peut être (Parola P., 2005) :

- Un insecte : *Anoploure* (poux), *Siphonaptère* (puces), *Hétéroptère* (punaises), *Diptères* (*Phlébotomidae*, *Simulidae*, *Glossindae*, *Culicidae* «*Anophèlinae* et *Culicinae*»)
  - Un acarien : **Tiques** (*Ixodidés* et *Argasidés*)

La transmission active signifie que le vecteur infecté sur un vertébré contaminé, doit pour des raisons biologiques, établir activement le contact entre l'agent infectieux (virus, bactéries ou protozoaires) et le vertébré réceptif (Rodhain F. & Péreze-Eid C., 1985). Enfin, le vertébré est un homme ou un animal (Pichard F., 2004)

Nous insisterons particulièrement sur l'étude des *Ixodidae* et des *Siphonaptère*, car ils feront l'objet de notre étude.

## II. LES TIQUES (*IXODIDAE*)

### II.1. CLASSIFICATION DES TIQUES :

Les tiques appartiennent à l'embranchement des *Arthropodes*, classe des *Arachnides* et à la sous-classe des *Acariens* (Morel P.C. et al., 2000 ; Moulinier C., 2002). Selon la classification de Moulinier, les tiques constituent l'ordre des *Métastigmata* ou *Ixodida*. (Tableau I)

► L'ordre des *Ixodida* se divise en deux familles :

1- La famille des *Ixodidae* ou tiques dures (environ 700 espèces)

2 - La famille des *Argasidae* ou tiques molles (environ 180 espèces)

3 - Une 3<sup>ème</sup> micro-famille, les *Nuttalliellidae* (une seule espèce) parasite des hirondelles en Afrique du Sud qui ne présente aucun intérêt médical.

► La famille des *Ixodidae* est divisée en cinq sous familles :

1 - La sous famille des *Ixodinae* (250 espèces) : un seul genre « *Ixodes* »

2 - La sous famille des *Amblyomminae* (130 espèces) : plusieurs genres, dont un seul, *Amblyomma* intervient dans la pathologie humaine

3 - La sous famille des *Haemaphysalinae* (200 espèces) : un seul genre « *Haemaphysalis* »

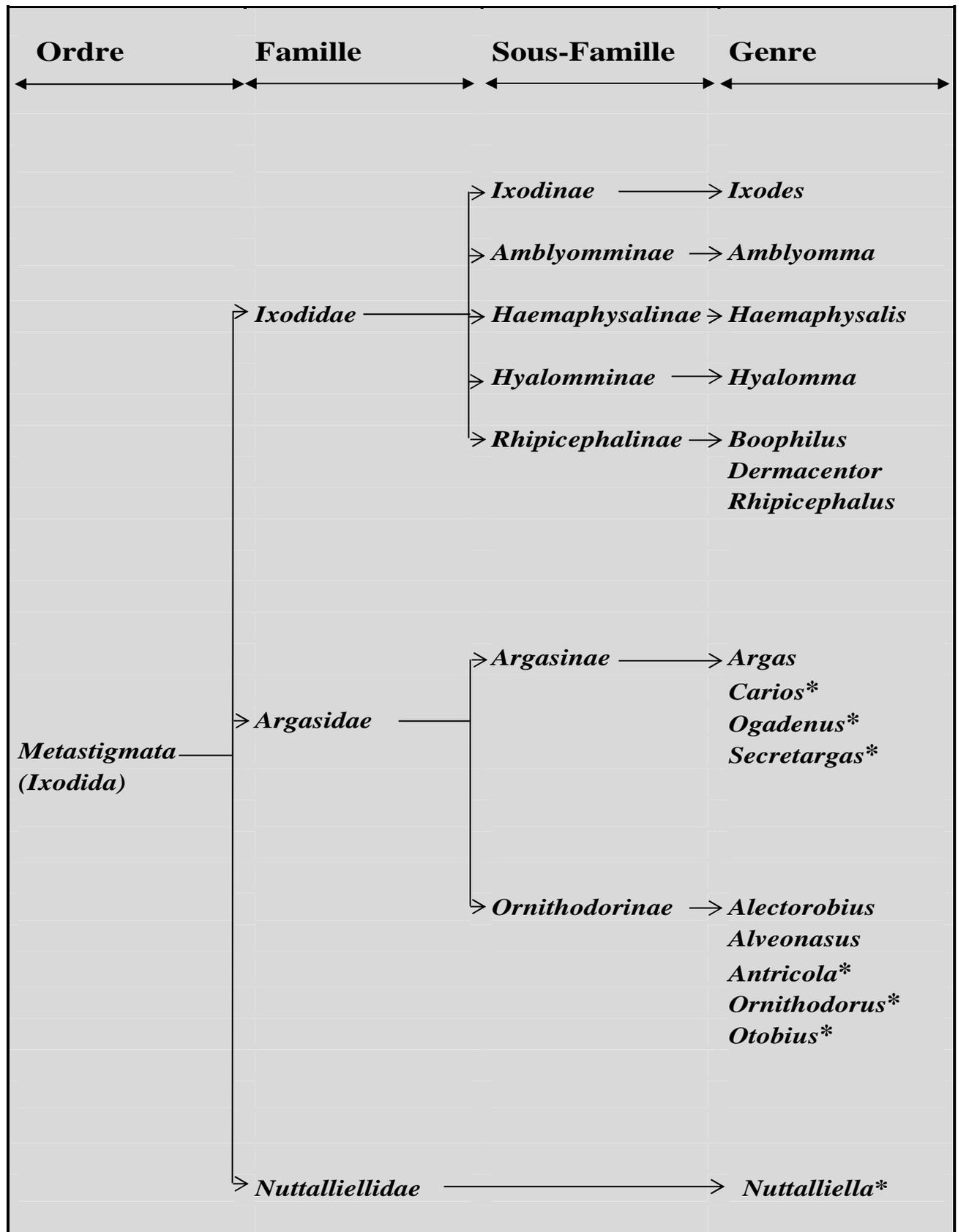
4 - La sous famille des *Hyalomminae* (50 espèces) : un seul genre « *Hyalomma* »

5 - La sous famille des *Rhipicephalinae* (150 espèces) : huit genres dont deux présentent un intérêt médical « *Dermacentor* et *Rhipicephalus* »



Au moins au stade adulte, les caractères morphologiques permettent de reconnaître assez aisément ces différents genres (Rodhain, 1996).

**Tableau I :** Classification des *Metastigmata (Ixodida)* (Moulinier C., 2002)



(\*) Genre sans aucun intérêt médical



## II.2. LA MORPHOLOGIE DES *IXODIDAE*:

Parmi les acariens, les tiques sont de véritables «géants». Leur taille qui est relativement grande (adulte à jeûn : de 1,5 à 15 mm) peut, lors de la réplétion et grâce à l'existence d'une cuticule souple extensible, augmenter considérablement chez les femelles adultes (Morel P.C. et al., 2000). Le corps des tiques est divisé en deux parties : A l'avant, le gnathostoma et à l'arrière l'idiosome. Les *Ixodidae* présentent 4 types morphologiques correspondant aux stases évolutives séparées par deux métamorphoses (Morel P.C. et al., 2000; Walker A.R. et al., 2003, Estrada-Peña A. et al., 2004).

Chez les ixodiformes, on appelle stase une individualité de structure que présente un acarien après éclosion ou après une métamorphose vraie (Morel P.C. et al., 2000) et stade, après une mue de croissance. Stases et stades sont-ils synonymes ? (Pérez-Eid C. & Gilot B., 1998). Dans le cas des *Ixodidae*, le sens de stase coïncide avec celui de stade. Ce n'est pas le cas des *Argasidae* (Annexe 01) (Morel P.C. et al., 2000).

### II.2.1. La morphologie externe :

#### II.2.1.1. Morphologie externe des adultes (imaginale) :

##### II.2.1.1.1. Chez le mâle :

##### II.2.1.1.1.a. Gnathosoma (rostre) :

Le rostre est composé de deux parties :

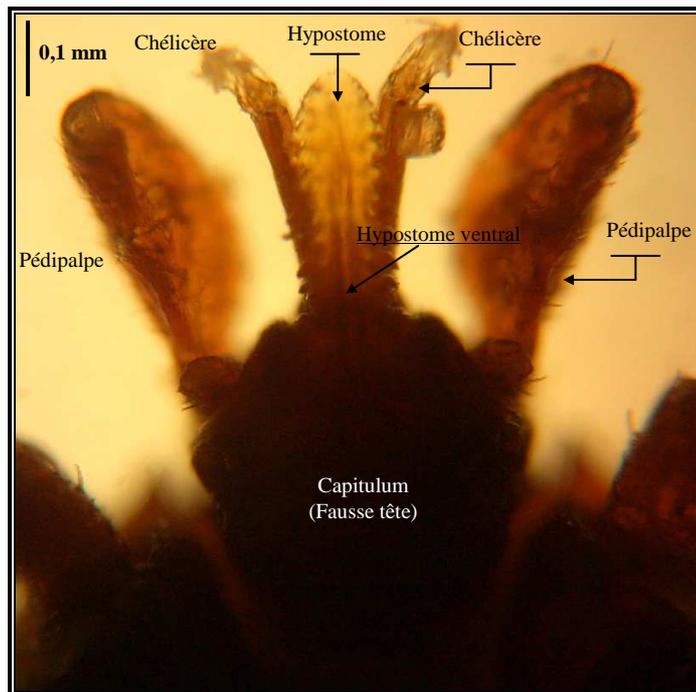
**a.1. Capitulum** (Fig. 01) ou la base du rostre. La forme de sa face dorsale (rectangulaire, polygonale,...), est utilisée en systématique (Moulinier C., 2002).

**a.2. Rostre** (Fig. 01) proprement dit, est constitué de :

🚩 **L'hypostome ventral** : Il résulte de la fusion de deux pièces paires et porte de nombreux denticules en position rétrograde utilisable en systématique (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Ces denticules assurent une fixation solide sur l'hôte après la piqûre (Moulinier C., 2002).

🚩 **Les chélicères dorsales** : à denticules extérieurs, en lame (1 paire), mobiles qui servent à percer et à dilacérer les tissus de l'hôte (rôle dans la lésion de fixation) (Morel P.C. et al., 2000).

🚩 **Les pédipalpes** : Elles sont formées de 4 articles dont le quatrième est réduit et se trouve sur la face ventrale du troisième (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Ils ont un rôle sensoriel (Morel P.C. et al., 2000).



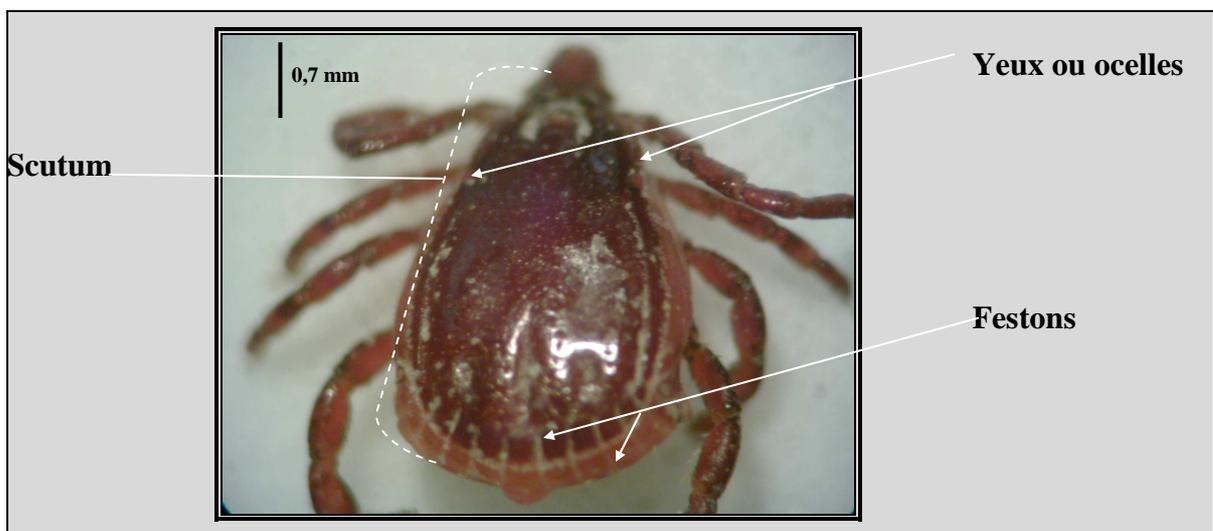
**Figure 01 :** Vue ventrale du rostre d'un *Ixodidae* (genre *Ixodes*) (Originale, 2006)

#### II.2.1.1.1.b. Idiosoma :

Selon **Camicas J.L. et al.**, (1998) et **Morel P.C. et al.**, (2000), l'idiosoma comporte une face dorsale et une face ventrale.

##### b.1. La face dorsale (Fig. 02):

La face dorsale est totalement recouverte d'une plaque chitineuse : le **scutum**, de forme pentagonale, en losange ou en cœur, avec deux ocelles (yeux) apparents ou non en position latérale. Chez certains genres, le bord postérieur du scutum est découpé en festons



**Figure 02 :** Face dorsale d'un mâle d'*Ixodidae* (genre *Rhipicephalus*) (Originale, 2006)



## b.2. La face ventrale :

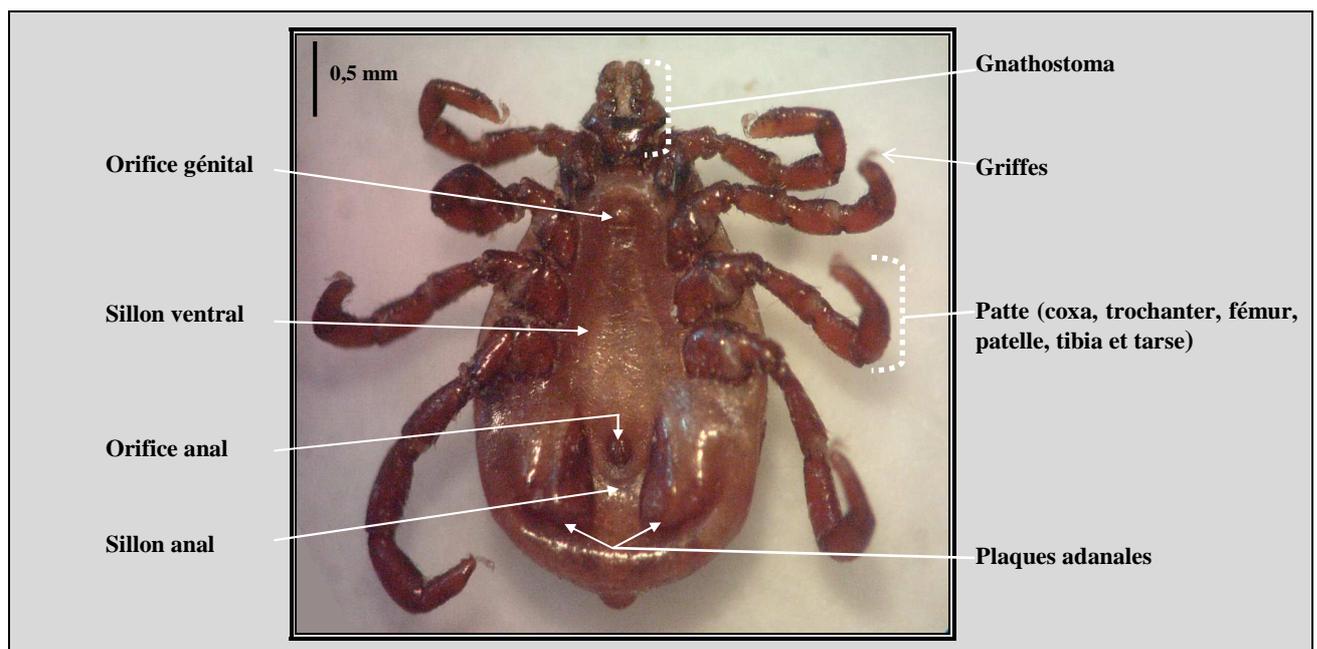
🚩 **Les pattes** : Elles sont articulées sur la face ventrale. 4 paires de pattes, formées chacune de 6 articles (coxa, trochanter, fémur, patelle, tibia, tarse). Le dernier ou le tarse porte 1 ventouse et 2 griffes. Les pattes (surtout le tarse) portent des soies ou organe de Haller qui a un rôle sensoriel et de repérage de l'hôte et du sexe opposé (Moulinier C., 2002).

### 🚩 L'orifice anal (uropore) :

L'orifice anal est situé un peu en arrière de la 4<sup>ème</sup> hanche. Souvent contourné par un sillon (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Chez le genre *Ixodes* (*Prostriata*), un sillon anal contourne l'anus en avant et s'ouvre en arrière (Euzéby J., 2003). Or, chez les autres genres (*Métastriata*), le sillon anal se réduit à un demi-cercle postérieur à l'anus (sillon absent chez certains genres). Les sillons sont utilisés en systématique. (Morel P.C. et al., 2000).

🚩 **L'orifice génital (gonopore)** : position antérieur, operculé (lèvre antérieure), médian, entre les coxas de la 2<sup>ème</sup> paire de pattes (Morel P.C. et al., 2000 ; Moulinier C., 2002).

🚩 **Deux paires de stigmates** : qui s'ouvrent en arrière des coxas de la 4<sup>ème</sup> paire de pattes. Chaque stigmate est entouré d'une plaque périrème (stigmatique), large, ovulaire ou en virgule, percé de pores (Moulinier C., 2002).



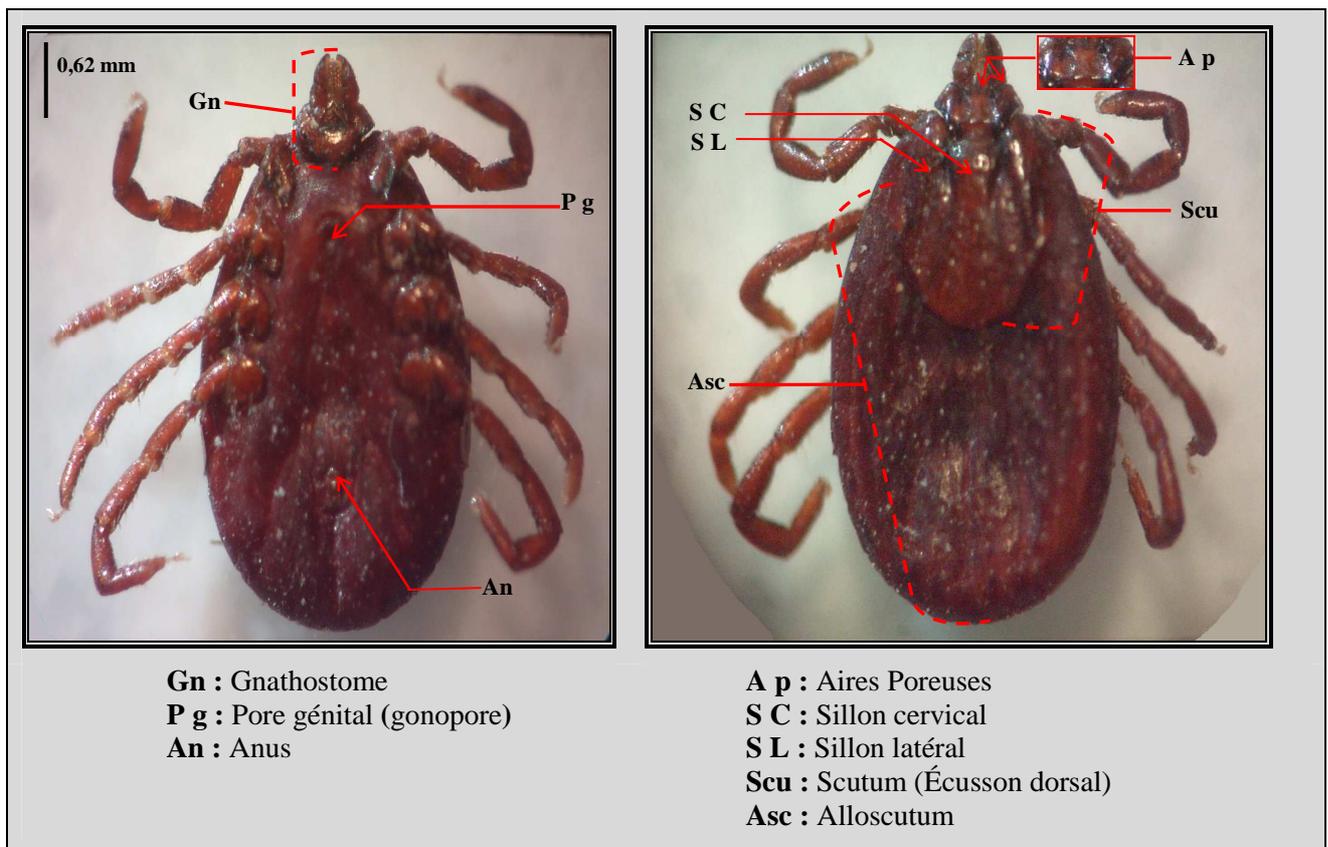
**Figure 03** : Face ventrale d'un mâle d'*Ixodidae* (genre *Rhipicephalus*) (Originale, 2006)



### II.2.1.1.2. Chez la femelle (Fig. 04) :

La morphologie de la femelle diffère du mâle sur plusieurs points :

- La femelle est légèrement plus grande (7 à 15mm) à jeûn (**Rodhain F., 1996**).
- Le rostre et le capitulum sont comparables à l'exception des denticules de l'hypostome qui sont plus développés chez la femelle (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991**). La face dorsale de la base du capitulum de la femelle présente deux larges «aires poreuses» percées de petits orifices (**Moulinier C., 2002**).
- L'écusson dorsal est réduit et le reste du tégument dorsal constitue l'**alloscutum**
- Le gonopore présente une lèvre antérieure et une lèvre postérieure parfois en bourrelet (**Morel P.C. et al., 2000**).



**Figure 04** : Face ventrale (  gauche) et dorsale (  droite) d'une femelle d'*Ixodidae* (genre *Rhipicephalus*) (Originale, 2006)



### II.2.1.2. Morphologie externe des immatures (pré-imaginale) :

#### II.2.1.2.1. Chez la nymphe : Stase 2 pré-imaginale (Fig. 05).

La nymphe a un aspect analogue à celui de la femelle. Elle ne possède ni orifice génital ni aires poreuses sur le capitulum. Elle est plus petite (de 1 à 2,5 mm) avec une couleur du corps unie (Morel P.C. et al., 2000) et possède des stigmates et un uropore (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).



**Figure 05:** Face ventrale et dorsale d'une nymphe d'*Ixodidae* (genre *Rhipicephalus*) (Originale, 2006)

#### II.2.1.2.2. Chez la larve : stase 1 pré-imaginale (Fig. 06).

La larve a une taille très petite (0,5 à 1 mm à jeûn) et ne possède que trois (03) paires de pattes (Morel P.C. et al., 2000). Elle n'a ni orifice génital ni stigmates (Moulinier C., 2002).



**Figure 06 :** Face ventrale d'une larve d'*Ixodidae* (genre *Rhipicephalus*) (Originale, 2006)



### II.2.2. La morphologie interne :

- ✚ La morphologie interne se caractérise essentiellement par la présence d'un **appareil digestif** très développé, adapté à l'hématophagie et permet à la femelle d'accumuler les réserves nécessaires à la ponte (**Morel P.C., 1976**).
- ✚ L'appareil digestif comprend un **pharynx** aspirant, pourvu de muscles puissants, d'un œsophage et d'un estomac central au corps suivi de nombreux cæcums (diverticules) antérieurs, postérieurs, ventraux et dorsaux. Ces diverticules se gonflent pendant le repas (**Moulinier C., 2002**).
- ✚ Une paire de **glandes salivaires**, formées de plusieurs types d'acinus (type I, II, III, IV). Chaque acinus est constitué de plusieurs variétés de cellules à granules, ainsi que des cellules « à eau » (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991**).
- ✚ L'**excrétion** est assurée par deux tubes de Malpighi, qui se réunissent en une ampoule excrétrice. Cette dernière s'ouvre vers l'anus. Les excréta sont constitués de guanine et de mélanine (**Morel P.C., 1976**).
- ✚ **La respiration** se fait par des trachées qui débouchent au niveau des stigmates. Elles sont absentes chez la larve. Les **échanges gazeux** sont transcutanés et les larves peuvent aussi capter par voie transcutanée l'humidité ambiante. C'est ainsi qu'elles résistent longtemps à la déshydratation (**Moulinier C., 2002**).
- ✚ Le **système nerveux** est composé d'un ganglion céphalique (**Morel P.C. et al., 2000**), relié à la masse ganglionnaire sous-œsophagienne par une large commissure péri-œsophagienne et un système neurosympathique. Ce dernier assure la transmission de l'influx nerveux et la production de substances neuro-sécréto-motrices (**Moulinier C., 2002**).

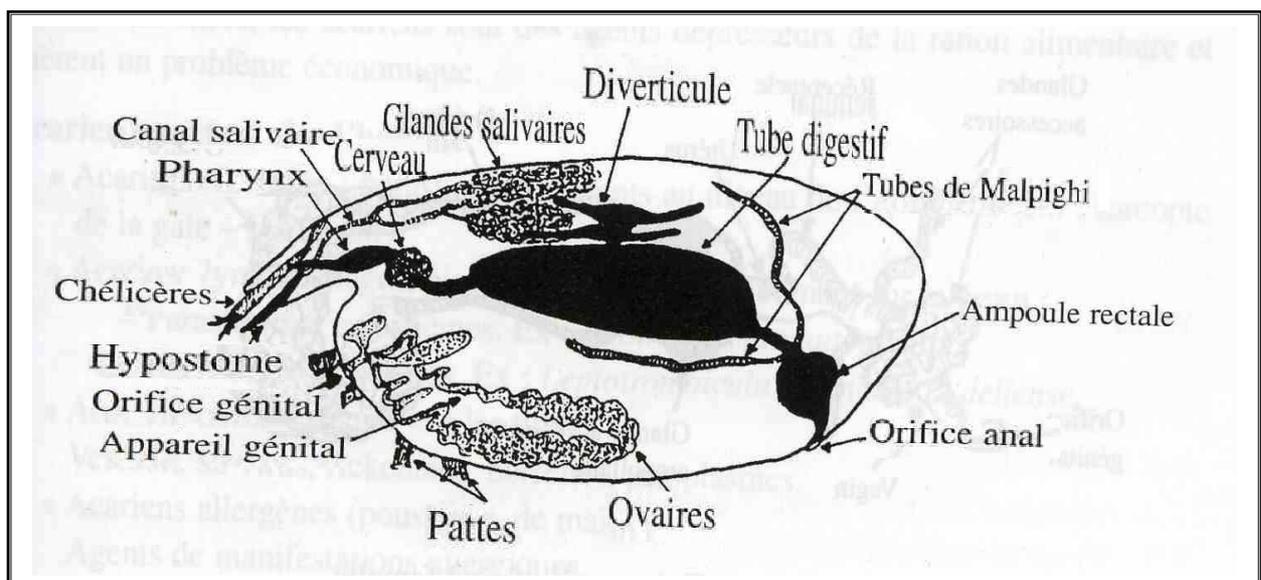


Figure 07 : Cavité viscérale d'un *Ixodidés* (Moulinier C., 2002)



## II.3. LA BIO-ÉCOLOGIE DES TIQUES :

### II.3.1. L'habitat :

La bio-écologie des tiques est étroitement dépendante des conditions climatologiques locales. L'écologie des tiques est surtout dominée par la recherche des hôtes vertébrés (Rodhain F., 1996). Chaque espèce présente une distribution géographique particulière (Sonenshine D.E., 1991 in Parola P. & Raoult D., 2001).

Les tiques dures ou *Ixodidés* passent plus de 90% de leur vie sans parasiter des animaux. Elles sont le plus souvent **exophiles**. Elles vivent dans des biotopes ouverts tels que les forêts, les pâturages, les prairies et les steppes. Elles ont une activité saisonnière. La recherche d'un hôte s'effectue lorsque les conditions environnementales sont optimales (Sonenshine D.E., 1991 in Parola P. & Raoult D., 2001). Or, certaines espèces **endophiles**, vivent dans des milieux fermés constitués d'habitats des hôtes (nids, terriers) (Rodhain F., 1996). Certaines espèces sont endophiles au stade larvaire et nymphal, et exophiles au stade adulte (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Les tiques restent plusieurs jours sur leurs hôtes, prenant un unique repas de sang par stase (larve, nymphe et adulte) (Bourdeau P., 1982).

### II.3.2. Le cycle de développement des *Ixodidae* :

#### II.3.2.1. L'accouplement (Fig. 08):

Chez les *Ixodidae*, les phéromones jouent un rôle essentiel dans le comportement des tiques et facilitent la recherche de l'hôte et du partenaire reproductif. Parmi elles, il existe des phéromones "de rassemblement" et des phéromones sexuelles qui attirent les mâles (grâce à l'organe de Haller) vers les femelles et stimulent la reproduction (Sonenshine D.E., 1991 in Parola P. & Raoult D., 2001).

L'accouplement a lieu sur l'hôte, surtout pour les *Métastriata* et au sol ou dans les gîtes de l'hôte. C'est le cas des *Ixodes* (*Prostriata*).

Le mâle émet un spermatophore, le saisit avec ses chélicères et l'introduit (rôle d'un spermathèque) dans la cavité vaginale dilatée de la femelle. Il n'y a pas de pénis. L'ovogenèse dure 3 à 4 jours (davantage si la température chute).

Il existe un seul cycle gonotrophique chez les *Ixodidés* qui ne pondent qu'une seule fois (plusieurs chez les *Argasidés*) (Moulinier C., 2002).

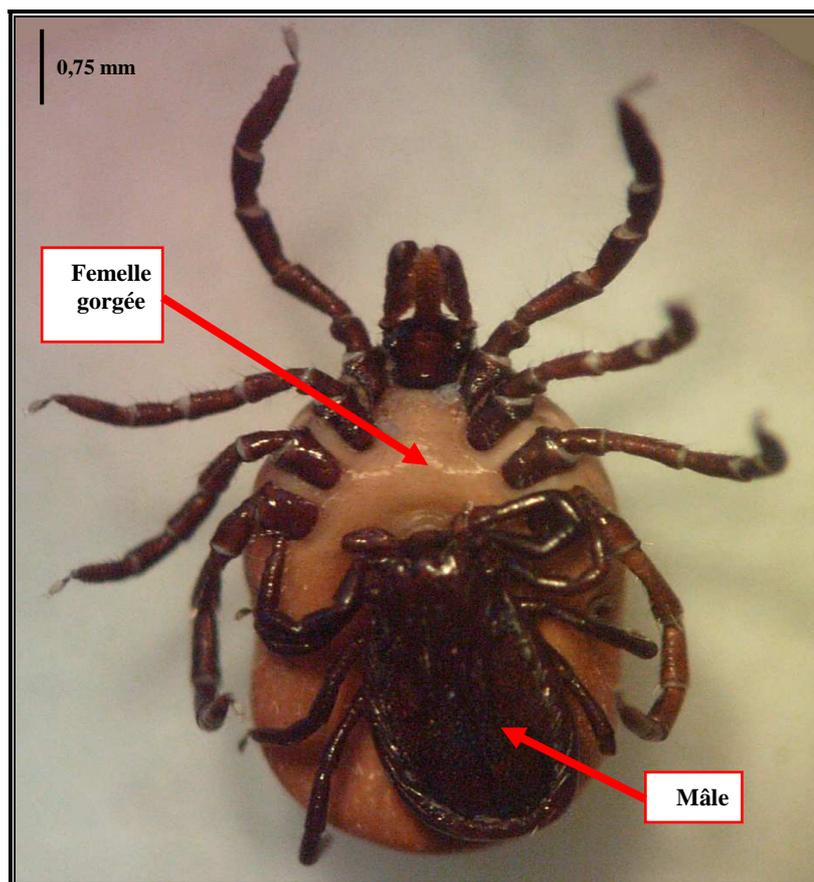


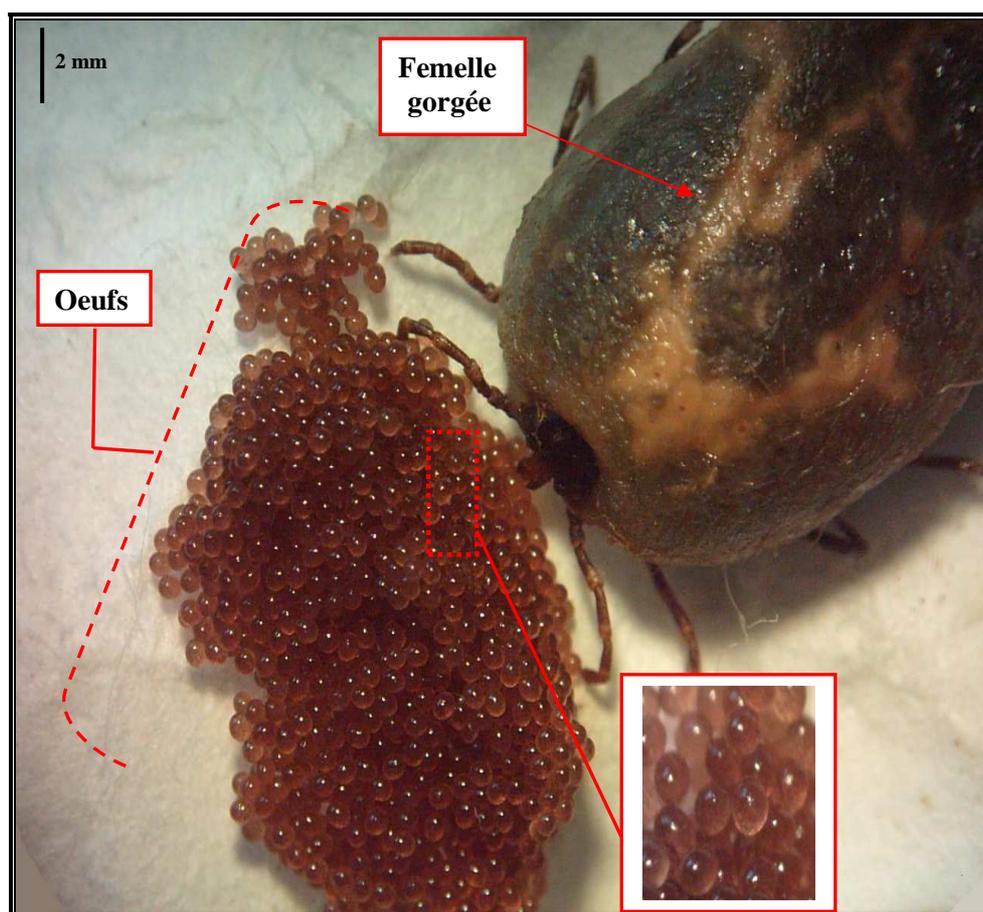
Figure 08 : Accouplement chez les *Ixodidae* (genre *Ixodes*) (Originale, 2006)

### II.3.2.2. La ponte et les œufs (Fig. 09) :

La femelle se gorge de sang pendant plusieurs jours puis quitte son hôte vertébré en se laissant tomber sur le sol. La femelle cherche un emplacement sombre et abrité (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

La femelle commence à pondre trois à quatre semaines plus tard. La ponte (1.000 à 20.000 œufs) dure une vingtaine de jours (Rodhain F., 1996).

Les œufs sont induits d'une substance cireuse imperm abilisante et demeurent agglutinés en amas (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Le nombre d'œufs dépend de l'espèce des tiques et la quantité de sang ingéré. La période de ponte dépend de l'espèce et des conditions micro climatiques ambiantes (Sonenshine, 1991 in Parola & Raoult, 2001). La femelle meurt après la ponte (Bussiéras & Chermette, 1991).



**Figure 09 :** Femelle d'*Ixodidae* en phase de ponte (genre *Hyalomma*) (Originale, 2006)

### II.3.2.3. L'éclosion et la vie larvaire :

En fonction du climat (température ambiante), l'éclosion intervient après 8 à 10 jours. La larve libérée est hexapode. Elle mesure 0,5 à 1mm (Moulinier C., 2002). Le durcissement de la cuticule de la larve commence dès les premiers jours. La larve reste immobile jusqu'à ce que les conditions climatiques deviennent favorables (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Elle perd une certaine quantité d'eau et élimine tous les déchets métaboliques accumulés pendant l'embryogenèse. Dès lors, elle se met en quête de son premier hôte (Pérez-Eid C. & Gilot B., 1998) en grim pant au sommet d'un brin d'herbe et tend ses pattes I dans le vide, dans l'attente du passage d'un hôte (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Ayant trouvé cet hôte, elle se fixe par ses pattes puis par son rostre. Son repas dure 3 à 10 jours suivant l'espèce et les conditions climatiques (Camicas J.L. et al., 1998). Le repas terminé, elle se laisse tomber sur le sol, où elle subit une mue de quelques semaines qui donnera plus tard une nymphe (Rodhain F., 1996).



#### II.3.2.4. La vie nymphale :

La nymphe mesure 2 à 3,5 mm. Elle possède quatre paires de pattes (Rodhain F., 1996). À son tour, elle passe sur un deuxième hôte sur lequel elle prend un repas sanguin. Ce dernier dure quelques jours.

Elle se laisse tomber sur le sol et subit une mue (en mâle ou en femelle) qui dure quelques semaines pour devenir adulte (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

#### II.3.2.5. L'adulte :

Après un temps de repos et de maturation, les adultes doivent trouver un troisième hôte. La durée du repas est plus longue que celui des stases pré imaginale. Elle dépend aussi de la température ambiante et de l'humidité (Morel P.C., 2000).

Le cycle biologique des *Ixodidés* comporte, au total, trois repas sanguins (Rodhain F., 1996).

#### II.3.2.6. Le repas sanguin et la physiologie de gorgement (la fixation) (Fig. 10) :

Les tiques sont des acariens hématophages à tous les stades de leur vie et chez les deux sexes (Mouchet J. *et al.*, 1978).

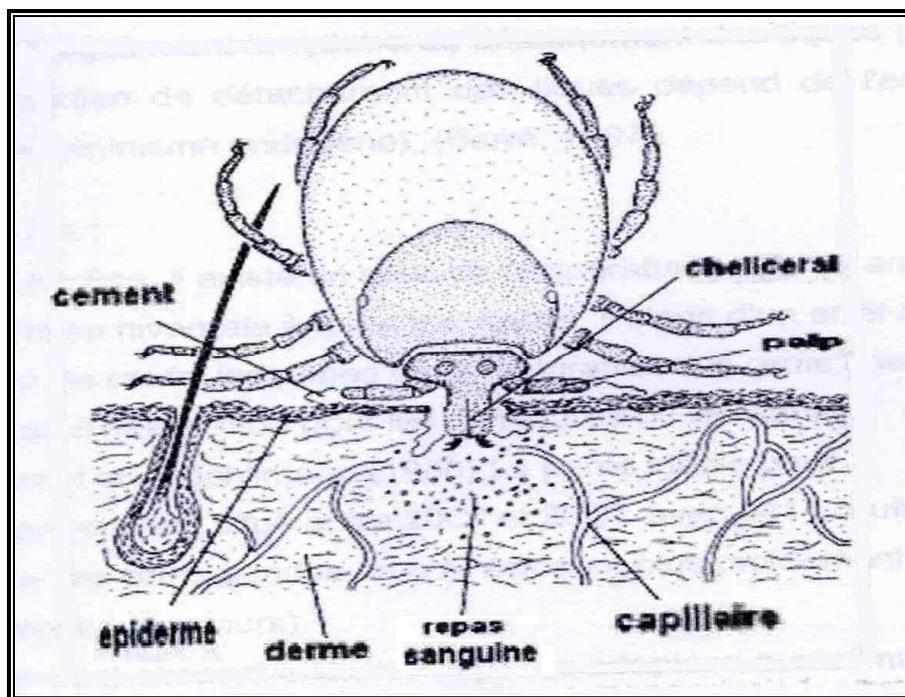
La fixation se fait généralement sur une zone à peau fine (oreille, ars, mamelle, périnée). Le rostre dilacère la peau grâce à un tube dont la partie supérieure est constituée d'une paire de couteaux (les chélicères) et sécrète une salive qui digère les tissus, puis introduit son hypostome (partie inférieure hérissée de petites dents), alors que les pédipalpes s'écartent et restent en surface (Perret J.L., 2001 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

Chez les *Ixodidae* ou tiques dures, différentes substances produites par les glandes salivaires pénètrent après la piqûre créant un "feeding pool". Pendant les 24 à 36 premières heures, il y a peu ou pas d'ingestion de sang et la pénétration et l'attachement sont les activités dominantes (Parola P. & Raoult D., 2001). Commence ensuite le repas sanguin, associé à l'injection de la salive qui contient diverses molécules bioactives (analgésiques, anticoagulants, facteurs anti-complémentaires et immunosuppresseurs) (Brossard M., 2002). Ces molécules facilitent le repas sanguin et les substances anesthésiques rendent la piqûre indolore. Certaines espèces sécrètent certaines toxines qui peuvent provoquer une paralysie de l'hôte (Parola P. & Raoult D., 2001).

À une phase de gorgement lente (phénomène de régurgitation de 3 à 4 jours) succède une phase de gorgement rapide (1 à 3 jours). Les femelles y voient leur poids se multiplier jusqu'à 120 fois et se remplir de plusieurs millilitres de sang (Bussiéras P. & Chermette R., 1991 ; Parola P. & Raoult D., 2001).



A la fin du repas sanguin (3 à 15 jours), une dernière salive provoque le ramollissement du manchon et permet à la tique de se libérer (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).



**Figure 10 :** Fixation et pénétration du rostre dans l'épiderme de l'hôte (Doan-Wiggins L, 1991)

### II.3.2.7. La durée du cycle évolutif :

La durée du cycle est fonction de la diapause aux divers stades ( uf, larve, nymphe, imago). Elle est étroitement liée aux conditions climatiques et à la disponibilité de l'apport nutritif (hôte). Elle est au minimum de 3   6 mois et peut atteindre 1 an voire 4 ans (Moulinier C., 2002).

### II.3.3. Facteurs intervenant dans le cycle évolutif des *Ixodidae*:

#### II.3.3.1. Les facteurs intrinsèques :

##### II.3.3.1.1. Le nombre d'hôtes (Fig. 11) :

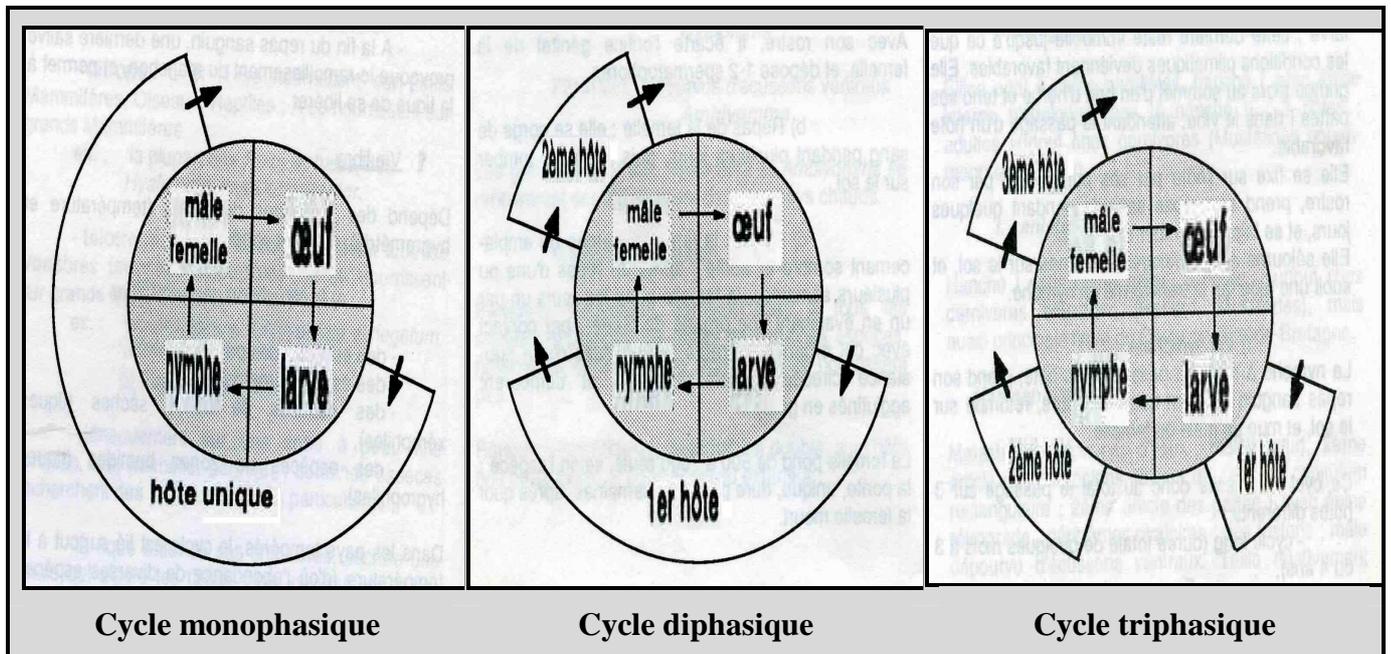
Les tiques sont des ectoparasites intermittents. Il existe trois types de cycles en fonction du nombre d'hôtes intervenant :

**A** - Les cycles **trix nes** (ou triphasiques) avec changement d'hôte entre chaque stase. Il y a trois phases parasitaires séparées par deux phases terrestres, où se passent les pupaisons (Morel P.C. et al., 2000). Ce type de cycle est observé chez de nombreuses espèces; exemple : *Ixodes ricinus*, divers *Dermacentor* (Bussiéras P. & Chermette R., 1991) et *Rhipicephalus sanguineus* « tique brune du chien » (Euzéby J., 2003).



**B** - Les cycles **dixènes** (ou diphasiques), où les trois stases évoluent sur deux hôtes individuellement différents. Dans la première phase, la larve gorgée mue sur l'hôte et la nymphe qui en provient se fixe à proximité. Par la suite, la pupaison nymphale a lieu sur le sol et les adultes se fixent sur un nouvel hôte (Morel P.C. et al., 2000). Ce type est observé chez quelques espèces : *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus evertsi* et *Hyalomma detritum detritum* (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

**C** - Les cycles **monox nes** (ou monophasiques), où toutes les stases se succèdent sur un unique vertébré abordé par la larve. Il n'y a qu'une phase parasitaire : La ponte, l'incubation et la quête d'un hôte par les larves se passent toutes sur le sol (Morel P.C. et al., 2000). Le cycle est donc beaucoup plus rapide (suppression de 2 phases libres) mais la période de séjour sur l'hôte est prolongée, par exemple, toutes les espèces du genre *Boophilus* (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).



**Figure 11 :** Les différents types de cycles en fonction de l'hôte des *Ixodidae* (Bussiéras P. & Chermette R., 1991)

#### II.3.3.1.2. Nature et choix de l'hôte :

La recherche de l'hôte par la tique s'effectue trois fois. Soit elle est passive : les tiques se tiennent immobiles «   l'affût » ou en embuscade "**ambush strategy**", sur la végétation, leurs pattes avant relevées, prêtes à s'accrocher au pelage ou au plumage de tout hôte potentiel passant à sa portée (c'est par exemple le cas des adultes d'*Ixodes ricinus*) (Nozais J.P. et al., 1996 ; Parola P. & Raoult D., 2001), soit une stratégie d'attaque « **hunter strategy** » : les tiques sortent de leur habitat et vont vers des hôtes qui sont à proximité et qui les attirent par les différents stimuli mis (*Amblyomma hebraeum*). Il arrive même parfois où les deux stratégies sont combinées.



Il existe une troisième stratégie qui consiste à attendre le retour de l'hôte dans son habitat (nids, terriers) pour le piquer, cas des tiques endophiles (Parola P. & Raoult D., 2001).

La spécificité de ces tiques vis-à-vis de leurs hôtes est très variable suivant les espèces (Rodhain F., 1996). De plus, la sélectivité des tiques à l'égard de leurs divers hôtes est variable et suivant la similitude ou la différence des tropismes manifestés à diverses stases, on rencontre trois types de cycles (Morel P.C. et al., 2000; Bussiéras P. & Chermette R., 1991) :

**A - Cycle monotrope :** Les pr imagos (larves et nymphes) et les imagos (adultes) recherchent le même type hôtes (Exemples: *Boophilus* et *H. d. detritum* « tique de bovin », *Rhipicephalus sanguineus* « tique de chien »)

**B - Cycle ditrope :** Les pr imagos se nourrissent sur les petits mammifères, oiseaux et reptiles. Les adultes se gorgent sur les grands mammifères (Exemple: la plupart des espèces *Rhipicephalus*, *Hyalomma*, *Dermacentor*)

**C - Cycle T lotrope (Fig. 12):** Les pr imagos se gorgent sur tous les vertébrés terrestres disponibles (ils sont ubiquistes) tandis que les adultes se nourrissent plutôt des grands mammifères (Exemples: *Ixodes ricinus*, *Amblyomma variegatum*).

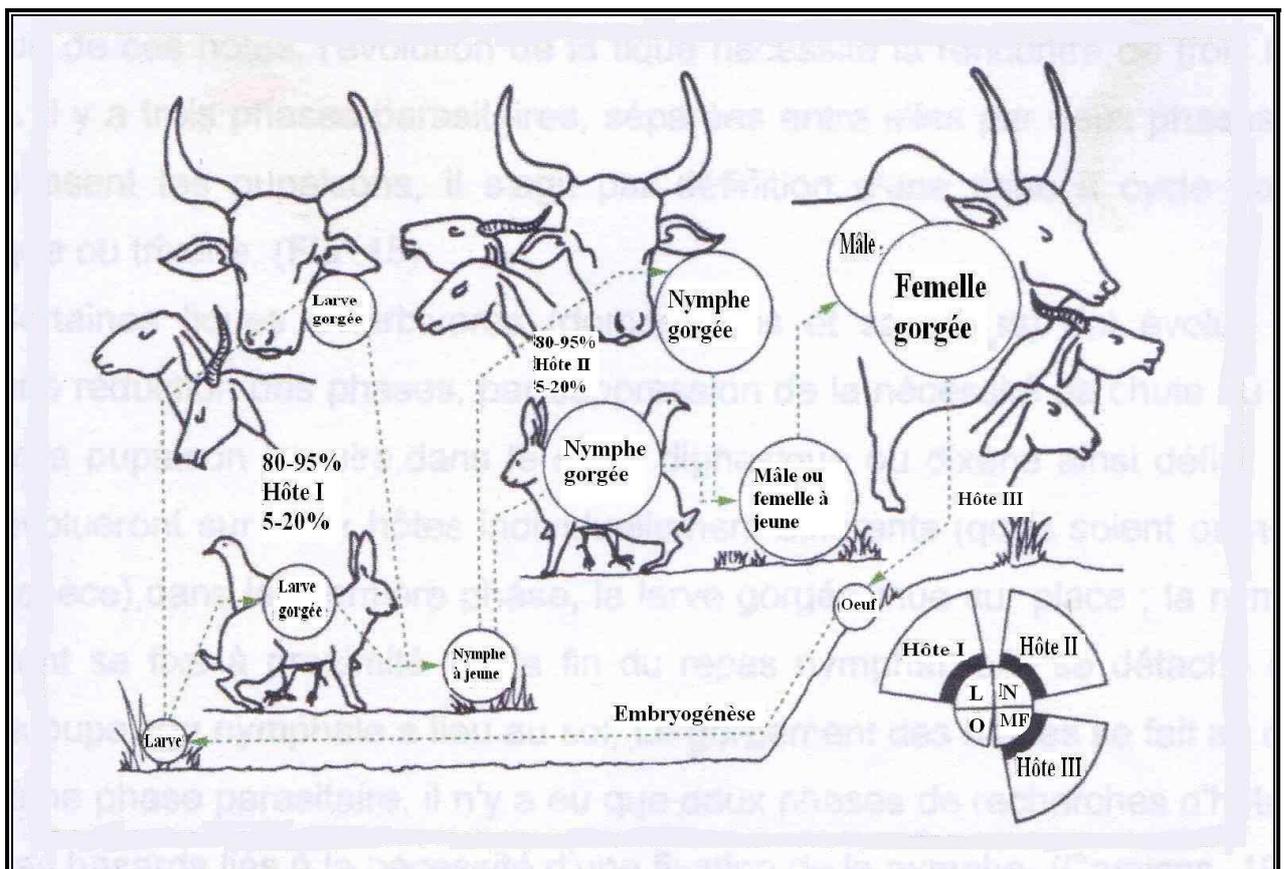


Figure 12 : Cycle trixène t lotrope d'*Amblyomma variegatum* (Morel P.C., 2000)



### II.3.3.2. Les facteurs extrinsèques :

#### II.3.3.2.1. Hygrométrie (ou humidité relative) :

Ce qui nous préoccupe c'est l'hygrométrie à l'échelle du microclimat, là où se trouvent les stases libres. L'augmentation de l'humidité relative améliore le taux d'éclosion des œufs (**Morel P.C. et al., 2000**).

Le comportement des tiques change selon l'hygrométrie. Par temps sec, les nymphes quittent les herbes hautes pour rejoindre la végétation basse, probablement pour se rapprocher de l'humidité du sol, suggérant qu'elles deviennent quiescentes pour échapper à la dessiccation. Le nombre des larves par rapport aux nymphes augmente parallèlement au taux d'humidité (**Randolph S.E. & Storey K., 1999 in George J.C. & Chastel C., 2002**). Une certaine humidité (50 à 70%) est requise (**Bourdeau P., 1993a**).

#### II.3.3.2.2. Température :

Celle-ci joue un rôle prépondérant dans le développement des tiques. Pour chaque espèce, il existe un seuil thermique au-dessous duquel le développement s'arrête (3°C à 8°C) pupaison et ponte. Il existe aussi une zone de confort thermique pour certaines espèces (**Morel P.C., 1976**), exemples : l'optimum 25°C à 30°C pour *Amblyomma variegatum*, 27°C pour *Boophilus microplus*, 39°C pour *Hyalomma anatolicum anatolicum*. Au-delà de 40°C cela devient néfaste pour les tiques. Actuellement, beaucoup de données sont disponibles en particulier sur les tiques africaines. Cependant, ces données sont propres à un lieu bien déterminé et ne peuvent être utilisées de manière générale.

#### II.3.3.2.3. Activité saisonnière:

Depuis des années, de nombreux travaux ont été réalisés dans différents pays du monde sur l'influence de la température et de l'humidité sur les tiques et leur dynamique saisonnière. Cette tendance a été notée à la Nouvelle-Calédonie par **Daynes P. & Gutierrez J. (1980)**, en France par **L'Hostis & Seegers (2002)**, au Bénin par **Farougou S. et al. (2006)**, en Algérie par **Bitam I. (2005)**. Plusieurs facteurs interviennent sur ces constantes particulières (température et humidité) :

- L'ensoleillement
- La thermométrie : variation climatique (changement brusque)
- La pluviométrie : Le parasitisme des tiques éclate dans les premières pluies d'hiver, puis décroît lentement à la fin des pluies et est pratiquement nulle en saison sèche. Cette succession de froid et sécheresse constitue la fréquence ou la dynamique saisonnière d'une espèce de tiques ou encore sa phénologie (modalité saisonnière d'apparition) (**Morel P.C. et al., 2000**)



Dans les zones à saisons contrastées, les tiques alternent en effet des périodes d'activité et de dormance (quiescence, diapause) afin d'obtenir une synchronisation des différentes stases avec les saisons favorables et difficiles. La diapause saisonnière est régulée par des mécanismes internes et n'est pas une réponse directe à un environnement défavorable. Elle est exprimée par un arrêt d'activité et peut être de type comportemental ou morphogénétique. Dans la première, les tiques à jeûn cessent toute activité de recherche, dans la seconde, il y a arrêt de développement biologique (mue, ponte et embryogenèse) (**Belozero V.N., 1982 ; Fourie L. et al., 2001**).

L'examen de ces données est nécessaire pour généraliser les connaissances sur les vecteurs et les affections transmises, et l'application des bonnes mesures de prophylaxie (**Morel P.C. et al., 2000**).

#### **II.4. LE ROLE PATHOGENE DES TIQUES:**

Les tiques sont des vecteurs très importants. Elles transmettent à l'homme et à l'animal des maladies bactériennes, virales et parasitaires (**Geffray L. & Paris C., 2001 ; C.C.L.I.N., 2001**).

En médecine vétérinaire, les tiques jouent un rôle très important comme vecteurs des piroplasmoses (*Theileria* du bétail (**Dolan T.T., 1989**), *Babesia* du bétail et du chien) et de certaines rickettsies (**Mouchet J. et al., 1978**).

En pathologie humaine, elles interviennent dans la transmission de nombreuses rickettsioses. Les tiques vectrices de maladies humaines appartiennent à la famille des *Ixodidae* ("tiques dures") (**Mouchet J. et al., 1978**).

Les infections transmises par les tiques sont des zoonoses. On distingue les infections dont les tiques constituent le mode de transmission principal ou unique : Les rickettsioses boutonneuses, les ehrlichioses (anaplasmoses) (**Parola P. & Raoult D., 2001**), la maladie de Lyme (**Stanek G. & Strle F., 2003 ; Parola P. & Raoult D., 2001**), les borrélioses récurrentes à tique (**Parola P. & Raoult D., 2001**), l'encéphalite européenne à tique (**Charrel R.N. et al., 2004**), et les babésioses (**Zintl A. et al., 2003**).

Les maladies dont les tiques ne sont qu'un mode de transmission accessoire : la tularémie, la fièvre Q et peut-être les bartonelloses (**Parola P. & Raoult R., 2001**).

En plus de leurs rôles pathogènes indirects, les tiques possèdent aussi des effets nocifs directs qui sont dus à la tique elle-même (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991**).

##### **II.4.1. Effets directs:**

###### **II.4.1.1. Action mécanique et irritative:**

Il s'agit d'une réaction gouvernée par des mécanismes inflammatoires. La fixation simple est prurigineuse, voire douloureuse par tiraillement des tissus lésés. Même après le départ de la tique, la lésion demeure et peut exsuder pendant plusieurs mois (**Morel P.C. et al., 2000**).



En outre, la lésion provoquée par la pénétration du rostre est une voie d'entrée potentielle pour d'autres agents infectieux (De Marval F., 2000). Au cours des ré infestations, il existe souvent des phénomènes d'hypersensibilité. Au fur et à mesure, un certain degré de résistance de l'hôte peut même s'établir par des réaction tissulaire (œdème considérable sans rupture de capillaire) plus violente et plus précoces, cela peut ainsi limiter la charge parasitaire (Morel P.C. et al., 2000).

#### II.4.1.2. Action anémiante :

Elle affecte les animaux qui sont porteurs de plusieurs dizaines, voir de centaines de tiques (Pérez-Eid C. & Gilot, 1998). Avec des prélèvements sanguins non négligeables, une femelle d'*Amblyomma* peut prélever 8 g de sang (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Ces spoliations étant majorées par l'action anticoagulante des sécrétions salivaires et pouvant engendrer des anémies graves (Pérez-Eid C. & Gilot, 1998).

#### II.4.1.3. Action toxique:

Elle est exercée par les substances actives (toxines) présentes dans la salive (rôle des cellules à granules). Leurs actions est locale (réaction inflammatoire) ou générale (hémolyse) (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

##### II.4.1.3.1. Paralysie à tiques :

Elle est due à des toxines sélectives vis-à-vis du tissu nerveux (neurotrope), issues de femelles en cours d'ovogenèse (cas décrits d'*Ixodes ricinus* chez des moutons d'Europe occidentale), entraînant des paralysies qui évoquent le tableau d'une poliomyélite lorsque la fixation a lieu d'un rameau nerveux. Elles peuvent être mortelles, mais régressent dès l'ablation précoce de la tique (Kocan A.A., 1988 ; Fourie L. et al., 1989 ; Rodhain F., 1996 ; Pérez-Eid C. & Gilot B., 1998).

##### II.4.1.3.2. Les dyshidroses (Sweating Sickness):

Elles sont rencontrées chez les ruminants d'Afrique Australe, parasités par *Hyalomma truncatum*. La toxine affecte principalement les veaux par des diarrhées et surtout des symptômes cutanés (inflammation, hyperesthésie, puis exsudation). Un arrachage précoce des tiques facilite la guérison (Kocan A.A., 1988 ; Fourie L. et al., 1989 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991 ; Pérez-Eid C. & Gilot B., 1998)

#### II.4.2. Effets indirects:

Les tiques sont des arthropodes hématophages à haut pouvoir vectoriel : Des agents pathogènes peuvent être acquis (exemple : *Rickettsie aeschlimanii*) durant les divers stades du cycle de vie, puis transmis de manière trans-ovarienne (de la femelle à sa progéniture) et trans-stadiale (entre les



différentes stades) (**Bitam I. et al., 2006b**). Une transmission d'une infection non systémique entre les tiques voisines est possible, par le co-repas ("cofeeding"). C'est-à-dire, si une tique infectée pique l'hôte, une deuxième tique, non infectée, vient piquer ce même hôte à proximité de la première. Cette deuxième tique peut s'infecter (**Parola P. & Raoult D., 2001**).

Selon la pathologie (bactérienne, virale ou parasitaire), les tiques jouent un rôle de simple vecteur ou sont également le réservoir de ces agents pathogènes (**Geffray L. & Paris C., 2001**).

Nous n'évoquerons ici que les deux pathologies qui font l'objet de notre étude, à savoir les babésioses et les rickettsioses transmises par les tiques.

#### **II.4.2.1. La babésiose:**

Cette maladie est mieux connue chez les animaux sous le nom de piroplasmose. La babésiose est due à la présence dans les hématies d'un protozoaire appartenant au genre *Babesia* (*B. microti*, *B. divergens*, *B. bovis* et *B. canis*), transmis par morsure de tiques à partir du réservoir bovin, équin, canin ou rongeur (**Gorenflot A. et al., 1998 in Geffray L. & Paris C., 2001**). Elle se présente, chez l'homme, comme une maladie pseudo-palustre (**Rodhain F. & Pérez-Eid C., 1985**). Une anémie hémolytique avec fièvre, frissons, sueurs, céphalées, myalgie, douleurs abdomino-lombaires, pouvant se compliquer d'insuffisance rénale aiguë ; Le décès s'observe chez 50% des immunodéprimés, VIH, et splénectomisés (**Geffray L & Paris C., 2001**). (Tableau II)

#### **II.4.2.2. Les rickettsioses:**

##### **II.4.2.2.1. Rickettsia:**

Les rickettsies sont des bactéries (Gram négatif) à multiplication intracellulaire obligatoire (**Parola P. & Raoult D., 2001**). De nombreux animaux constituent le réservoir naturel de ces bactéries. L'homme ne représente qu'un hôte accidentel. Les rickettsies infectent également de nombreux arthropodes, qui interviennent dans leur cycle infectieux en assurant la transmission inter-humaine, inter-animale ou de l'animal à l'homme de ces bactéries (**Maurin M., 2003a**). Les *Rickettsia* sont à l'origine de bon nombre de maladies émergentes potentiellement mortelles. Onze (11) espèces sont transmises à l'homme par des tiques (*R. conorii*, *R. africae*, *R. sibirica*, *R. parkeri*, *R. slovaca*, *R. honei*, *R. rickettsii*, *R. japonica*, *R. aeschlimannii*, *R. australis*, et *R. helvetica*) (Tableau II). Il est probable que de nombreuses pathologies inexplicables résultent en fait de rickettsioses encore méconnues (**Raoult D. & Roux V., 1997 in Chastel C., 2001**).

##### **II.4.2.2.2. Ehrlichia : (Perez-Eid C., 1999)**

Ce sont des bactéries intracellulaires à Gram négatif du genre *Ehrlichia* donnant des syndromes infectieux sévères (rash, ictère).

- **L'ehrlichiose monocyttaire :** à *Ehrlichia chaffeensis* (germe proche d'*E. canis*). La maladie prend la forme d'un syndrome pseudo grippal.
- **L'ehrlichiose granulocytaire humaine :** due à un germe proche de *E. equi* et *E. phagocytophyla*, a été décrite aux États-Unis en 1994. L'agent a été observé chez la tique *Ixodes ricinus* en Suède et en France.

#### II.4.2.3. Les autres agents pathogènes transmis par les tiques:

D'autres agents pathogènes (parasitaires, bactériens et virales) sont transmis par les tiques (Tableau II)

**Tableau II :** Maladies transmises par les tiques (Moulinier C., 2002)

| Pathologie  | Germe transmis   | Acarien  | Réservoir animal                                     | Répartition géographique   |
|---|--|--|--|--|
| Fièvre boutonneuse Méditerranéenne                    | <i>Rickettsia conorii</i>                                      | <i>Rhipicephalus sanguineus</i><br><i>Amblyomma</i><br><i>Rhipicephalus sp</i><br><i>Haemaphysalis</i> | Canidés<br>Léporidés<br>-----<br>Rongeurs en Afrique | Méditerranéenne<br>Moyen-orient<br>-----<br>Afrique noire                    |
| Fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses               | <i>Rickettsia rickettsii</i>                                   | <i>Dermacentor</i><br><i>Amblyomma</i><br><i>Rhipicephalus</i>   | Rongeurs<br>Léporidés<br>Canidés<br>Oiseaux          | USA<br>Amérique centrale et du Sud   |
| Fièvre boutonneuse de Sibérie                         | <i>Rickettsia siberica</i>                                     | Divers :<br><i>Dermacentor</i><br><i>Haemaphysalis</i><br><i>Hyalomma</i>                              | Faune sauvage<br>Rongeurs                            |  |
| Fièvre à R. pijperi                                   | <i>Rickettsia pijperi</i><br>(variété de <i>R. conorii</i> )   | Divers :<br><i>Amblyomma</i><br><i>Haemaphysalis</i>   | Mammifères sauvages<br>Canidés                       | Afrique du Sud   |
| Fièvre hémorragique                                   | Virus  | Divers :<br><i>Ixodes</i><br><i>Dermacentor</i><br><i>Amblyomma</i><br><i>Haemaphysalis</i>            | Bétail<br>Ongulés sauvages                           | Afrique (savannique)<br>Europe de l'Est<br>U.R.S.S - Sibérie<br>Moyen-Orient |
| Fièvre Q  | <i>Coxiella burnetti</i>                                       | Divers<br><i>Dermacentor</i><br><i>Amblyomma</i><br><i>Hyalomma</i>                                    | Homme<br>Bétail<br>Mammifères                        | Cosmopolite  |
| Maladie de Lyme (pas de transmission trans-ovarienne) | <i>Borrelia burgdorferie</i>                                   | <i>Ixodes ricinus</i><br><i>I. dammini</i><br><i>I. persulcatus</i><br><i>Amblyomma sp</i>             | Rongeurs   | Cosmopolite (zones tempérées et Méditerranéennes)                            |
| Arbovirose (encéphalite à tiques) louping ill         | Arbovirus  | <i>Ixodes sp</i><br><i>Dermacentor</i>   | Mammifères   | Cosmopolite<br>Paléarctique  |
| Babésiose   | <i>Babesia</i>   | <i>Rhipicephalus</i><br><i>Ixodes ricinus</i><br><i>I. dammini</i><br><i>Boophilus</i>                 | Chiens<br>Bétail                                     | Cosmopolite  |
| Theilériose   | <i>Theileria</i>   | Divers <i>Ixodes</i>   | Bétail   | Cosmopolite  |
| Fièvre boutonneuse Australienne                       | <i>Rickettsia australis</i><br>(variété de <i>R. conorii</i> ) | <i>Ixodes ricinus</i>  | Rongeurs<br>Marsupiaux                               | Australie<br>Queensland  |
| Fièvre pourprée Orientale                             | <i>Rickettsia japonica</i>                                     | <i>Haemaphysalis sp</i>  |  | Japon<br>Extrême-Orient  |
| Tularémie   | <i>Franciella tularensis</i>                                   | <i>Haemaphysalis</i><br><i>Ixodes</i><br><i>Dermacentor</i>  | Rongeurs<br>Léporidés<br>Bétail                      | Holoarctique   |



## II.5. MESURES DE LUTTE CONTRE LES TIQUES:

La lutte contre ces ectoparasites temporaires est très délicate compte tenu du cycle biologique si particulier de ces acariens (variété d'hôtes, résistance aux insecticides) (Nozais J.P. et al., 1996), mais il faut savoir qu'il faut comme objectifs l'élimination du parasite, diminution des risques de la transmission (C.C.L.I.N., 2001). Deux mesures de luttes doivent être établies :

### II.5.1. Mesures prophylactiques :

- Clôture des jardins pour limiter l'introduction d'animaux sauvages porteurs de parasites (C.C.L.I.N., 2001) ;
- Port de vêtements couvrants, lors de séjours dans les jardins infestés ou les forêts (chaussures), éventuellement des vêtements imprégnés d'insecticide spécifique pour tissus (Perret J.L., 2001) ;
- Inspection corporelle minutieuse incluant le cuir chevelu après tout séjour dans ces jardins (C.C.L.I.N., 2001) ;
- Examiner les vêtements et la peau découverte pendant et après la promenade car les tiques ne se fixent pas immédiatement sur la peau (Perret J.L., 2001) ;
- Par la vaccination (Ticovacy, vaccin de la méningo-encéphalite) (C.C.L.I.N., 2001) ;
- Par le traitement préventif ou curatif (amoxicilline pour la maladie de Lyme) (C.C.L.I.N., 2001).

### II.5.2. Le traitement :

#### A. Les produits :

- Répulsifs de vêtements : perméthrine (Perret J.L., 2001 ; C.C.L.I.N., 2001).
- Huiles essentielles contenant des terpènes, des phénols et des aldéhydes (C.C.L.I.N., 2001)
- Répulsifs de peau : diéthyltoluamide ou DEET et autres produits (C.C.L.I.N., 2001).
- Insecticides (acaricides) : pyréthrines, organophosphorés, organochlorés (Nozais J.P. et al., 1996).

#### B. Modalités d'applications :

- Epannage d'acaricides sur le terrain (la végétation), sur de petites surfaces ou sur l'hôte, les animaux domestiques (Nozais J.P. et al., 1996).
- Nébulisation à froid d'une solution acaricide dans les habitations et sur les animaux (C.C.L.I.N., 2001).
- Imprégnation d'insectifuge grâce à des aérosols, lotions ou solutions (C.C.L.I.N., 2001).

D'autre part, la méthode la plus efficace est d'ordre écologique. Cette lutte est en réalité surtout menée par les vétérinaires compte tenu de son importance économique considérable sur le bétail. Elle est rarement appliquée avec une visée purement médicale (Nozais J.P. et al., 1996).



### III. LES PUCES (*Siphonaptère*)

#### III.1. CLASSIFICATION :

Les puces appartiennent au Phylum des *Arthropodes*, la classe des *Insectes* et l'ordre des *Siphonaptères* (Michaud O., 1988). Cet ordre comprend environ 2.500 espèces et sous-espèces et plus de 200 genres regroupés par la plupart des auteurs dans 17 familles et 2 super-familles (super-famille des *Pulicoidea* et super-famille des *Ceratophylloidea*) (Rodhain F. & Pérez-Eid C., 1985).

Actuellement, avec Smit F.G.A.M., (1982) in Beaucournu J.C. et Launay H. (1990) (Tableau III), on peut reconnaître cinq Super-familles et quinze familles dont les rapports et les affinités ne font pas encore l'unanimité parmi tous les taxonomistes.

#### III.2. MORPHOLOGIE DES PUCES:

Ce sont des insectes à métamorphose complète (**holométaboles**), aptère (sans ailes), de petite taille, aplati latéralement (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).

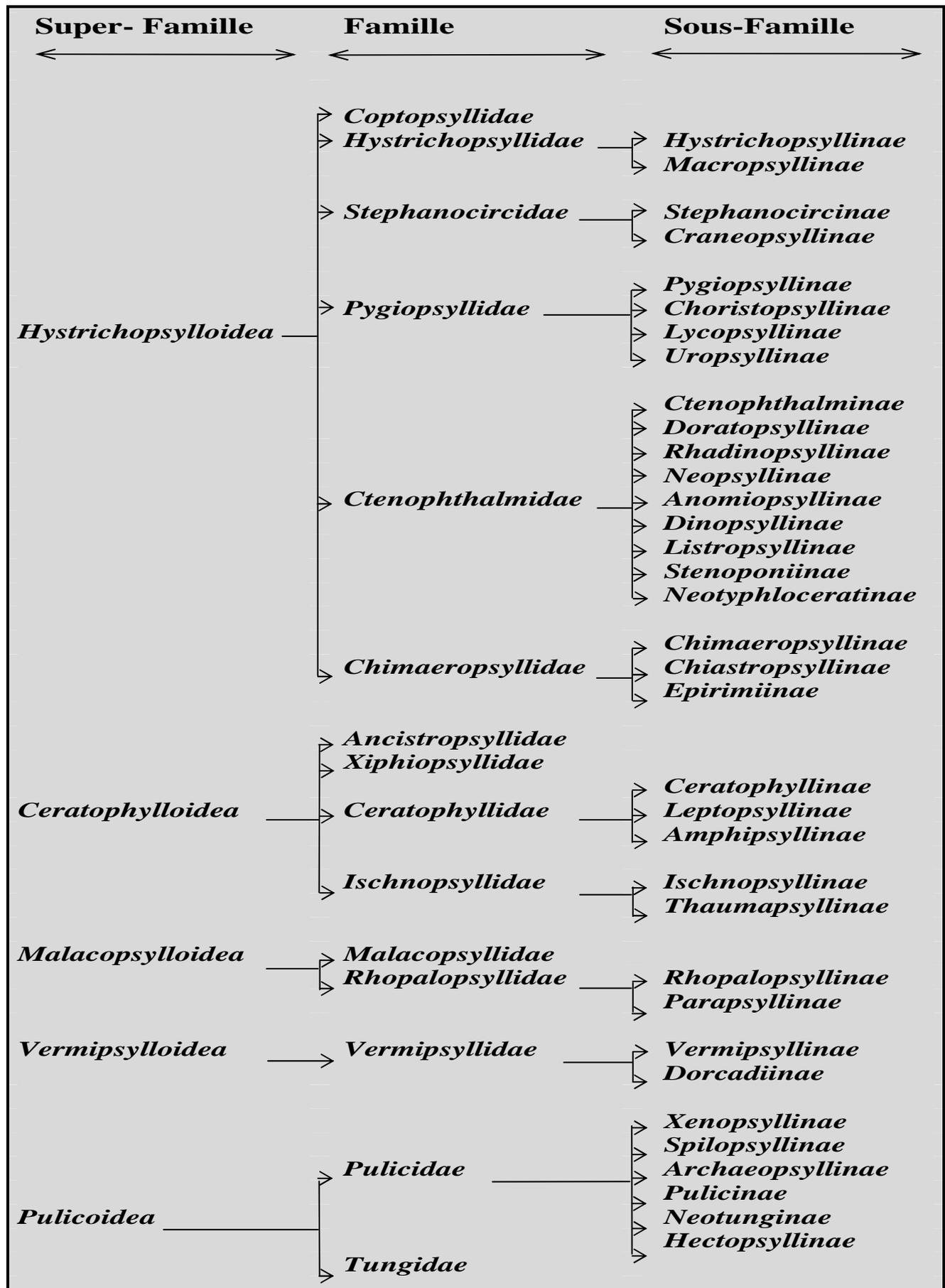
##### III.2.1. Morphologie externe :

###### III.2.1.1. Morphologie externe de l'imago (adulte):

Les puces sont de petits insectes bruns ou presque noirs et dépourvus d'ailes (Michaud O., 1988). Elles se déplacent en effectuant des sauts grâce à leur 3<sup>ème</sup> paire de pattes développée (Ambroise-Thomas P. *et al.* 1990).

Elles mesurent le plus souvent moins de 5 mm de long (de 2 à 3 mm pour la majorité des espèces, exceptionnellement jusqu'à 9 mm). Les femelles sont généralement plus grosses que les mâles (Michaud O., 1988).

Les diverses parties du corps sont facilement repérées : Capsule céphalique (ou tête), trois segments thoraciques bien individualisés (prothorax, mésothorax et métathorax) et un abdomen formé de 11 segments dont 10 sont facilement discernables (Beaucournu J.C & Launay H., 1990).

Tableau 03 : Classification des *Siphonaptera* (Smit F.G.A.M., 1982)



### III.2.1.1.1. Tête ou capsule céphalique : (Fig. 13, 14 et 16)

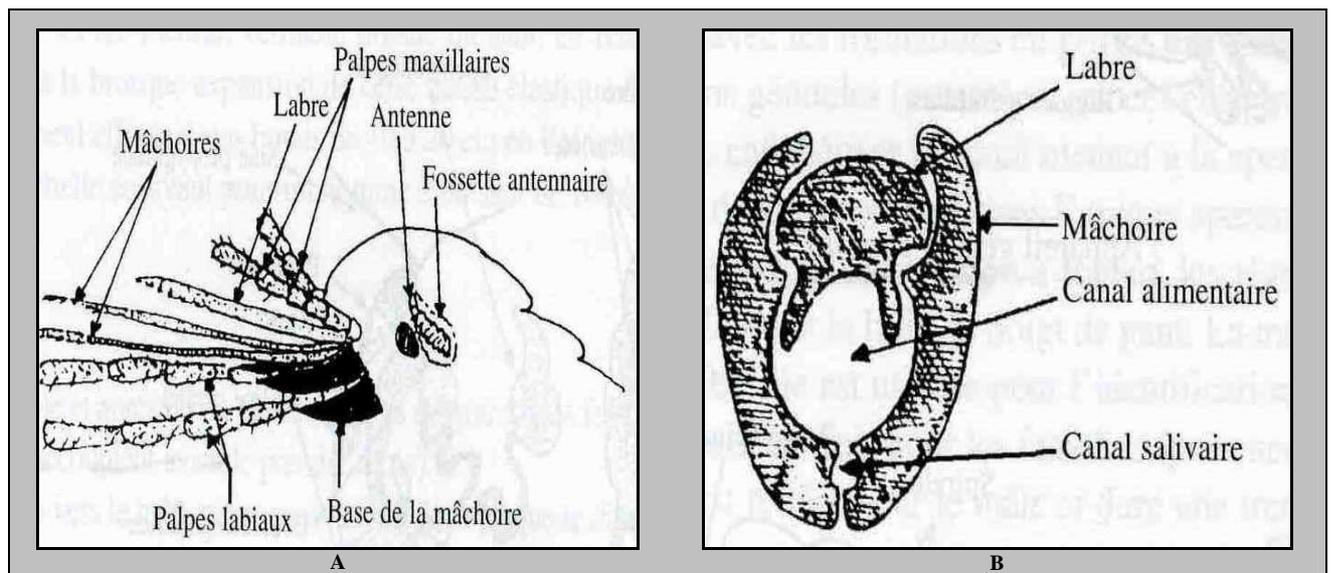
Les puces ont une tête en carène. Ce profile leur permet de se glisser entre les poils ou les duvets (Ambroise-Thomas P. *et al.* 1990). La tête est peu mobile, étroitement unie au thorax (absence de cou). Elle porte une paire d'antennes courtes, à 3 articles dans des fossettes antennaires (des sillons) (Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

En fonction des espèces, les yeux sont simples (des ocelles sur la face latérale), présents ou absents (Michaud O., 1988 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

L'appareil buccal est de type piqueur suceur (Michaud O., 1988 ; Moulinier C., 2002), et constitué des pièces suivantes : (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991 ; Moulinier C., 2002):

- Labre-épipharynx, impair, peu développé, sa partie distale participe à la piqûre.
- Les maxilles qui sont insérés sur une pièce basale, le stipe portent le palpe maxillaire (4 articles) et la lacinia piqueuse.
- Labium réduit au palpe labial, en gouttière, par paire, pluri segmenté (à 5 ou parfois 2 articles).
- Les deux seules pièces perforantes sont les 2 lacinia et l'épipharynx.

Chez certaines espèces, on observe la présence dans la partie inférieure de la tête (zone génale), d'une rangée de fortes épines à pointe dirigée vers l'arrière «le peigne» ou « cténidie ». Le nombre et la dimension des épines sont des caractéristiques d'espèces.



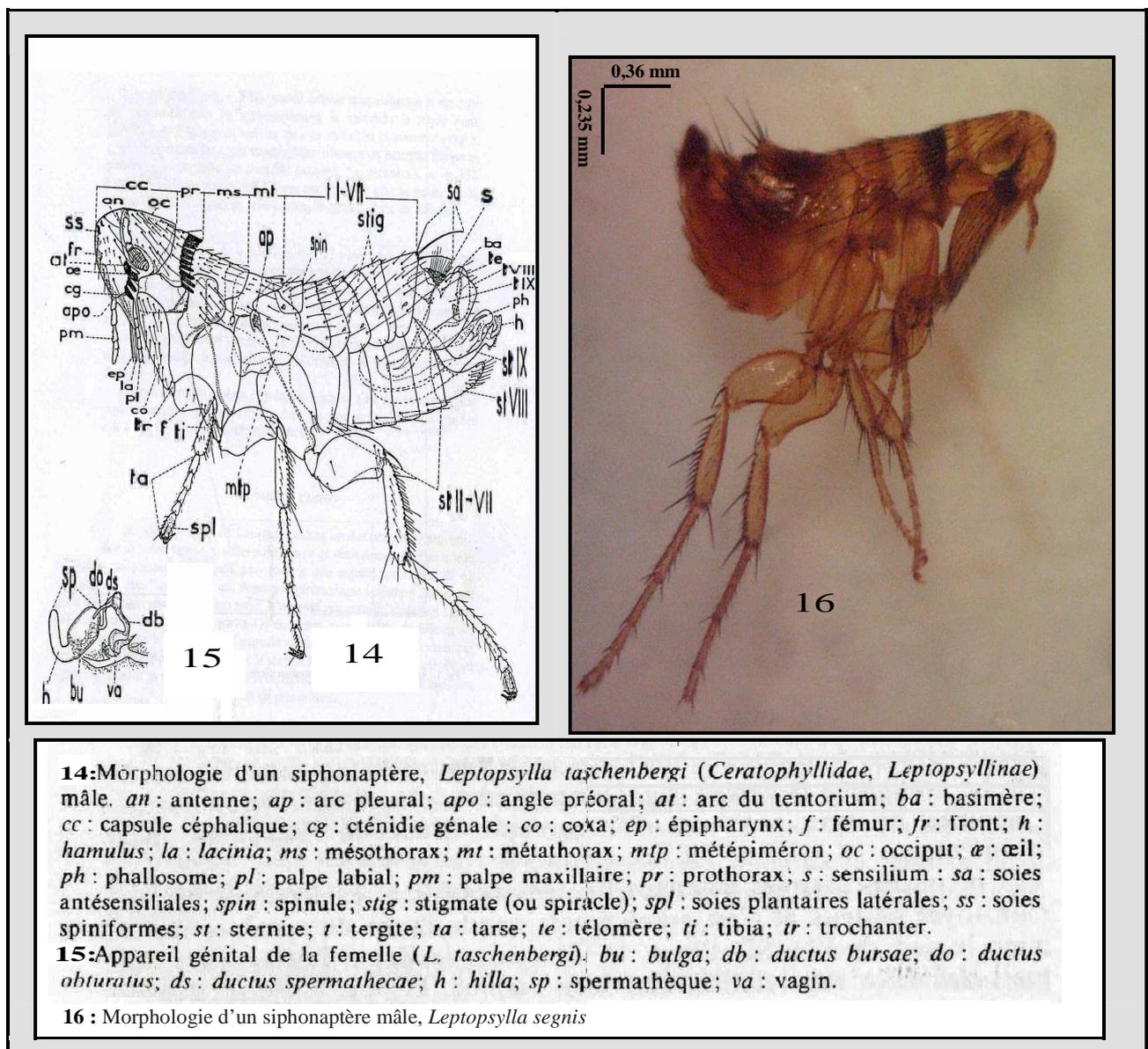
**Figure 13:** - A : Schéma de l'appareil buccale (Moulinier C., 2002) ;  
 - B : Schéma d'une coupe du canal alimentaire (Moulinier C., 2002)



### III.2.1.1.2. Thorax: (Fig. 14 et 16)

- Dorsalement les 3 segments sont bien différenciés : Prothorax, mésothorax, métathorax avec donc pro - méso - métanotum individualisés. On note également la présence sur le bord postérieur du pronotum une rangée de fortes épines : cténidie (ou peigne) (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

- Ventralement, les pattes sont composées de 09 segments : coxa, trochantère, fémur, tibia, tarse pentamère. L'article distal des tarsi se termine par une paire de fortes griffes dirigées vers l'extérieur. La 3<sup>ème</sup> paire de patte est toujours la plus développée et est adaptée au saut (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).



**Sources:** Figure 14 et 15 (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990)  
Figure 16 (Originale, 2006)



### III.2.1.1.3. Abdomen : (Fig. 14 et 16)

L'abdomen est composé de huit tergites et six sternites qui sont nettement visibles et sans différenciation majeure. Le sternite VIII est souvent transformé chez le mâle. Le segment IX est modifié chez le mâle en pince servant à maintenir la femelle pendant la copulation. Dans les deux sexes, le tergite IX porte dorsalement une zone sensorielle bien développée, le sensilium (ou plaque pygidiale) (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).

### III.2.1.2. Morphologie externe des larves et nymphes :

#### III.2.1.2.1. Larve :

Les larves de puces sont vermiformes, apodes, munies d'une capsule céphalique à pièces buccales broyeuruses (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; Nozais *et al.* 1996) ; Leur tégument thoraco-abdominal est blanchâtre. On distingue trois stades larvaires successifs. La taille du dernier stade est de 5 à 10 mm (Nozais J.P. *et al.* 1996).

#### III.2.1.2.2. Nymphe :

La nymphe est immobile, emprisonnée dans un cocon tissé par la larve. Elle présente déjà la plupart des caractères de la morphologie externe de l'adulte (Nozais J.P. *et al.*, 1996).

### III.2.2. Morphologie interne (imago) :

#### III.2.2.1. Tube digestif: (Fig. 17)

Le tube digestif de la puce est classique. Un long conduit aboutit au proventricule en bulbe (situé au niveau du 1<sup>er</sup> segment abdominal), puis vient le digestif proprement dit ou *mesenteron*. A son extrémité distale s'abouchent quatre tubes de Malpigi rétrogrades. On note enfin, au niveau du *proctodeum*, six papilles rectales entourant l'ampoule rectale. Le tube digestif se termine par l'anus entre le tergite et le sternite XI (Rothschild M. *et al.* 1986 in Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).

#### III.2.2.2. Appareil génital mâle : (Fig. 14 et 16)

Il comporte un phallosome volumineux très complexe, une paire de testicules piriformes et des glandes accessoires (Rothschild M. *et al.* 1986 in Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).

#### III.2.2.3. Appareil génital femelle : (Fig. 15)

Le pleurite reliant les sternites VIII et IX s'ouvre sur le plan médian, par l'orifice vaginal, donnant accès au vagin ; Celui-ci se transforme vers l'avant en oviducte relié aux ovarioles. Dorsalement s'ouvre l'ostium bursale ou orifice du *ductus bursae* ; Celui-ci donne le *spermathecae* (Rothschild



M. *et al.* 1986 in Beaucournu J.C. & Launay H., 1990). La spermathèque, composé de 2 parties, la bulga vésiculeuse et la hilla en doigt de gant. La morphologie de la spermathèque varie avec l'espèce. Elle est utilisée pour l'identification (Moulinier C., 2002).

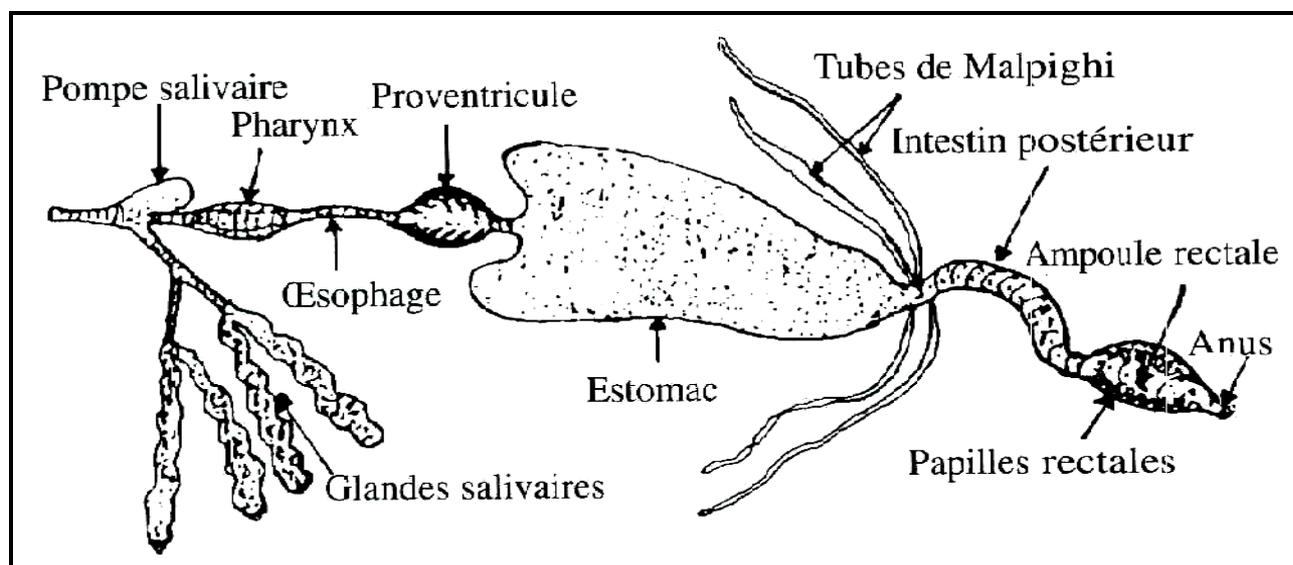


Figure 17 : Tube digestif d'un *Sphinoptère* adulte (imago) (Moulinier C., 2002)

### III.3. BIO-ÉCOLOGIE DES PUCES:

#### III.3.1. Habitat :

Les puces adultes vivent sur leur hôte ou à proximité. Ce sont des ectoparasites (parasites externes) de vertébrés (Michaud O., 1988). Le comportement des adultes est variable suivant les espèces (Ambroise-Thomas P. *et al.* 1990 ; Moulinier C., 2002) :

- Les puces nidicoles « de litière » qui ne vont sur l'hôte que pour se nourrir ;
- Les puces « de fourrure » qui à l'inverse des précédentes passent toute leur vie sur l'hôte où elles se déplacent sans arrêt ;
- Les puces sédentaires ou fixées, dont les plus typiques sont les puces chiques : Les femelles s'incrument dans la peau de l'hôte et une fois fécondées, se nourrissent en permanence (jusqu'à atteindre une taille d'une boule de gui).

#### III.3.2. Le cycle de développement des puces:

Les puces passent par quatre stades biologiques : Oeuf, larve, nymphe et adulte (Ratovonjato J. *et al.* 2000). La durée du cycle biologique dépend de l'espèce en cause, de la température, de l'humidité et de l'accès à la nourriture. Si toutes les conditions favorables sont réunies, une puce parvient au stade adulte en deux à trois semaines. Dans le cas contraire, son développement peut prendre plusieurs mois (Moulinier C., 2002).



### III.3.2.1. Œufs : (Fig. 18)

Après un ou plusieurs repas sanguins et l'accouplement (sauf les puces des oiseaux qui s'accouplent avant le repas sanguin) (Moulinier C., 2002), les puces femelles pondent par série de 2 à 6 oeufs dans la litière et/ou sur le pelage de leurs hôtes. Les oeufs sont ovales et mesurent 0,4 à 0,5 mm de longueur. De couleur blanchâtre, ils jaunissent après une semaine. Le nombre d'œufs est variable selon les espèces : Plus de 1.000 œufs pour *Ctenocephalides felis* (puce de chat) et entre 300 à 400 pour *Xenopsylla cheopis* (puce de rat) (Ratovonjato J. et al. 2000).



Figure 18 : Les œufs de *Ctenocephalides canis* (Originale, 2006)

### III.3.2.2. Larve: (Fig. 19)

Au bout de quelques jours, de l'oeuf sort une larve vermiforme, de très petite taille (environ 1,5 mm de longueur), de couleur blanchâtre et avec des soies fines. Elle peut atteindre jusqu'à 5 mm de longueur. Pendant ce stade, la larve évite la lumière. Elle est également sensible aux variations d'humidité et de température (A.R.L.A.P., 2003). Ces conditions doivent donc être assurées pendant cette phase qui dure 1 à 3 semaines (Ratovonjato J. et al, 2000). La larve tisse à partir d'une sécrétion salivaire, un cocon de soie et des débris divers agglutinés qui abritera la nymphe (Nozais J.P. et al. 1996).

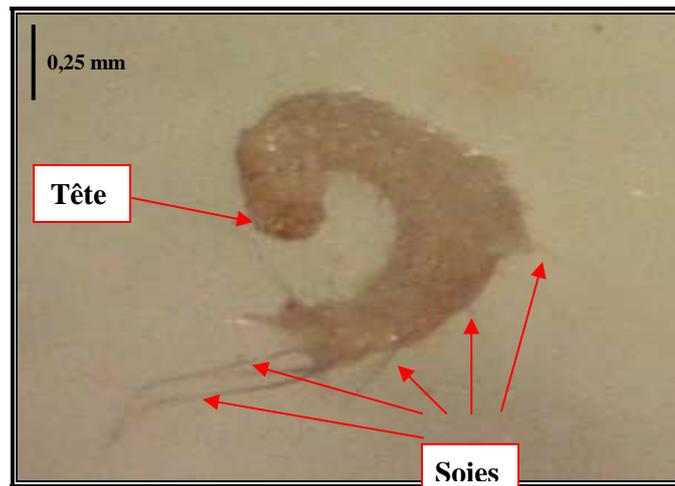
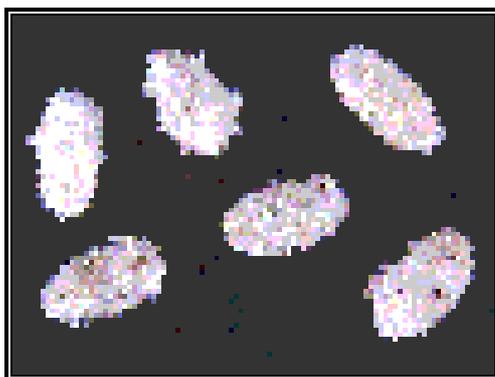


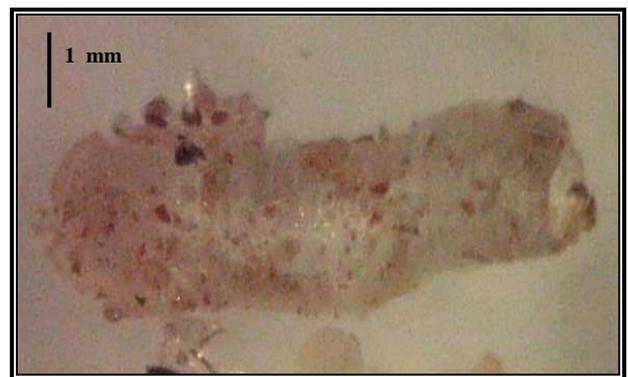
Figure 19 : Larve de *Ctenocephalides canis* (Originale, 2006)

### III.3.2.3. Nympe: (Fig. 20)

La nymphe emprisonnée dans son cocon, ne s'alimente pas et résiste mieux que certains stades précédents. Ce stade dure environ une semaine. La nymphe se métamorphose par la suite en adulte, qui devient hématophage pour les deux sexes. Pour s'adapter aux différentes variations des conditions physiques, la puce est capable de passer en état de quiescence dans tous ses stades de développement (Ratovonjato J. *et al.* 2000).



A



B

Figure 20: - A : Des nymphes en pupaisons (Zentko D.C. & Richman D.L., 1997)  
- B : Un cocon vide d'une nymphe (Originale, 2006)



### III.4. LE ROLE PATHOGENE DES PUCES :

#### III.4.1. Rôle pathogène direct :

Chez l'homme : Elle provoque un prurit intense, des morsures, un érythème à l'endroit de la lésion. Une réaction allergique (envers la salive de la puce). Des troubles psychiques allant de l'insomnie à l'ectoparasitophobie (**Haenen R., 2004**).

Chez l'animal : Le rôle directe est souvent peu important. Il est caractérisé par l'apparition de papules prurigineuses et une spoliation sanguine. Mais il y a une possibilité de développement d'une hypersensibilité à la salive des puces. Exemple : la dermatite par hypersensibilité aux piqueurs de puces (**D.H.P.P**), bien connu chez le chien et le chat (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991**).

#### III.4.2. Rôle pathogène indirect :

En règle générale, la plupart des puces des carnivores (*Pulex*, *Cténocephalides*), celles des hérissons (*Archaeopsylla*) peuvent piquer l'homme; Secondairement, les puces des rongeurs arboricoles (*Ceratophyllus*, *Myxophylla*) et des oiseaux (*Ceratophyllus*, *Xenopsylla gratiosa*) peuvent également se gorger sur l'homme. En revanche, certaines puces des rats, comme *Nosopsyllus* et *Xenopsylla cheopis*, se gorgent accidentellement sur l'homme (**Beaucournu J.C. & Launay H., 1990**)

Les puces, peuvent être à l'origine de la transmission de nombreux agents pathogènes provoquant des maladies plus ou moins graves, pour l'animal et pour l'homme (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991 ; C.C.L.I.N., 2001**).

##### III.4.2.1. Helminthes :

- *Hymenolepis fraterna* ou *Hymenolepis nana* (cestode) qui causent une helminthiase intestinale (**Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; C.C.L.I.N., 2001**).
- Dipylidiose de l'homme par ingestion accidentelle de puces de chien infesté par *Dipylidium caninum* (cestode) (**Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; Thérèse D. et al. 2002**) ;

##### III.4.2.2. Protozoaires :

- *Trypanosoma lewisi* du rat (**Bussiéras P. & Chermette R., 1991**), *Trypanosoma nabisi* du lapin, *T. crocidurae* des musaraignes et divers autres Trypanosomes (**Beaucournu J.C. & Launay H., 1990**).



### III.4.2.3. Virus :

Le virus de Sanarelli, agent de la Myxomatose. *Spilopsylla cuniculi*, puce introduite en Australie pour y propager le virus et tenter d'éliminer les lapins ! (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990 ; Bussiéras P. & Chermette R., 1991).

### III.4.2.4. Infections bactériennes :

- La tularémie (des li vres, divers rongeurs et l'homme) due au bacille *Francisella tularensis* (C.C.L.I.N., 2001).

- La peste des rongeurs et plusieurs mammifères (l'homme) (Liston W.G., 1905 ; Hinneebush J.B. et al. 1998 ; Engelthaler D.M. & Gage K.L., 2000). La peste ne peut exister que grâce aux puces qui assurent la transmission et la virulence du germe *Yersinia pestis* (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990). Environ une douzaine d'espèces de puces cosmopolites sont impliquées dans la transmission de la peste domiciliaire (Gratz N.G. & Brown A.W.A., 1983). Toutefois, de nombreuses autres espèces de l'ordre *Siphonaptera* ont été impliquées dans la transmission de la peste sylvatique (Brown A.W.A., 1983). Des trois formes cliniques classiques de la peste, seule la bubonique est liée à l'inoculation du germe par la puce (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990). Rappelons que, la peste humaine est l'un des grands fléaux de l'histoire de l'humanité, avec trois grandes épidémies (Bussiéras P. & Chermette R., 1991). Actuellement, au Sud de la méditerranée, la peste existe toujours, mais évolue en mode discret. (Beaucournu J.C. & Launay H., 1990).

En Algérie, Beaucournu J.C. & Kowalski K. (1985) et Bitam I. et al (2006c), ont étudié l'agent de la peste sur les puces. Elle transmet également d'autres agents bactériens importants, *Rickettia* (Bitam I. et al, 2006a,b) et *Bartonella* (Bitam I. et al, 2007, publication en cour). Nous évoquerons dans notre étude, les deux pathologies qu'ils leurs sont associées, à savoir les rickettsioses et les bartonelloses.

#### III.4.2.4.1. Rickettsioses :

Deux espèces de rickettsies son transmises par les puces :

- *Rickettsia typhi*, agent du typhus murin, transmis par les puces des rats (*Xenopsylla cheopis*) (Raoult D. & Roux V., 1997). La maladie est caractérisée par de la fièvre, des céphalées, des frissons, des myalgies et des nausées. Les zones d'endémie reconnues actuellement sont le Texas, la Gr ce, Chypre, l'Espagne, le Portugal, l'Afrique du Nord et l'Indonésie (Raoult D. et al, 2001).
- *Rickettsia felis* a été mise en évidence d s 1990 aux U.S.A., dans le Sud du Texas et de la Californie. La puce du chat (*Ctenocephalides felis*) semble être le vecteur et le réservoir. Un autre réservoir peut-être l'opossum (Raoult D. et al. 2001).



#### III.4.2.4.2. Bartonelloses :

Les *Bartonellae* sont des bactéries gram négatives, qui causent diverses maladies et sont transmises par des arthropodes. Parmi ces arthropodes, on retrouve les puces (Alsmark et al, 2004 in Rolain J.M. et al. 2005). Le genre *Bartonella* comprend actuellement 21 espèces validées (IFR48, 2006b), dont 6 sont pathogènes pour l'homme, le chat ou le chien : *B. henselae*, *B. quintana*, *B. bacilliformis*, *B. vinsonii*, *B. clarridgeiae*, et *B. elizabethae* (Gieger T.L. et al., 1998).

#### III.5. MESURES DE LUTTE CONTRE LES PUCES :

Compte tenu des possibles transmissions de maladies par la puce, du rongeur à l'homme et d'homme à homme, deux axes de lutte sont à envisager (C.C.L.I.N., 2001) :

##### 1. Limiter les réservoirs potentiels :

La destruction des hôtes de ces insectes, qu'ils soient sauvages ou domestiques est très difficile à mettre en œuvre : La destruction des rongeurs par des substance rodenticides, le piégeage ou le gazage des terriers, la suppression des nids d'oiseaux dans les habitations (pigeons), ou encore le traitement des niches des chiens, des poulaillers, des étables, des bergeries et autres (Nozais J.P. et al., 1996). Les animaux domestiques (habitations) doivent bénéficier d'un traitement anti-puce et doivent être surveillés (C.C.L.I.N., 2001).

##### 2. Eliminer les puces :

Les traitements insecticides des habitations humaines infectées peuvent être entrepris, mais il faut prendre en compte des éventuelles résistances qui apparaissent chez les puces vis-à-vis des substances les plus utilisées (Nozais J.P. et al. 1996).

Plusieurs études ont prouvé l'existence de cette résistance : comme la résistance *in vitro* de puces *Xenopsylla cheopis* aux différents pyréthrinoïdes, au D.D.T. à 4%, ainsi que leur sensibilité aux carbamates, aux organophosphorés (proscrire le chlorpyrifos chez le chat) (Ratovonjato J., 1998 ; Ratovonjato J. et al, 2000) et les organochlorés (à proscrire le lindane chez le chat) (Bussiéras J. & Chermette R., 1991).

Enfin, les informations sur la bionomie des puces vectrices sont essentielles pour la lutte contre ces puces et contre la transmission de l'agent infectant (Gratz N.G., 1999)

## **Chapitre II : Rickettsioses**



## I. TAXONOMIE DES RICKETTSIACEAE :

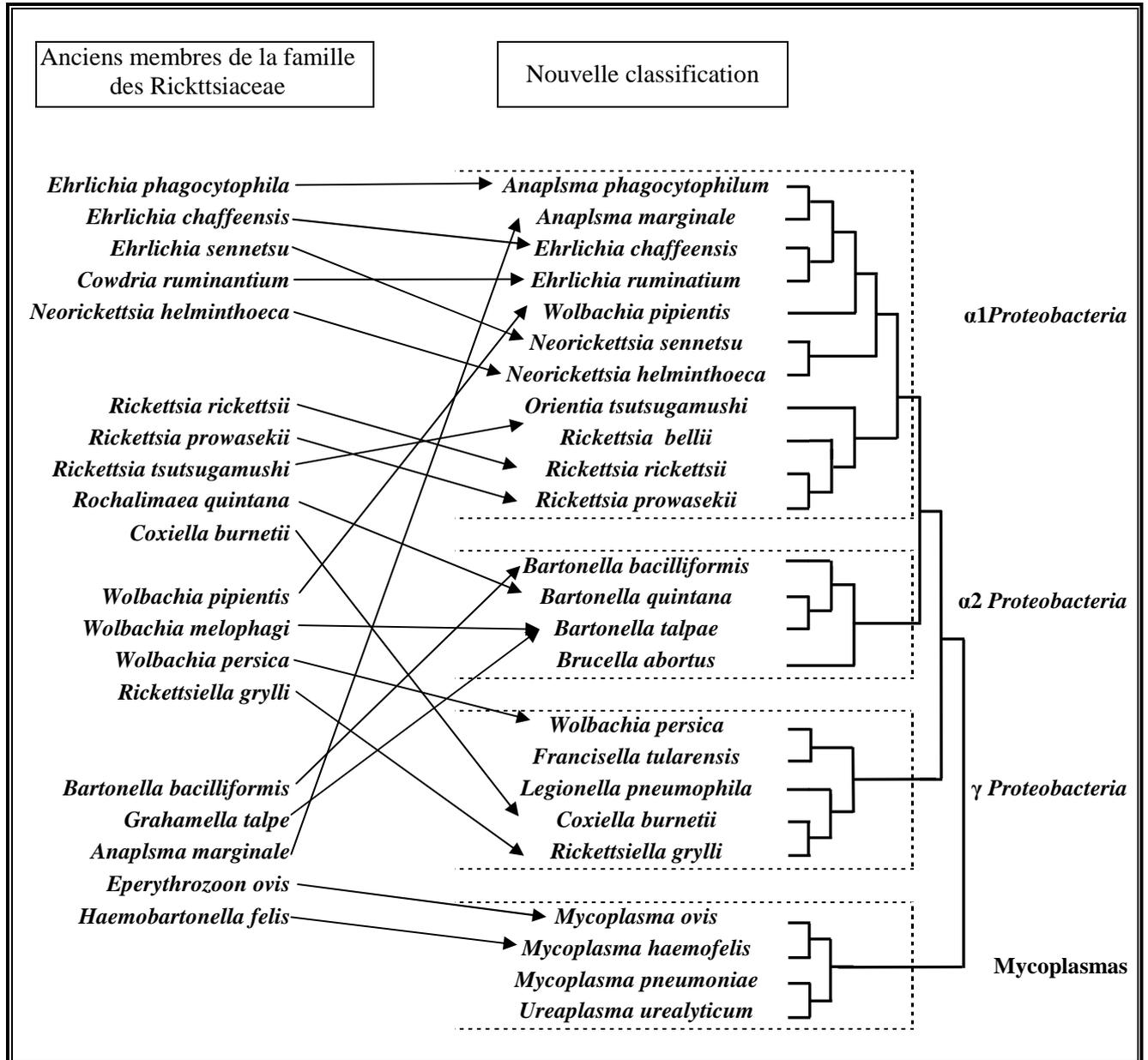
La taxonomie des *Rickettsiaceae* est en pleine refonte suite à l'essor des outils de biologie moléculaire et à la découverte incessante de souches, d'espèces ou de nouveaux genres (**Parola P. & Raoult D., 1998 ; IFR48, 2006c**). Certaines entités ont été renommées ou reclassées, c'est pourquoi il nous semble important de connaître l'ancienne et la nouvelle classification.

Les différents genres et espèces des *Rickettsiaceae* ont d'abord été recensés sur des critères **phénotypiques** (Annexe 03) à savoir : paroi de type Gram négatif, position intracellulaire, petite taille, association à des arthropodes ; et dans leur contexte : écologique, épidémiologique, le sérotypage, leur pouvoir pathogène chez l'homme et chez l'animal (**Raoult D. & Brouqui P., 1998 ; Roux V., 1999 ; Raoult D., 2005**). Ces dix dernières années, les outils de phylogénie moléculaire largement utilisés ont complètement bouleversé cette classification phénotypique (**Rikihisa Y., 1999 ; Dumler J.S. et al., 2001**). L'**étude phylogénique** de ces bactéries basée sur les séquences géniques, notamment celle de la fraction 16S de l'ARN ribosomal (Fig. 21) (**Roux V., 1999 ; Raoult D., 2005**). D'après ces études moléculaires, les anciens genres rickettsiens sont maintenant répartis dans trois sous-groupes différents des *Protéobactéries* (alpha 1, alpha 2 et gamma), ce qui révèle bien leurs fortes disparités phylogénétiques (**Rikihisa Y., 1999 ; Dumler J.S. et al., 2001**).

Les auteurs proposent que les « Tribus » des *Ehrlichieae* et des *Wolbachieae* soient transférées dans la famille des *Anaplasmataceae*, ne laissant que les *Rickettsieae* dans la famille des *Rickettsiaceae* ; le terme « Tribu » serait ainsi éliminé (**Dumler J.S. et al., 2001**).

Les *Ehrlichieae* font ainsi partie du sous-groupe alpha 1 des Protéobactéries, de l'ordre des *Rickettsiales* et de la famille des *Anaplasmataceae* (**Rikihisa Y., 1991 ; Raoult D. & Brouqui P., 1998 ; Rikihisa Y., 1999**). On distingue **quatre groupes (génogroupes)** : genres *Ehrlichia*, *Anaplasma* et *Neorickettsia*, ainsi que *Wolbachia pipientis* (Fig. 21 ; Annexe 02) (**Dumler J.S. et al., 2001**).

Par contre, les bactéries du genre *Rochalimaea* ont été reclassées dans le genre *Bartonella*. Ainsi, ces micro-organismes sont transférés de la famille des *Rickettsiaceae* à la famille des *Bartonellaceae*. (Fig. 21) (**Brenner D.J. et al., 1993**).



**Figure 21 :** Modifications de la classification taxonomique des *rickettsies* basée sur les séquences du gène ARNr 16S (Roux V., 1999 ; Raoult D., 2005)



## II. ETUDE DES DIVERSES RICKETTSIOSES

### II.1. RICKETTSIOSE à *Rickettsia* spp :

#### II.1.1. Généralités :

Les rickettsies sont des bactéries à développement intracellulaire obligatoire (Silveman D.J., 1995). De nombreux animaux constituent le réservoir naturel de ces bactéries. L'homme ne représente qu'un hôte accidentel (Maurin M., 2003a), à l'exception de *R. prowazekii* (agent du typhus exanthématique) qui est une espèce de réservoir essentiellement humain. Les autres sont toutes des zoonoses (Duval X. et al., 1998 ; Parola P. & Raoult D., 1998 ; Maurin M., 2003a), dont les membres peuvent être responsables de fièvres éruptives chez l'homme : les fièvres boutonneuses ou les typhus (Tableau IV) (Parola P. & Raoult D., 1998).

Les rickettsies infectent également de nombreux arthropodes, qui interviennent dans leur cycle infectieux en assurant la transmission inter-humaine, inter-animale ou de l'animal à l'homme de ces bactéries. Il n'y a pas de transmission inter-humaine directe (Maurin M., 2003a).

La famille des *Rickettsiaceae* comprend principalement 03 genres : *Rickettsia*, *Orientia* et *Coxiella*, les bactéries du genre *Rochalimaea* sont désormais classées comme *Bartonella*. De plus, le genre *Rickettsia* est composé de nombreuses espèces, alors que *Orientia tsutsugamushi* et *Coxiella burnetii* sont les seules espèces de leur genre. Enfin, le genre *Orientia* est traité avec les *rickettsia* (Fauchere J.L. & Avril J.L., 2002).

#### II.1.2. Historique :

Le genre *Rickettsia* est baptisé au nom de Howard Taylor Ricketts (Marcheur D., 1996), qui a travaillé dessus en 1906 et curieusement mourut du typhus en 1910 (Maurin M., 2003a).

C'est en 1910, à Tunis, que Connor et Bruch décrivent une nouvelle entité clinique qui se caractérisait par son apparition estivo-automnale, son éruption de boutons dermo-épidermique, son évolution cyclique se terminait généralement par la guérison. De plus, le genre responsable a été découvert en 1932 par E. Brumpt chez les tiques est nommé *Rickettsia conorii* en hommage au premier descripteur de la maladie (Golvan Y.J., 1983).

Récemment, l'introduction des nouvelles techniques de laboratoire a permis de grands progrès dans la connaissance des rickettsioses. Ainsi, sept nouvelles rickettsioses ont été découvertes depuis 1984 à travers le monde, alors que huit seulement avaient été découvertes auparavant (Parola P. & Raoult D., 1998).



En 2001, le premier génome d'un *Rickettsia* transmis par les tiques (*Rickettsia conorii*) a été complètement séquencé. Il a révélé plusieurs caractéristiques uniques parmi ces génomes bactériens (Ogata H. et al., 2001 ; Ogata H. et al., 2002). Il a été comparé et différencié de *R. prowazekii* (agent du typhus épidémique) (Ogata H. et al., 2002). Plus récemment, les génomes de *R. rickettsii*, *R. sibirica*, *R. akari*, *R. felis* et *R. typhi* ont été rapportés (Malek J.A. et al., 2004 ; Mcleod M.P. et al., 2004), et aussi ceux de *R. bellii*, *R. massiliae*, *R. africae* et *R. slovaca* (Ronesto P. et al., 2005)

### II.1.3. Etude de la maladie chez le chien :

#### II.1.3.1. Epidémiologie:

##### II.1.3.1.1. Agents pathogènes:

La fièvre pourpre des montagnes rocheuses causée par une bactérie intracellulaire *Rickettsia rickettsii*, est l'une des maladies des rickettsioses potentiellement fatale chez le chien et l'être humain aux USA. Or, la fièvre boutonneuse due à *Rickettsia conorii*, touche les êtres humains dans le sud de l'Europe, Est central et sud de l'Afrique, et peut aussi infecter les chiens (Mumcuoglu K.Y. et al., 1993) mais les signes cliniques de la maladie chez ce dernier n'ont pas été rapportés (Harrus S. & Bark H., 1994 ; Shaw S.E. et al., 2001).

##### II. 1.3.1.2. Agents de transmission:

Selon Golvan Y.J. (1983), des tiques ont été trouvés naturellement infectés et ont permis la transmission expérimentale. Par contre Gentilini M. (1993), considère que : les tiques s'infectent en piquant un animal malade, restent infestées toute leur vie, et transmettent l'infection à leur descendance, jouant ainsi un rôle important dans la conservation de *Rickettsia conorii*. L'infection de la tique peut se faire soit à partir du chien (transmission horizontale) soit par voie trans-ovarienne (transmission verticale) (I.P.L., 1977).

La fièvre pourpre des montagnes rocheuses a été déclarée aux USA, en Amérique Centrale et du Sud, est transmise par des tiques, respectivement par *Dermacentor*, *Rhipicephalus* et le genre *Amblyomma* (Mumcuoglu K.Y. et al., 1993). La fièvre boutonneuse de l'Afrique du sud, de Europe du sud et de l'Est Centrale, est transmise aux chiens par *Rhipicephalus sanguineus* (Weiser I.B. & Greene C.E., 1989 ; Mumcuoglu K.Y. et al., 1993 ; Drancourt M. & Raoult D., 1994 ; Grindem C.B. et al., 1999 ; Kordick S.K. et al., 1999).

Ainsi, dans le sud de la France et le pourtour méditerranéen, *Rickettsia conorii*, agent de la fièvre boutonneuse méditerranéenne, a été isolée sur la même espèce de tiques *Rhipicephalus sanguineus* spécifique aux chiens (Parola P. & Raoult D., 1998).



#### II. 1.3.1.3. Mode de contamination:

Il y a eu un nombre limité d'études sur le processus de transmission des agents infectieux par les tiques aux chiens (Straubinger R.K. et al., 1997).

#### II. 1.3.1.4. La relation «réservoirs / vecteur » dans l'entretien des *Rickettsia* :

La rickettsiémie chez le chien est courte et la probabilité que la tique se contamine est faible. Par contre, *Rickettsia rickettsii* est l'agent le plus efficace de rickettsiémie, présente dans un plus grand nombre d'espèces de tiques, il est l'agent qui a une transmission horizontale exceptionnelle par rapport aux autres rickettsies (Parola P. & Raoult D., 1998).

#### II.1.3.2. Pathogénie :

Les signes de la fièvre pourpre des montagnes rocheuses sont les dommages causés aux cellules endothéliales des petites artères et veinules, par l'invasion de grandes quantités des rickettsies (Parola P. & Raoult D., 1998 ; Grindem C.B. et al., 1999). Auparavant, les *Rickettsia rickettsii* ont causés des anomalies morphologiques sur les cellules endothéliales : raréfaction du cytosol, dégénérescence nucléaire (Parola P. & Raoult D., 1998). Bien que la diminution des plaquettes soit la cause fondamentale de la thrombocytopénie dans les cas cliniques à *Rickettsia rickettsii*, les anticorps anti-plaquettes ont aussi été identifiés chez les chiens infectés (Grindem C.B. et al., 1999). D'autre part, un manque du phosphofructokinase a été rapportée chez les Springer épagneuls (Weiser I.B. & Greene C.E., 1989) et les Bergers Allemands (Shaw S.E. et al., 2001).

#### II. 1.3.3. Symptômes :

Les symptômes de la fièvre pourprée des montagnes rocheuses des chiens peuvent aller d'oedèmes sous-cutanés et une vascularite nécrosante jusqu'à atteindre le système nerveux, avec des signes neurologiques centraux et périphériques (Weiser I.B. & Greene C.E., 1989 ; Mumcuoglu K.Y. et al., 1993 ; Grindem C.B. et al., 1999). Cette maladie est associée à la morbidité considérable et la mortalité occasionnelle chez des chiens dans des régions endémiques (Lissman B.A. & Benach J.L., 1980 ; Breitschwerdt E.B. et al., 1985).

Cependant, le chien est aussi touché par *Rickettsia conorii* (agent de la fièvre boutonneuse), et il ne présente qu'une forme sub-clinique (Levy S.A. & Magnarelli L.A., 1992). Or, un chien de trois (03) mois infecté naturellement par *R. conorii* a présenté une fièvre, une léthargie et une lympho-adénomégalie. Le chiot s'est rétablie après un traitement à la Doxycycline (Baneth G. et al., 1998).



#### II. 1.3.4. Traitement :

Le traitement des rickettsies (la fièvre pourprée des montagnes rocheuses) chez le chien est basé sur une antibiothérapie précoce avec l'utilisation de Doxycycline pour les oedèmes sous-cutanés, de l'Oxytetracycline contre la vascularite nécrosante et du Chloramphénicol pour les signes neurologiques, ou on utilise un traitement général par de l'Enrofloxacin (**Weiser I.B. & Greene C.E., 1989 ; Mumcuoglu K.Y. et al., 1993 ; Grindem C.B. et al., 1999**).

#### II.1.3.5. Prophylaxie:

Il n'existe pas de vaccin. La prophylaxie la plus efficace repose sur la lutte et la protection vis-à-vis des arthropodes vecteurs (**Maurin M., 2003a**).

#### II.1.4. La maladie chez l'homme :

Les rickettsies en dehors de la fièvre Q, sont transmises par des arthropodes. La piqûre de ces derniers est indolore, sauf qu'elle est évoquée par des patients pour *R. rickettsii*. Elle évolue parfois vers une escarre d'inoculation ou tâche noire (*R. conorii*, *R. akari* et *R. tsutsugamushi*), le plus souvent unique, parfois multiple (*R. africanum*). Après une incubation de 3 à 12 jours survient un syndrome fébrile de sévérité variable, souvent accompagné de céphalées intenses. Une éruption maculeuse ou papuleuse, érythémateuse, parfois purpurique y fait suite dans un délai de 3 à 12 jours, d'intensité variable. L'expression clinique est variable selon la rickettsiose (Tableau IV) (**Kass E.M. et al., 1994 ; Brouqui P. et al., 1997 ; Parola P. & Raoult D., 1998**), parfois asymptomatique, ne laissant qu'une trace sérologique. Le caractère purpurique doit faire craindre une forme sévère (**Kass E.M. et al., 1994 ; Brouqui P. et al., 1997**), parfois associée à un déficit en G-6-PD (Glucose-6-phosphate déshydrogénase). Ceci a été démontré pour le typhus murin, la fièvre pourprée des montagnes rocheuses (**Walker D.H. et al., 1981 ; Walker D.H. et al., 1983**), et la fièvre boutonneuse méditerranéenne (**Piras M.A. et al., 1983**).

**Tableau IV** : Rickettsioses. (Kass E.M. et al., 1994 ; Brouqui P. et al., 1997 ; Parola P. & Raoult D., 1998)

| Genre et bactéries                        | Maladies                                      | Réservoirs                          | Vecteurs                   | Signes généraux   | Signes cutanés                                   | Mortalité sans antibiotiques*      |
|---|---|-------------------------------------|----------------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>1. Groupe des fièvres boutonneuses</b> |   |                                     |                            |   |  |                                    |
| <i>R. conorii</i>                         | Fièvre boutonneuse méditerranéenne            | Rongeurs sauvages, <b>Chiens</b>    | Tique                      | Fièvre en plateau (40 °C), céphalées, arthralgies, asthénie | Escarre (tache noire), exanthème maculo-papuleux | Rare                               |
| <i>R. rickettsii</i>                      | Fièvre pourprée des montagnes Rocheuses       | Rongeurs sauvages, <b>chiens</b>    | Tique (piqûre douloureuse) | Fièvre oscillante, syndrome grippal, décès (20 p. 100)      | Éruption   | Elevée                             |
| <i>R. akari</i>                           | Fièvre vésiculeuse                            | Souris                              | Mite                       | Fièvre, céphalées, myalgie                                  | Escarre, éruption vésiculeuse                    | Rare                               |
| <i>R. australis</i>                       | Fièvre à tique de Queensland                  | Rongeurs sauvages                   | Tique                      | Fièvre, céphalées, myalgie                                  | Éruption   | Rare                               |
| <i>R. sibirica</i>                        | Siberian tick typhus                          | Rongeurs sauvages                   | Tique                      | Fièvre, céphalées, myalgie                                  | Éruption   | Rare                               |
| <i>R. japonica</i>                        | Fièvre boutonneuse orientale                  |                                     | Tique                      | Fièvre, céphalées   | Éruption   | ---                                |
| <i>R. africanum</i>                       | Fièvre à tique africaine                      |                                     | Tique                      | Adénopathies multiples                                      | Escarres multiples                               | ---                                |
| <b>2. Groupe des typhus</b>               |   |                                     |                            |   |  |                                    |
| <i>R. tsutsugamushi</i>                   | Typhus des broussailles                       | Rongeurs sauvages                   | Trombicules (aoûtats)      | Fièvre, céphalées, pneumonie, adénopathie, acouphènes       | Escarre, éruption                                | Elevée                             |
| <i>R. prowazekii</i>                      | Typhus épidémique et maladie de Brill-Zinsser | Hommes, écureuils                   | Poux du corps              | Fièvre en plateau (40 °C), typhus, toux sèche               | Éruption   | Elevée pour le : Typhus épidémique |
| <i>R. typhi, ELB</i>                      | Typhus murin                                  | Petits rongeurs                     | Puce                       | Fièvre, céphalées, toux sèche                               | Éruption   | Rare                               |
| <b>3. Autres rickettsies</b>              |   |                                     |                            |   |  |                                    |
| <i>Coxiella burnetii</i>                  | Fièvre Q                                      | Ovins, bovins, chats, <b>chiens</b> | Absent (aéroporté)         | Fièvre, pneumopathie atypique, hépatite, céphalées          | Éruption (< 20 p. 100)                           | Rare                               |

\*Source : (Pecher J-C. et al., 1991)



## II.2. LA BARTONELLOSE (rickettsiose à *Bartonella* spp):

### II.2.1. Généralités :

Les bactéries du genre *Bartonella* appartiennent au sous-groupe alpha de la classe *Proteobacteria* (Joblet C. et al., 1995 ; Jensen W.A. et al., 2000 ; Fournier P.E. et al., 20001 ; Houpiikian P. & Raoult D., 2001), plus précisément  $\alpha 2$ -*Proteobacteria* (Roux V., 1999 ; Raoult D., 2005). Ce sont des bactéries intra-érythrocytaires, à Gram négatif dont plusieurs espèces décrites (16 espèces et 03 sous-espèces) (Breitschwerdt E.B. et al., 2000 in La Scola B. et al., 2003).

Les bartonelloses dues aux genres *Bartonella* sont considérés comme des maladies émergentes à cause des critères suivants (Schwartzman W., 1996 ; Anderson B.E. & Neuman M.A., 1997 ; Birtles R.J. et al., 1999 ; Breitschwerdt B.E. & Kordick D.L., 2000 ; Chang C.C. et al., 2000a ; Chang C.C. et al., 2000b) :

- Leurs zoonoses potentielles ;
- Leurs transmissions par plusieurs vecteurs arthropodes (mouches du sable, poux, les puces, et potentiellement les tiques);
- Leurs capacités d'infecter et de persister dans les réservoirs mammifères.

D'après Toma B. et Thiry E. (2003), une maladie émergente est une maladie dont l'incidence réelle augmente de manière significative, dans une population donnée, d'une région donnée, par rapport à la situation habituelle de cette maladie (Fagherazzi-Pagel H., 2006).

En plus de leurs émergences, de nouvelles espèces *Bartonella* spp ont été identifiées chez les êtres humains et dans une large catégorie de mammifères, dans ces dernières années (Heller R. et al., 1998 ; Heller R. et al., 1999 ; Ellis B.A. et al., 1999 ; Fichet-Calvet E. et al., 2000).

Nous aborderons la bartonellose du chien qui a fait l'objet de notre étude expérimentale, et nous parlerons de son impact sur la santé humaine.

### II.2.2. Historique :

Depuis 1993, sur la base des phénotypes et des caractéristiques génotypiques et l'analyse de la séquence ARNr 16S, les bactéries du genre *Rochalimaea* ont été reclassées dans le genre *Bartonella* (Brenner D.J. et al., 1993). Par conséquence, plusieurs auteurs utilisent le nom du genre *Bartonella* pour ces bactéries.

Sachant que des agents de *Bartonella* sont incriminés dans des endocardites humaines. Breitschwerdt et al, ont prouvé la possibilité que les espèces *Bartonella* peuvent causer des endocardites chez les animaux. En Mai 1993, ils ont réussi à isoler sur culture un organisme bactérien à Gram négatif, appartenant au genre *Bartonella* dans le sang d'un chien atteint d'endocardite (Breitschwerdt E.B. et al., 1995).



Entre autre, les espèces *Bartonella* ont été rapportés comme des agents pathogènes qui causent d'autres maladies: la maladie des griffes de chat, les angiomatoses bacillaires, la maladie de Carrion et la fièvre des Tranchées (Brenner D.J. et al., 1993).

### II.2.3. Etude de la maladie chez le chien :

#### II.2.3.1. Epidémiologie:

##### II.2.3.1.1. Agents pathogènes:

Les Bartonelloses sont considérées comme des maladies pathogènes émergentes qui prennent de l'importance chez les canidés. Une sous-espèce *Bartonella vinsonii berkhoffii* a été isolée du sang d'un chien qui présentait une épistaxis intermittente et une endocardite (Breitschwerdt E.B. et al., 1995 ; Kordick D.L. & Breitschwerdt E.B., 1998 ; Breitschwerdt E.B. et al., 1999 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2004 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2005), ainsi que chez les canidés sauvages (le coyote et le renard gris) (Chang C.C. et al., 2000b ; Maggi R.G. et al., 2006).

Cependant, *Bartonella henselae* dans le réservoir est le chat, possède aussi un pouvoir pathogène vis-à-vis des chiens. Cela a été confirmé après analyse par PCR et séquençage du gène *B. henselae* (Kitchell B.E. et al., 2000 ; Mexas A.M. et al., 2002).

En plus de *Bartonella henselae* et de la sous-espèce *Bartonella vinsonii berkhoffii*, d'autres peuvent infecter les chiens : *B. clarridgeiae*, *B. elizabethae* et *B. washoensis* (Breitschwerdt B.E. et al., 1995 ; Kordick D.L. et al., 1996 ; Kordick D.L. et al., 1997 ; Breitschwerdt B.E. et al., 1999 ; Pappalardo B.L. et al., 2000a ; Pappalardo B.L. et al., 2000b ; Kitchell B.E. et al., 2000 ; Chomel B.B. et al., 2001 ; Pappalardo B.L. et al., 2001 ; Mexas M.A. et al., 2002 ; Gillespie T.N. et al., 2003 ; MacDonald K.A. et al., 2004 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2004 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2005 ; Henn J.B. et al., 2005).

##### II.2.3.1.2. Agents de transmission:

Le genre *Bartonella* est transmis par plusieurs vecteurs arthropodes : mouches de sable, poux, puces, et potentiellement les tiques (Schwartzman W., 1996 ; Anderson B.E. & Neuman M.A., 1997 ; Birtles R.J. et al., 1999 ; Breitschwerdt E.B. & Kordick D.L., 2000 ; Chang C.C. et al., 2000a ; Chang C.C. et al., 2000b). Pappalardo et al. (1997), ont suggéré que les tiques pourraient être des vecteurs potentiels de transmission de la sous-espèce *Bartonella vinsonii berkhoffii* aux chiens, sur la base d'une étude séro-épidémiologique (Pappalardo B.L. et al., 1997).

Une autre étude a été réalisée pour démontrer le rôle important que peuvent jouer des tiques du genre *Ixodes* (espèce *Ixodes pacificus*), dans la transmission des *Bartonella* : *Bartonella henselae*,



*B. quintana*, *B. washoensis* et *B. vinsonii* sous-espèce *berkhoffii*, parmi les animaux et les êtres humains par Chang C. et *al.*, en 2001.

### II.2.3.2. Pathogénie :

L'infection à *Bartonella* chez les chiens reste inconnue. Cependant, le chien est la seule espèce animale qui développe la maladie avec des manifestations (fièvre, lympho-adénopathie, maladie granulomateuse, endocardite et péliose hépatique) comparables à celles observés lors des infections humaines (**Breitschwerdt E.B. et al., 1995 ; Kitchell B.E. et al., 2000 ; Pappalardo B.L. et al., 2000a**). Par conséquent, le chien peut représenter un modèle animal important pour l'étude immuno-pathogénique à *Bartonella* (**Pappalardo B.L. et al., 1997**).

Pappalardo B.L. et al. (2000a) et (2001), ont procédé à des inoculations expérimentales à des chiens avec des cultures de *B. vinsonii* sous espèce *berkhoffii*. L'analyse cytométrique des lymphocytes du sang périphérique a révélé une élévation cyclique du rapport CD4/CD8, avec une lymphopénie aux CD8 (**Pappalardo B.L. et al., 2000a ; Pappalardo B.L. et al., 2001**) et déficit de phagocytose par les monocytes (**Pappalardo B.L. et al., 2001**). De plus, un dérèglement du système immunitaire peut contribuer à une colonisation de l'épithélium nasal par des bactéries opportunistes et donner par la suite de l'épistaxis (**Pappalardo B.L. et al., 2000b**).

Entre outre, des chiens inoculés avec *B. henselae* n'ont pas développé de bactériémie. Cependant, l'inoculation des chiens avec *B. clarridgeiae* isolée d'un coyote a provoqué une bactériémie (**Chomel et al. In Breitschwerdt E.B. & Kordick D.L., 2000**).

### II.2.3.3. Symptômes :

Actuellement, les infections associées aux *Bartonella* des chiens sont inconnues. Cependant, des chiens ont été infectés avec *Bartonella spp.*, ces derniers ont développé des manifestations et des lésions semblables aux maladies humaines (**Breitschwerdt E.B. et al., 1995 ; Breitschwerdt E.B. et al., 1999**). Ainsi, plusieurs espèces de *Bartonella* (*B. clarridgeiae*, *B. elizabethae*, *B. henselae*, *B. washoensis* et *B. vinsonii* sous-espèce *berkhoffii*) infectent les chiens avec diverses manifestations cliniques: polyarthrites, vascularites cutanées, endocardites, myocardites, épistaxis, pélioses hépatique et granulomatoses (**Breitschwerdt E.B. et al., 1995 ; Kordick D.L. et al., 1996 ; Kordick D.L. et al., 1997 ; Kordick D.L. & Breitschwerdt E.B. 1998 ; Breitschwerdt E.B. et al., 1999 ; Breitschwerdt E.B. & Kordick D.L., 2000 ; Pappalardo B.L. et al., 2000a ; Pappalardo B.L. et al., 2000b ; Kitchell B.E. et al., 2000 ; Chomel B.B. et al., 2001 ; Pappalardo B.L. et al., 2001 ; Mexas M.A. et al., 2002 ; Gillespie T.N. et al., 2003 ; MacDonald K.A. et al., 2004 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2004 ; Breitschwerdt E.B. et al., 2005 ; Henn J.B. et al., 2005**).



La maladie chez le chien peut aussi être chronique avec des signes cliniques non spécifiques (perte de poids, anorexie, asthénie) (Mexas M.A. et al., 2002).

Enfin, certains chiens sont asymptomatiques vis-à-vis des infections à *Bartonella* (Euzéby J., 2002).

#### II.2.3.4. Traitement :

Des différents traitements ont été utilisés contre les bartonella du chien. Par exemple, un chien atteint d'épistaxis due à une sous espèce *Bartonella vinsonii berkhoffii* a été traité avec doxycycline pour une durée de 8 semaines contre 2 semaines avec de l'hydrochloride du tétracycline, l'épistaxis a disparu et pendant les 5 années suivant le traitement (Breitschwerdt E.B. et al., 1995).

#### II.2.4. La maladie chez l'homme :

Plusieurs agents de *Bartonella* sont pathogènes pour l'homme et provoquent divers symptômes : de l'adénopathie lors de la maladie des griffes du chat (due à une griffure de chat atteint), prolifération vasculaire et des cellules endothéliales (Angiomatose bacillaire), prolifération des capillaires sinusoides hépatiques (péliose hépatique), des lésions valvulaires extensives nécessitant souvent le recours à la chirurgie (endocardites), une septicémie avec anémie hémolytique aiguë ou par une éruption cutanée nodulaire (maladie de Carrion) et voire même des cas de bactériémies isolées à *B. henselae* (IFR48, 2006a,b).

**Tableau V** : Espèces du genre *Bartonella* et leurs pouvoirs pathogènes (IFR48, 2006b).

| Espèce                               | Hôte                 | Pouvoir pathogène  | Année de description |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| <i>B. bacilliformis</i>              | <b>homme</b>         | maladie de Carrion | 1909                 |
| <i>B. talpae</i>                     | taupes               | inconnu            | 1911                 |
| <i>B. peromysci</i>                  |                      | inconnu            | 1942                 |
| <i>B. quintana</i>                   | <b>homme</b>         | FTr, AB, Bac, End  | 1961                 |
| <i>B. vinsonii subsp. vinsonii</i>   | petits rongeurs      | inconnu            | 1946                 |
| <i>B. henselae</i>                   | chats, <b>chiens</b> | MGC, AB, Bac, End  | 1992                 |
| <i>B. elizabethae</i>                |                      | End                | 1993                 |
| <i>B. grahamii</i>                   |                      | rétinite           | 1994                 |
| <i>B. taylorii</i>                   |                      | inconnu            | 1994                 |
| <i>B. doshiae</i>                    |                      | inconnu            | 1994                 |
| <i>B. clarridgeiae</i>               | chats                | MGC ( ?)           | 1996                 |
| <i>B. vinsonii subsp. berkhoffii</i> | <b>chiens</b>        | End                | 1996                 |
| <i>B. tribocorum</i>                 | rats                 | inconnu            | 1998                 |
| <i>B. koehlerae</i>                  | chats                | End                | 1999                 |
| <i>B. alsatica</i>                   | lapins               | inconnu            | 1999                 |
| <i>B. vinsonii subsp. arupensis</i>  | petits rongeurs      | Bac - End          | 1999                 |
| <i>B. bovis</i>                      | chats, bovins        | inconnu            | 1999                 |
| <i>B. washoensis</i>                 | rongeurs             | myocardite         | 2000                 |

**FTr** : fièvre des tranchées ; **AB** : angiomatose bacillaire ; **Bac** : bactériémies isolées ; **End** : endocardites ; **MGC** : maladie des griffes du chat.



### II.3. L'EHRLICHIOSE (RICKETTSIOSE à *Ehrlichia sp*, *Anaplasma sp* ou à *Neorickettsia sp*) :

#### II.3.1. Généralités :

Les *Ehrlichieae* sont de petites **bactéries intracellulaires strictes**, qui parasitent les cellules sanguines et épithéliales de nombreux mammifères et de l'homme (**Brouqui P., 1999 ; Rikihisa Y., 1999**). La contamination humaine a lieu à partir d'un réservoir animal, par l'intermédiaire d'un **vecteur** (le plus souvent une **tique**) (**Maurin M., 2003b**).

Nous aborderons surtout l'ehrlichiose monocytaire du chien (due à *Ehrlichia canis*), qui fût la première découverte et qui reste encore, dans cette espèce tout au moins, la maladie la plus connue et la plus répandue dans le monde. Pour cela, notre étude bibliographique insistera surtout sur cette ehrlichiose et brièvement sur les autres ehrlichioses du chien. Enfin, nous décrivons l'impact de l'ehrlichiose chez l'homme.

#### II.3.2. Historique :

L'histoire de l'ehrlichiose commença au début du XXe siècle, lorsqu'a été découverte la bactérie *Anaplasma marginale*, apparentée aux Rickettsies, comme agent d'une maladie infectieuse du bétail. Par la suite, la médecine vétérinaire a décrit encore d'autres maladies causées par de telles bactéries chez le bétail (*Cowdria ruminantium*, *Ehrlichia phagocytophila*), le cheval (*Ehrlichia equi*, *E. risticii*) ou le chien (*Ehrlichia canis*, *E. platys*) (**Walker D.H. & Dumler J.S., 1996**). L'ehrlichiose canine (à *E. canis*) a été découvert sur des chiens à Alger, en 1935, par Donatien A. et Lestoquard F. qui la nommèrent *Rickettsia canis*. Ces deux chercheurs le mirent en évidence, aussi, en 1937 à Marseille et à Montpellier (**Donatien A. & Lestoquard F., 1935**). Le nom de genre *Ehrlichia* lui fut donné 10 ans plus tard en l'honneur à Paul Ehrlich (**Dumler J.S. et al., 2001**).

Au contraire des ehrlichioses animales de description ancienne, la possibilité d'infection humaine par les *Ehrlichia* a été caractérisée récemment. La première ehrlichiose humaine fut rapportée au Japon en 1954 et l'agent appelé *Ehrlichia sennetsu* (**Maurin M., 2003b**). En 1987, Maeda *et al.* décrivent le premier cas d'ehrlichiose **monocytaire** humaine (**Euzéby J., 2001**), l'agent sera identifié cinq ans plus tard et appelé *Ehrlichia chaffeensis* (**Buller R.S. et al., 1999**), l'ehrlichiose **granulocytaire** humaine en 1994 (**Maurin M., 2003b**).



### II.3.3. Etude de la maladie chez le chien :

#### II.3.3.1. Epidémiologie:

##### II.3.3.1.1. Agents pathogènes:

L'ehrlichiose canine est une rickettsiose à répartition géographique mondiale (**Ghorbel A. et al., 1994**). L'agent causal de cette maladie est *Ehrlichia canis* (*E. canis*), bactérie intracellulaire obligatoire se localisant dans les cellules mononucléées (**Ghorbel A., 1989 ; Cohn L.A., 2003**), particulièrement les monocytes de l'espèce canine (**Ghorbel A., 1989**).

Le cycle de développement d'*E. canis* comporte trois stades de développement : le corps élémentaire, le corps initial et la *morula* (**Nyindo M.B.A. et al., 1971**). Les *morulae* sont observables au pic de la maladie, en microscopie optique, après leucoconcentration (**Davoust B., 2001 ; Normand T. & Chabanne L., 2005**). En 5 à 7 jours, les *morulae* sont séparées du cytoplasme par des vacuoles, et les corps élémentaires sont libérés par l'éclatement du monocyte (**Davoust B., 2001**).

En plus, de l'*Ehrlichia canis*, d'autres agents pathogènes peuvent toucher le chien. D'après leurs taxonomies, on peut les regrouper dans quatre (04) groupes (Tableau VI) :

- Groupe 1 ou Groupe *Ehrlichia* : *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia ewingii*, *Ehrlichia chaffeensis* et *Ehrlichia muris* (**Donatien A. & Lestoquard F., 1935 ; Dawson J.E. et al., 1996 ; Brouqui V., 1999 ; Inokuma H. et al., 2001 ; Goodman R.A. et al., 2003**).
- Groupe 2 ou Groupe *Anaplasma* : *Anaplasma platys*, *Anaplasma phagocytophilum* (**Clark A.M. et al., 1996 ; Dumler J.S. et al., 2001 ; Cohn L.A., 2003**).
- Groupe 3 ou Groupe *Neorickettsia* : *Neorickettsia helminthoeca*, *Neorickettsia risticii* var. *atypicalis* (**Cordy D.R. & Gorham J.R., 1950 ; Woody B.J. & Hoskins J.D., 1991 ; Waner T. et al., 1995 ; Harrus S. et al., 1996 ; Waner T. et al., 2000**).
- Groupe *Wolbachia* : *Wolbachia sp.* (**Unver A. et al., 2003**).

**Tableau VI** : Les principales espèces d'*Ehrlichia* du chien.

| Maladies   | Agents                                       | Références  |
|--|--|---|
| <b>Ehrlichiose monocytaire canine (EMC)</b>                                    | <i>E. canis</i>                              | Donatien A. & Lestoquard F., 1935   |
| <b>Ehrlichiose à Anaplasma</b>   | <i>A. platys</i>                             | Dumler J.S. <i>et al.</i> , 2001  |
| <b>Ehrlichiose granulocytaire (EG) :</b>                                       |  |   |
| ➤ Ehrlichiose à <i>Ehrlichia ewingii</i>                                       | <i>E. ewingii</i>                            | Brouqui P., 1999 ; Goodman R.A. <i>et al.</i> , 2003.   |
| ➤ Infection du chien par <i>Anaplasma (Ehrlichia) phagocytophilum</i>          | <i>A. phagocytophilum</i>                    | Clark A.M. <i>et al.</i> , 1996 ; Cohn L.A., 2003.  |
| ➤ Ehrlichiose à <i>Ehrlichia sp</i>  | Proche de <i>E. canis</i>                    | Beaufils J-P. & Legroux J-P., 1992.   |
| <b>Autres ehrlichioses canines :</b>   |  |   |
| ➤ Ehrlichiose à <i>N. risticii</i> var. <i>atypicalis</i>                      | <i>N. (Ehrlichia) risticii</i>               | Woody B.J. & Hoskins J.D., 1991 ; Waner T. <i>et al.</i> , 1995 ; Harrus S. <i>et al.</i> , 1996 ; Waner T. <i>et al.</i> , 2000. |
| ➤ Empoisonnement au saumon   | <i>Neorickettsia helminthoeca</i>            | Cordy D.R. & Gorham J.R., 1950.   |
| ➤ Ehrlichiose à <i>E. chaffeensis</i>  | <i>E. chaffeensis</i>                        | Dawson J.E. <i>et al.</i> , 1996.   |
| ➤ Ehrlichiose Vénézuélienne  | Proche d' <i>E. canis</i><br><i>Oklahoma</i> | Unver A. <i>et al.</i> , 2001   |
| ➤ <i>Ehrlichia muris</i> et le nouvel agent découvert sur <i>Ixodes ovatus</i> | <i>E. muris</i>                              | Inokuma H. <i>et al.</i> , 2001   |
| ➤ <i>Wolbachia</i>   | <i>Wolbachia sp.</i>                         | Unver A. <i>et al.</i> , 2003   |

A : *Anaplasma*, E : *Ehrlichia*, N: *Neorickettsia*, var: variété.

#### II.3.3.1.2. Agents de transmission:

On a pu constater que chaque membre d'un même groupe (génogroupe) semble être associé à des vecteurs identiques (Tableau VII). Ainsi, les membres des groupes 1 et 2 sont transmis par des arthropodes (Raoult D. & Brouqui P., 1998 ; Brouqui P., 1999). Or, les membres du troisième groupe, sont associés à un vecteur trématode, qui infecte soit des escargots, soit des poissons ou encore des insectes aquatiques (Dumler J.S. *et al.*, 2001).

Enfin, *Wolbachia pipientis* est transmise par un moustique (*Culex pipiens*) (Rousset F. *et al.*, 1992) mais est découverte également dans un nombre croissant d'arthropodes et d'helminthes (Dumler J.S. *et al.*, 2001).

**Tableau VII** : Répartition géographique et vecteurs des ehrlichioses du chien.

| Maladies   | Distribution géographique   | Vecteurs naturels   |
|--|---|---|
| <i>E. canis</i>  | Ubiquitaire, principalement régions tropicales et subtropicales.                  | <i>Rhipicephalus sanguineus</i>   |
| <i>E. chaffeensis</i>                                    | Etats-Unis (Etats du Sud).  | <i>Amblyomma americanum</i> , <i>Dermacentor variabilis</i> , <i>Ixodes scapularis</i> , <i>A. testudinarium</i> et <i>Haemaphysalis yeni</i> (Cao W.C. et al., 2000) , <i>H. hystricis</i> (Parola P. et al., 2003). |
| <i>E. ewingii</i>  | Etats-Unis (Etats du Sud et dans la partie sud du Mideast dont le Missouri).      | <i>A. americanum</i> , <i>Otobius megnini</i> , <i>Ixodes sp. ?</i> , <i>D. variabilis</i> et <i>R. sanguineus</i> (Goodman R.A. et al., 2003)  |
| <i>An. phagocytophilum</i>                               | Etats-Unis (Nord-Est, partie Nord du Midwest, Californie), Europe, Afrique, Asie. | <i>Ixodes spp.</i>  |
| <i>An. platys</i>  | Ubiquitaire<br>Etats-Unis (Sud-Est), Europe (Sud), Amérique du Sud, Asie.         | <i>R. sanguineus</i> , <i>Dermacentor auratus</i> (Parola P. et al., 2003)?   |
| <i>N. risticii</i> et <i>N. risticii var. atypicalis</i> | Etats-Unis, Canada, Europe.   | Trématodes (Madigan J.E. et al., 2000)  |
| <i>N. helminthoeca</i>                                   | Etats-Unis (Côte Ouest)   | Trématode : <i>Nanophyetus salmonicola</i>  |

A : *Amblyomma* ; An : *Anaplasma* ; D : *Dermacentor* ; E : *Ehrlichia* ; H : *Haemaphysalis* ; N : *Neorickettsia* ; var: variétés ;

Source d'après : ([Brouqui V., 1999 ; Rikihisa Y., 1999 ; Madigan J.E. et al., 2000 ; Neer T.M. et al., 2002 ; Trotz-Williams L.A. & Trees A.J., 2003 ; Brown G.K. et al., 2001 ; Parola P. et al., 2003 ; Dumler J.S. et al., 2003 ; Kakoma I. et al., 1994 ; Cao W.C. et al., 2000 ; Pretorius A.M. & Kelly P.J., 1998]) in Martin C., 2004).

### II.3.3.2. Pathogénie :

La période d'incubation des ehrlichioses est généralement de une à trois semaines et l'existence de signes cliniques pourrait être dose-dépendante, comme le montre l'étude de Rikihisa sur des souris infectées avec des doses différentes d'*Ehrlichia spp* (Rikihisa Y., 1987). Aussi, la pathogénicité à *E. canis*, *E. equi*, et *E. ewingii* a été établi à travers l'étude des infections naturelles et expérimentales vis-à-vis des chiens (Kuehn N.F. & Gaunt S.D., 1985 ; Stockham S.L. et al., 1990; Iqbal Z. & Rikihisa Y., 1994 ; Gaunt S.D. et al., 1996)

La plupart de ces bactéries peuvent être isolées dans des cellules sanguines ou dérivées (macrophages tissulaires) lors de la phase aiguë de la maladie, exception faite de certaines bactéries à tropisme endothélial (*E. ruminantium*) (Park J. et al., 2003).



Enfin, contrairement aux infections par les *Rickettsiae*, les *Ehrlichiae* entraînent une cytolysse réduite. La sortie de la cellule semble se faire essentiellement par exocytose. Les macrophages sont capables de phagocyter les *Ehrlichiae* (Rikihisa Y., 1991).

### II.3.3.3. Symptômes :

#### II.3.3.3.1. Symptômes d'*Ehrlichia canis* :

Les chiens atteints d'ehrlichioses présentent des signes cliniques variés et non spécifiques (Kuehn N.F. & Gaunt S.D., 1985 ; Woody P.J. & Hoskins J.D., 1991 ; Cohn L.A., 2003). Elle est caractérisée par la présence de trois phases évolutives bien distinctes à savoir la phase aiguë, la phase sub-aiguë et la phase chronique, lors de l'infection expérimentale (Buhles W.C. et al., 1974 ; Reardon M.J. & Pierce K.R., 1981 ; Davoust B. et al., 1996). Or, dans les conditions naturelles, la distinction entre ces trois phases peut être délicate, voire même impossible (Woody P.J. & Hoskins J.D., 1991). Ainsi, les signes les plus caractéristiques sont les tendances hémorragiques et les polyarthrites. En parallèle, la thrombopénie, l'anémie, l'élévation des enzymes hépatiques (AlAT, PAI, LDH) sériques (Woody J.D. & Hoskins J.D., 1991 ; Cohn L.A., 2003), une hypoalbuminémie et une augmentation progressive des  $\gamma$ -globulines (Davoust B., 2001), sont des critères biologiques lors d'atteinte par l'ehrlichiose à *E. canis*.

#### II.3.3.3.2. Symptômes des autres ehrlichioses canines:

La diversité des ehrlichioses entraîne une variété de signes cliniques et biologiques (Woody J.D. & Hoskins J.D., 1991). Toutefois, les affections hématologiques sont prédominantes dans les ehrlichioses. Une thrombopénie est notée dans les infections à *E. equi* (*A. phagocytophilum*), *A. (Ehrlichia) platys*, et *A. phagocytophila* (*A. phagocytophilum*) (Rikihisa Y., 1987 ; Rikihisa Y., 1991).

### II.3.3.4. Traitement :

Le traitement de ces ehrlichioses repose principalement sur l'usage des tétracyclines (Rikihisa Y., 1991 ; Kontos et al., 1991 ; Buller R.S. et al., 1999) ou de la doxycycline (Davoust B. et al., 2005). Enfin, le dipropionate d'imidocarb serait une alternative thérapeutique efficace (Kordick S.K. et al., 1999).

### II.3.3.5. Prophylaxie:

En l'absence de vaccin, la principale mesure de prophylaxie, disponible pour le propriétaire de chien, est l'utilisation régulière d'acaricides à effet permanent, afin de lutter contre les tiques vectrices (Davoust B. et al., 2003).



### II.3.4. La maladie chez l'homme :

On en décrit quatre espèces susceptibles d'infecter symptomatiquement l'homme (**Buller R.S. et al., 1999**) :

1. l'agent de l' Ehrlichiose Granulocytaire Humaine « HGE » (très proche de *Ehrlichia equi* et *Ehrlichia phagocytophila*, pathogènes respectifs des chevaux et des ruminants) ;
2. *E. chaffeensis*, agent de l' Ehrlichiose Monocytaire Humaine « HME »;
3. *E. ewingii* ;
4. *E. sennetsu*, ces deux dernières étant responsables d'ehrlichioses monocytiques rares.

De plus, les affections hématologiques sont aussi prédominantes dans certaines des ehrlichioses humaines (**Rikihisa Y., 1987 et 1991**).

## III. DIAGNOSTIC DES RICKETTSIOSES :

### III.1. DIAGNOSTIC CLINIQUE :

#### III.1.1. Arguments symptomatiques chez l'homme :

Il est avant tout épidémioclinique (**La Scola B. & Raoult D., 1997**), pour cela les rickettsioses humaines doivent être évoquées systématiquement devant tous les patients atteints (**IFR48, 2006a,b,c**):

- Une fièvre, éruption, escarre cutanée, adénomégalie périphérique régionale après piquûre de tique (groupe boutonneux)
- Un tableau fébrile, éruption, myalgie, pneumonie et encéphalite dans un contexte de contact avec les rats et leurs puces (groupe typhus), de prolifération des poux de corps en cas d'hygiène
- Au cours de la maladie des griffes du chat (*B. henselae*) et de syndromes ganglionnaires chroniques (*B. quintana*), d'endocardite à hémocultures négatives, (*B. quintana*, *B. henselae*, *B. elizabethae*), de septicémie chez les patients sans domicile fixe (fièvre des tranchées, *B. quintana*), d'angiomatose bacillaire au cours de l'infection VIH, (*B. quintana*, *B. henselae*) et de péliose hépatique au cours de l'infection VIH (*B. henselae*).
- Arthromyalgique fébrile après exposition ou piquûres de tiques en zone d'endémie (d'ehrlichiose granulomateuse humaine)

#### III.1.2. Arguments symptomatiques chez le chien:

La fièvre pourprée des montagnes rocheuses due à *R. rickettsii* au USA reste la seule qui peut provoquer des symptômes chez le chien. Ainsi, il est très difficile d'évaluer sauf par un diagnostic



de laboratoire pour des chiens touchés par *Rickettsia conorii* (Levy S.A. & Magnarelli L.A., 1992).

Or, sur le plan clinique, l'ehrlichiose canine est peu spécifique et peut être indiscernable (Kuehn N.F. & Gaunt S.D., 1985 ; Breitschwerdt E.B. et al., 1998). Les signes les plus évocateurs ne sont pas toujours présents au moment de la consultation et du diagnostic. L'anamnèse n'en fait pas toujours mention de l'infestation par les tiques (Woody J.D. & Hoskins J.D., 1991).

## III.2. DIAGNOSTIC EXPERIMENTAL :

### III.2.1. Diagnostic direct

#### III.2.1.1. Cultures :

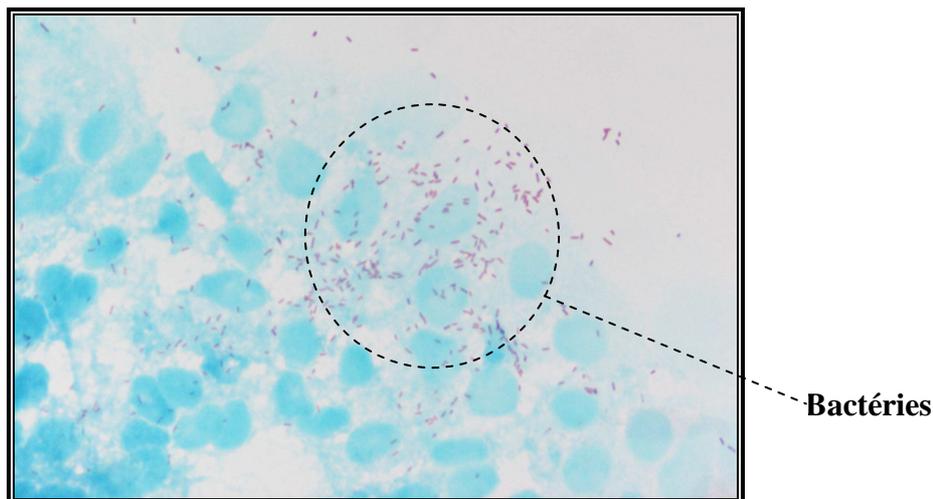
La culture en cellules eucaryotes est possible, notamment à partir de sang ou de biopsies d'escarres cutanées. En pratique, les cultures de rickettsies ne sont réalisées qu'en laboratoire de référence dans un but d'isolement de nouvelles souches (Maurin M., 2003a).

Les bactéries du genre *Bartonella* peuvent être isolées du sang et des tissus (ganglions lymphatiques, os, foie, peau, moelle osseuse, valve) soit en milieu axénique soit en culture cellulaire (La Scola B. & Raoult D., 1999). Ainsi, *B. vinsonii* sous espèce *berkhoffii* a été isolée par culture pour la première fois du sang d'un chien atteint d'endocardite (Breitschwerdt E.B. et al., 1995).

Enfin, l'isolement en cultures cellulaires est la méthode de référence pour confirmer le diagnostic d'ehrlichiose. Il faut en moyenne 1 à 2 semaines d'incubation des cultures cellulaires pour obtenir l'isolement d'une souche bactérienne. Cette technique est réalisée uniquement en laboratoire de référence et présente une très faible sensibilité (Maurin M., 2003b).

#### III.2.1.2. Colorations :

En microscopie optique, les rickettsies (bactéries à Gram négatif) sont difficiles à mettre en évidence et ne sont pas colorées par la coloration de Gram. Par contre, la méthode Gimenez utilisant la fuchsine basique et la coloration de Giemsa permettent de les mettre en évidence (Sliveman D.J., 1995).



**Figure 22** : Observation de l'espèce *Rickettsia conorii* sous-espèce *malish07*, dans de l'hémolymphe d'une nymphe après coloration de Gimenez (Originale, 2006).

### III.2.1.3. Frottis sanguins :

Une technique simple qui consiste à rechercher l'*Ehrlichia* dans des cellules leucocytaires sur un frottis sanguin coloré par la technique au May-Grümwald Giemsa (MGG). Le premier cas d'ehrlichiose humaine a été caractérisé par cette méthode (Maurin M., 2003b). *Ehrlichia* se présente généralement, sous la forme classique de morula, une inclusion de 2,5 à 4 µm de diamètre, de couleur mauve et en forme de mûre (Fig. 23) (Rikihisa Y., 1991). Cependant, ce test n'est positif que chez une partie des patients infectés (Maurin M., 2003b).



**Figure 23** : Morula d'*Ehrlichia canis* dans un monocyte canin (Gr: 10 x 100 - coloration MGG) ([cliché : Davoust B.] in Normand T., 2006)



#### III.2.1.4. Ponctions et biopsies :

Il est également possible de visualiser les agents pathogènes des rickettsioses sur des biopsies ou des calques d'organes (poumon, nœud lymphatique, rate) (Euzéby J., 2001). Une technique peu employée en pratique et sa sensibilité n'a donc pas été largement évaluée (Woody J.D. & Hoskins J.D., 1991).

#### III.2.1.5. Amplification génique par PCR :

La PCR constitue un moyen de diagnostic fiable (Euzéby J., 2001) et dont le pouvoir est d'analyser plusieurs types d'échantillons. Cette amplification génique est possible à partir de sang EDTA, qui cible différents gènes des rickettsies (citrate synthase, ompA, ompB, «gene D») (Roux V. et al., 1997 ; Roux V. & Raoult D., 1995 ; Fournier P.E. et al., 1998 ; Roux V. & Raoult D., 2000 ; Sekeyova Z. et al., 2001). Or, l'héparine inhibe la réaction de PCR et la neutralisation de l'héparine est délicate (Parola P. & Raoult D., 1998).

L'identification est également possible par amplification et séquençage du gène codant pour le 16S ARN ribosomique pour les différentes espèces de rickettsies (Roux V. & Raoult D., 1995), des *Ehrlichia* (Dulmer J.S. et al., 2001) et des *Bartonella* (Brenner D.J. et al., 1993).

Les différentes espèces de *Bartonella* qui touchent les chiens ont été identifiées et recherchées par cette technique dans plusieurs études : Breitschwerdt E.B. et al. (1995) ; Breitschwerdt E.B. & Kordick D.L., (2000) ; Chang C.C. et al., (2000) ; Breitschwerdt E.B. et al., (2005) ; Duncan A.W. et al. (2007).

Enfin, la PCR permet de différencier une infection à *Ehrlichia canis*, *Ehrlichia chaffeensis*, *Ehrlichia ewingii* ou d'une infection à *Anaplasma phagocytophilum* (Euzéby J., 2001).

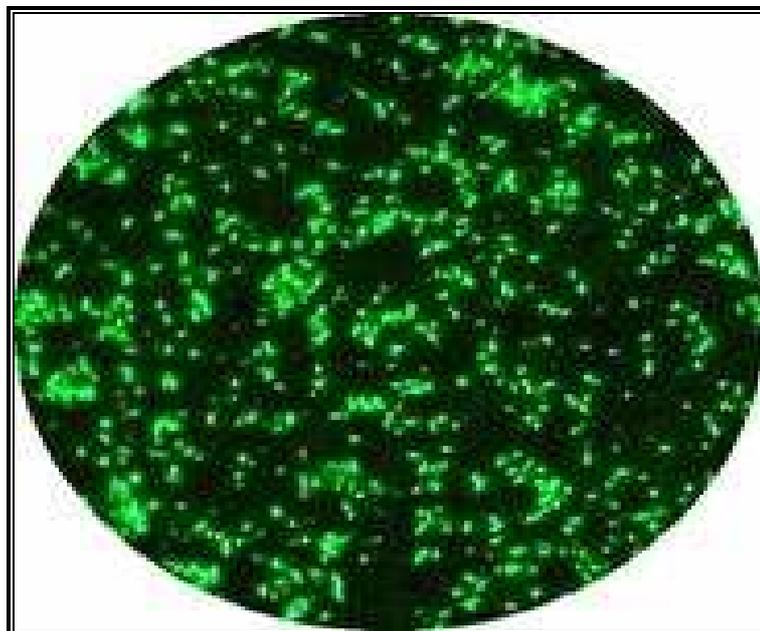
### III.2.2. Diagnostic indirect : serologie

#### III.2.2.1. Immunofluorescence indirecte (IFI):

Actuellement, le test sérologique de référence est l'immunofluorescence indirecte. Ce test sensible permet de détecter simultanément des anticorps (IgM et IgG), dirigés contre un grand nombre d'antigènes. Les chiens avec un titre d'anticorps supérieurs à 1/160 ont été considérés comme positifs pour les rickettsies (La Scola B. & Raoult D., 1997). Baneth G. et al (1998) et Shaw S.E. et al (2001), ont montrés par l'étude des différentes maladies transmissibles par les tiques: ehrlichioses, babésioses, borrelioses et la fièvre pourprée des montagnes rocheuses des chiens, l'efficacité de ce test dans la détection de ces différents agents (Baneth G. et al., 1998 ; Shaw S.E. et al., 2001).



De plus, l'IFI est utilisé aussi pour la détection des *Bartonella* chez les chiens (Pappalardo B.L. et al., 1997).



**Figure 24 :** Immunofluorescence indirecte positive pour *B. henselae* chez un patient atteint de maladie des griffes du chat (IFR 48, 2006a).

#### III.2.2.2. ELISA :

Le test de l'ELISA permet de détecter les immunoglobulines G et M (IgG et IgM). La sensibilité et la spécificité sont comparables à l'immunofluorescence indirecte pour le diagnostic de la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses. Des ELISA modifiés ont été proposées pour le diagnostic des autres rickettsioses (La Scola B. & Raoult D., 1997). Entre autres une méthode ELISA utilisant une protéine MAP-2 (major antigenic protein 2) qui permet de différencier une infection à *Ehrlichia canis* d'une infection à *Ehrlichia chaffeensis* ou à *Ehrlichia ewingii* (Alleman R.A. et al., 2001 in Euzéby J., 2001). Ce test semble très sensible et spécifique, et particulièrement intéressant dans des populations à forte prévalence (Belanger M. et al., 2002)

#### III.2.2.3. Western-Blot:

Le Western blot montre la présence d'anticorps dirigés contre les protéines membranaires des espèces de rickettsioses (Raoult D. & Dasch G.A., 1989 ; IFR48, 2006c). Après adsorption croisée permettant d'éliminer les anticorps non spécifiques, il ne reste que des anticorps dirigés contre une espèce précise de *Rickettsia* ou *Bartonella* (IFR48, 2006c ; Houpikian P. & Raoult D., 2003).



Enfin, cette méthode d'immuno-empreinte est du moins aussi sensible que l'I.F.I. Cette technique présente l'avantage d'être indépendante de l'expérience du lecteur, mais demande un équipement de laboratoire important (Iqbal Z. *et al.*, 1994).

### III.3. DIAGNOSTIC DES RICKETTSIOSES SUR LES ARTHROPODES :

Le diagnostic passe par une bonne identification qui fait appel à une expertise entomologique ou à l'utilisation des outils moléculaires d'identification (cas des **tiques** ou des **puces**). Cette identification peut orienter le diagnostic si l'arthropode identifié est le vecteur d'une ou plusieurs maladies connues (Fournier P.E. *et al.*, 2002 ; Brouqui P. *et al.*, 2004).

Pour étudier par exemple l'infection des tiques par des rickettsies, dans le cas où elles sont encore vivantes, un test de l'hémolymphe est possible (Fig. 02) : il consiste en l'étude d'une goutte d'hémolymphe récoltée après fracture du tibia de la tique, soit par la coloration spécifique (Gimenez pour les rickettsies), soit en immunofluorescence et/ou inoculée sur des milieux de culture spécifiques si la tique est positive (à partir de l'hémolymphe ou du broyat de tique), dans le deuxième cas, c'est à dire les tiques sont mortes, une procédure d'extraction d'acides nucléiques dans les tiques, y compris après conservation (congélation, alcool, formol...) (Raoult D. *et al.*, 1993 ; Fournier P.E. *et al.*, 2002 ; Brouqui P. *et al.*, 2004).

Pour tous les arthropodes, une moitié est utilisée dans la procédure d'extraction d'acides nucléiques puis des réactions de PCR pour la détection de **bactéries**, virus et/ou parasites. L'autre moitié est congelée à -80°C et utilisée après pour des tentatives d'isolement lorsque le microorganisme détecté sur l'arthropode est inconnu (Fournier P.E. *et al.*, 2002 ; Brouqui P. *et al.*, 2004).

## **Chapitre III : Piroplasmoses**



## I. DEFINITION :

Les babésioses sont des maladies infectieuses parasitaires causées par des protozoaires du genre *Babesia*, parasitant les hématies et transmises obligatoirement par des tiques (**Maslin J. et al., 2004**), dans la majorité par des Ixodidés (tiques dures) (**Telford S.R. et al., 1993 ; Kakoma I. & Mehlhorn H., 1993 ; Dantas-Torres F. & Figueredo L.A., 2006**). L'homme est le plus souvent un hôte accidentel. La maladie est peu fréquente chez l'homme mais l'une des parasitoses les plus importantes dans le monde animal après les infections à *Trypanosoma*. Parmi la centaine d'espèces de *Babesia* décrites, seules quelques-unes ont été jusqu'alors reconnues comme pathogènes vis-à-vis de l'homme. Elles sont à l'origine de tableaux cliniques variables : de formes asymptomatiques à formes avec défaillance multiviscérale (**Meliani P. et al., 2006**), qui s'aggravent chez les patients immunodéprimés ou splénectomisés. En ce qui concerne les mammifères domestiques, la babésiose est importante et fréquente chez les chiens, les chevaux et les bovins. Elle est plus rare chez les ovins et reste exceptionnelle chez le chat (**Maslin J. et al., 2004**).

## II. HISTORIQUE :

La première description d'un piroplasme a été faite chez les bovins par Babes V. en 1888, sans soupçonner la vraie nature du parasite qu'il nomma *Haematococcus bovis* (**Babes V., 1888**). En 1893, Stracovici créa le genre *Babesia*. La même année Smith T. et Kilbourne F.L. établissent qu'une infection par les tiques est nécessaire à la transmission de la maladie.

Or, l'histoire de la babésiose humaine est plus récente, 1957 pour le premier cas décrit en Europe (**Skrabalo Z. & Deanovic Z., 1957**), 1968 en Californie et plus récemment en Afrique et en Asie sous forme de cas isolés (**Meliani P. et al., 2006**).

En Europe centrale, la babésiose est considérée surtout comme une maladie d'importance vétérinaire. Probablement sous-diagnostiquée chez l'homme (**Hunfeld K.P. & Brade V., 2004**), elle a été récemment redécouverte et reconsidérée comme une possible zoonose émergente (**Homer M.J. et al., 2000 ; Foppa I.M. et al., 2002**).

## III. ETUDE DU PARASITE :

### III.1. Classification et morphologie des *Babesia* :

#### III.1.1. Les *Babesia* chez l'homme et l'animal :

Les *Babesia* sont des protozoaires (phylum : *Apicomplexa*, ordre *Piroplasmidora*, famille *Babesiidae*) (**Maslin J. et al., 2004 ; Meliani P. et al., 2006**), parasites des hématies à l'intérieur desquelles ils se multiplient par scission binaire.



On distingue deux formes après l'observation du frottis sanguin (Fig. 25) : forme annulaire, dont l'aspect ressemble à *Plasmodium falciparum* (bague à chaton), de taille variable (de 0,5 à 2,5  $\mu\text{m}$ ) et en forme de poire, d'une longueur comprise entre 1,5 à 5  $\mu\text{m}$  suivant les espèces. Dans ce dernier cas, les parasites peuvent être reliés par leur extrémité la plus fine, deux par deux (aspect géminé) ou en tétrade (aspect en « croix de Malte ») (Euzéby J., 1988 et 1990 in Maslin J. et al., 2004).

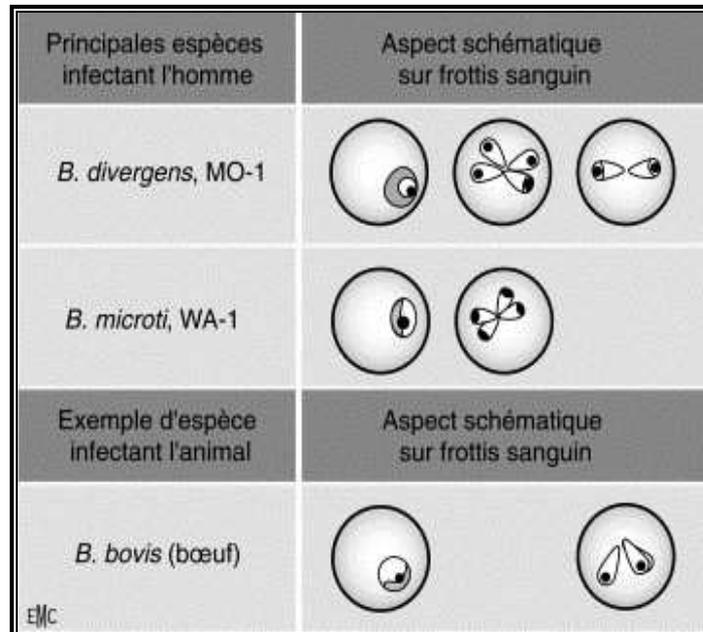


Figure 25 : Aspect cytologique schématique des *Babesia*. (Maslin J. et al., 2004)

### III.1.2. Les *Babesia* du chien: (Tableau VIII)

La babesiose canine est l'une des maladies la plus importante dans le monde canin, transmissible par les tiques (Boozer A.L. & Macintire D.K., 2003 ; Miyama T. et al., 2005 ; Bourdoiseau G., 2006 ; Garcia A.T., 2006 ; Jacobson L.S., 2006 ; Kjemtrup A.M. & Conrad P.A., 2006).

En Algérie, des études sur l'importance de la babesiose canine ont été réalisées dans les différents cadres (projet de fin d'études, post-graduation et autres), la dernière étude n'est réalisée qu'en 2005 par M<sup>me</sup> Moussouaid dans un cadre similaire au notre.

Les chiens sont infectés par deux espèces majeures : *Babesia canis* et *Babesia gibsoni* (Farwell G.E. et al., 1982 ; Caspulla R. et al., 1998 ; Lappin M.R., 2001), deux espèces qui causent la babesiose canine, une maladie hémolytique grave des chiens (Yamane I. et al., 1993a ; Lobetti R.G., 1998), dont les vecteurs (réservoirs) sont les tiques (Bourdeau P. & Guelfi J.F., 1995).

La *Babesia canis* est en fait divisée en trois sous-espèces : *Babesia canis canis*, *Babesia canis vogeli* et *Babesia canis rossi* (Bourdeau P., 1993b ; Carret C. et al., 1999). L'espèce *Babesia gibsoni* peut aussi toucher les chiens, elle est décrite en Asie, en Amérique du nord (Zahler M. et al., 2000), en Amérique latine (Brésil) (Aragão H. & Fonseca F., 1961 ; Labruna M. & Pereira



M.C., 2001 ; Dantas-Torres F. et al., 2004) et en Afrique du Nord et de l'Est et a été rapportée récemment en Europe (Caspulla R. et al., 1998).

L'espèce *Babesia canis* est un grand piroplasme qui mesure 4 à 5 µm de longueur. Généralement, il est sous forme d'une poire façonnée, seule ou en paires de mérozoïtes, qui sont obtenus par la fission binaire (division) dans l'érythrocyte (Taboada J. & Merchant S.R., 1991 ; Schetters T.P. et al., 1997 ; Lobetti R.G., 1998). Le *B. gibsoni* est considéré comme un petit *babesia*, rond ou ovale, qui mesure moins de 3 µm de longueur (Levine N.D., 1985).

Récemment, Zahler M. et al (2000) ont décrit un petit parasite du genre *babesia* isolé sur un chien en Allemagne qui était génotypiquement en rapport avec *Babesia microti*, distinct de *B. gibsoni* de Californie et *B. canis* d'Afrique (Zahler M. et al., 2000). Ce parasite a été provisoirement dénommé *Theileria annae* (Zahler M. et al., 2000 ; Camacho A.T. et al., 2001 ; Camacho A.T., 2006). Cette observation introduit un changement majeur dans notre connaissance en ce qui concerne l'épidémiologie de la babésiose canine (Camacho A.T., 2006). D'autres analyses moléculaires récentes ont permis de suspecter «*Babesia canis* », qui pouvait être à l'origine de cas humains en Europe (Herwaldt B.L., 2003).

**Tableau VIII:** Les espèces et sous-espèce des *Babesia* qui touchent les chiens.

| Espèce  | Taille | Sous-Espèce                 | Tiques vectrices  | Distribution géographique                                      |
|---|--------|-----------------------------|---|--|
| <i>Babesia canis</i> *  | 4-5µm  | <i>Babesia canis canis</i>  | - <i>Dermacentor reticulatus</i>                                      | - Cosmopolites   |
|   |        | <i>Babesia canis vogeli</i> | - <i>Rhipicephalus sanguineus</i>                                     | - Cosmopolites   |
|   |        | <i>Babesia canis rossi</i>  | - genre <i>Haemaphysalis</i>  | - Afrique du Sud   |
| <i>Babesia gibsoni</i> **<br>(petite babesie ou microbabésie) | < 3 µm |                             | - <i>Haemaphysalis pispinosa</i><br>- <i>Rhipicephalus sanguineus</i> | - Asie<br>- Amérique du Nord<br>- Amérique latine<br>- Afrique |

**Sources :**

\* [Bourdeau P. & Guelfi J.F., 1995 ; Bourdeau P., 1993b ; Taboada J. & Merchant S.R., 1991 ; Schetters T.P. et al., 1997 ; Lobetti R.G., 1998 ; Carret C. et al., 1999].

\*\* [Aragão H.& Fonseca F., 1961 ; Farwell G.E. et al., 1982 ; Levine N.D., 1985 ; Caspulla R. et al., 1998 ; Zahler M. et al., 2000 ; Labruna M. & Pereira M.C., 2001 ; Dantas-Torres F. et al., 2004].



### III.2. Le cycle évolutif des *Babesia* :

Le cycle évolutif des *Babesia* est fondamentalement dixène, faisant intervenir obligatoirement les tiques (hôtes définitifs) et un mammifère (hôte intermédiaire) (Maslin J. et al., 2004 ; Meliani P. et al., 2006). Les *Babesia* présentent trois phases de reproduction : phases de gamogonie et sporogonie chez l'acarien vecteur et d'une phase de mérogonie endoérythrocytaire chez l'hôte vertébré (Meliani P. et al., 2006).

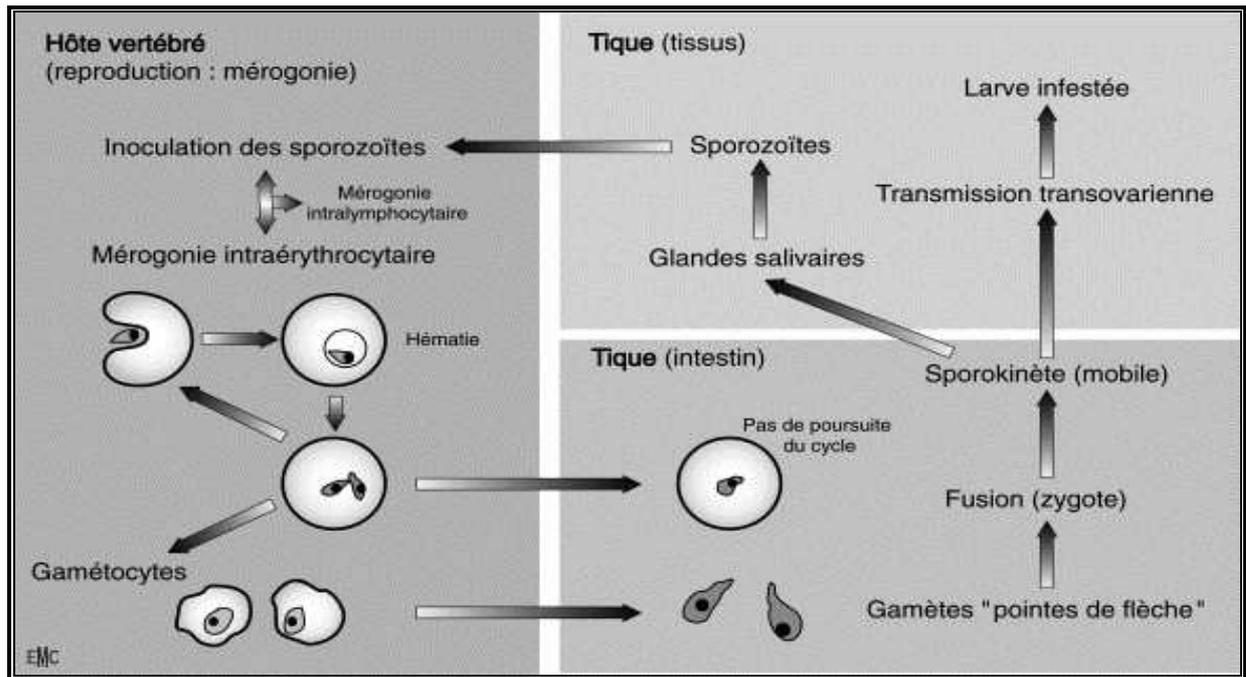


Figure 26 : Schéma simplifié du cycle évolutif parasitaire des *Babesia* (Maslin J. et al., 2004)

#### III.2.1. Le cycle évolutif proprement dit des *Babesia* : (Fig. 02)

##### III.2.1.1. Phase sexuée (Gamogonie) :

La gamogonie est la reproduction sexuée qui se déroule dans le tractus intestinal de la tique, des observations de *B. canis* et *B. equi* sur culture (érythrocytes) (Enigk E. 1943 ; Schein E. et al. 1981 ; Mehlhom H. & Schein E., 1984) et après dessiccation des tiques infectées par *B. microti* (Rudzinska M.A. et al. 1983 in Young A.S. & Morzaria S.P., 1986), ont permis d'élucider cette phase sexuée (Young A.S. & Morzaria S.P., 1986). Cette phase ne concerne que les gamétocytes ingérés au cours du repas sanguin de la tique. Les éléments piriformes étant détruits. À leur extrémité antérieure se développe une organelle avec un aspect en pointe de flèche rôle dans la fusion des gamètes (zygote) (Kakoma I. & Melhorn H., 1993).



Le zygote se forme 2 à 4 jours après l'engorgement de la tique (**Young A.S. & Morzaria S.P., 1986**), mais aussi dans la pénétration des cellules de l'épithélium intestinal par les **ookinètes** qui évoluent en **sporokinètes mobiles** (**Kakoma I. & Melhorn H., 1993**). Ce passage, survient en moyenne 80 heures après le début du repas sanguin (**Ruebush T.K. et al., 1981**).

### III.2.1.2. Phases asexuées (Sporogonie et Mérogonie):

#### III.2.1.2.1. Sporogonie :

La sporogonie est la reproduction asexuée du parasite dans les glandes salivaires de la tique (**Ribeiro J.M., 1987**). Les **sporokinètes mobiles** migrants à travers les tissus via l'hémolymphe (hématies, les cellules des tubules de Malpighi, fibres musculaires, ovaires) de la tique (**Young A.S. & Morzaria S.P., 1986**). C'est lors de la migration des sporokinètes mobiles infectés qu'une transmission ovarienne par simple contiguïté entre le tube digestif et l'appareil génital, il y a successivement transmission transovarienne (passage des sporokinètes de la tique aux œufs), puis transmission transstadiale (transmission des sporokinètes aux stades larvaire, nymphal et adulte suivants) des *Babesia* chez la tique. Les sporokinètes se multiplient et se différencient en sporozoïtes à l'intérieur des glandes salivaires. Cette différenciation est étroitement liée à un nouveau repas sanguin de la tique (**Ribeiro J.M., 1987**)

#### III.2.1.2.2. Mérogonie :

La mérogonie est la reproduction asexuée chez l'hôte vertébré. Les *Babesia* sont transmises lors de morsure de tiques (**Rudzinska M.A. et al., 1976 in Maslin J. et al., 2004**). Les **sporozoïtes** présents dans les glandes salivaires de la tique sont inoculés aux vertèbres au moment du repas sanguin (**Young A.S. & Morzaria S.P., 1986**). La réalisation de cette phase dépend directement du temps d'attachement de la tique au vertébré. Si le repas n'est pas interrompu et conduit jusqu'à son terme, le taux d'infection est de 100 %. La pénétration du parasite dans l'érythrocyte se fait par invagination, à l'origine de la formation d'une vacuole parasitophore. Celle-ci disparaît ensuite et le parasite entouré d'une simple membrane est en contact direct avec le cytoplasme de la cellule infectée (**Rudzinska M.A. et al., 1976 in Maslin J. et al., 2004**), appelé le **trophozoïte**. Ce dernier subit des divisions qui se font par bourgeonnement et fission binaire, à l'origine de l'apparition de deux **mérozoïtes** généralement chez la majorité des espèces (exemple *B. canis*). On peut retrouver aussi des cellules contenant quatre parasites placés en « croix de Malte » comme *B. microti* et *B. equi* (**Rudzinska M.A. et al., 1983 ; Mehlhorn H. & Schein E. 1984**). Les mérozoïtes détruisent la cellule parasitée et sont alors capables d'infecter d'autres érythrocytes. Durant ce stade, un certain nombre de sporozoïtes ne vont pas se reproduire, leur taille va augmenter et ils deviennent de potentiels gamétocytes (**Rudzinska M.A. et al., 1976 in Maslin J. et al., 2004**).



### III.2.2. Vecteurs des *Babesia* du chien:

Les tiques appartenant à la famille des *Ixodidae*, tiques dures sont les seuls vecteurs connus des différentes espèces de *Babesia* (Meliani P. et al., 2006). Presque tous les mammifères qui servent comme hôte pour des tiques infectées par des *Babesia* sont considérés comme réservoir potentiel, au premier rang desquelles les rongeurs (Telford S.R. et al., 1993 ; Meliani P. et al., 2006). Pour les réservoirs canins, chiens en particulier, l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* reste le principal vecteur des *Babesia canis* et à moindre degré d'autres espèces (*Dermacentor*, *Haemaphysalis* et même *Hyalomma*) (Purnell R.E., 1981). Or, le principal vecteur des *Babesia gibsoni* est *Haemaphysalis pispinosa*, mais *Rhipicephalus sanguineus* est capable aussi d'héberger ce parasite (Farwell G.E. et al., 1982). Enfin, la tique est susceptible de transmettre les *Babesies* à sa progéniture (transovarienne) ou de stade en stade (transstadial) (Breitschwerdt E.B. et al. 1983), ces tiques peuvent être considérées comme à la fois vecteurs et réservoirs (Bourdeau P. & Guelfi J.F., 1995).

### III.2.3. Les réservoirs (canidés sauvages et domestiques) des *Babesia*:

Les espèces *Babesia* des carnivores domestiques ont été rapportées chez les canidés sauvages, et sont inscrites dans le Tableau IX (Penzhorn B.L., 2006).

**Tableau IX** : Les espèces de *Babesia* du chien et des canidés sauvages (Penzhorn B.L., 2006) :

| Carnivore domestique | Espèces de <i>Babesia</i> | Les canidés sauvages  | L'(es)Auteur(s) et l'année  |
|----------------------|---------------------------|---|---|
| Chien                | <i>B. canis</i>           | Coyote ( <i>canis latrans</i> )<br>Chacal noir ( <i>Canis mesomelas</i> )<br>Renard ( <i>Cyon dukhunensis</i> )<br>Raccoon ( <i>Nyctereutes procyonides</i> )<br>( <i>Lycan pictus</i> )<br>Renard ( <i>Vulpes vulpes</i> ) | Ewing S.A. et al. (1964)<br>Neitz W.O. & Steyn H.P. (1947)<br>Leger M. & Bédier F. (1922)<br>Levine N.D. (1988)<br>Neitz W.O. (1965)<br>Schoop G. & Dedié K. (1938) |
|                      | <i>B. gibsoni</i>         | Chacal ( <i>Canis aureus</i> )<br>Coyote ( <i>canis latrans</i> )<br>Fennec ( <i>Fennecus zerda</i> )<br>Renard ( <i>Vulpes vulpes</i> )  | Patton W.S. (1910)<br>Evers H.V. et al. (2003)<br>Maronpot R.R. & Guindy E. (1970)<br>Maronpot R.R. & Guindy E. (1970)  |

## IV. PATHOGENIE :

La clinico-pathogénie de la babésiose canine dépend des différents degrés de virulence existant entre les sous espèces de *Babesia canis* (Schetters T.P. et al., 1997). Par exemple, l'anémie hémolytique s'installe progressivement lors des babésioses à espèce *B. gibsoni* et sous espèce *B. canis canis*. Or, la maladie à sous espèce *B. canis rossi* est plus sévère, et peut impliquer l'hypoxie, des phénomènes hémorragiques dus à une coagulation intra-vasculaire disséminée (C.I.V.D.), des septicémies et des défaillances multiviscérales (Welzl C. et al., 2000).



La sévérité de la maladie varie aussi avec l'espèce de vecteur (**Uilenberg G. et al., 1989 ; Irwin & Hutchinson, 1991**), ainsi que l'âge et la situation immunitaire du chien (**Irwin P.J. & Hutchinson G.W., 1991**).

La babésiose canine est une maladie hémolytique grave des chiens (**Yamane I. et al., 1993a ; Lobetti R.G., 1998**). De ce fait l'hémolyse est considérée comme le phénomène central. Ainsi, la destruction des globules rouges est la conséquence de plusieurs mécanismes pathogéniques. Entre autre, l'action des anticorps dirigés contre des antigènes babésiens fixés sur la membrane des globules rouges, et que ces dernières sont reconnues alors comme antigéniquement étrangers à l'organisme (**Morita T. et al., 1996**). Aussi, la libération de méthémoglobulinémie et méthémoglobulinurie après hémolyse des globules rouges par les parasites. Comme conséquence du méthémoglobulinémie, l'augmentation des anticorps anti-érythrocyte et l'érythrophagocytose (**Taboada J. et al., 1992**)

#### V. SYMPTOMES :

Les manifestations cliniques de la babésiose canine sont extrêmement variables. Elles peuvent aller d'une forme suraiguë avec crise hémolytique à une infection sub-clinique inapparente (**Schettters T.P. et al., 1998 ; Taboada J., 1998**). D'après leur expression, leur durée et leur gravité, plusieurs formes peuvent être observées lors de la babésiose (**Farkas R., 2003**):

**La forme classique ou aiguë** : typique est la plus fréquente (plus de 50 % des cas) est définie par :

- Des symptômes généraux : le chien abattu et prostré,
- Hyperthermie d'apparition brutale, élevée (40 °C à 41°C), persistante en plateau durant au moins 48 heures (**Euzeby J., 1990**), associée à une polypnée et une tachycardie (**Farkas R., 2003**);
- Un syndrome hémolytique : une anémie hémolytique accentuée par la phagocytose associée à la décoloration des muqueuses (**Jacobsen L.S. & Clark I.A., 1994**). Des modifications sanguines sont observées (anémie régénérative normochrome à hypochrome, thrombopénie) (**Farkas R., 2003**) ;
- Les valeurs de l'urée, la créatinine, les enzymes hépatiques et les phosphatases alcalines peuvent être augmentées (signe d'une atteinte hépatique et rénale) (**Farkas R., 2003**) ;
- Des modifications urinaires : en raison de la présence de l'hémoglobulinurie, urines foncées et colorées, jaune soutenue à orange, pouvant être presque noires, réalisant les urines « café ». Or, en absence de l'hémoglobulinurie, on cherche au moins la bilirubinurie (**Lossos G.J., 1986 ; Bussiéras J. & Chermette R., 1992**) ;

De 4 à 7 jours, en absence de traitement, il y a aggravation de l'état général de l'animal avec une hypothermie, ictère intense et mort de l'animal (**Wozniak E.J. et al., 1997**).



**La forme suraiguë :** l'évolution peut parfois être très rapide. On assiste à une hémoglobinurie marquée, ictère franc, une urémie, une oligurie et mort rapide en 24 à 48 heures (**Adachi K. & Makimura S., 1993**). Or, dans certain cas les chiens peuvent survivre et se rétablir (**Lossos G.J., 1986**).

**La forme dite chronique :** mal définie, regroupe plusieurs manifestations cliniques différentes (**Farkas R., 2003**):

- Apparaît suite à une forme aiguë (**Bussiéras J. & Charmette R., 1992**)
- Soit l'animal qui après une piroplasmose traitée, présente 2 semaines plus tard, un nouvel accès avec parasitémie (**Farkas R., 2003**), soit l'animal présente une anémie chronique avec un frottis négatif et dont l'état clinique s'améliore sous traitement.

Enfin, l'évolution de cette forme est lente ; avec possibilité de complications. Les formes chroniques peuvent être mortelles (**Petit S., 2004**)

**Les formes atypiques,** d'expression clinique très variée (**Bussiéras J. & Charmette R., 1992 ; Farkas R., 2003 ; Petit S., 2004**):

- Formes locomotrices : démarche ébrieuse et incertaine, parésie, paralysies, ataxie ;
- Formes cérébrales et oculaires avec convulsions, nystagmus, coma, parfois suivies de guérison complète sans séquelles ;
- Formes digestives : gastro-entérites ou constipation ;
- Formes respiratoires : Broncho-pneumonie, œdème pulmonaire ;
- Un syndrome hémorragique avec pétéchies cutanées, hémorragie des muqueuses et entérorragies.

## VI. DIAGNOSTIC :

### VI.1. Diagnostic clinique:

Le diagnostic clinique est suspecté sur des éléments épidémiologiques (saisons et zones d'activité des tiques) et sur des symptômes cliniques (syndromes pyrétique et hémolytique) (**Maslin J. et al., 2004**). Le chien atteint est abattu, prostré, fiévreux, anorexique (**Schetters T.P. et al., 1998 ; Taboada J., 1998 ; Guimarães M. et al., 2002 ; Farkas R., 2003 ; Bastos C.V. et al., 2004**), présente une pâleur des muqueuses (**Schetters T.P. et al., 1998 ; Taboada J., 1998 ; Guimarães J.C. et al., 2004**), lymphadenopathie, douleurs abdominales (splénomégalie), sensibilité des reins à la palpation, dépression et malaise général (**Schetters T.P. et al., 1998 ; Taboada J., 1998 ; Bastos C.V. et al., 2004**).



Bien que, l'hémorragie soit un signe clinique des babésioses canines (Yamane I. et al., 1993a ; Lobetti R.G., 1998 ; Guimarães M. et al., 2002 ; Guimarães J.C. et al., 2004), la possibilité d'une co-infection avec *Ehrlichia canis* devrait être considérée si l'hémorragie est présente (Kordick S.K. et al., 1999 ; Bastos C.V. et al., 2004).

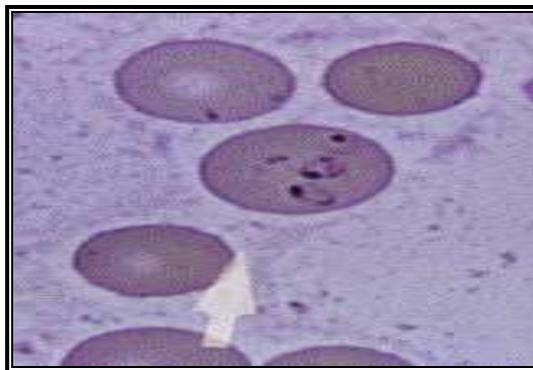
Enfin, le diagnostic différentiel se pose avec l'ehrlichiose, la leptospirose, la myoglobinurie paroxystique (Maslin J. et al., 2004).

## VI.2. Diagnostic expérimental:

### VI.2.1. Diagnostic direct:

#### VI.2.1.1. Frottis sanguins:

L'examen microscopique de sang périphérique par étalement sanguin coloré peut confirmer l'infection (Guimarães M. et al., 2002 ; Maslin J. et al., 2004). Pendant la parasitémie, sont retrouvées dans le sang périphérique des inclusions intra-érythrocytaire de *Babesia*, surtout chez les chiens fébriles (Guimarães J.C. et al., 2004). Cette méthode est très utilisée en routine par les médecins vétérinaires pour ces avantages, tel que sa simplicité, haute spécificité et à moins coût. Mais, dans les cas chroniques ou sub-cliniques, elle reste limitée (Dell'Porto A. et al., 1993)



**Figure 27** : Des babésies observées chez un chien. Étalement sanguin coloré par May-Grünwald-Giemsa ( $\times 1\ 000$ ) (Maslin J. et al., 2004).

#### VI.2.1.2. PCR (polymérase en chaîne) :

Aujourd'hui, la recherche des *Babesia* est possible chez l'animal par PCR (Birkenheuer A.J. et al., 2003 ; Maslin J. et al., 2004 ; Inokuma H. et al., 2005). Cette réaction a une **haute sensibilité** : capacité à détecter une infime fraction d'ADN d'une babésie, et **haute spécificité** : permettant de distinguer les diverses espèces de babésies (Exemple : *Babesia canis*, *Babesia gibsoni*) et sous-espèces (*Babesia canis canis*, *Babesia canis vogeli*) (Jefferies R. et al., 2003). Les inconvénients de la PCR résident dans le matériel et le laboratoire spécialisé.



### VI.2.1. Diagnostic indirect:

La sérologie est l'outil de diagnostic pour les chiens asymptomatiques ou chroniques dont le niveau de la parasitémie est bas et non détectable par frottis sur sang périphérique. Même après stérilisation des chiens, ces derniers restent séropositifs pendant de longues périodes. L'immunofluorescence indirecte (IFI) et enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) sont considérés comme des outils très sensibles et modérément spécifiques pour la détection des anticorps des *Babesia* sur les chiens. Enfin, le diagnostic sérologique reste limité à cause de l'absence des signes cliniques de la babésiose (Dell'Porto A. et al., 1993 ; Yamane I. et al., 1993b ; Furuta P.I. et al., 2004).

### VII. TRAITEMENT :

Actuellement, l'Imidocarb dipropionate est disponible pour le traitement de la babésiose chez les chiens (Irwin P.J. & Hutchinson G.W., 1991 ; Adachi K. et al., 1992 ; Taboada J. et al., 1992 ; Morita T. et al., 1996 ; Taboada J., 1998 ; Birkenheuer et al., 1999 ; Zahler M. et al., 2000 ; Welzl C. et al., 2000). Deux injections de ce médicament de 5.0-6.6 mg/kg faites en sous-cutanée ou en intramusculaire à un intervalle de 2 à 3 semaines sont efficaces pour éviter les rechutes dues à des phénomènes d'échappement du parasite au traitement (Birkenheuer A.J. et al., 1999 ; Taboada J., 1998). De plus, il contribue lors des babesioses aiguës à une production croissante de nouveaux globules rouges (Milner R.J. et al., 1997 ; Birkenheuer A.J. et al., 1999 ; Aryeetey R. & Jimenez-Lucho V., 2002). Or, l'utilisation de ce produit est déconseillée chez des chiennes gestantes ou allaitantes (Maslin J. et al., 2004).

En outre, un autre traitement est possible par une seule injection seule de Diminazene d'aceturate (Irwin P.J. & Hutchinson G.W., 1991 ; Adachi K. et al., 1992 ; Taboada J. et al., 1992 ; Morita T. et al., 1996 ; Milner R.J. et al., 1997 ; Birkenheuer A.J. et al., 1999 ; Zahler M. et al., 2000 ; Welzl C. et al., 2000 ; Aryeetey & Jimenez-Lucho, 2002), à une dose de 5 mg/kg en intramusculaire (Milner R.J. et al., 1997 ; Birkenheuer A.J. et al., 1999 ; Aryeetey R. & Jimenez-Lucho V., 2002).

La mise en place d'une perfusion intraveineuse de sérum et une transfusion sanguine devraient être employées, si c'est nécessaire (mauvais état de l'animal) (Birkenheuer A.J. et al., 1999).

### VIII. PROPHYLAXIE :

La prophylaxie des babesioses doit se baser sur :

1. La prévention des tiques : la prévention des piqûres de tiques repose sur des mesures de protection à l'encontre des tiques, par exemple dans le cadre de la babésiose canine où l'hygiène des locaux doit être maintenue pour éliminer la tique de chenil, *Rhipicephalus sanguineus*.



La lutte contre ces tiques se fait par l'utilisation d'acaricide à large spectre d'action, par exemple fipronil, perméthrine ou l'amitraz (**Maslin J. et al., 2004**).

2. La chimioprophylaxie : elle est possible dans les zones de forte endémie. Elle repose sur l'utilisation de l'imidocarbe à la dose de 4 mg/kg ou 0,5 ml/10 kg chez le chien (soit le double de la dose thérapeutique usuelle) conférant ainsi à l'animal une protection de 4 à 6 semaines (**Maslin J. et al., 2004**).

3. La vaccination : elle existe pour la babésiose canine. Elle repose sur l'administration d'antigènes solubles issus d'une culture de *Babesia canis* (**Schettters T.H. et al., 1997 ; Schettters T.H. et al., 2001**), additionnés d'un adjuvant de l'immunité, la saponine. La vaccination suppose (**Schettters T.H. et al., 2001**):

- Un bon état clinique de l'animal et âge  $\geq 5$  mois.
- Une durée minimum de 8 semaines après une piroplasmose déclarée.
- Pas d'association à une injection piroplasmicide ni d'autre vaccination (autorisée avec les valences rabique et leptospirosique).
- Contre-indiquée chez les femelles gestantes.
- Pratiquée avant les périodes épidémiologiques à risque (printemps et automne) ;
- deux injections par la voie sous-cutanée à 2 semaines au minimum.

Enfin, l'immunité est entretenue par des injections de rappel effectuées une ou deux fois par an selon le contexte épidémiologique.

# **PARTIE PRATIQUE**

**Chapitre IV :**  
**Matériels & Méthodes**



## I. MATERIELS

### I.1. MATERIEL NON BIOLOGIQUE : (Annexe 04)

### I.2. MATERIEL BIOLOGIQUE:

#### I.2.1. Les chiens :

Notre étude a été effectuée dans la région d'Alger durant la période s'échelonnant de Novembre 2005 à Juin 2006. Elle concerne des chiens de la fourrière canine, ceux en consultation dans différents cabinets vétérinaires et des chiens de chenilles de dressage. Le sang, les tiques, les puces et les informations relatives aux chiens ont été récoltés par nos soins.

Les chiens concernés par cette étude étaient de tous âges et sexes, présentés ou examinés pour tous motifs par nos soins. L'âge des chiens prélevés de la fourrière canine a été estimé d'après leur dentition (Annexe 20).

Un total de 227 chiens a été examiné et différentes récoltes ont été effectuées au cours des 8 mois d'enquête sur le terrain.

#### I.2.2. Fiche d'anamnèse et de renseignements : (Annexe 05)

Pour chaque chien, une fiche de renseignements a été établie, sur laquelle sont reportés, notamment la race, le sexe, et l'âge de l'animal. De plus, un protocole de récolte des puces et des tiques a été mis en place dans le cas où leurs présences sont signalées au moment de l'examen de l'animal.

#### I.2.3. Tiques :

##### I.2.3.1 Les tiques des chiens :

Les tiques ont été récoltées sur l'animal de façon mécanique sans qu'aucune substance ne soit appliquée sur ces parasites. Ces derniers ont été conservés dans l'alcool absolu et les femelles gorgées ont été conservées vivantes. Un minimum de 10 tiques a été récolté sur chaque chien massivement infesté.

##### I.2.3.2 Autres hôtes des tiques :

Des tiques ont été récoltées sur des hérissons, avec la même technique de récolte.

#### I.2.4. Puces :

Les puces récoltées sont issues des chiens et des hérissons. Par contre, d'autres puces ont été récoltées sur des rongeurs péri-domestiques (*Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*) au cours de missions effectuées dans le cadre épidémiologique-surveillance par nos confrères de l'institut Pasteur (Annexe 06).



### I.2.5. Souris :

Les souris blanches (BALB/c) sont issues de l'élevage de l'Institut Pasteur de Sidi Fredj. Elles sont âgées de 4 semaines minimum (pour supporter la charge des tiques). Le sexe n'est pas pris en compte. Les souris ont été utilisées pour l'engorgement des larves et nymphes de notre élevage de tiques.



**Figure 28 :** Souris BALB/c (Originale, 2006).

### I.2.6. Lapins :

Les lapins nécessaires à la nutrition des tiques adultes appartiennent à la souche New Zealand (N.Z.W), et proviennent de l'élevage de l'Institut Pasteur de Kouba. Ce sont des mâles âgés d'environ 4 mois et pesant au moins 3 kg. Le choix des mâles a été fait pour des raisons prophylactiques (femelles sont réservées à la reproduction). De plus, le choix de leurs âges est fixé pour que ces derniers supportent la charge des tiques.



**Figure 29 :** Lapin N.Z.W (Originale, 2006).



## II. METHODES

### II.1. EXAMEN GENERAL DES CHIENS :

L'examen général s'effectue après une bonne contention de l'animal et la mise d'une muselière. Une fiche de renseignements est soigneusement remplie après chaque examen effectué. Le propriétaire doit être toujours près de son chien pour le rassurer et éventuellement pour renseigner le vétérinaire.



**Figure 30** : Examen général d'un chien (Originale, 2006).

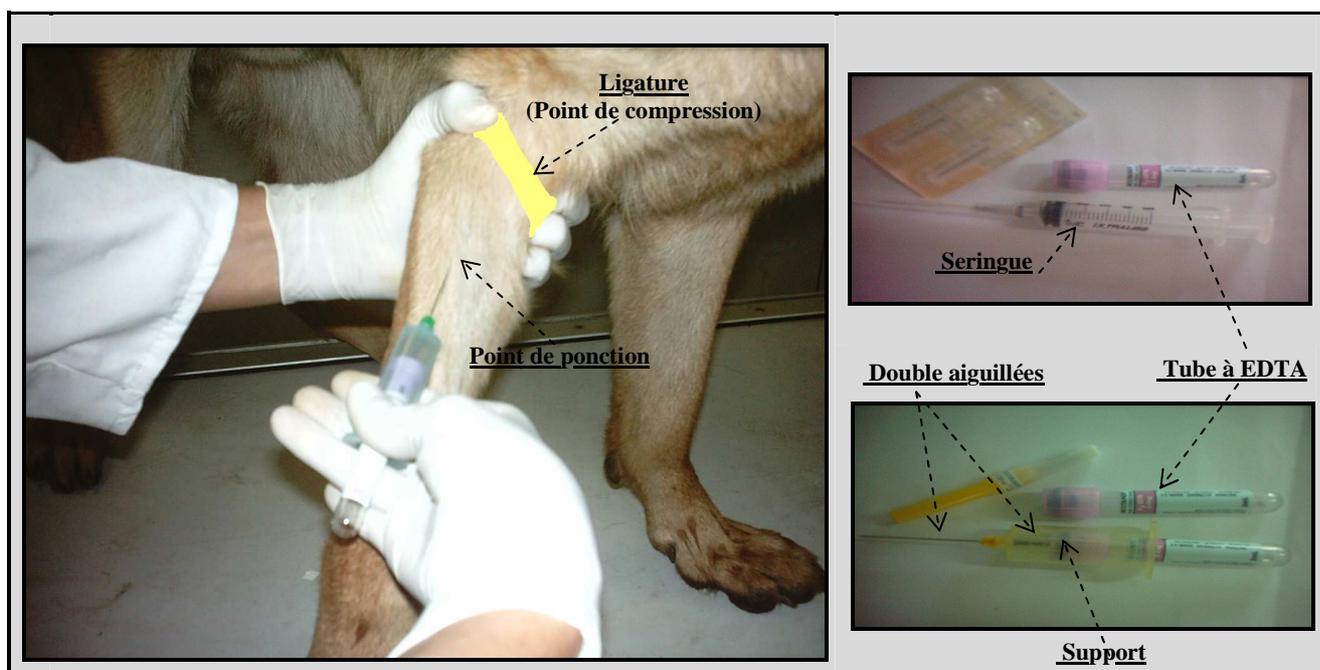
### II.2. PRELEVEMENT DE SANG :

Une bonne contention du chien est nécessaire, pour éviter tout accident qui peut survenir au manipulateur ou au chien (risques de traumatismes). Par la suite, le sang est prélevé dans la veine radiale de l'avant bras du chien après une désinfection adéquate à l'alcool et la mise en place d'un garrot (point de compression). Dès la sortie des premières gouttes de sang dans le tube, le garrot est enlevé pour éviter la formation d'un hématome.



Les prélèvements sanguins ont été effectués à l'aide de divers matériels. Pour des chiens dociles, des doubles aiguilles montées sur un support (vacutnaires®) sont utilisés et pour des chiens agressifs des seringues sont utilisés. Pour les deux techniques, le sang est collecté dans un tube (vacutnaires®) contenant un anticoagulant (E.D.T.A.) afin de ne pas piéger les globules rouges dans le caillot. La conservation du sang total s'est faite à + 4°C.

Des frottis sanguins sont réalisés par des gouttes de sang récupérées au cours de nos prélèvements.



**Figure 31:** Technique de prélèvement du sang sur la veine radiale du chiens (Originale, 2006).

## II.3. COLORATIONS :

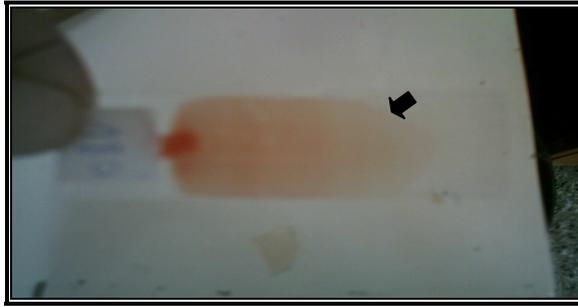
### II.3.1. Coloration au May-Grünwald Giemsa :

#### II.3.1.1. Principe et objectifs :

Cette coloration permet de mettre en évidence le majeur parti des parasites sanguins et certaines bactéries (*Ehrlichia*, *Rickettsia*), en les fixant et en colorant leur cytoplasme et leur noyau.

#### II.3.1.2. Confection d'un frottis sanguin :

La goutte de sang est déposée en bordure d'une lame dégraissée préalablement avec de l'éthanol. La bordure d'une deuxième lame est déposée devant la goutte en direction de la seconde bordure de la 1<sup>ère</sup> lame. Une fois que la goutte de sang diffuse sur toute la largeur du bord de la 2<sup>ème</sup> lame, d'un mouvement uniforme, on fait glisser cette deuxième lame tout le long de la 1<sup>ère</sup> lame, de façon à obtenir une couche très mince (frottis).



**Figure 32 :** Un frottis sanguin (Originale, 2006).

La lecture du frottis est réalisée préférentiellement au niveau de la queue et de ses bordures (Fig. 32). Chaque lame s'est vue attribuée un numéro qui permettra l'identification ultérieure du chien concerné.

### II.3.1.3. Coloration des frottis :

- Fixer le frottis avec du méthanol (1) durant 05 minutes.
- Déposer le May-Grünwald (2) pur sur le frottis, et attendre 03 minutes.
- Verser dessus de l'eau physiologique (3) à pH 7, et attendre 05 minutes.
- Jeter le tout et rincer sous eau du robinet pour éliminer tout le colorant.
- Verser sur le frottis du Giemsa (4) dilué (1 à 3 gouttes par ml de l'eau distillé, 3 ml par lame).
- Attendre 30 minutes au minimum.
- Rincer de nouveau la lame sous eau courante (robinet).
- Sécher à l'aide d'un papier buvard.
- Lecture au microscope optique binoculaire, au grossissements x 100 et x 400 et x 1000.



**Figure 33 :** Réactifs de May-Grünwald Giemsa (Originale, 2006).



**Figure 34 :** Microscope optique (Originale, 2006).



### II.3.2. Coloration Diff Quick ou hemacolor:

#### II.3.2.1. Principe et objectifs :

C'est une coloration rapide d'une vingtaine de secondes, ayant le même principe que celui de la coloration M.G.G.

#### II.3.2.2. Type d'échantillon :

Un seul type d'échantillon a été analysé par cette technique :

- Avec une pipette, racler le **tapis cellulaire** présent dans la boîte de culture ou dans le fond du tube de bijoux et le mettre sur la lame.

#### II.3.2.3. Technique de coloration :

- Réaliser un frottis.
- Plonger la lame 5 fois dans le tube (flacon) avec un fixateur (méthanol), puis égoutter l'excédent sur papier filtre.
- Plonger de nouveau la lame 5 fois dans le tube contenant de l'éosine, puis égoutter l'excédent sur papier filtre.
- Plonger enfin la lame 15 fois dans le tube contenant le colorant violet.
- Rinçage à l'eau.
- Sécher la lamelle.
- Lecture au microscope optique au grossissements x 100 et x 400 et x 1000.

### II.3.3. Coloration Gimenez :

#### II.3.3.1. Type d'échantillon :

Deux types d'échantillons ont été analysés par cette technique :

- Une goutte d'**hémolymphe** récoltée après amputation de la patte d'une tique vivante (« sang » des tiques) apposée sur une lame porte objet.

- Avec une pipette, gratter le **tapis cellulaire** présent dans la boîte de culture ou dans le fond de tube bijoux, et mettre sur la lame.

#### II.3.3.2. Technique de coloration :

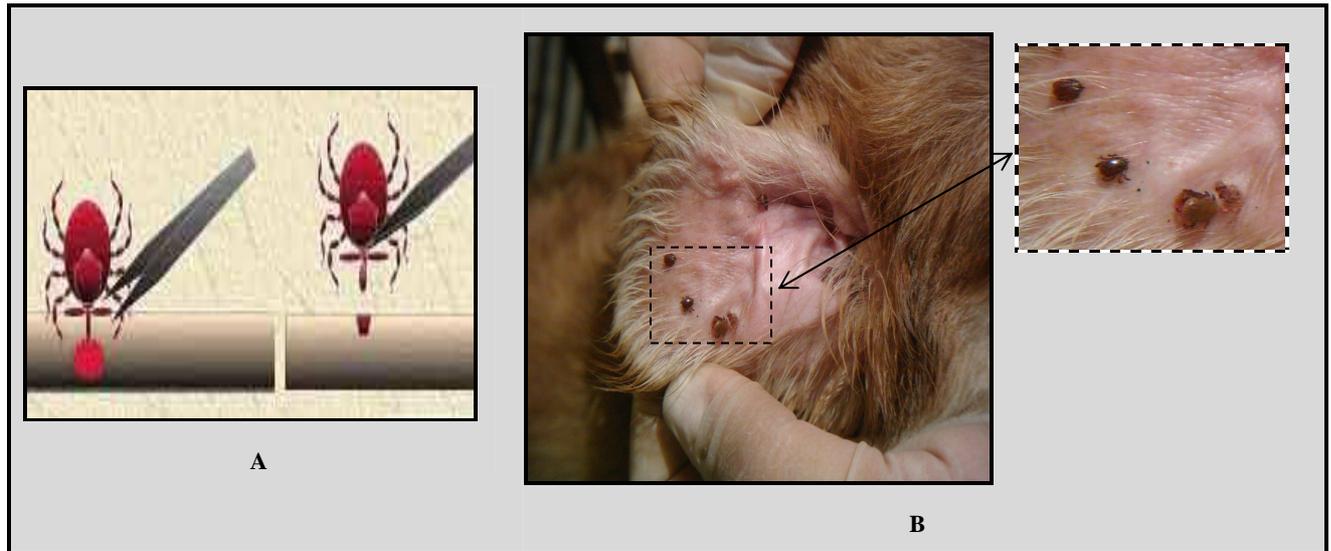
- Sécher la lame
- Ajouter une goutte du mélange (tampon + fuchsine) (Annexe 07)
- On laisse la lamelle séchée pendant 3 minutes
- Rajouter une goutte de vert de malachite oxalate de 0,8% (2 fois 9 secondes)
- Sécher la lamelle
- Lecture au microscope optique au grossissements x 100 et x 400 et x 1000.



## II.4. RECOLTE DES ECTOPARASITES (TIQUES et PUCES) :

### II.4.1. Technique de récolte des tiques : (Fig. 35-A)

Les tiques sont récoltées à l'aide d'une pince, de façon à garder le rostre et le capitulum intacte pour une identification (deux éléments de base d'identification). Pour cela, la pince est placée le plus près possible de la peau. Le retrait de la tique est réalisé par un mouvement ferme dans le sens de l'implantation du rostre, sans rotation.



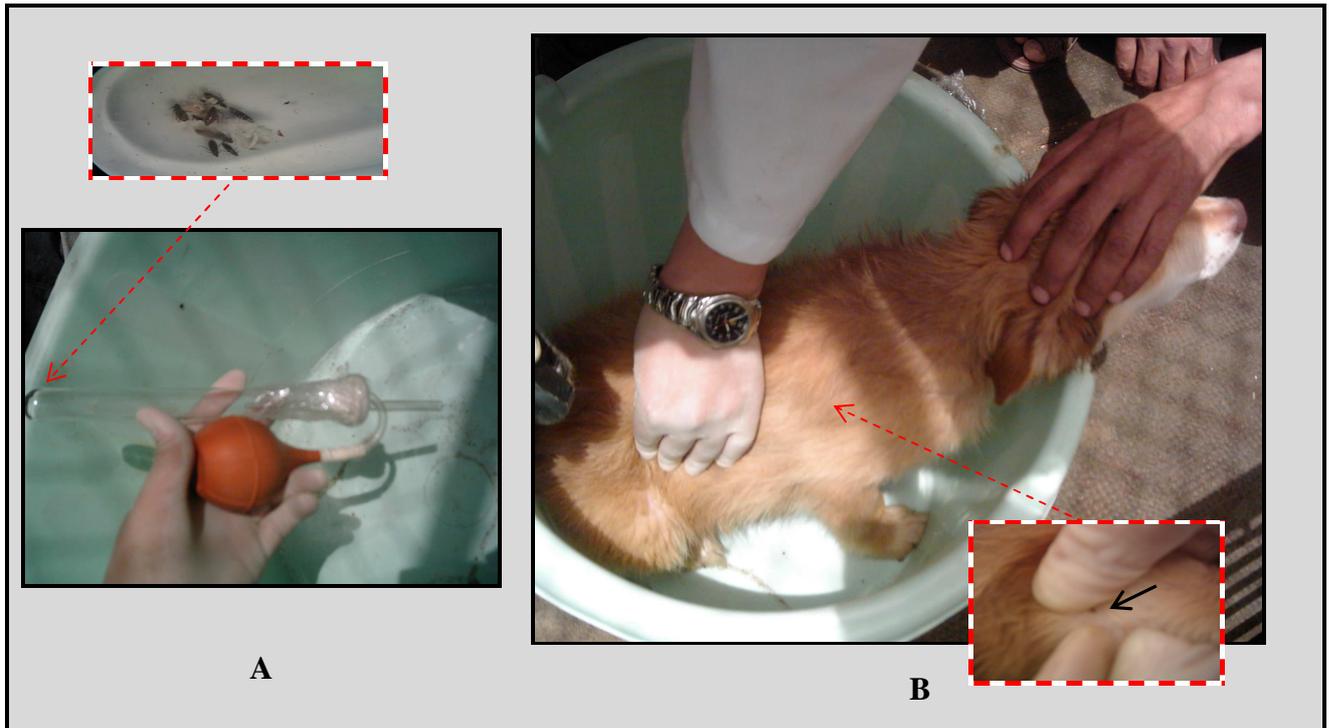
**Figure 35** : - **A** : Technique de récolte des tiques (Maurin, 2003)

- **B** : Tiques fixées au niveau du pavillon de l'oreille d'un chien (Original, 2006).

### II.4.2. Technique de récolte des puces :

#### II.4.2.1. Technique de récolte des puces sur les chiens : (Fig. 36-A et B)

Les puces sont récoltées par brossage des chiens infestés dans une grande bassine de couleur claire, plus de 30 cm de hauteur pour éviter la fuite des puces. A l'aide d'un aspirateur à puces, celles-ci sont récupérées rapidement et sont acheminées directement vers le laboratoire pour une identification entomologique (Fig. 36-A).



**Figure 36 :** - **A :** Récolte des puces par un Aspirateur à puces (Originale, 2006).  
- **B :** Brossage d'un chien infesté de puces dans une baignoire (Originale, 2006).

#### II.4.2.2. Technique de récolte des puces sur les hérissons : (Fig. 37)

Les hérissons sont manipulés avec délicatesse à l'aide de gants en cuire pour éviter qu'ils se mettent en boule; si c'est le cas, l'aide d'une autre personne est nécessaire pour l'ouvrir et effectuer le brossage de sa partie poilue dans une baignoire. Une fois terminé, les puces sont récupérées à l'aide d'un aspirateur à puces.



**Figure 37 :** - **A :** Des gants en cuire pour manipuler les hérissons (Originale, 2006).  
- **B :** La surface à brosser chez les hérisson infestés de puces (Originale, 2006).



## II.5. CONSERVATION DES ECTOPARASITES :

### II.5.1. Conservation des tiques:

Les tiques prélevées sur les chiens sont conservées dans des tubes contenant de l'éthanol absolu. Chaque tube porte une étiquette numérotée correspondant à un seul chien. Quelques tiques gorgées sont conservées vivantes et sont élevées dans des tubes étiquetés contenant un papier absorbant imbibé d'eau.



**Figure 38** : Conservation des tiques gorgées (vivantes) (Originale, 2006).



**Figure 39** : Conservation à l'éthanol des tiques (gorgées ou non) (Originale, 2006).

Enfin, les tiques d'hérisson prélevées, sont conservées dans des tubes contenant de l'éthanol absolu. Chaque tube est étiqueté et numéroté.

### II.5.2. Conservation des puces:

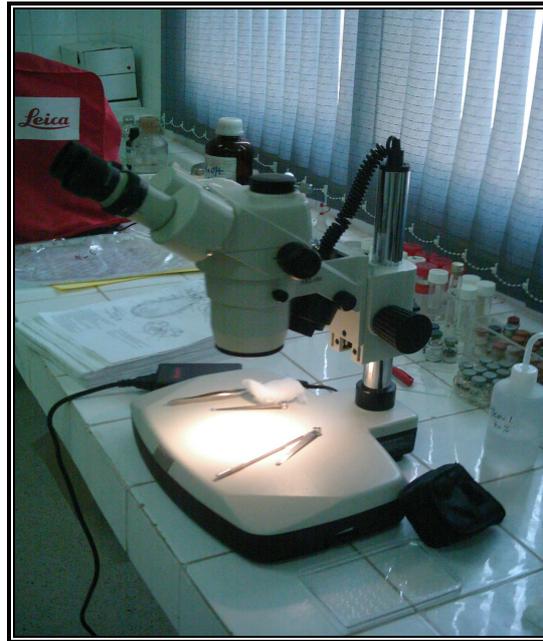
Comme les tiques, les puces sont conservées dans des tubes étiquetés contenant de l'éthanol absolu.

## II.6. IDENTIFICATION DES ECTOPARASITES (TIQUES et PUCES) :

### II.6.1. Méthode d'identification :

L'identification des ectoparasites est réalisée au laboratoire de parasitologie à l'aide d'une loupe binoculaire (Loupe Gr. x 40). La manipulation de ces ectoparasites est effectués à l'aide d'une pince Brucelle (fine) dans un ver de montre ou dans une boîte de pétri. Pendant l'identification, le corps des tiques ou des puces est humidifié avec de l'alcool à 98% pour éviter la dessiccation et enlever les débris.

Chaque tique ou puce identifiée reçoit un code nécessaire pour les analyses par PCR ultérieures, et pour l'élevage des tiques.



**Figure 40** : Loupe binoculaire (Gr. 10 X 4) (Original, 2006).

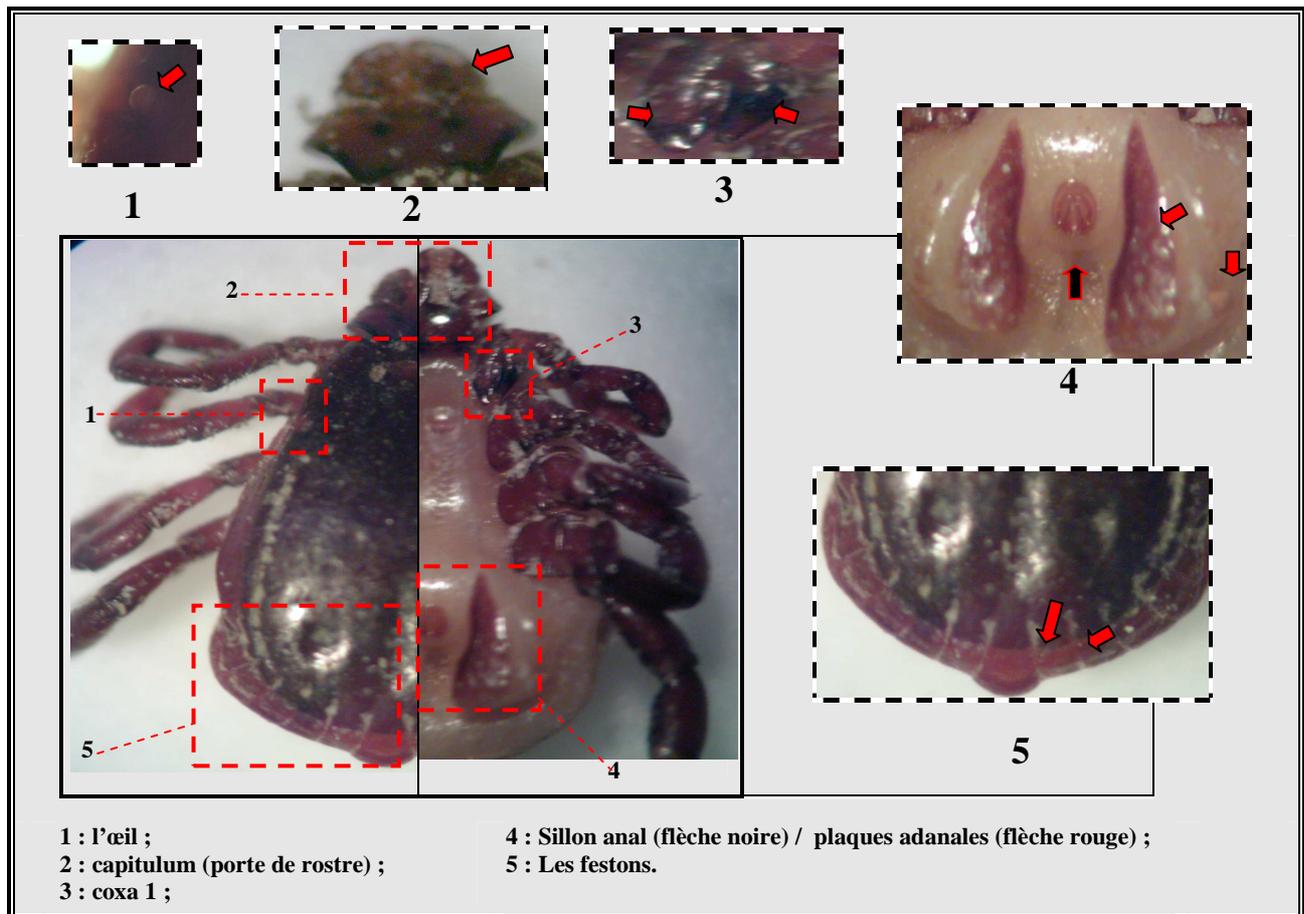
### II.6.2. Base d'identification des tiques :

Les tiques femelles possèdent un scutum (plaque chitineuse) situé dans la région antérieure dorsale. Or, chez le mâle, cette plaque couvre toute la totalité de la région dorsale.

Enfin, l'identification du genre puis l'espèce est effectuée dans notre étude selon la clé d'identification de Moulinier C. (2002), Walker D.H. et al (2003), Esdrada-peña A. et al. (2004).

L'identification du genre est basée sur l'observation de certains caractères morphologiques du corps de la tique (Fig. 41) :

- Le rostre (2) : Longueur et forme
- Les yeux (1) : Présence ou absence
- Sillon anal (4) : Présence ou absence et position par rapport à l'anus
- Feston (5) : Présence ou absence sur le bord postérieur de l'idiosome; aspect feston médian
- Coxa1 (3) : Bifide ou non
- Le port génital femelle : Aspect externe
- Les plaques ventrales mâles : Présence, nombre et forme



**Figure 41** : Critères d'identification d'un *Ixodidae* (genre : *Rhipicephalus*) (Original, 2006).

L'identification des espèces est basée sur certains détails morphologiques plus poussés :

- La coloration des pattes et la présence de marbrures.
- Ponctuations du scutum.
- La forme des stigmates et des yeux.
- Forme du gonopore de la femelle et les plaques adanales pour le mâle.
- Les caractères des sillons.
- La forme des festons.

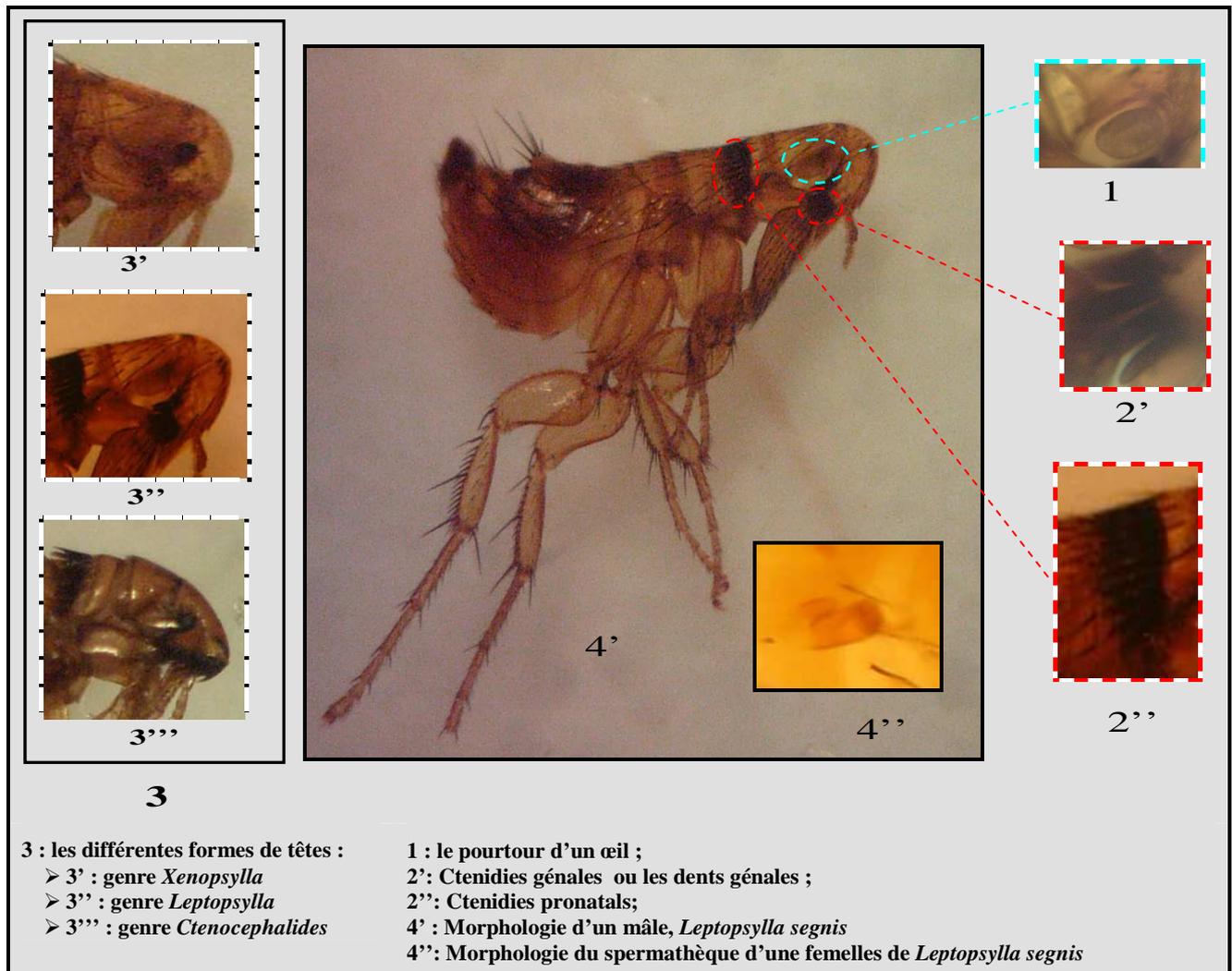
### II.6.3. Base d'identification des puces : (Fig. 42)

L'identification du genre puis de l'espèce de puce est réalisée selon la clé d'identification de Beaucournu J.C. et Launay H. (1990) en se basant sur les caractères morphologiques suivants :

- Forme de la tête (3', 3'', 3''');
- Soies oculaires (1);
- Ctenidies gènals et pronatals (2', 2'');
- Forme de spermathèque (4'').



Dans le cas où l'identification par la loupe est difficile à établir pour les puces, une étude détaillée au microscope optique est envisageable (avant ou après éclaircissement) généralement sans dissection,



**Figure 42 :** Critères d'identification des *Siphonaptera* (Originale, 2006).

**Remarque :** Les puces destinées à l'identification sont éclaircies par de l'hydroxyde de potasse (KOH) à 20% pendant 24 heures. Aucune analyse ultérieure par P.C.R. des germes sur ces puces ne sera possible.

## II.7. PROTOCOLE DE LA P.C.R. (Réaction de Polymérisation en Chaîne):

### II.7.1. Principe :

C'est une technique décrite en 1985 par **K. Mullis et al.** (Prix Nobel de chimie en 1993). Elle permet d'amplifier *in vitro* des séquences de ADN par répétition d'élongation en présence d'amorces nucléotidiques spécifiques et d'une DNA Polymérase.



La découverte d'une eubactérie thermophile vivant dans les sources chaudes, *Thermus aquaticus*, et l'utilisation par la suite de sa polymérase, stable jusqu'à des températures proches de 100°C, est à l'origine du développement de cette technique (**Etienne J., 2000**).

En résumé, la réaction de polymérisation en chaîne (P.C.R) est une technique de biologie moléculaire qui consiste à **amplifier *in vitro* une partie spécifique du matériel génétique** ARN ou ADN (par exemple dans notre cas : recherche de l'ADN de *Rickettsia*, *Bartonella* et celui de *Ehrlichia*) au point de le rendre visible à l'œil.

## II.7.2. Méthode :

### II.7.2.1. Première étape :

Cette étape, est réalisée sous une hotte à flux laminaire, et qui consiste en l'extraction des acides nucléiques (ADN), à l'aide d'un Kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany).

#### II.7.2.1.1. Protocole d'extraction d'ADN sur les Tissus (Tiques et puces) :

Si les tiques ont été conservées dans l'alcool, les rincer deux fois à l'eau distillée stérile (2 minutes).

1. Prendre les échantillons, les couper en petit morceaux (cubes) et les introduire dans des tubes Eppendorff.
2. Ajouter 200µl de **ATL**, broyer les échantillons.
3. Ajouter 20µl de la **protéinase K**, puis agiter rapidement à l'aide du vortex.
  - Mettre les échantillons dans le bain à sec à 56°C pendant 2 heures, ou à 37°C pendant une nuit jusqu'à la lyse du contenu intestinal, centrifugation rapide.
4. Ajouter 200µl de **AL**, agiter 15 secondes.
  - Mettre les échantillons au bain sec à 70°C pendant 10 minutes, centrifuger rapidement.
5. Ajouter 200µl d'**éthanol**, agiter 10 à 15 secondes.
6. Pipeter ou verser le mix dans les tubes collecteurs à filtre :
  - Centrifuger 1minute à 8.000 tours/min.
  - Jeter l'éluat et placer le filtre dans un nouveau tube collecteur.
7. Faire un premier lavage dans 500µl de **AW1** :
  - Centrifuger 1minute à 8.000 tours/min.
  - Jeter l'éluat et placer le filtre dans un nouveau tube collecteur.
8. Faire un deuxième lavage dans 500µl de **AW2** :
  - Centrifuger 3 minutes à 14.000 tours/min.
  - Jeter l'éluat et placer le filtre dans un nouveau tube collecteur.
  - Centrifuger une nouvelle fois 1 minute à 14.000 tours/min.
9. Placer le filtre dans un tube Eppendorf et ajouter entre 150 à 200µl de tampon **AE** :



- Incuber 1 à 5 minutes à température ambiante.
- Centrifuger une dernière fois : 1 minute à 8.000 tours/min.

**10. Récupérer l'éluât qui contient l'échantillon d'ADN :**

- Conserver l'échantillon à + 4°C.

**II.7.2.1.2. Protocole d'extraction d'ADN du sang total (liquide) des chiens :**

1. Prendre 200µl du sang total et verser dans un tube Eppendorf.
2. Ajouter aux échantillons, 200µl de AL.
3. Ajouter 20µl de la protéinase K, puis agiter rapidement.
4. Mettre les échantillons dans le bain à sec à 70°C pendant 10 minutes. Cette période est suffisante pour la lyse du sang.

Pour la suite du protocole d'extraction du sang, terminer par les même étapes que celles du protocole précédent (tiques et puces), à partir de l'étape numéro 5.

**II.7.2.1.3. Protocole d'extraction d'ADN des suspensions de culture cellulaire:**

Le protocole d'extraction d'ADN dans une suspension de culture est similaire à celui utilisé pour le sang :

1. Prendre 200µl de la suspension de culture et mettre dans un tube Eppendorf.
2. Ajouter 200µl de AL aux échantillons.
3. Ajouter 20µl de la protéinase K, puis agiter rapidement ;
4. Mettre les échantillons dans le bain à sec à 70°C pendant 10 minutes, ce temps est également suffisant pour la lyse du contenu de la suspension.

Pour la suite du protocole d'extraction sur la suspension de la culture cellulaire, ce sont les mêmes étapes que celui utilisé pour les tissus (tiques et puces) et du sang, à partir de l'étape 5.

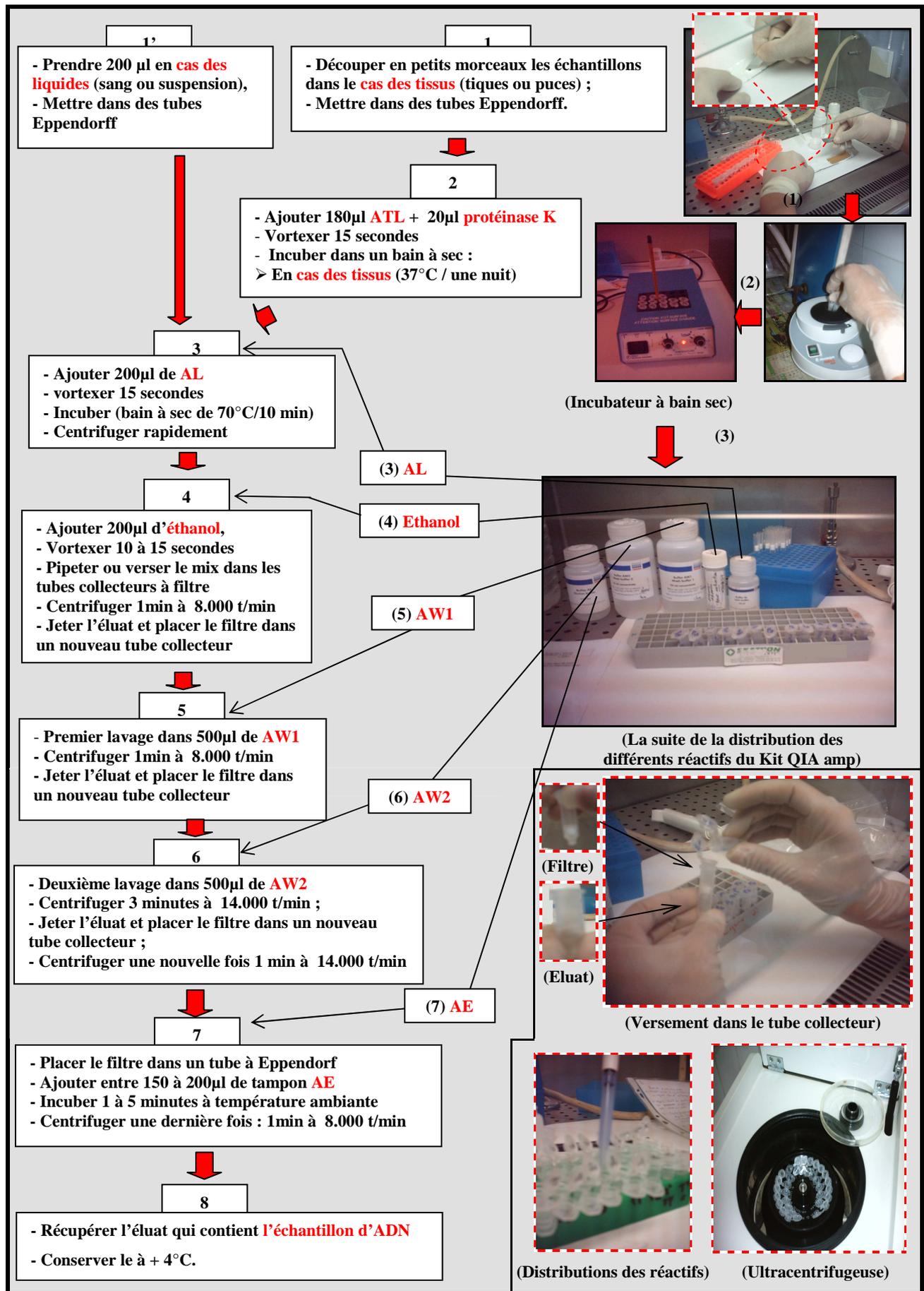


Figure 43 : Première étape de la PCR : Extraction de l'ADN (Originale, 2006).



## II.7.2.2. Seconde étape : « La PCR proprement dite »

### II.7.2.2.1. Préparation du mix :

La manipulation du mix se fait dans une cuvette contenant de la glace pilée. Il est distribué dans des tubes Eppendorf numérotés. Cette opération doit être faite dans une pièce isolée pour éviter toute contamination du mix, avec le port de gants.

**Tableau X :** Produits du mix

| Produits              | Réaction pour un échantillon |
|-----------------------|------------------------------|
| Buffer 10x            | 2,5µl                        |
| dNTP (Annexe 08)      | 2,5µl                        |
| MgCl <sub>2</sub>     | 1µl                          |
| Primer 1 (rrl)        | 0,5µl                        |
| Primer 2 (rrf)        | 0,5µl                        |
| Taq Polymérase        | 0,125µl                      |
| Eau distillée stérile | 13µl                         |
| <b>Total du mix</b>   | <b>20µl</b>                  |

**Remarque :** Dans le cas où 0,5µl de P3 (deuxième amorce anti sens de l'ompA «tableau XI ») sont rajoutés, un ajustement par 12,5µl au lieu de 13 µl d'eau distillée stérile est nécessaire (tableau X).

Chaque constituant de ce mix est multiplié par le nombre d'échantillons étudiés, puis 20µl de ce mélange est distribué dans chaque tube Eppendorfs PCR stériles :

- **Témoin négatif :** 5µl d'eau distillé stérile plus 20µl de mix
- **Témoin positif :** 5µl de DNA positif pour 20µl du mix.
- **Echantillons :** 5µl de DNA de notre échantillon est ajouté 20µl de mix
- **Volume total :** 25µl par échantillon (les témoins ou les échantillons à analyser).

Un autre témoin négatif doit être préparé à la fin de la manipulation pour dépister d'éventuelles contaminations.

Le mix et les DNA sont transférés dans des tubes Eppendorf de type « Mastercycler personal » et sont introduits dans le thermocycleur.

### II.7.2.2.2. Programmation du thermocycleur :

Le but de cette technique est de détecter de faibles quantités d'ADN. Une réaction en chaîne en utilisant des oligonucleotides ou amorces complémentaires de l'ADN qui sera amplifié (« primers ») (tableau XI) : *Rickettsia spp*, *Bartonella spp* ou *Ehrlichia spp* dans notre cas.



**Tableau XI** : Les amorces (primers) de l'ADN des différentes bactéries recherchées.

| BACTERIE          | GENE             | CODE  | AMORCE  | CODE |        |
|-------------------|------------------|-------|---------|------|--------|
| <b>BARTONELLA</b> |                  |       |         |      |        |
| <b>BMBA</b>       |                  |       |         |      |        |
| Barto             | ITS              | ITS   | UrB 1   | f    | URBAR  |
|                   |                  |       | UrB 2   | r    |        |
| Barto             | ftsZ             | ftsZ  | ftsZ 1  | f    |        |
|                   |                  |       | ftsZ 2  | r    |        |
| <b>RICKETTSIE</b> |                  |       |         |      |        |
| <b>BMRI</b>       |                  |       |         |      |        |
| Rickettsie        | Citrate synthase | CS    | 409f    | f    | FR     |
|                   |                  |       | 1258r   | r    |        |
| Rickettsie        | ompA             | ROMPA | 190-70  | f    | 1/2-70 |
|                   |                  |       | 190-180 | f    |        |
|                   |                  |       | 190-701 | r    |        |
| <b>EHRlichIA</b>  |                  |       |         |      |        |
| <b>BMEH</b>       |                  |       |         |      |        |
| Ehrlichia         | 16S spécifique   | 16S   | D       |      | DR     |
|                   |                  |       | R       |      |        |

Ensuite des nucléotides et de l'ADN polymérase (Taq Polymérase) sont ajoutés. Cette réaction est cyclique, et elle se fait en trois étapes :

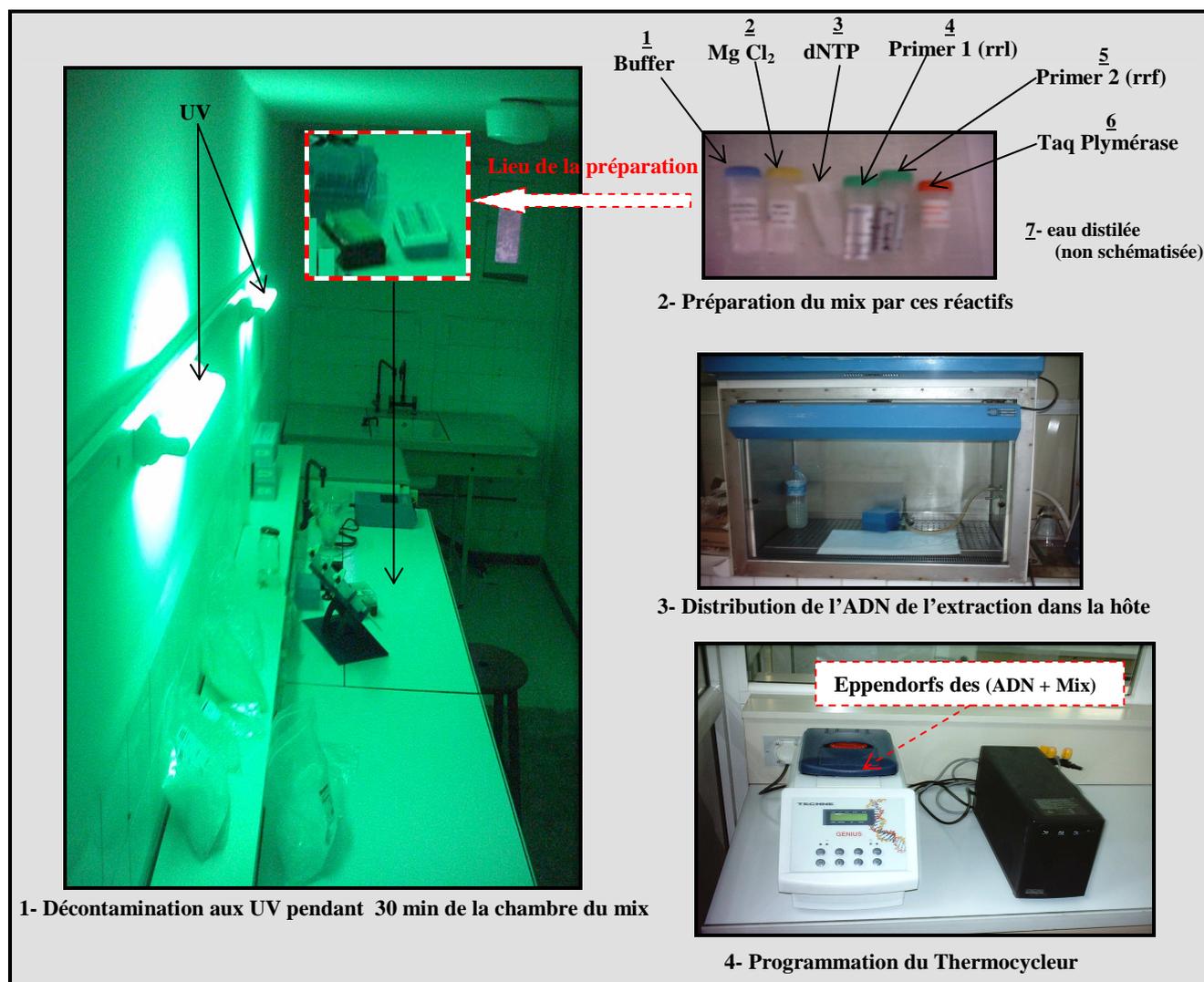
- **Dénaturation** : consiste à chauffer avec une température élevée pour séparer l'ADN à double brin en brisant les liaisons hydrogènes.
- **Hybridation** : une fois l'ADN séparé, on refroidit rapidement pour que les amorces se fixent à chaque extrémité complémentaire de l'ADN à simple brin.
- **La polymérisation ou élongation** : Après la fixation des amorces, l'ajout de la Taq polymérase et de nucléotide permet la synthèse des nouveaux brins d'ADN.
- **Nouvelle amplification.**

Ce cycle dénaturation–amplification est effectué **39** fois dans notre étude. De plus, Le programme du Thermocycleur pour *Rickettsia spp*, *Bartonella spp* ou *Ehrlichia spp* sont les suivants :

| <i>Rickettsia spp</i> (CS) |      |            |                       |
|----------------------------|------|------------|-----------------------|
| Premier cycle              | 95°C | 15 minutes | Dénaturation initiale |
| 39 cycles                  | 94°C | 1 minute   | Dénaturation          |
|                            | 58°C | 0,5 minute | Hybridation           |
|                            | 72°C | 1 minute   | Elongation            |
| Dernier cycle              | 72°C | 5 minutes  | Elongation finale     |

| <i>Ehrlichia spp</i> (Ehr) |      |            | <i>Bartonella spp</i> (URB) |      |            |
|----------------------------|------|------------|-----------------------------|------|------------|
| Premier cycle              | 95°C | 15 minutes | Premier cycle               | 95°C | 15 minutes |
| 39 cycles                  | 94°C | 1 minute   | 39 cycles                   | 94°C | 1 minute   |
|                            | 60°C | 0,5 minute |                             | 52°C | 0,5 minute |
|                            | 72°C | 1 minute   |                             | 72°C | 1 minute   |
| Dernier cycle              | 72°C | 5 minutes  | Dernier cycle               | 72°C | 5 minutes  |



**Figure 44** : Seconde étape de la PCR : Préparation du mix et programmation du Thermocycleur (Originale, 2006).

### II.7.2.3. Troisième étape :

#### II.7.2.3.1. Préparation du gel d'Agarose 1% :

- Prendre une bouteille à couvercle bleu de 500 ml de contenance, mettre 1 g d'agarose.
- Ajouter 100 ml de **TBE 1X**.
- Faire chauffer dans un four à Micro-onde pendant 10 minutes jusqu'à ce que le liquide devient limpide.
- Stoker le gel à température ambiante.

#### II.7.2.3.2. Coulage des gels dans la cuve à électrophorèse horizontale:

- Nettoyer la cuve avec son peigne à l'eau courante.
- Préparer un verre pour couler le gel.
- Verser 50 ml d'agarose à 1% dans le verre gradué puis ajouter 7µl de **BET**.



**BET** : C'est un produit très cancérigène. Il doit être conservé à 4°C et enrobé avec du papier aluminium à l'abri de la lumière.

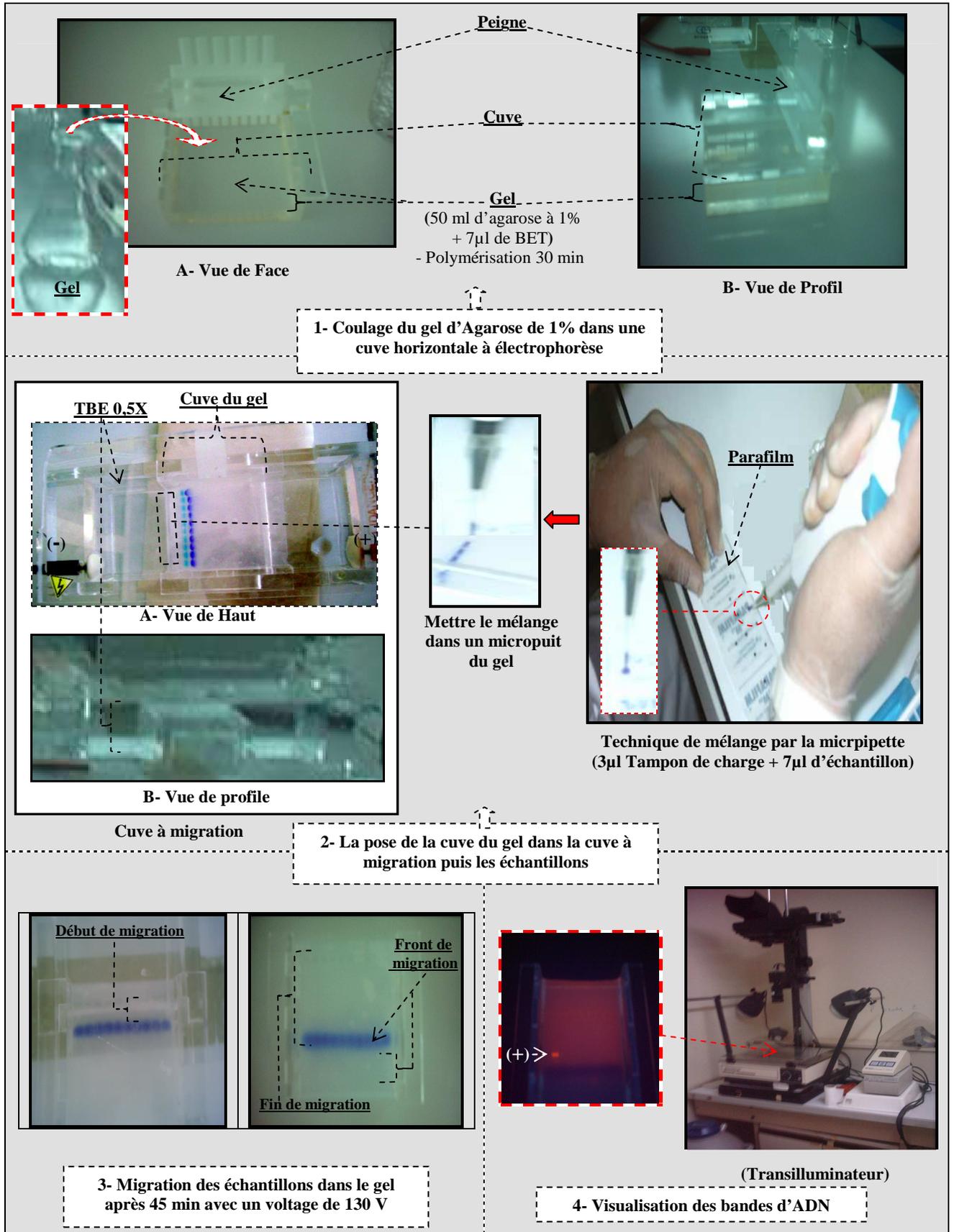
**Rôle du BET** : il est fluorescent et se fixe sur l'ADN (cette molécule s'intercale entre les bases de la molécule d'ADN) et va permettre la visualisation des bandes d'ADN dans le gel sur la table UV du transilluminateur.

- Au bout de 30 minutes le gel se polymérise puis retirer le peigne.
- Mettre le gel dans la cuve à migration contenant au préalable du **TBE 0,5X** (Annexe 09).
- Prendre un morceau de Parafilm sur lequel est mis pour chaque échantillon à part : 7µl d'échantillon et 3µl de **tampon de charge** (Bleu de Bromo phénol) qui assure le maintien du dépôt en immersion dans le puit et permet la visualisation de la migration.
- Mélanger l'échantillon et le tampon de charge, mettre le mélange dans un micro-puit du gel.
- Déposer dans le premier puit le marqueur VI de PM (**poids moléculaire**) d'une concentration de 0.25µg/µl.
- Les deux derniers sont réservés pour le témoin positif et le marqueur VI de P.M.
- Déposer les échantillons dans les autres puits.
- Fermer la cuve. Brancher les cordons de la cuve à l'alimentation de manière à ce que les dépôts soient côté cathode (-).
- Appliquer une tension de 100 V correspondant à environ 1 heure de migration. Les baisses de tensions entraînent des migrations plus longues.
- Couper l'alimentation quand le colorant a parcouru la distance requise ou laisser la migration arriver jusqu'à 1 cm du bord de la cuve (cette ligne est appelée le front de migration).
- Débrancher le générateur de la cuve.

#### **II.7.2.3.3. Visualisation (lecture) par Transilluminateur :**

La visualisation des bandes d'ADN du gel se fait sur la table UV du transilluminateur dans une chambre noire.

En fonction de la taille des fragments d'ADN étudiés, on repèrera la bande et sa taille respectivement par rapport au témoin positif et au marqueur VI de PM.



**Figure 45 :** Troisième étape de la PCR : Migration et visualisation des bandes d'ADN (Originale, 2006).



## II.8. ELEVAGE DES TIQUES :

### II.8.1. Les objectifs de l'élevage :

Les objectifs de l'élevage des tiques sont divers :

- Connaître les différentes étapes du cycle de développement des tiques de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* et leur durée dans les conditions du laboratoire.
- Détection des *Rickettsia sp.* sur ces tiques au cours de l'élevage. Cela pour mettre en évidence la transmission trans-stadiale et trans-ovarienne de l'agent pathogène par ces tiques.
- Déterminer le rapport entre le chien et la tique dans la transmission des rickettsies.

### II.8.2. Les tiques de l'élevage :

#### II.8.2.1. Espèce:

Les tiques femelles de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* récoltées sur des chiens ont été élevées dans notre laboratoire.

#### II.8.2.2. Sites des récoltes :

##### II.8.2.2.1. Alger:

Les tiques ont été récoltées par nos soins sur 46 chiens issus de la Wilaya d'Alger (Tableau XII; Annexe 10). Un total de 174 tiques a été collecté dont 69 femelles (gorgées et non gorgées). Le choix des tiques destinées à l'élevage s'est fait au hasard sur 20 tiques gorgées et chacune d'elle est issue d'un seul chien (20 chiens).

##### II.8.2.2.2. Tlemcen (Ghazaout) et Oran:

Les tiques ont été récoltées sur des chiens issus des deux Wilayates Tlemcen (Ghazaout) et Oran, par nos confrères dans le cadre de la surveillance entomologique de la **Fièvre Boutonneuse Méditerranéen** (F.B.M.). Les tiques ont été récoltées sur des chiens dont les propriétaires sont atteints de Fièvre Boutonneuse Méditerranéen.

Un total de 78 tiques a été récolté sur 15 chiens, 32 seulement ont été utilisées pour l'isolement et la détection des rickettsies.

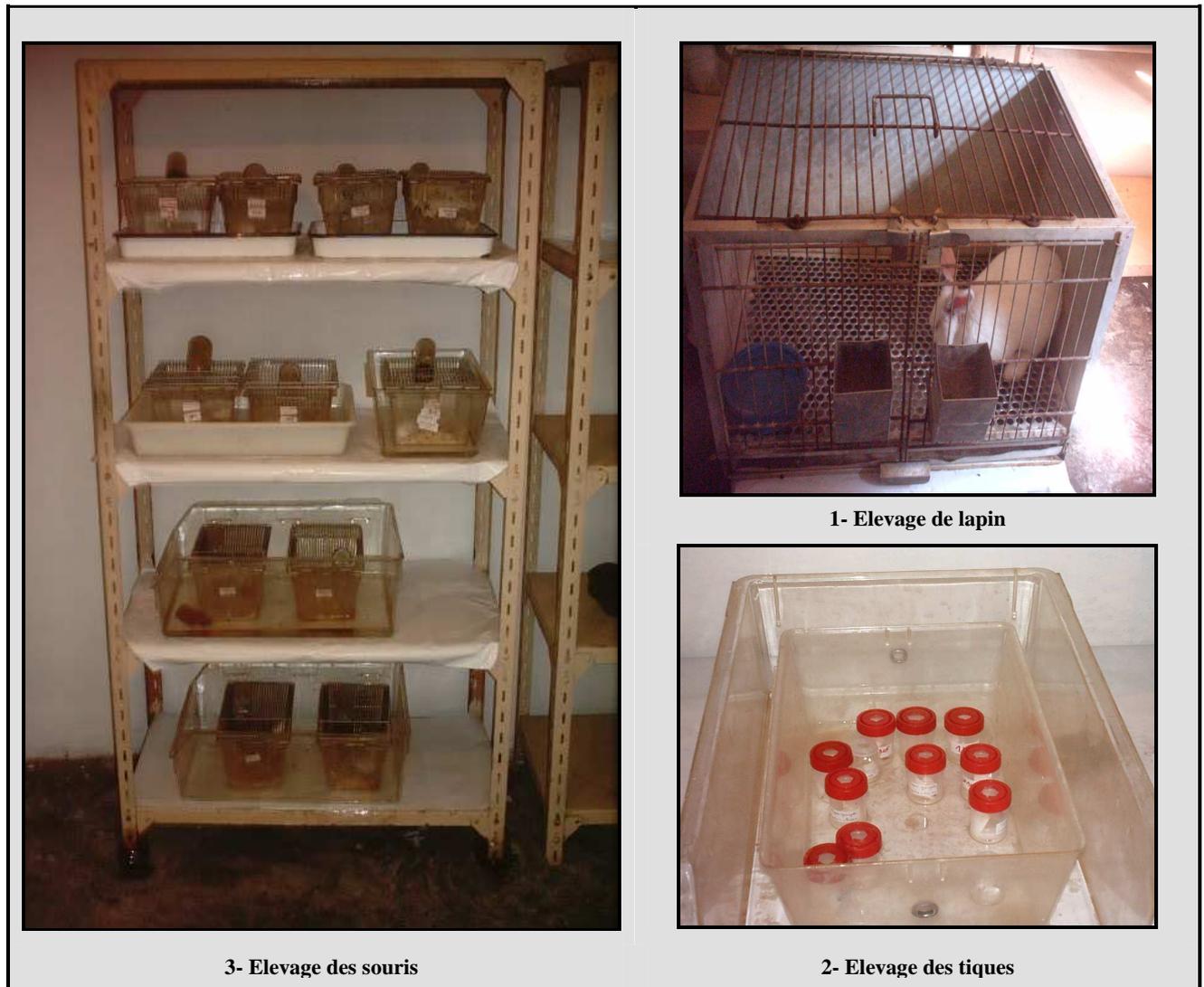
### II.8.3. Méthode d'élevage :

Les tiques sont conservées vivantes dans des tubes étiquetés contenant un papier absorbant imbibé d'eau. Ces tubes dont le bouchon en plastic est percé d'une multitude de trous qui permettent à l'air de circuler. Les tubes sont placés à l'intérieur d'une boîte, laquelle contient également un récipient ouvert rempli d'eau pour assurer une atmosphère suffisamment humide. Pour plus de sécurité un autre récipient plus grand est rajouté. Il est rempli d'eau, afin d'éviter une éventuelle fuite des tiques.



Dès l'éclosion, un changement de l'enceinte d'élevage s'impose. Ce qui implique, la préparation d'un lieu d'élevage plus grand pour les souris (**Fig. 46-3**) et les lapins (**Fig. 46-2**), afin de servir d'hôte pour les tiques (larves, nymphes et adultes).

Ainsi, les infestations des souris sont faites par des larves et des nymphes de première génération, et les lapins par des tiques adultes également de 1<sup>ère</sup> génération obtenue dans notre élevage.



**Figure 46** : Les différents lieux d'élevages (Originale, 2006).

### II.8.3.1. Infestation des souris :

#### II.8.3.1.1. Infestation par des larves :

Après l'éclosion des œufs, les larves sont laissées une dizaine de jours sans nourriture pour les affamer et les rendre plus agressives vis-à-vis des souris. La présentation aux souris se fait :

- Passivement: par la pose de la boîte contenant des larves dans la cage (**Fig 47-2**);

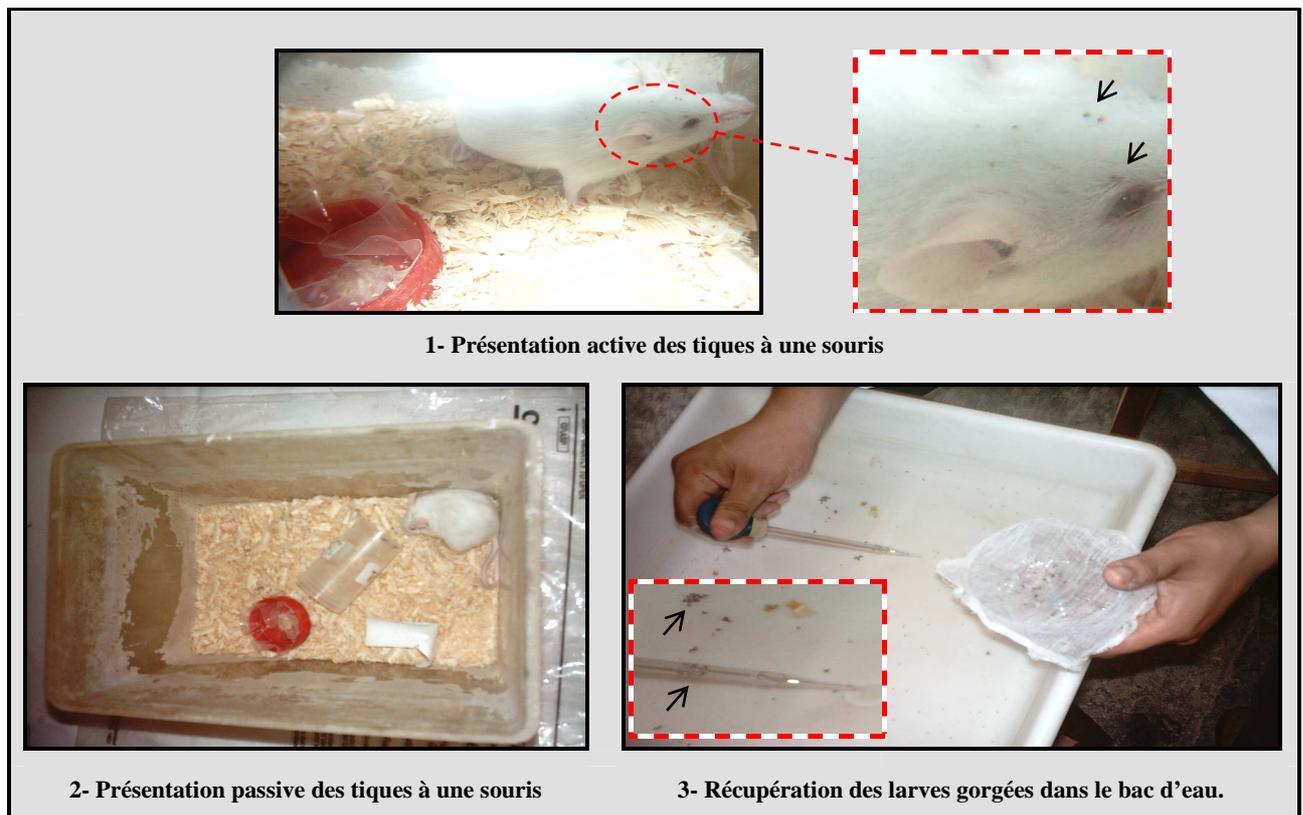


- Activement : par la pose des laves sur les souris directement, pour augmenter la chance de fixations d'un maximum de larves (**Fig 47-1**).

Ainsi, les souris infestées sont maintenues dans des cages, placées dans un bac d'eau pour récolter des larves gorgées, et aussi d'éventuelles larves qui se sont échappées.

Les tiques sont laissées pour se nourrir de sang pendant 3 à 5 jours. Après cette période, les larves gorgées se détachent et sont récupérées dans la cage et/ou repêchées dans le bac d'eau par aspiration à l'aide d'une pipette Pasteur montée avec une poire en plastic. Ces larves sont laissées sur du papier buvard pour sécher et elles sont remises dans des tubes en verre dont le bouchon plastic est percé par une multitude de trous (permet à l'air de circuler), et laissées dans des récipients ouverts remplis d'eau afin de subir une mue en nymphe.

A noter qu'il ne faut pas laisser ces larves gorgées plus de 48 heures dans l'eau, cela peut entraîner leur mort par noyade.



**Figure 47** : Présentation aux souris, gorgement et récupération des larves (Originale, 2006).

#### II.8.3.1.2. Infestation par des nymphes:

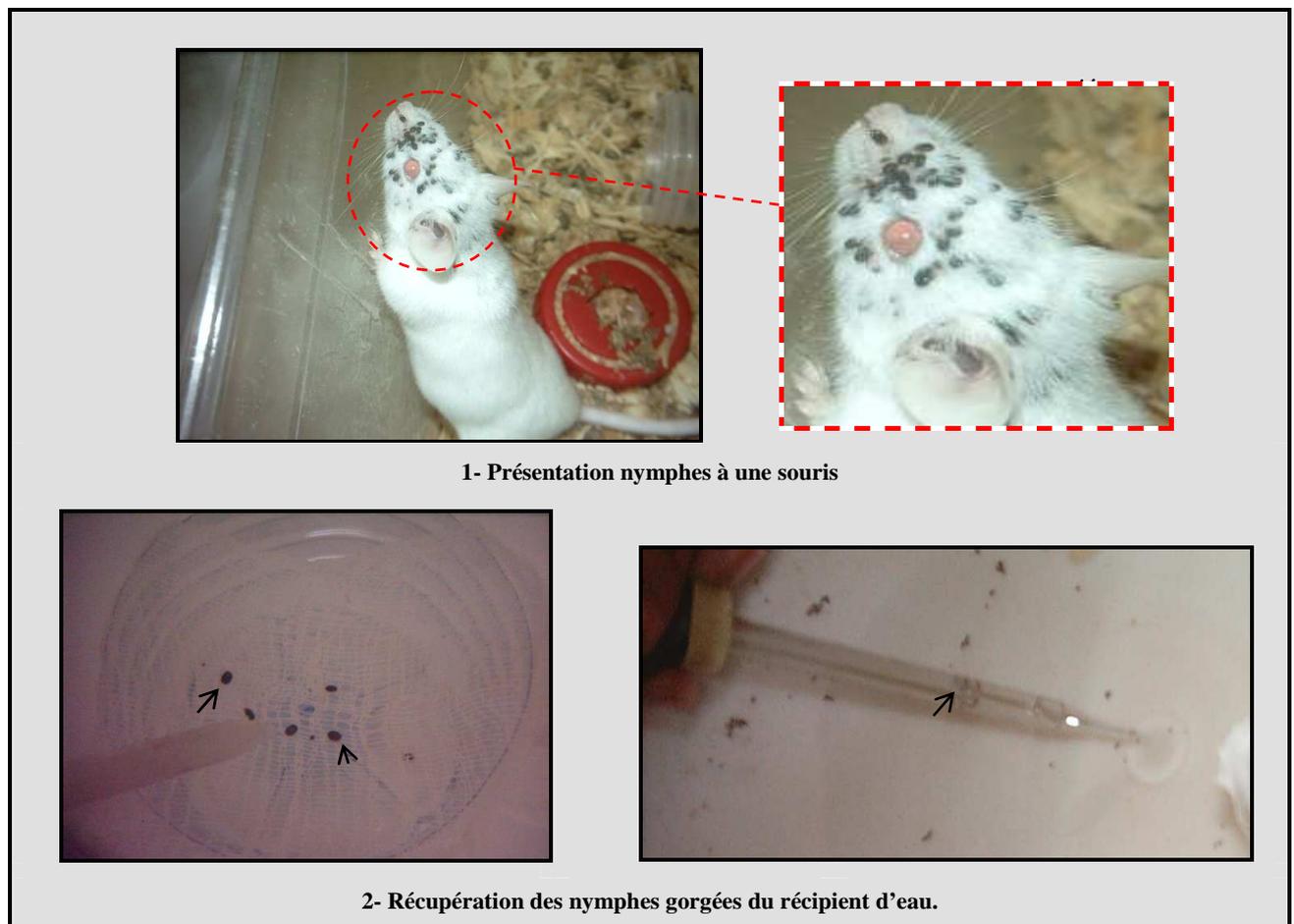
Après la mue des larves en nymphes (environ 1 mois ou plus), les nymphes sont laissées à leur tour une dizaine de jours sans nourriture pour les affamer et les rendre plus agressives vis-à-vis des souris. La présentation aux souris se fait de la même manière que pour les larves (passive ou active).



Ainsi, les souris infestées par les nymphes sont maintenues dans des cages, placées également dans un bac d'eau pour récolter des nymphes gorgées ou d'éventuelles nymphes échappées.

Les nymphes se nourrissent de sang pendant 5 à 7 jours. Les nymphes gorgées se détachent à leurs tours et sont récupérées dans la cage et/ou repêchées dans le bac d'eau par aspiration. Ces nymphes séchées et remises dans des tubes en verre dont le bouchon en plastic percé d'une multitude de trous. Comme les larves, les nymphes gorgées sont laissées dans des récipients ouverts remplis d'eau afin de leur permettre de subir une mue en adulte.

La charge des nymphes sur les souris doit être acceptable, pour éviter la mort de ces souris par perte d'une grande quantité de sang (spoliation). Aussi, pour ne pas perdre des nymphes gorgées par noyade, ces dernières doivent être repêchées hors de l'eau avant 48 heures.



**Figure 48** : Présentation aux souris, gorgement et récupération des nymphes (Originale, 2006).

### II.8.3.2. Infestation des lapins :

Après la mue des nymphes en adultes (1 mois voir plus), ces derniers sont laissées comme les larves et les nymphes une dizaine de jour sans nourriture pour les mêmes raisons. La présentation aux lapins est très différente à cause de l'attitude moins agressive des tiques adultes, leurs mouvements et leurs tailles détectables par les lapins qui finissent par les chasser en se grattant.

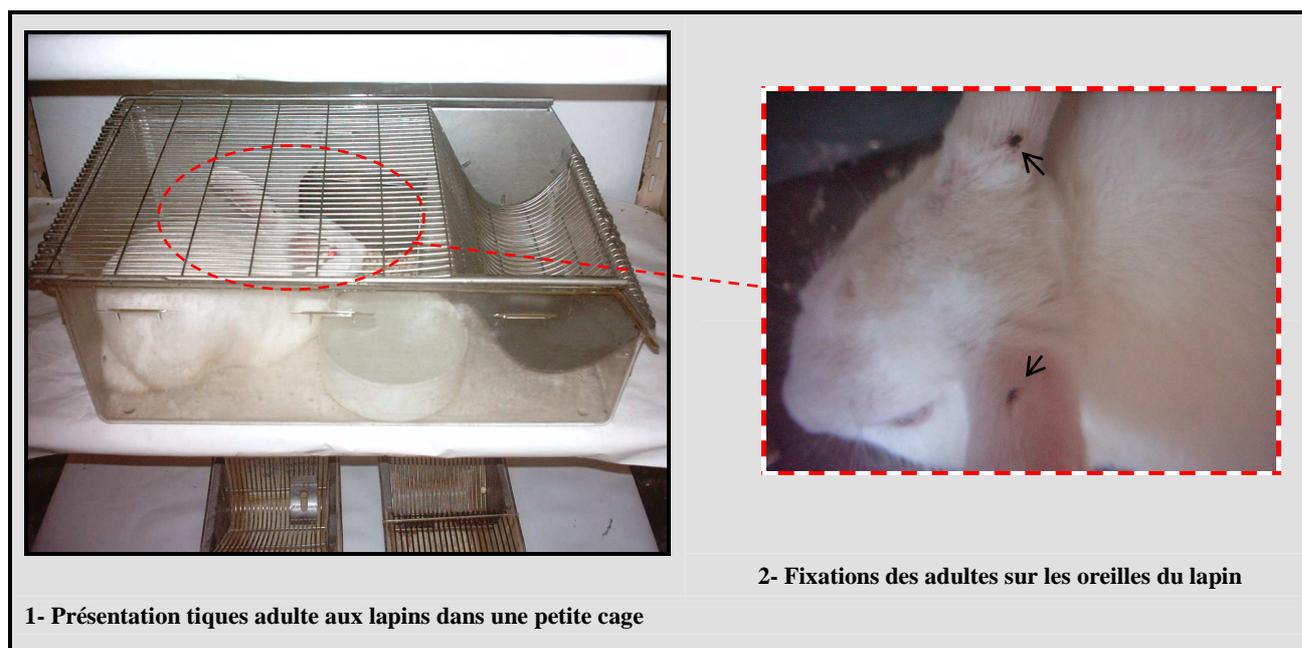


Deux techniques ont été utilisées :

1. Nous plaçons des fourreaux en tissu sur les oreilles du lapin en prenant soin de bien les fixer à l'aide de bandes adhésives en tissu. Nous introduisons une dizaine de femelles et de mâles par oreille. Les mâles servent à stimuler les femelles et les incitent à se gorger. Les fourreaux sont fermés à l'aide du tissu adhésif et des élastiques. Cette technique est trop risquée pour des lapins très actifs qui risquent de s'automutiler.
2. Pour éviter ce risque, nous avons placés le lapin 48 heures dans une cage étroite afin qu'il ne puisse pas se gratter et permettre ainsi aux tiques adultes de se fixer.

Ces tiques adultes sont laissées sur les lapins afin de se nourrir de sang pendant 15 jours. Après cette période, les adultes gorgées se détachent à leur tour et sont récupérés dans la cage. Les tiques adultes une fois gorgées ne peuvent pas fuir vu leur poids. Ces tiques gorgées de 1<sup>ère</sup> génération sont déposées dans des tubes en verre dont le bouchon en plastic à multiples trous, en vu d'obtenir des **œufs de deuxième génération**.

Les mêmes étapes de l'élevage sont reproduites pour les tiques de la deuxième génération.



**Figure 49** : Présentation aux lapins, gorgement et récupération des adultes (Originale, 2006).

## II.9. ANALYSE STATISTIQUE :

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel Stat View. Nous avons utilisé le test de l'ecart réduit ou bien de khi deux. La différence est considérée significative au risque d'erreur à 5 %.

**Chapitre V :**

**Résultats & Discussions**

# Résultats



## I. LES RICKETTSIOSES

### I.1. LE CHIEN :

#### I.1.1. Les différentes récoltes:

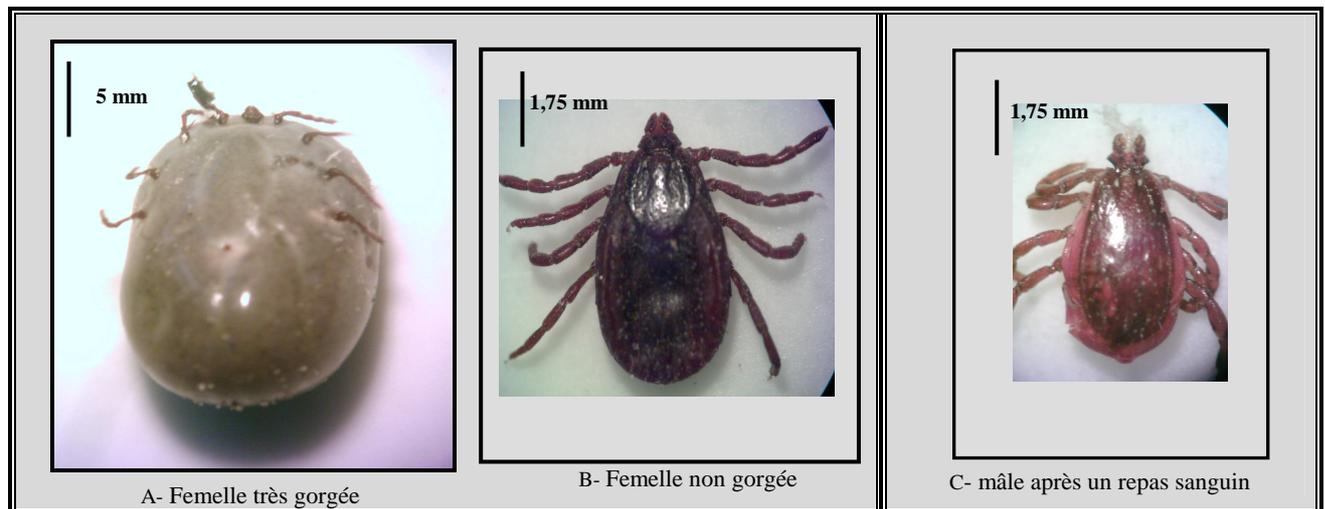
##### I.1.1.1. Résultats de la récolte des tiques:

###### I.1.1.1.1. Les tiques de la région d'Alger : (Tableau XII, Annexe 10)

Un total de 174 tiques ont été récoltées sur 46 chiens parmi les 227 examinés par nos soins. L'identification des tiques récoltées a permis de mettre en évidence un seul genre *Rhipicephalus* et une seule espèce *Rhipicephalus sanguineus*. Toutes les tiques récoltées sont des adultes à l'exception de deux nymphes. Pour le sexe, le nombre de mâles était plus élevé que celui des femelles. Au cours de notre enquête, nous avons notés que les deux sexes des *Rhipicephalus sanguineus* prenaient un seul repas sanguin sur les chiens. Le repas des tiques mâles est fugace (très faible quantité de sang ingéré) (Fig. 50).

**Tableau XII:** Effectif des tiques adultes récoltées sur les chiens d'Alger

| Total des chiens infestés | Total des tiques adultes | Tiques adultes Mâles | Tiques adultes Femelles |
|---------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| 46                        | 172                      | 103                  | 69                      |



**Figure 50 :** Des tiques d'espèce *Rhipicephalus sanguineus* (Originale, 2006)

###### I.1.1.1.2. Les tiques de Tlemcen et d'Oran :

Au total, soixante-dix-huit (78) tiques ont été collectées sur 15 chiens appartenant à des propriétaires atteints de **Fièvre Boutonneuse Méditerranéenne**. Elles ont été maintenues vivantes jusqu'au leur transport au laboratoire où leurs élevage a été réalisé.



**I.1.1.2. Résultats de la récolte des puces :**

Sur les 227 chiens examinés, 54 puces ont été récoltées. La majorité des puces appartiennent au genre *Ctenocephalides* et l'espèce *C. canis*.

On note que sur les 227 chiens examinés, seulement 05 chiens étaient infestés de puces (tableau XIII). Aucune puce n'a pu être récoltée sur le chien n°174 à cause de son agressivité.

**Tableau XIII:** Les différentes puces récoltées sur les chiens de la région d'Alger.

| Renseignements<br>Chien | Âge<br>(mois) | Sexe    | Les puces récoltées sur les chiens |                              |
|-------------------------|---------------|---------|------------------------------------|------------------------------|
|                         |               |         | Nombre                             | espèce                       |
| N° 2                    | 24 mois       | Femelle | 03                                 | <i>Ctenocephalides canis</i> |
| N° 174                  | 07 mois       | Mâle    | 00                                 | -----                        |
| N° 176                  | 08 mois       | Femelle | 02                                 | <i>Ctenocephalides canis</i> |
| N° 190                  | 03 mois       | Mâle    | 34                                 | <i>Ctenocephalides canis</i> |
| N° 199                  | 03 mois       | Femelle | 15                                 | <i>Ctenocephalides canis</i> |

**I.1.1.3. Les prélèvements sanguins:**

Un total de 219 prélèvements de sang a été effectué sur 227 chiens examinés. Le mauvais état de santé de quelques chiens ou le refus de leur propriétaire, ne nous a pas permis de prélever la totalité des chiens (Tableau XIV). Certains chiens des chenilles, des cliniques vétérinaires et de la fourrière canine, sont issus ou capturés dans différentes localités de la région d'Alger (Annexe 20).

**Tableau XIV :** Les prélèvements sanguins et les différentes récoltes sur des chiens dans la région d'Alger

| Localité                       | Nombre<br>chiens examinés | Prélèvements<br>de sang | Chiens infestés |       |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|-------|
|                                |                           |                         | Tiques          | Puces |
| - Fourrière canine (Ruisseaux) | 113                       | 113                     | 23              | ---   |
| - ENV (El-Harrach)             | 7                         | 6                       | 1               | ---   |
| - Ouled Fayet (*)              | 13                        | 13                      | 2               | ---   |
| - Baraki (*)                   | 8                         | 8                       | 3               | ---   |
| - Draria                       | 23                        | 18                      | 12              | 2     |
| - El-Mohammadia                | 21                        | 21                      | 1               | 1     |
| - Kouba                        | 1                         | 1                       | ---             | ---   |
| - Réghaia                      | 6                         | 6                       | 1               | ---   |
| - Parc zoologique              | 4                         | 4                       | ---             | ---   |
| - Bouchaoui (*)                | 24                        | 24                      | ---             | ---   |
| - Bikhadem                     | 5                         | 5                       | 1               | ---   |
| - Sidi Fredj (IPA)             | 2                         | ---                     | 2               | 2     |
| - Total                        | 227                       | 219                     | 46              | 5     |

(\*) Des chenilles



## I.1.2. Résultats des analyses de laboratoire:

### I.1.2.1. Les tiques:

La recherche des *Rickettsia sp* et *Bartonella sp* par P.C.R. a porté sur 17 tiques sur un total de 174 tiques. Ces dernières sont choisies au hasard. Chaque tique est issue d'un seul chien et porte un numéro et un code afin de la distinguer sur le gel.

L'analyse par PCR révèle deux tiques positives à *Rickettsia sp* après visualisation des bandes d'ADN lors de la migration sur gel d'agarose 1,5% (tableau XV). Cette migration d'ADN amplifiée par P.C.R. révèle la présence d'ADN du genre *Rickettsia*, avec des bandes homogènes, uniformes de même poids moléculaire 620 pb, pour le gène *ompA* des amorces : Rompa 190-70f, Rompa 190-180f et Rompa 190-701r (Fig. 51).

L'ADN du genre *Bartonella*, n'a pas été détecté par P.C.R. chez les tiques. La seule bande visible était celle du témoin positif, comprise entre 629 à 630 pb du gène ITS des amorces : UrB 1, UrB 2 (Fig. 52).

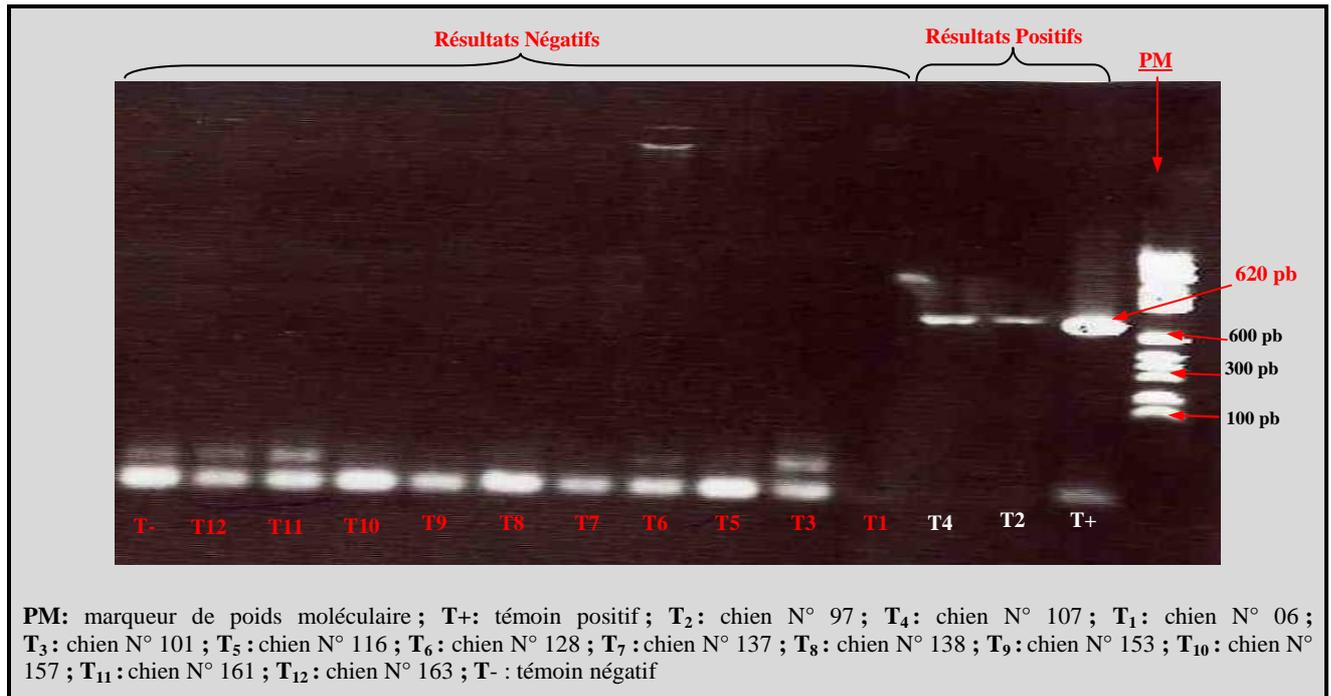
**Tableau XV** : Résultats de la PCR (*Rickettsia sp* et *Bartonella sp*) sur les tiques de chiens

| Code            | Numéro des tiques /chiens | PCR <i>Rickettsia sp</i> | PCR <i>Bartonella sp</i> |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| T <sub>1</sub>  | N° 06                     | -                        | -                        |
| T <sub>2</sub>  | N° 97                     | +                        | -                        |
| T <sub>3</sub>  | N° 101                    | -                        | -                        |
| T <sub>4</sub>  | N° 107                    | +                        | -                        |
| T <sub>5</sub>  | N° 116                    | -                        | -                        |
| T <sub>6</sub>  | N° 128                    | -                        | -                        |
| T <sub>7</sub>  | N° 137                    | -                        | -                        |
| T <sub>8</sub>  | N° 138                    | -                        | -                        |
| T <sub>9</sub>  | N° 153                    | -                        | -                        |
| T <sub>10</sub> | N° 157                    | -                        | -                        |
| T <sub>11</sub> | N° 161                    | -                        | -                        |
| T <sub>12</sub> | N° 163                    | -                        | -                        |
| T <sub>13</sub> | N° 171                    | -                        | -                        |
| T <sub>14</sub> | N° 176                    | -                        | -                        |
| T <sub>15</sub> | N° 189                    | -                        | -                        |
| T <sub>16</sub> | N° 190                    | -                        | -                        |
| T <sub>17</sub> | N° 196                    | -                        | -                        |

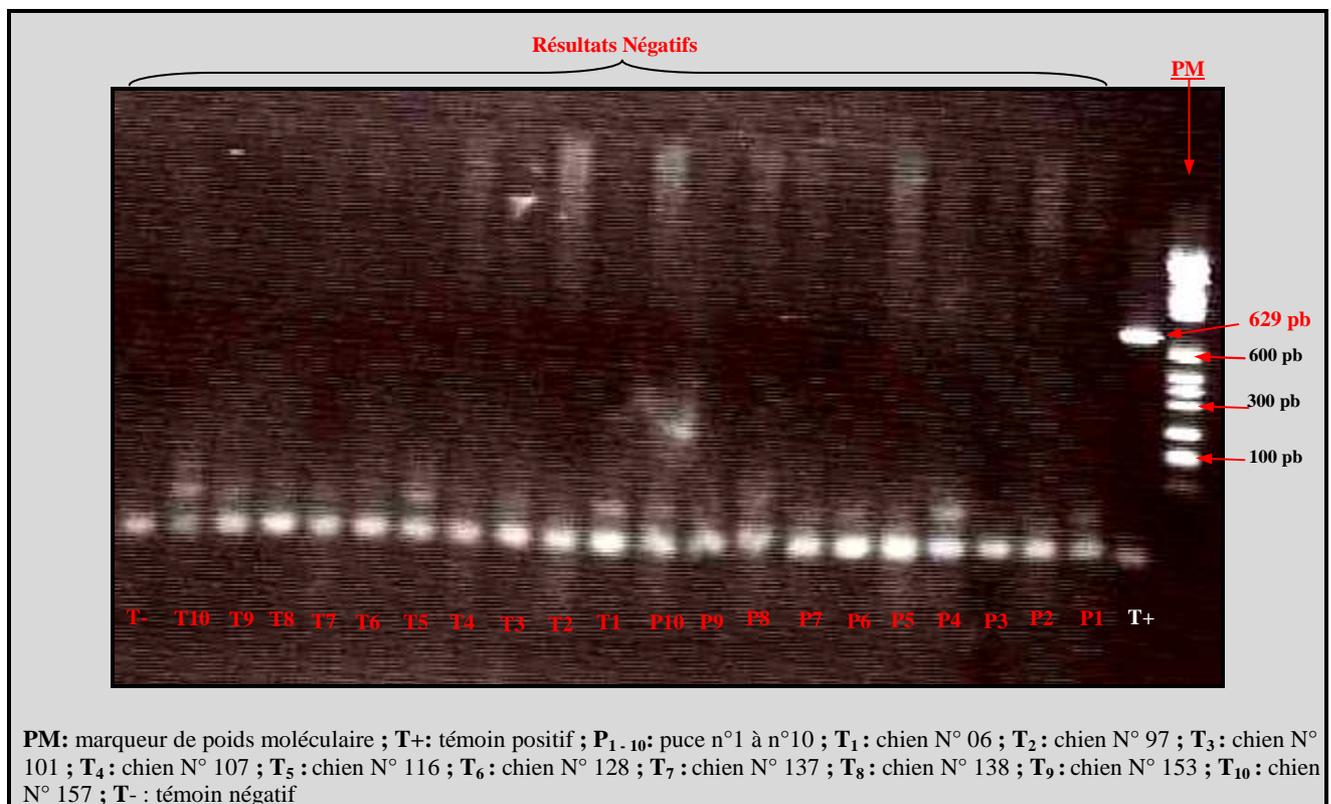
(+) PCR positive ; (-) PCR négative

### I.1.2.2. Les puces:

Le résultat de la PCR pour la recherche d'ADN de *Bartonella sp.* (Fig. 52) et de *Rickettsia sp.* sur dix (10) puces *Ctenocephalides canis* récoltées sur cinq chiens, est négatif. Les autres spécimens ont été utilisés pour l'élevage des puces.



**Figure 51** : Gel de PCR de *Rickettsia sp.* (gène *ompA*) sur des tiques de chiens (Originale, 2006)



**Figure 52** : Gel de PCR de *Bartonella sp.* (gène ITS) sur tiques et puces des chiens (Originale, 2006)



### I.1.2.3. Le sang des chiens:

Seuls 80 prélèvements de sang ont été analysés par P.C.R. sur les 219 récoltés (Annexe 11), car nous avons eu à notre disposition une quantité limitée des primers de *Rickettsia sp*, *Bartonella spp* et *Ehrlichia sp*.

#### I.1.2.3.1. Les résultats globaux:

Au total, 34 chiens étaient atteints des rickettsioses sur les 80 testés par PCR, soit un taux de 42,50%. En outre, six (06) chiens se sont révélés positifs à *Rickettsia sp*, soit 7,50 % des échantillons sanguins testés, treize (13) à *Bartonella sp*, soit 16,25 % et vingt trois (23) à *Ehrlichia sp*, soit 28,75 %.

Nous avons également observé l'existence des co-infections sur 08 chiens notamment. 26 chiens sont atteints par un seul germe, soit par *Rickettsia*, par *Bartonella* ou par *Ehrlichia*. Très peu de chiens porteurs de plusieurs germes différents (co-infections). Les co-infections existantes sont à deux germes (tableau XVI).

**Tableau XVI** : Les différents types de co-infections des rickettsiennes chez les chiens.

| Type d'infection | Un seul germe | Co-infection                  |                             |                             |
|------------------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                  |               | <i>Rickettsia -Bartonella</i> | <i>Bartonella-Ehrlichia</i> | <i>Ehrlichia-Rickettsia</i> |
| Nombre           | 26            | 01                            | 04                          | 03                          |

Après migration sur gel d'agarose 1,5%, la migration d'ADN amplifié par PCR révèle la présence des différents gènes recherchés:

- **Genre *Rickettsia*** : les bandes d'ADN de 620 pb pour le gène *ompA* (Fig. 53).
- **Genre *Bartonella*** : les bandes d'ADN de 230 pb pour le gène *fts Z* (Fig. 54).
- **Genre *Ehrlichia*** : les bandes d'ADN de 360 pb pour le gène 16S ARNr (Fig. 55, Annexe 13).

Il très important de confirmer les résultats positifs par la recherche d'un deuxième gène différent du premier, exemples :

- Pour *Rickettsia sp.*, on utilise le gène *ompA* et un deuxième gène Citrate synthase « *gltA* ».
- Pour *Bartonella sp.*, on utilise le gène ITS et *fts Z*.
- Pour *Ehrlichia sp.*, on a utilise le seul gène disponible, le 16S ARNr.

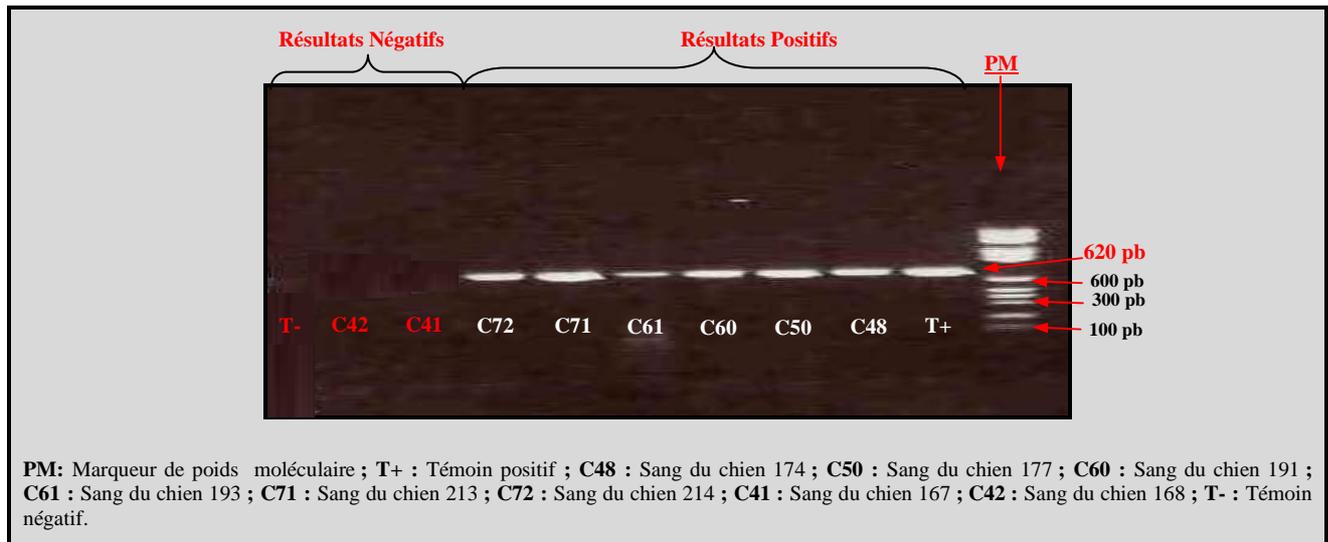


Figure 53 : Gel de PCR de *Rickettsia sp.* (gène *ompA*) sur du sang des chiens (Originale, 2006)

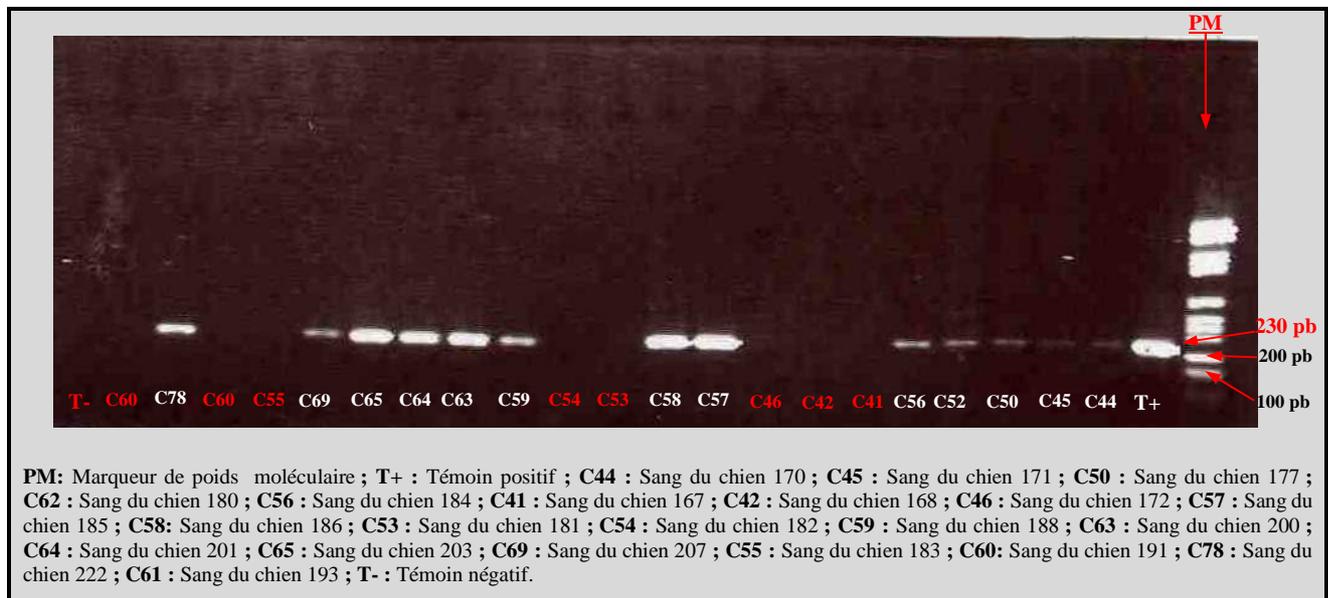


Figure 54 : Gel de PCR de *Bartonella sp.* (gène *ftsZ*) sur du sang des chiens (Originale, 2006)

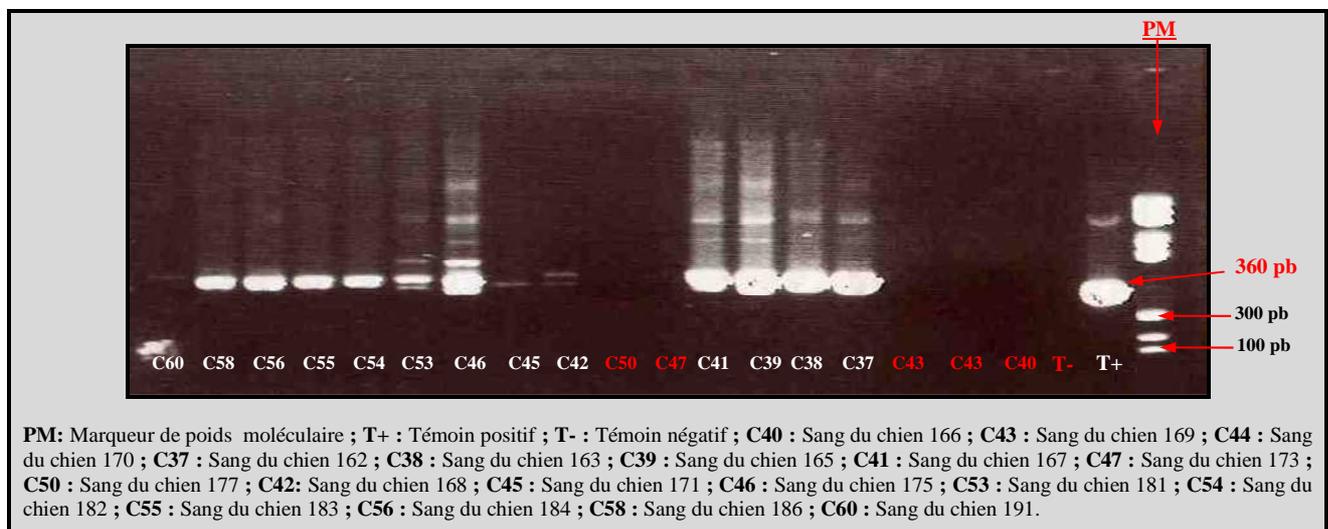


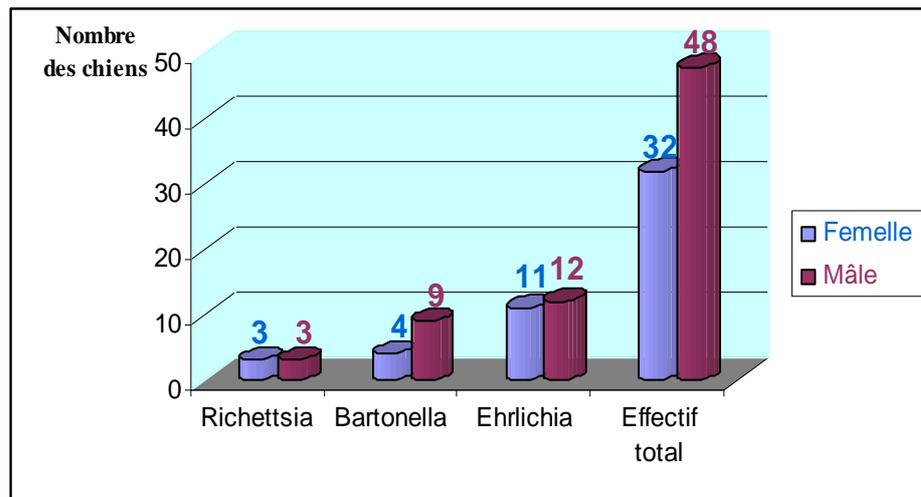
Figure 55 : Gel de PCR d'*Ehrlichia sp.* (gène 16S ARNr) sur du sang des chiens (Originale, 2006)



### I.1.2.3.2. Répartition des rickettsioses en fonction du sexe des chiens:

Les échantillons ont été pris au hasard sur les 219 prélèvements effectués. Sur un total de 80 prélèvements de sang sur les chiens, 32 sont des femelles et 48 des mâles, soit des taux respectifs de 40% et de 60% (Fig.56, Annexe 14).

Les rickettsioses touchent les deux sexes sans distinction. Le nombre de chiens atteints est important, 24 mâles contre 18 femelles. Statistiquement, cette différence est non significative à  $p < 0,05$ .



**Figure 56 :** Répartition des rickettsioses en fonction du sexe des chiens

### I.1.2.3.3. Répartition des rickettsioses en fonction de l'âge des chiens:

Nous avons réparti les 80 chiens en trois tranches d'âge. Cette distribution a donné lieu à une prédominance de la tranche d'âge de 1 à 4 ans avec 47 cas (58,7%), moins d'1 année avec 19 (23,7%) et au-delà de 4 ans, 14 cas soit 17,5%. Le chien le plus âgé dans notre étude ne dépassait pas les 12 ans (Annexe 15).

La répartition des rickettsioses en fonction de l'âge des chiens, dépistées par PCR est la suivante (Figure 57):

- 07 chiens positifs âgés de moins d'1 an sur 19, ce qui correspond à 20,59% de l'échantillon atteint.
- 17 chiens positifs dans la tranche d'âge de 1 à 4 ans (50%).
- 10 chiens positifs âgés de plus de 4 ans (29,41%).

Les chiens atteints de rickettsioses représentent la tranche d'âge de 1 à 4 ans. La tranche la plus touchée est celle âgée de plus de 4 ans avec 10 chiens sur 14, soit un taux de 71,4% (Annexe 15).

Ces différences dans les pourcentages par rapport à la tranche d'âge sont significatives à  $p < 0,05$ .

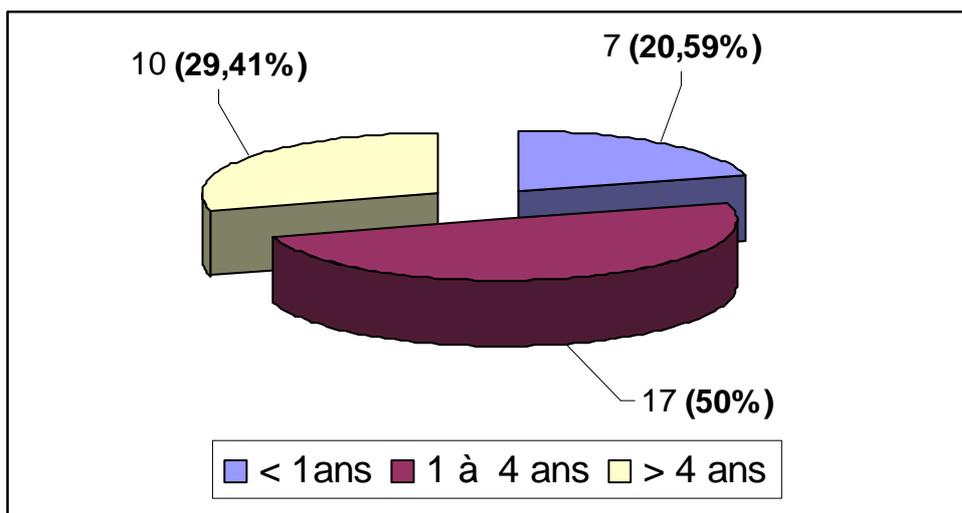


Figure 57 : Répartition des rickettsioses en fonction de l'âge des chiens

#### I.1.2.3.4. Répartition des rickettsioses en fonction de la race des chiens:

Sur les 80 chiens étudiés, la race la plus importante en nombre est le Berger Allemand avec 36 chiens (45%), sans doute à cause de l'engouement des propriétaires pour cette race; suivie par la race Rottweiler avec 11 chiens (13,75%), puis le Berger croisé et Commune avec le même nombre 09 chiens (11,25%). Enfin, les autres races étant représentées par 1 et 2 chiens (1,25% - 2,5%) (Annexe 18).

Sur les 16 races recensées, 11 d'entre-elles sont touchées par les rickettsioses. La moitié de l'effectif des quatre races les plus dominantes sont touchées (exemple: Berger Allemand 17 sur 36, Rottweiler 4 sur 11). Les autres races, bien que très réduites en nombre, sont touchées avec un taux de 100% (Fig. 58, Annexe 18). Ces différences dans les pourcentages par rapport à la race sont non significatives à  $p < 0,05$ .

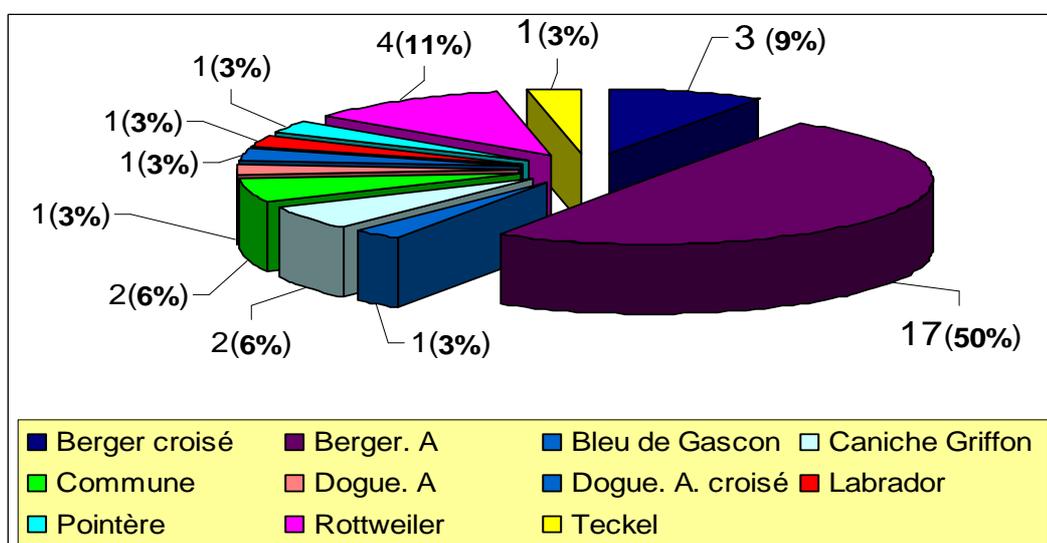


Figure 58 : Répartition des rickettsioses en fonction de la race des chiens



**I.1.2.3.5. Répartition des rickettsioses en fonction des localités (Communes ou Daïra) :**

Dans le cadre de notre travail, nous avons tenté de connaître l'origine des chiens dans le but d'établir une cartographie des différentes régions d'Alger touchées.

On remarque que les 18 localités sont touchées par différentes rickettsioses, dont 04 touchées par *Rickettsia sp*, 09 par *Bartonella sp* et 15 par *Ehrlichia sp*. Une large dispersion d'*Ehrlichia* par rapport aux autres rickettsioses est notée dans la région d'Alger. On constate 72% des localités qui sont touchées par les rickettsioses (Tableau XVII).

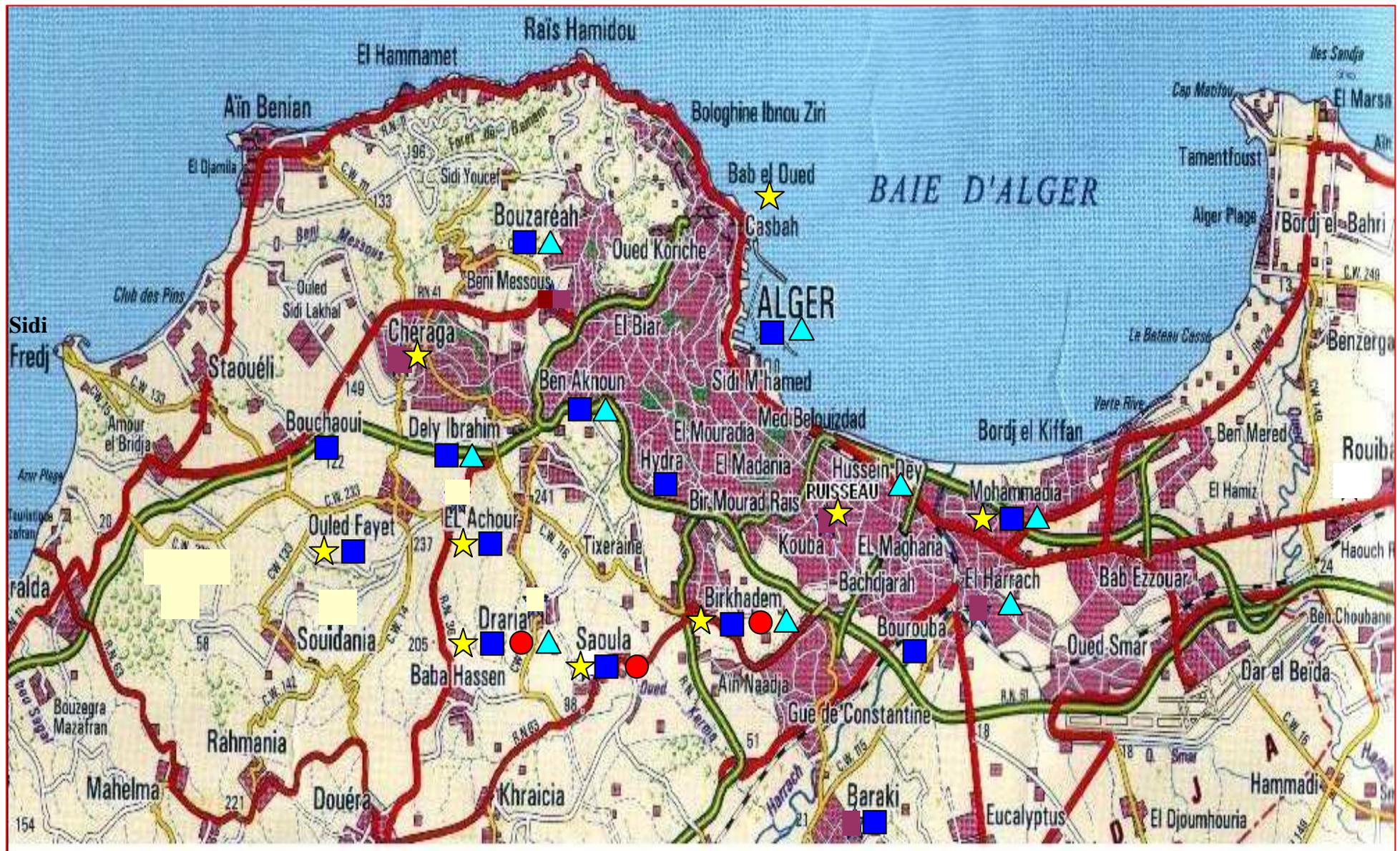
La commune la plus touchée est celle de BirKhadem avec 08 cas, dans laquelle on retrouve les trois germes : *Rickettsia*, *Bartonella* et *Ehrlichia*, suivie de Draria et de Saoula avec 5 cas, avec deux cas de co-infection pour les trois localités (Fig. 59). Pour les autres localités, le nombre varie de 1 à 3 cas.

**Tableau XVII :** La répartition des rickettsioses dans les différentes localités d'Alger.

| Numéro du chien | Origine       | PCR Rickettsioses |           |           | Total des rickettsioses | Nombre de chiens touchés |               |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------------------|---------------|
|                 |               | Rick              | Bart      | Ehr       |                         | 1 germe                  | Co-infections |
| 1               | Baraki        |                   |           | 3         | 3                       | ---                      |               |
| 2               | Birkhadem     | 1                 | 3         | 4         | 8                       | 4                        | 2             |
| 3               | El-Achour     |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| 4               | Saoula        | 3                 |           | 2         | 5                       | 1                        | 2             |
| 5               | Draria        | 1                 | 2         | 2         | 5                       | 1                        | 2             |
| 6               | Bourouba      |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| 7               | El-harrach    |                   | 2         |           | 2                       | 2                        | ---           |
| 8               | El-mohammadia |                   | 1         | 2         | 3                       | 3                        |               |
| 9               | Ben-Aknoun    |                   | 1         | 1         | 2                       | ---                      | 1             |
| 10              | Hussein-Dey   |                   | 1         |           | 1                       | 1                        | ---           |
| 11              | Dely-Brahim   |                   | 1         | 1         | 2                       | 2                        | ---           |
| 12              | Réghaia       |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| 13              | Ouled-Fayet   |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| 14              | Bouzareah     |                   | 1         | 1         | 2                       | 2                        | ---           |
| 15              | Birtouta      | 1                 |           |           | 1                       | 1                        | ---           |
| 16              | Hydra         |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| 17              | Alger centre  |                   | 1         | 1         | 2                       | ---                      | 1             |
| 18              | Bouchaoui     |                   |           | 1         | 1                       | 1                        | ---           |
| <b>Total</b>    |               | <b>6</b>          | <b>13</b> | <b>23</b> | <b>42</b>               | <b>26</b>                | <b>8</b>      |

Rick: *Rickettsia*, Barto: *Bartonella*, Ehr: *Ehrlichia*.

**Figure 59** : Distribution des rickettsioses dans les différentes localités de la région d'Alger (I.N.C., 1999)



— Les localités touchées par : **Bactéries** (● *Rickettsia* ; ▲ *Bartonella* ; ■ *Ehrlichia*) ; **Protozoaire** (★ *Babesia*)

**Remarque** : Réghaïa et Birtouta sont aussi deux localités touchées par les rickettsioses mais non schématisées sur la figure



### I.1.2.3.6. Les observations cliniques sur les chiens :

Six (06) chiens sur les 34 atteints par les rickettsioses ont manifesté des signes cliniques non spécifiques (Tableau XVIII). Six chiens étaient en mauvais état général (cachexie, abattement) lors de l'examen. Notons aussi, que les signes ne sont pas constants pour toutes les rickettsioses. 85% des chiens atteints de rickettsioses étaient asymptomatiques.

**Tableau XVIII** : Les renseignements cliniques des six chiens atteints de rickettsioses.

| observations cliniques<br>N° des chiens | Etat général | Température (C°) | Ganglions poplités | Muqueuses | Tégument | PCR Rickettsioses |       |     |
|---|--------------|------------------|--------------------|-----------|----------|-------------------|-------|-----|
|   |              |                  |                    |           |          | Rick              | Barto | Ehr |
| N° 171                                  | Mauvais      | Normale          | -                  | Pâle      | Normal   |                   | +     | +   |
| N° 177                                  | Mauvais      | 39,5             | -                  | Rose      | Normal   | +                 | +     |     |
| N° 180                                  | Mauvais      | Normale          | -                  | Ictère    | Normal   |                   | +     |     |
| N° 182                                  | Mauvais      | Normale          | -                  | Ictère    | Normal   |                   |       | +   |
| N° 191                                  | Mauvais      | Normale          | -                  | Rose      | Normal   | +                 |       | +   |
| N° 193                                  | Mauvais      | Normale          | +                  | Pâle      | Terne    | +                 |       |     |

Rick: *Rickettsia*, Barto: *Bartonella*, Ehr: *Ehrlichia*.

### I.1.2.3.7. Relation entre la présence des tiques (vecteurs) et l'existence de rickettsioses chez le chien (réservoirs) :

Afin d'établir une relation entre le réservoir et les vecteurs vis-à-vis des rickettsioses (*Rickettsia* et *Bartonella*), le sang de quelques chiens et leurs tiques ont été analysés par PCR. Pour six (06) chiens, l'analyse de leurs tiques et du sang a révélé un résultat négatif. L'ADN de *Rickettsia* a été détecté par PCR chez deux tiques appartenant aux chiens n°97 et n°107 mais pas dans leur sang. Inversement, l'ADN de *Bartonella*, a été détecté dans le sang du chien n°171 mais pas dans la tique.

**Tableau XIX** : La relation chien/tique vis-à-vis des rickettsioses.

| N° chien | PCR | Tique             |                   | Sang de chien     |                   |
|----------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|          |     | <i>Rickettsia</i> | <i>Bartonella</i> | <i>Rickettsia</i> | <i>Bartonella</i> |
| N° 97*   |     | +                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 107*  |     | +                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 137   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 153   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 157   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 161   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 163   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |
| N° 171   |     | -                 | -                 | -                 | +                 |
| N° 196   |     | -                 | -                 | -                 | -                 |

(\*) Le sang de ces chiens était analysé après avoir constaté la positivité de leurs tiques.



**I.2. LES HERISSONS :**

**I.2.1. Récoltes de tiques :**

Notre échantillon de hérissons (*Aterix algirus*), était constitué de trois adultes (un mâle et deux femelles) et deux jeunes (Tableau XX). Un total de 198 tiques ont été récoltées sur les cinq spécimens capturés à Alger (Sidi-Fredj).

On remarque que l'hérisson H<sub>1</sub> est hyperparasité par l'espèce *Ixodes ricinus*, surtout par des femelles gorgées (Fig. 60). Par contre, les autres étaient infestés essentiellement par l'espèce *Hyalomma detritum detritum* (Fig. 61) (Tableau XX).

**Tableau XX:** Les différentes tiques récoltées sur les hérissons capturés à Alger (Sidi-Fredj).

| Renseignements<br>Hérisson   | Âge    | Sexe    | Tiques récoltées sur les hérissons |        |       |                                   |        |       |
|------------------------------|--------|---------|------------------------------------|--------|-------|-----------------------------------|--------|-------|
|                              |        |         | <i>Ixodes ricinus</i>              |        |       | <i>Hyalomma detritum detritum</i> |        |       |
|                              |        |         | adulte*                            | nymphe | larve | adulte*                           | nymphe | larve |
| Hérisson 1 (H <sub>1</sub> ) | Adulte | Mâle    | 127 ♀<br>01 ♂                      | 00     | 00    | 00 ♀<br>02 ♂                      | 00     | 00    |
| Hérisson 2 (H <sub>2</sub> ) | Adulte | Femelle | 00                                 | 00     | 00    | 06 ♀<br>06 ♂                      | 15     | 00    |
| Hérisson 3 (H <sub>3</sub> ) | Adulte | Femelle | 01 ♀<br>01 ♂                       | 00     | 00    | 03 ♀<br>02 ♂                      | 02     | 00    |
| Hérisson 4 (H <sub>4</sub> ) | Jeune  | Mâle    | 00                                 | 00     | 00    | 00 ♀<br>02 ♂                      | 20     | 00    |
| Hérisson 5 (H <sub>5</sub> ) | Jeune  | Mâle    | 00                                 | 00     | 00    | 00                                | 00     | 10    |

(\*) ♀ : femelle tique ; ♂ : mâle tique



**Figure 60:** Des femelles d'*Ixodes ricinus* (Originale, 2006)



**Figure 61:** Mâle de *Hyalomma detritum detritum* (Originale, 2006)



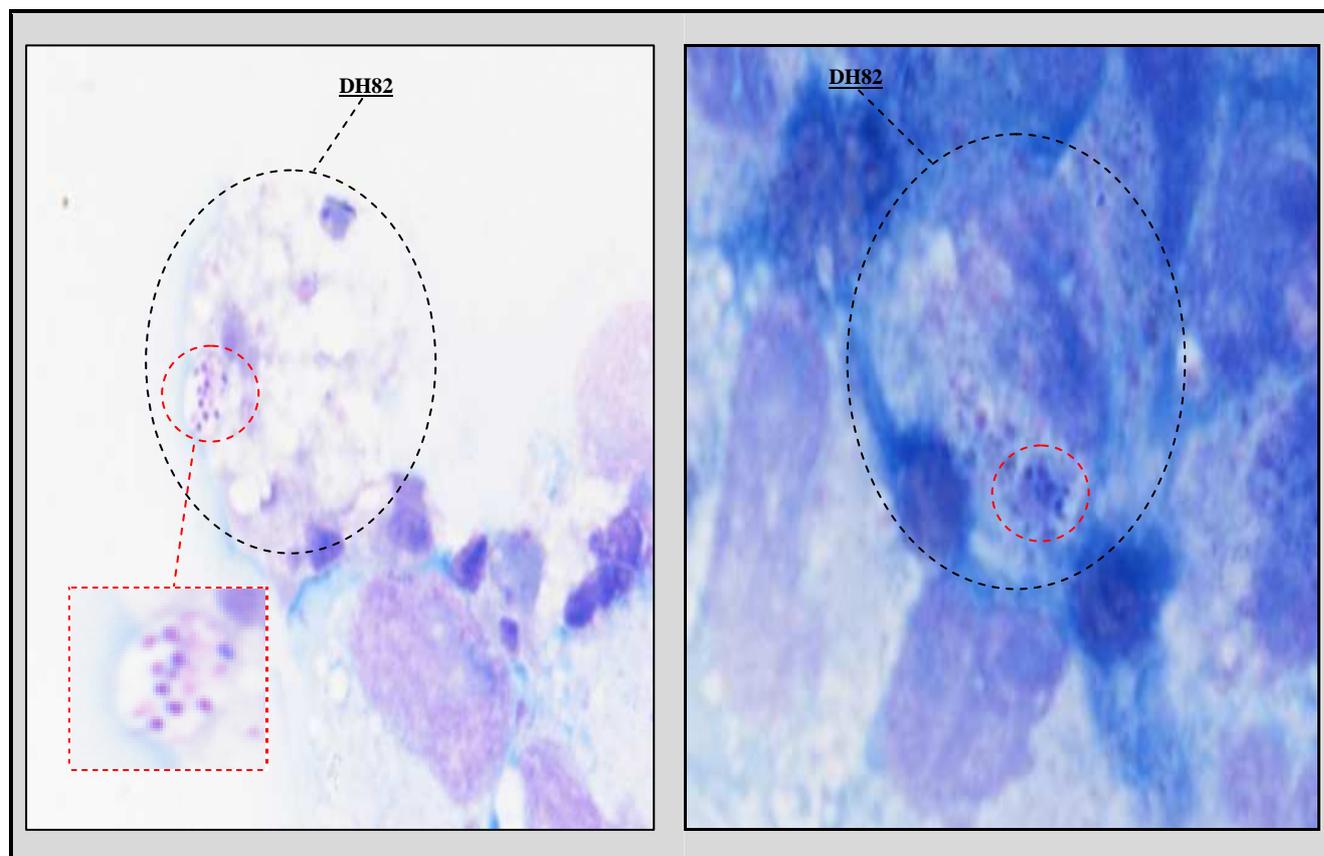
### I.2.2. Résultats des analyses de laboratoire:

Deux groupes de tiques ont été formés. Le premier est constitué de 10 tiques d'espèce *Hyalomma detritum detritum*. Les analyses par PCR pour la recherche des *Rickettsia* chez cette espèce, se sont avérées négatives.

Le second groupe est constitué de 17 tiques *Ixodes ricinus*. Les cultures cellulaires afin d'isoler *Ehrlichia* sur des cellules de macrophage de chien (DH82) a été effectué à Marseille dans l'unité des Rickettsioses par Bitam I. La confirmation des identifications de ce germe est faite par observation des milieux de culture sur lames colorées en **Diff-Quick** au microscope optique au grossissement x1000. Une partie de la suspension du milieu de culture cellulaire est utilisée pour la détection moléculaire de la bactérie par PCR.

Les cultures cellulaires ont révélés 17 cas positifs à *Ehrlichia* sp. Après coloration et lecture au microscope, nous avons remarqué des inclusions en forme de morula à l'intérieur des macrophages DH82 (Fig. 62).

Le résultat de la PCR était aussi positif pour les 17 tiques analysées, par la présence de bandes de 360 pb du gène 16S ARNr sur gel d'agarose à 1,5% (Annexe 17).



**Figure 62** : Les inclusions d'*Ehrlichia* sp à l'intérieur des cellules DH82 du chien (Cr 10x100)  
(Kernif T. et al., 2007)



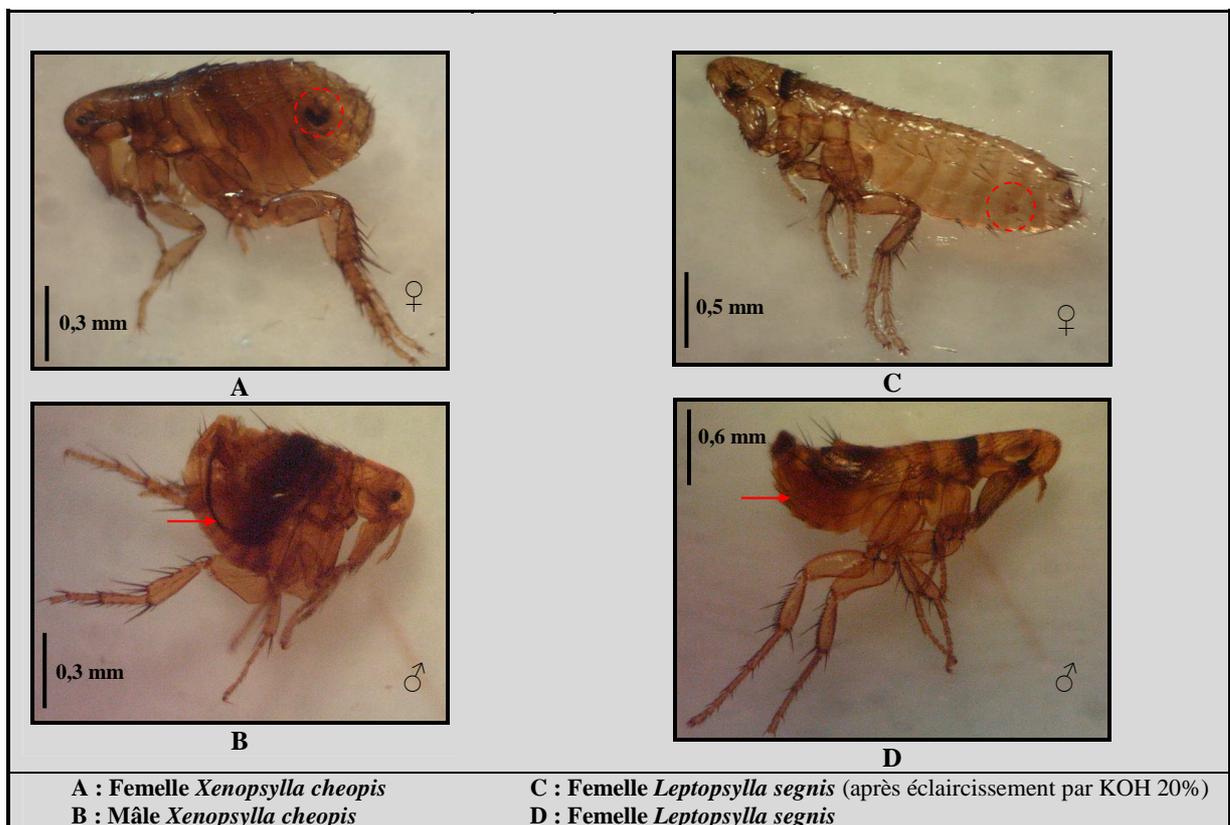
### I.3. LES RONGEURS ANTROPOPHILES:

#### I.3.1. Les récoltes de puces :

Durant les différentes sorties sur le terrain effectuées par nos confrères de l'I.P.A., 86 puces de rongeurs antropophiles ont été récoltées (*Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*) (Annexe 06). Sur la totalité des 86 puces, deux espèces sont identifiées *Xenopsylla cheopis* la plus prédominante et *Leptopsylla segnis* (tableau XXI).

**Tableau XXI** : les différentes espèces de puces récoltées sur les rongeurs antropophiles

| Nombre<br>Animaux | Les espèces de puces      |                           |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|
|                   | <i>Xenopsylla cheopis</i> | <i>Leptopsylla segnis</i> |
| Rongeurs sauvages | 76                        | 10                        |



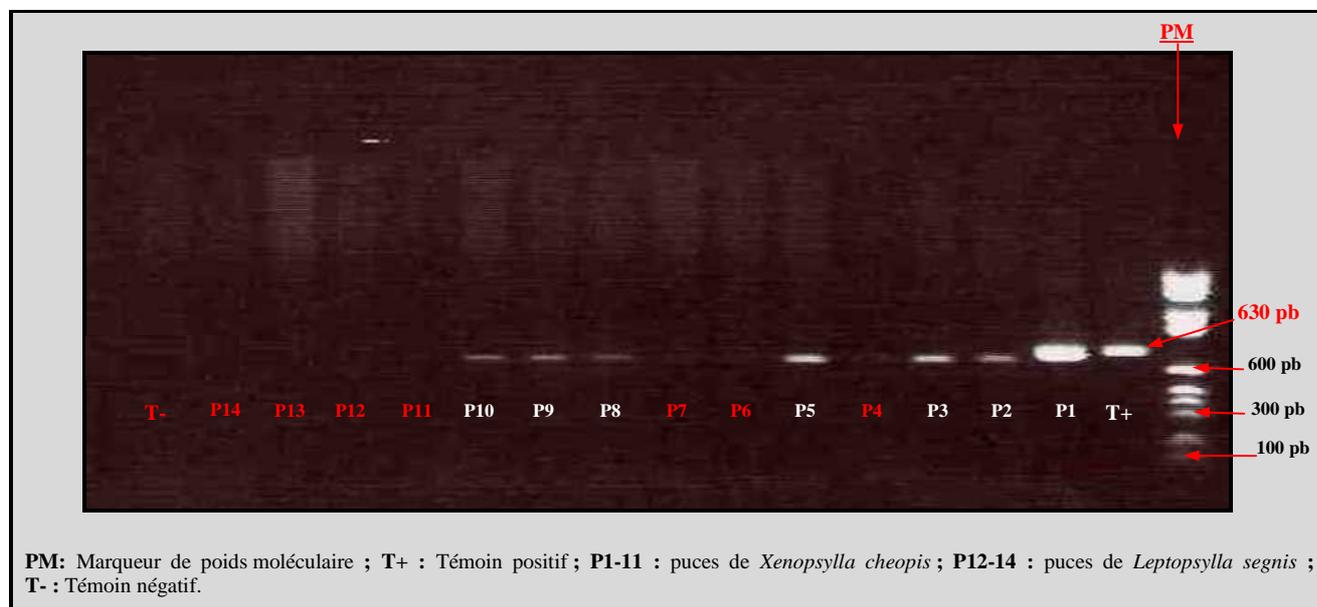
**Figure 63** : Les puces récoltées sur les rongeurs péri-domestiques (Originale, 2006)

#### I.3.2. Résultats des analyses de laboratoire:

Trois (3) *Leptopsylla segnis* et onze (11) *Xenopsylla cheopis* ont été analysées par PCR afin de rechercher *Bartonella sp.*, soit quatorze (14) puces sur un total de 86.



Le résultat de la migration sur gel d'agarose 1,5% a révélé des bandes de 630 pb du gène ITS de *Bartonella* sp (Fig. 15). Les 7 puces positives (50%) appartiennent toutes à l'espèce *Xenopsylla cheopis*.



**Figure 64 :** Gel de PCR de *Bartonella* sp. (gène ITS) sur les puces des rongeurs antropophiles  
(Originale, 2006)

## II. ELEVAGE DES TIQUES DE CHIENS

### II.1. LES RECOLTES :

Les tiques récoltées sur les chiens étaient toutes des femelles gorgées appartenant à une seule espèce *Rhipicephalus sanguineus*. Deux élevages ont été réalisés :

- **Le premier** est constitué de 20 tiques gorgées prélevées sur 20 chiens de la région d'Alger. L'étude était axée sur la durée du cycle des tiques ainsi que leur comportement vis-à-vis d'un climat bien défini avec une humidité contrôlée.
- **Le deuxième élevage :** 78 tiques de 15 chiens de la région de Tlemcen et Oran, ont été entretenues dans des incubateurs avec une température de 25°C et une humidité avoisinant les 80%. Afin de suivre une éventuelle transmission trans-ovarienne, 32 tiques ont été analysées par PCR. La descendance de la(es) tique(s) positive(s) est suivie également par PCR.



## II.2. RESULTATS DES ELEVAGES ET DES ANALYSES DE LABORATOIRE:

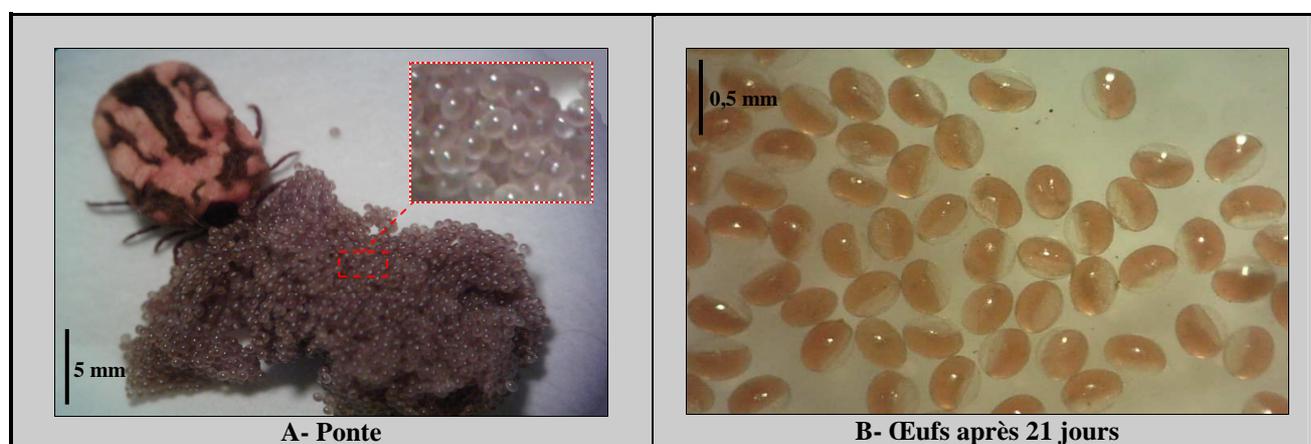
### II.2.1. Premier élevage : (tiques de la région d'Alger)

#### II.2.1.1. Résultat de l'élevage: (Tableau XXII, Annexe 12)

##### II.2.1.1.1. Oeufs :

Sur les 20 tiques, 18 tiques ont pondu et donné 4 à 9 mille œufs par femelle après 4 à 5 jours de leurs récoltes (dénombrement visuel). D'après nos observations, le nombre d'œufs pondu dépend surtout de la taille de la tique (peu gorgée ou très gorgée de sang).

La tique pond en deux étapes : une période rapide d'environ 4 à 5 jours, suivie d'une autre dite lente de 9 à 10 jours.



**Figure 65** : La ponte et les œufs de *Rhipicephalus sanguineus* (Originale, 2006).

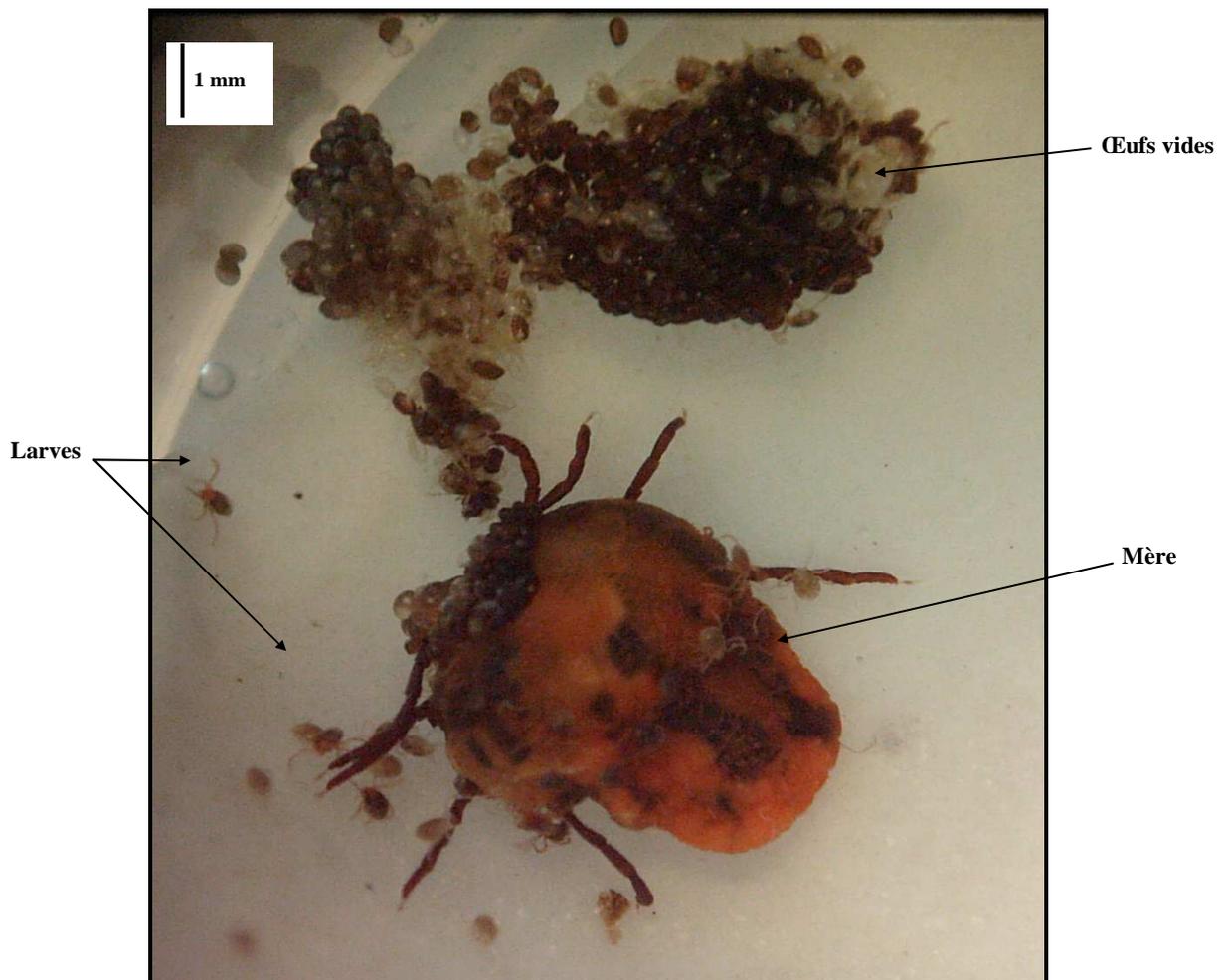
##### II.2.1.1.2. Eclosion :

L'éclosion des œufs (Fig. 66) débute 24 jours après la fin de la ponte. Un seul cas d'éclosion a été noté après 60 jours. La moyenne donc de l'éclosion des œufs est de 34 jours. Aucune éclosion n'a eu lieu dans deux groupes d'œufs (tableau XXII).

En résumé, sur les 20 tiques, 90% de ponte et 90% d'éclosion.

##### II.2.1.1.3. Larves :

Après leur sortie, les larves hexapodes sont présentées à leur hôte 15 jours plus tard afin de leur permettre de perdre l'eau, le durcissement de la cuticule et de les affamer. La présentation des larves aux souris dure 1 à 3 jours en moyenne et la récupération des larves gorgées et leurs mues en nymphes dure environ 10 à 17 jours.



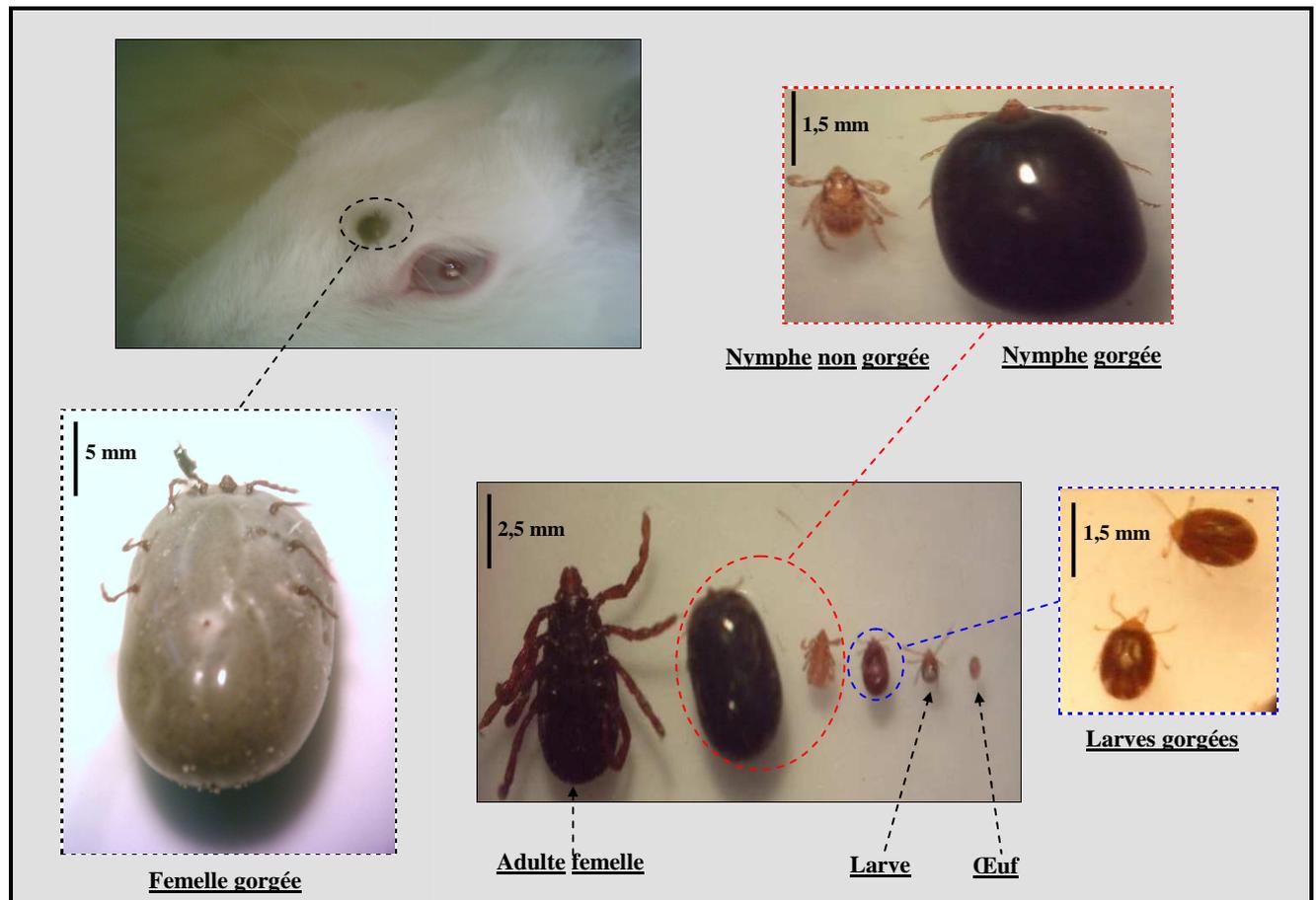
**Figure 66** : Les éclosions des œufs et la sortie des larves (Originale, 2006)

#### **II.2.1.1.4. Nymphes :**

Les nymphes octopodes, sont laissées à leur tour une quinzaine de jours pour les mêmes raisons que précédemment puis sont présentées aux souris durant 3 à 5 jours. La durée de gorgement des nymphes est de 1 à 3 jours. La mue de ces nymphes après gorgement est de 21 à 29 jours.

#### **II.2.1.1.5. Adultes :**

Les adultes sont obtenus après en moyenne 24 jours. Le dimorphisme sexuel est évident car on peut distinguer aisément la femelle du mâle. Ces adultes sont laissés plus d'un mois avant leur présentation à l'hôte (lapin). Nous avons pu observer deux étapes : une où la tique s'agrippe au lapin et tente de se fixer durant environ une semaine. Une deuxième où les femelles commencent à prendre un repas sanguin et attirent par la même occasion les mâles pour l'accouplement. Cette période dure environ 8 jours.



**Figure 67** : Les larves, nymphes et adultes après le repas sanguin (Originale, 2006).

#### II.2.1.1.6. La durée du cycle de la première génération :

La durée du cycle de vie de la pré-ovoposition à la femelle gorgée, des tiques *Rhipicephalus sanguineus* de notre élevage, varie entre 87 à 132 jours (plus ou moins 15 jours), sans oublier la durée d'avant la prise du repas qui était de 15 jours pour les larves et les nymphes et un (01) mois pour les adultes. Cette période qui survient juste après la mue, permet à la tique de finir sa mue en durcissant et en ayant faim. Cette période ne peut pas être comptabilisée dans la durée du cycle car les tiques peuvent prendre le repas sanguin juste deux à quatre jours après leur mue (tableau XXII).

#### II.2.1.1.7. L'élevage des adultes de la première génération :

Les résultats de l'élevage des tiques de la deuxième génération sont les mêmes concernant les œufs et leur éclosion que ceux de la première génération. La seule exception, très significative, concerne les larves gorgées. Ces dernières sont entrées en inactivité à la fin du mois d'Octobre. Les nymphes ne sont obtenues qu'au début du mois de Mars. La totalité des nymphes sont mortes à la fin de l'hiver à cause du froid.

**Tableau XXII:** Cycle de développement des tiques (*Rhipicephalus sanguineus*) de 1<sup>ère</sup> génération lors d'un élevage expérimental.

| La durée<br>(jours)<br>Numéro<br>de tique | Pré-ovoposition | Ovoposition | Pré-éclosion<br>(Larve) | 15 jours*          |                                  | 15 jours*          |                                  | 1 mois*            |     | Total |
|---|-----------------|-------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|-----|-------|
|   |                 |             |                         | Gorgement<br>après | 1 <sup>ère</sup> Mue<br>(Nymphe) | Gorgement<br>après | 2 <sup>ème</sup> Mue<br>(Adulte) | Gorgement<br>après |     |       |
| N° 97                                     | 5               | 10          | 60                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 132 |       |
| N° 100                                    | 6               | 10          | 41                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 114 |       |
| N° 101                                    | 4               | 10          | 28                      | 2                  | 15                               | 2                  | 21                               | 15                 | 97  |       |
| N° 105                                    |                 |             |                         |                    |                                  |                    |                                  |                    |     |       |
| N° 106                                    | 4               | 5           | 33                      | 1                  | 16                               | 2                  | 21                               | 15                 | 97  |       |
| N° 107                                    | 5               | 5           | 32                      | 2                  | 15                               | 2                  | 21                               | 15                 | 97  |       |
| N° 108                                    | 5               | 10          | 54                      | 3                  | 7                                | 3                  | 30                               | 15                 | 127 |       |
| N° 116                                    | 7               | 8           |                         |                    |                                  |                    |                                  |                    |     |       |
| N° 117                                    | 4               | 8           | 23                      | 2                  | 14                               | 1                  | 21                               | 15                 | 88  |       |
| N° 119                                    | 4               | 6           | 24                      | 1                  | 15                               | 1                  | 21                               | 15                 | 87  |       |
| N° 121                                    | 5               | 10          | 35                      | 3                  | 13                               | 2                  | 22                               | 15                 | 105 |       |
| N° 133                                    | 7               | 10          | 40                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 114 |       |
| N° 135                                    | 5               | 10          | 25                      | 3                  | 13                               | 2                  | 22                               | 15                 | 95  |       |
| N° 139                                    | 5               | 10          | 37                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 109 |       |
| N° 142                                    | 5               | 10          | 27                      | 3                  | 13                               | 2                  | 22                               | 15                 | 97  |       |
| N° 143                                    |                 |             |                         |                    |                                  |                    |                                  |                    |     |       |
| N° 144                                    | 6               | 10          | 33                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 106 |       |
| N° 145                                    | 5               | 10          | 27                      | 3                  | 13                               | 2                  | 22                               | 15                 | 97  |       |
| N° 161                                    | 8               | 10          |                         |                    |                                  |                    |                                  |                    |     |       |
| N° 174                                    | 7               | 10          | 32                      | 3                  | 7                                | 3                  | 29                               | 15                 | 106 |       |

(\*) une durée non comptabilisée avec le cycle.

Les tiques mortes

Les oeufs non éclos



### II.2.1.2. Résultat de la PCR des *Rickettsia* sp du premier élevage:

La progéniture des tiques de l'élevage est analysée par pool de 10 (larves et nymphes). La PCR, pour l'analyse du gène *ompA*, s'est avérée négative pour toutes les tiques : mères et progénitures confondues (Annexe 16).

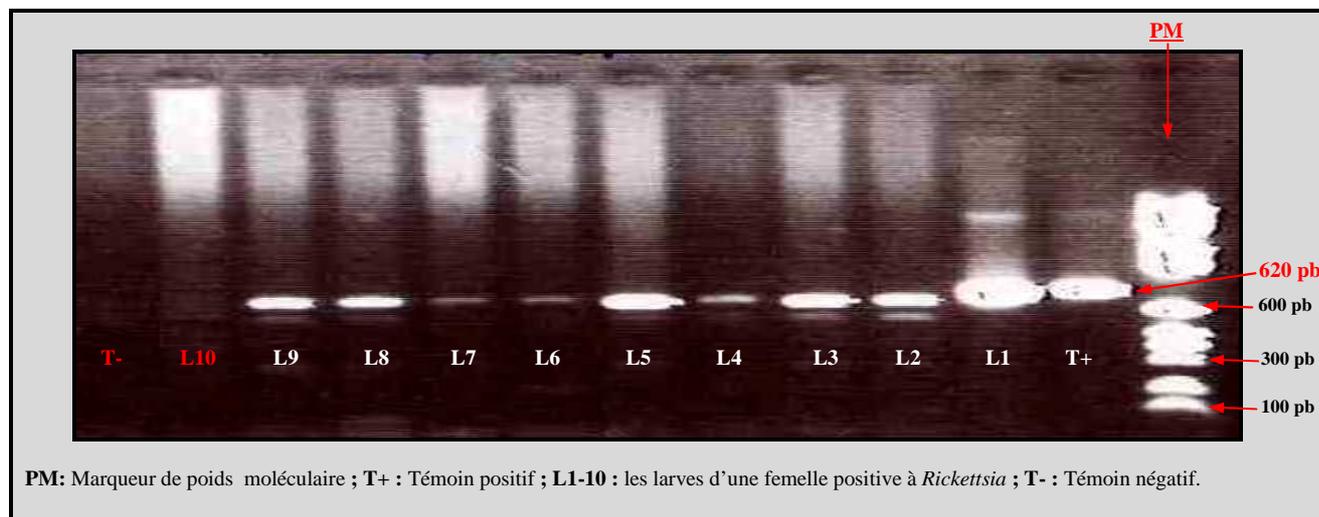
### II.2.2. Deuxième élevage : (tiques d'Oran et de Tlemcen)

#### II.2.2.1. Femelles :

Une fois mortes après la ponte, les tiques femelles sont testées par PCR. Seules deux (02) femelles sur 32 testées, sont porteuses de *Rickettsia* sp. Le séquençage réalisé par Bitam à l'unité des Rickettsioses - Marseille, a permis l'identification de l'espèce *Rickettsia conorii* sous-espèce *malish 07*.

#### II.2.2.2. Larves :

Les œufs des femelles positives sont gardés à 25°C avec un taux d'humidité avoisinant les 80%. Une fois le lot d'œufs éclos, dix (10) larves sont prises au hasard et testées par PCR (gène *ompA*) pour rechercher les rickettsies. Neuf (09) larves sur dix étaient positives pour le même germe (*Rickettsia conorii* sous-espèce *malish 07*). Les autres larves restantes du lot sont mises dans des tubes humides jusqu'à leur mue.



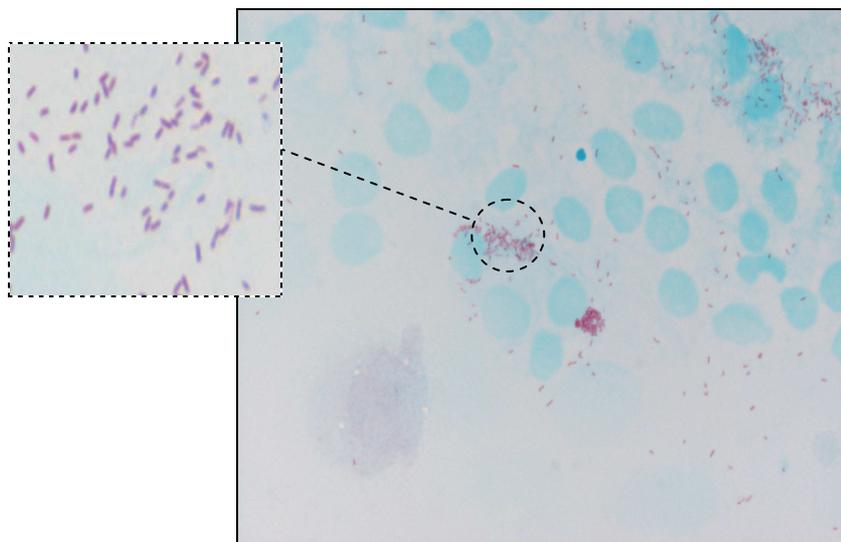
**Figure 68** : Gel de PCR de *Rickettsia* sp (gène *ompA*) des larves de notre deuxième élevage (Originale, 2006)

#### II.2.2.3. Nymphes :

A ce stade, dix (10) nymphes sont choisies au hasard. L'hémolymphe est prélevé à partir de leurs pattes. Des colorations au Gimenez sont appliquées et révèlent dix (10) nymphes positives (Fig. 69).



Ces mêmes nymphes sont testées par PCR et le résultat est positif pour *Rickettsia conorii* sous-espèce *malish* 07, confirmant ainsi nos observations des *Rickettsia* au Gimenez.



**Figure 69** : *Rickettsia conorii* sous-espèce *malish* 07 observée dans de l'hémolymph d'une nymphe par coloration de Gimenez (Gr: x1000) (Original, 2006)

### III. LA PIROPLASMOSE CANINE

#### III.1. RECOLTES :

Sur une durée de huit (08) mois de novembre 2005 à juin 2006, 227 chiens ont été examinés et 220 frottis sanguins ont été effectués afin de rechercher des *Babesia* sp. (Tableau XXIII)

**Tableau XXIII** : Total des frottis sanguins réalisés sur les chiens.

| Localités          | Nombre chiens examinés | Frottis sanguins |
|--------------------|------------------------|------------------|
| - Fourrière canine | 113                    | 113              |
| - ENV (El-Harrach) | 7                      | 7                |
| - Ouled-Fayet (*)  | 13                     | 13               |
| - Baraki (*)       | 8                      | 8                |
| - Draria           | 23                     | 18               |
| - El-Mohammadia    | 21                     | 21               |
| - Kouba            | 1                      | 1                |
| - Réghaia          | 6                      | 6                |
| - Parc zoologique  | 4                      | 4                |
| - Bouchaoui (*)    | 24                     | 24               |
| - Bikhadem         | 5                      | 5                |
| - Sidi-Fredj (IPA) | 2                      | ---              |
| - Total            | 227                    | 220              |

(\*) Des chenilles



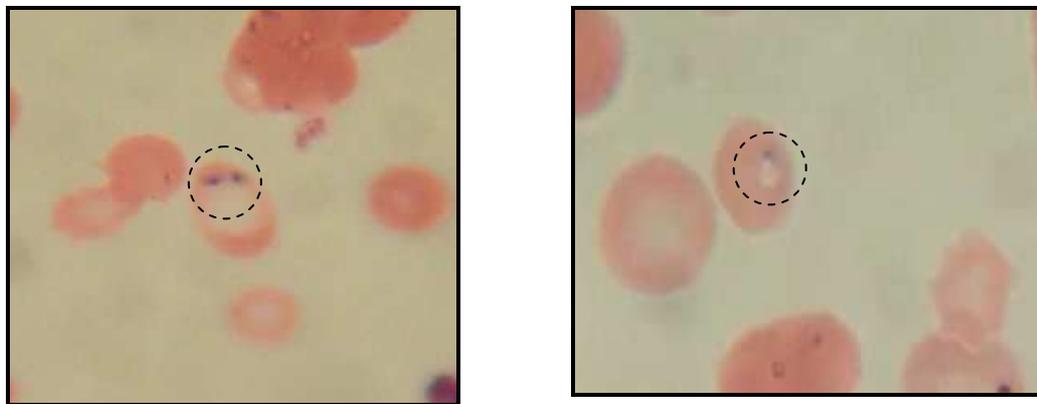
### III.2. RESULTATS DES ANALYSES DE LABORATOIRE :

#### III.2.1. Résultats globaux des frottis :

Après confection des frottis et la coloration au May-grünwald-Giemsa, l'examen microscopique a révélé la présence de *Babesia spp* intra-érythrocytaire présentant des rares formes typiques en poires, et de nombreuses formes atypiques de trophozoite. 13 chiens sur les 220 sont positifs, soit un taux de 5,9%.

**Tableau XXIV** : Résultats des frottis sanguins effectués sur les chiens.

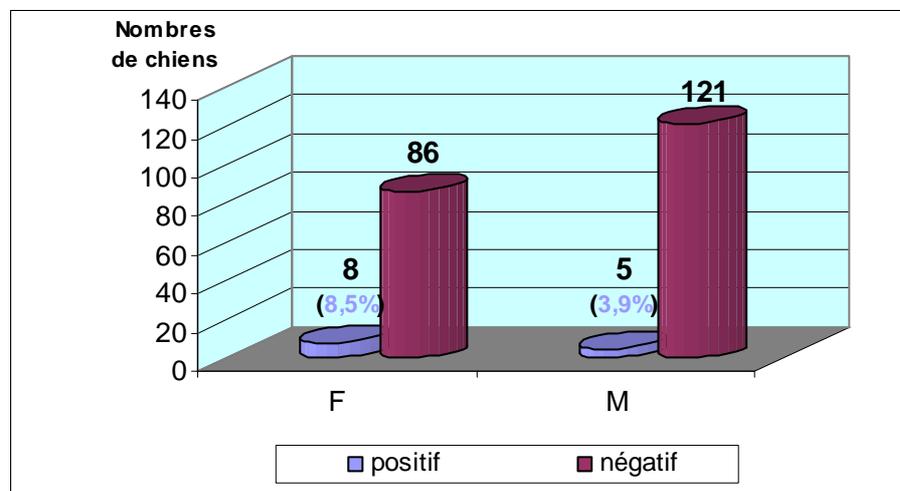
|        | Positif   | Négatif     | Total général |
|--------|-----------|-------------|---------------|
| Nombre | 13 (5,9%) | 207 (94,1%) | 220           |



**Figure 70** : Examen microscopique d'un frottis positif à *Babesia* sp (Gr x 1000) (Originale, 2006)

#### III.2.2. Répartition de la babesiose en fonction du sexe des chiens:

Le taux de chiens atteints par la babesiose est respectivement de 8,5% pour les femelles et 3,9% pour les mâles (Fig. 71). Cette différence entre les deux sexes n'est pas significative à  $p < 0,05$ .

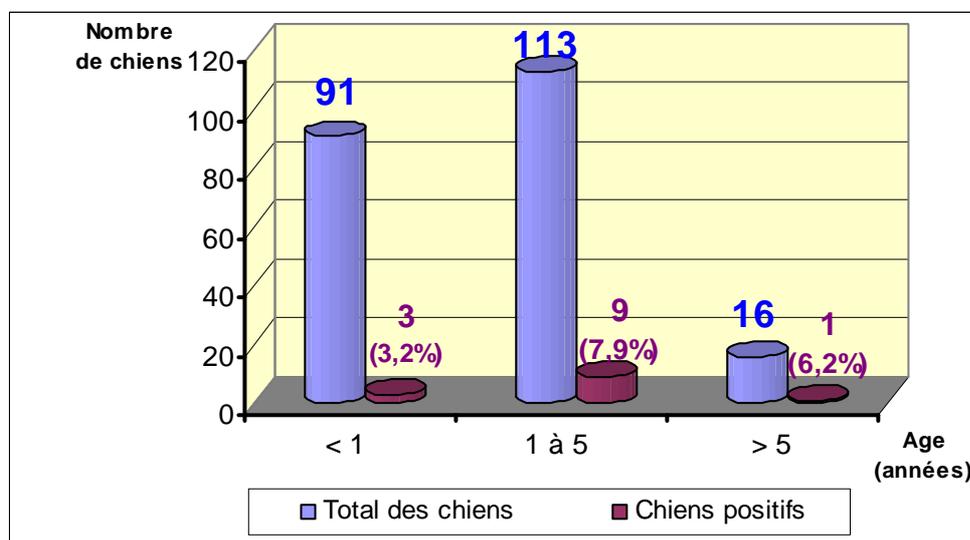


**Figure 71**: Le nombre de chiens babesiens selon le sexe des chiens



### III.2.3. Répartition de la babesiose en fonction de l'âge des chiens:

Nous avons réparti les animaux en trois tranches d'âges : moins d'une (01) année, d'un (01) à 5 ans et au-delà de 5 ans (Fig. 72).



**Figure 72 :** Le nombre de chiens babesiens selon la tranche d'âge

- 3,2% des chiens âgés de moins d'01 an, sont atteints par les *Babesia*.
- Pour la deuxième tranche d'âge, fraction de la population la mieux représentée (51,3% de l'échantillon), 7,9% des chiens sont atteints.
- Dans la troisième tranche d'âge (< 5 ans), 6,2% des chiens sont atteints (7,2% de la population canine de notre échantillon).

Ces différences dans les taux de la babesiose en fonction de l'âge sont non significatives à  $p < 0,05$ .

### III.2.4. Répartition de la babesiose en fonction de la race des chiens :

Selon les races de chiens prélevés, celles qui sont les plus importantes en nombre sont : la race Commune avec 69 sujets dont un (01) cas positif à *Babesia* sp., la race Berger Allemand avec 66 sujets dont cinq (05) cas positifs, Berger croisé avec 45 sujets dont un (01) cas positif, Rottweiler avec 12 sujets dont quatre (04) cas positifs et la race Griffon avec 6 sujets dont un (01) cas positif. Le dernier cas de babesiose est retrouvé sur un Pit-bull sur deux analysés.

Ce qui démontre que la race Berger Allemand est la plus touchée, ainsi que, toutes les races pures contrairement aux races croisées (Figure 73, Annexe 19). Cette différence est significative à  $p < 0,05$ .

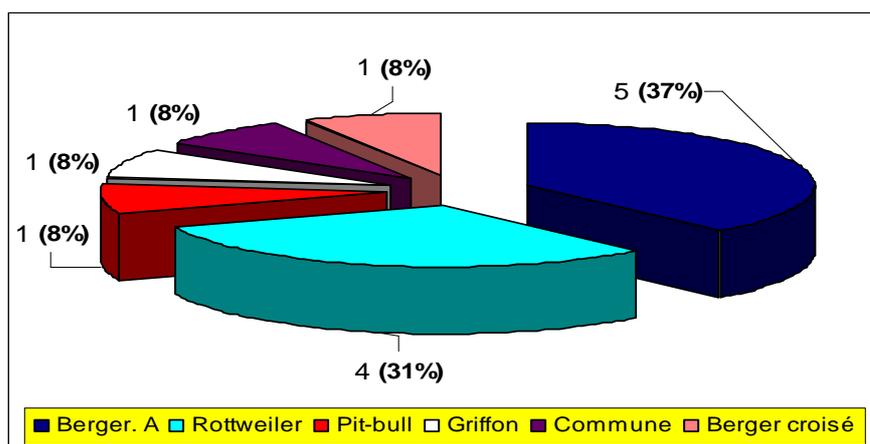


Figure 73 : La distribution des chiens babesiens selon la race.

### III.2.5. Les signes cliniques observés chez les chiens atteints de piroplasmose :

Parmi les 13 chiens babesiens, cinq (05) présentaient des signes cliniques comme un mauvais état général, hyperthermie, et une paleur des muqueuses avec une infestation par des tiques; Les huit (08) autres ne présentaient aucun signe clinique ni d'infestation par des tiques.

Tableau XXV: Relation entre la clinique et le chien positif par frottis.

| Critères<br>N° du chien | Sexe | Etat de santé des chiens |       |           |           |            | Présence<br>Tique |
|-------------------------|------|--------------------------|-------|-----------|-----------|------------|-------------------|
|                         |      | Général                  | T°C   | Ganglions | Muqueuses | Téguments  |                   |
| N° 106                  | M    | Mauvais                  | ----  | +         | Pâle      | Dépilation | +                 |
| N° 123                  | M    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 126                  | F    | Mauvais                  | 40,5° | -         | Pâle      | Normal     | +                 |
| N° 127                  | M    | Mauvais                  | 40,5° | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 137                  | F    | Mauvais                  | 40°   | -         | Rose      | Normal     | +                 |
| N° 148                  | F    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 152                  | F    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 156                  | F    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 157                  | M    | Moyen                    | ----  | -         | Pâle      | Normal     | +                 |
| N° 161                  | M    | Moyen                    | ----  | -         | Pâle      | Normal     | +                 |
| N° 167                  | F    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 169                  | F    | Bon                      | ----  | -         | Rose      | Normal     | -                 |
| N° 182                  | F    | Mauvais                  | ----  | -         | Ictère    | Normal     | -                 |

T°: Température

### III.2.6. Localités des chiens babesiens :

Les chiens étudiés sont originaires de 25 localités de la région d'Alger. Neuf (09) localités sont touchées par la babesiose canine.

### II.2.7. Les co-infections :

Au cours de notre étude des piroplasmoses et des rickettsioses, on a remarqué deux chiens (n° 167 et n° 182) atteints de babesiose et d'ehrlichiose sur 13 atteints.

# Discussion



## I. RICKETTSIOSES :

### I.1. RESULTATS OBTENUS À PARTIR DU RESERVOIR CANIN :

#### I.1.1. Tiques:

Schwartzman W. (1996), Anderson B.E. & Neuman M.A. (1997), Birtles R.G. et al. (1999), Breitschwerdt E.B. & Kordick D.L. (2000), Chang C.C. et al (2000a et b), Parola P. et al (2003), considèrent que les tiques peuvent être de potentiels porteur et/ou vecteur de *Bartonella*.

Une étude a été réalisée à Réghaia (Algérie) par Bitam I. et al. en 2006(b) et a porté sur la détection des *Rickettsia sp.* par **PCR**. Trois (03) tiques de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus* sur 16 récoltées sur le hérisson ont été testées positives à *Rickettsia conorii*.

Dans notre étude, ce germe (*Rickettsia conorii*) a été détecté par PCR sur deux des 17 tiques de *Rhipicephalus sanguineus* du chien. Quant à *Bartonella sp.*, sur les 17 tiques analysées par PCR, aucune ne portait son ADN.

#### I.1.2. Puces:

Bitam I. et al en 2006(a) ont détecté *Rickettsia sp.* sur 02 puces *Ctenocephalides canis* collectées sur des rongeurs péri-domestiques. En 2007, *Bartonella sp* a été détecté à son tour sur des puces de rongeurs péri-domestiques et des hérissons en Algérie (Bitam et al., 2007 « sous presse »).

Nos analyses par PCR sur *Ctenocephalides canis* (puces de chiens) se sont avérées négatives. Nos résultats négatifs, pourraient être liés au faible nombre de puces analysées (10 espèces de *Ctenocephalides canis*) et de chiens infestés.

#### I.1.3. Le sang des chiens:

##### I.1.3.1. Sexe et âge :

Davoust B. et al (1994), ont établi l'inexistence d'une prédisposition du sexe et de l'âge des chiens en France vis-à-vis de l'ehrlichiose sur un bilan de dix années de surveillance épidémiologique.

Breitschwerdt E.B. et al (1998) aux USA n'ont constaté aucune prédisposition de sexe ou de l'âge en analysant le sang par PCR de 12 chiens vis-à-vis des agents des rickettsioses (*Ehlichia*, *Bartonella*). Baneth G. et al (1998) en Israël, ont fait la même constatation sur 40 chiens étudiés par l'analyse de leur sang par la technique d'immunofluorescence (IFI) pour *Ehlichia*, *Bartonella* et *Rickettia*.

En Algérie, les rickettsioses du chien n'ont pas fait l'objet d'enquêtes.



Concernant le sexe, nos résultats concordent avec ceux des auteurs cités précédemment. Toutefois pour l'âge, nous avons obtenu une proportion importante de chiens atteints dans la tranche d'âge de 1 à 4 ans (10 cas sur 14). Ces différences de taux sont significatives à  $p < 0,05$ .

#### I.1.3.2. Race:

Dans le cadre d'une étude rétrospective sur 62 chiens atteints de l'ehlichiose, Frank J.R. & Breitschwerdt E.B. (1999), n'ont pas pu conclure l'existence d'une prédisposition de race car ils ont constaté que les chiens issus de croisement variés (avec les races communes) sont moins représentés que les chiens de race pure. Concernant les **rac**es des chiens étudiés durant notre travail, les races pures semblent être les plus touchées (**Berger Allemand**). Cela peut s'expliquer par le nombre élevé de chiens de races pures prélevé dans notre étude.

Les différences dans les pourcentages par rapport à la race sont non significatives à  $p < 0,05$ .

#### I.1.3.3. Localités :

Les chiens atteints de rickettsioses étudiés provenaient de **18** sur **25 localités**. Nos résultats nous permettent d'affirmer que les rickettsioses canines sont présentes dans la région d'Alger.

#### I.1.3.4. Les signes cliniques :

Sur les trente-quatre (34) chiens atteints de rickettsioses, six (06) ont présenté des signes cliniques, peu évidents. Cela démontre la limite de l'**examen clinique** dans la détection des rickettsioses. Le diagnostic clinique n'est pas suffisant pour suspecter ces pathologies.

Nos résultats corroborent avec ceux de Ghorbel A. et al (2000) en Tunisie, qui n'ont observé aucun signe clinique chez 102 des 105 (soit 97,14%) chiens révélés positifs par sérologie à *Ehrlichia*.

Baneth G. et al 1998, ont constaté une certaine variation dans la température, des ictères, anémies et splénomégalie sur quelques chiens positifs. Ces signes cliniques sont peu évidents pour s'orienter vers une rickettsiose, que ce soit pour *Ehrlichia*, *Bartonella* et *Rickettsia*.

#### I.1.3.5. Rapport entre tique et chien:

La relation entre les **tiques** (vecteurs) et les **chiens** (réservoirs) est assez complexe. Dans notre étude, le sang d'un chien testé positif pour *Bartonella* sp avait une tique négative. On peut supposer que cette dernière n'a pas eu le temps de s'infecter lors de son repas sanguin ou que le chien ait été infecté par une autre tique.



Deux (02) tiques étaient positives pour *Rickettsia* sp alors que, le sang de leurs chiens correspondants était négatif. Cela nous permet d'émettre l'hypothèse que ces tiques étaient déjà infectées auparavant, c'est-à-dire, lors de leur stade immature. Aussi, nous avons monté un élevage de tiques afin de prouver l'existence de la transmission trans-ovarienne des tiques du chien en Algérie.

### I.2. RESULTATS OBTENUS SUR LE HERISSON:

Les 17 tiques d'*Ixodes ricinus* du hérisson H1 étaient positives à *Ehrlichia* sp sur culture cellulaire et par PCR. C'est la première fois qu'*Ehrlichia* est détectée sur cette espèce de tique en Afrique du Nord.

Cette nouvelle espèce d'*Ehrlichia* sp, a été détectée par PCR-séquençage en France par **Brouqui** et son équipe en **2006** (sous presse). Nous, dans notre étude sur les tiques d'*Ixodes ricinus*, nous l'avons aussi détectée par PCR-séquençage et isolée pour la première fois sur culture cellulaire à l'unité des Rickettsioses – Marseille (Communication à la Journée Nationale de Parasitologie et Mycologie à Constantine par **Kernif T. et al., 2007**).

### I.3. RESULTATS OBTENUS SUR LES RONGEURS ANTOPOPHILES :

Une étude a été réalisée par Bitam et al. 2006(c) pour la détection *Yersinia pestis* « agent de peste » en Algérie sur des puces. Cette étude a prouvé l'existence de cet agent réémergent sur 20 puces d'espèce *Xenopsylla cheopis* collectées sur des rongeurs sauvages et antropophiles à Oran.

Notre étude de *Bartonella* par PCR, s'est avérée négative sur trois (03) puces d'espèce *Leptopsylla segnis*. La seule explication possible est le faible nombre de puces analysé. Par ailleurs, le nombre de puces positif à *Bartonella* sp est sept (07) sur onze (11) puces de l'espèce *Xenopsylla cheopis*. Notre étude a contribué aussi à démontrer la présence de *Bartonella* chez cette espèce de puce.

## II. ELEVAGE DES TIQUES DE CHIENS:

Les *Rhipicephalus sanguineus* de nos élevages sont des tiques qui prennent trois repas sanguins afin d'assurer les différentes stases (mues) de leur développement, soit un total de trois hôtes (trixène). Ce type de cycle est le même pour cette espèce de tique dans la nature, comme il a été décrit dans la littérature par plusieurs auteurs : **Sonenshine, 1991 ; Morel, 2000 ; Parola & Raoult, 2001 ; Euzéby, 2003**. Le processus d'alimentation des femelles à des stades immatures de cette espèce est semblable à celui des autres espèces *Rhipicephalus* (**Sweatman G.K., 1967 ; Branagan G., 1973 ; Londt J.G.H. et al., 1977**).



### II.1. PREMIER ELEVAGE :

Un élevage de 20 tiques femelles *Rhipicephalus bursa* dans une enceinte contrôlée avec une température avoisinant les 28°C et une humidité de 89%, a été réalisé par Yeruham I. et al (2000) en Israël, et a donné un cycle qui varie 99 à 254 jours d'une tique à une autre, avec une moyenne 142,45 jours. Les mêmes constatations ont été observées lors de l'élevage des tiques d'espèce *Rhipicephalus sanguineus* faite par Sweatman en 1967 (d'après Yeruham I. et al., 2000)

Dans notre étude, le premier élevage est plutôt un élevage plus au moins contrôlé avec une humidité entretenue par la pose de récipients remplis d'eau afin d'éviter des chaleurs sèches et torrides, qui peuvent nuire aux stades surtout immatures. Cela s'explique par le but de notre étude qui consiste en le suivi d'un élevage de première génération de *Rhipicephalus sanguineus* afin constater le comportement de cette espèce. Notre élevage a donné lieu à une période qui varie d'une tique à l'autre avec un total allant de 87 à 132 jours (plus ou moins 15 jours). Cela s'est observé aussi sur les différentes étapes du cycle : pré-ovoposition, ovoposition, pré-éclosion, mue en larve, mue en nymphe et la mue en adulte. D'après : Sonenshine D.E. (1991) ; Parola P. & Raoult D. (2001) ; Moulinier C. (2002), ce cycle de vie triphasique, sous des conditions d'environnement favorables naturelles, peut être achevé en une année. Dans certains cas, les conditions climatiques et la diapause peuvent différer la recherche de l'hôte, le développement ou la ponte. Ainsi, un seul stade de vie peut être effectué par année. Ces limitations peuvent prolonger la durée du cycle de vie jusqu'à trois années et même plus (2 à 6 années).

Cela démontre que dans notre élevage avec la disponibilité des hôtes et des conditions favorables, le cycle est raccourci à 3 à 4 mois. En outre, deux périodes d'inactivité sont observées : la première inactivité s'étale entre le mois d'Août et d'Octobre qui coïncide avec la période de la fin de gorgement des femelles, une autre période, pendant l'hiver, observée après gorgement des larves.

### I.2. DEUXIEME ELEVAGE :

Une expérience a été réalisée à l'unité des Rickettsies du Centre de Références de l'OMS à Marseille où les chercheurs ont étudiés la transmission transovarienne et transstadiale en analysant des pools de larves et de nymphes de *Hyalomma marginatum marginatum* originaires d'une femelle infectée par *Rickettsia aeschlimanii*. Cette équipe avait trouvé que les nymphes et les larves étaient toutes infectées par la même rickettsie (Bitam I. et al., 2005).

Notre étude a posé la même problématique sur la transmission trans-ovarienne et trans-stadiale des rickettsies chez *Rhipicephalus sanguineus*, tiques récoltées sur des chiens dont les propriétaires sont atteints de la Fièvre Boutonneuse Méditerranéenne.



Nous avons obtenus deux tiques infectées par *Rickettsia conorii* sous-espèce *malish 07* et les pools de leurs larves et nymphes étaient positifs. Cela a prouvé pour la première fois par PCR, l'existence de la transmission trans-ovarienne et trans-stadiale pour cette espèce de tiques en Afrique du nord.

### III. LA PIROPLASMOSE CANINE:

Une étude préliminaire sur cette affection chez le chien a été effectuée en 2005 par Dr. Moussaousaid. Cette dernière a obtenue 26 chiens babesiens sur un total de 151 testés par frottis sanguins colorés au MGG dans la région d'Alger.

Dans le même contexte que l'étude précédente, notre enquête sur la babesiose canine durant huit (08) mois a concerné 220 chiens et l'analyse de leurs sangs par frottis a donné 13 chiens positifs (tableau XXIV). Ce nombre faible de positifs est probablement dû à la limite de notre méthode de diagnostic directe utilisée, d'autres outils de diagnostic comme la PCR doivent être utilisés afin de compléter le diagnostic.

#### III.1. Sexe et âge :

Cabannes et al (2002) ont constaté lors d'un dépistage sérologique sur 989 chiens, qu'il n'existe aucune prédisposition du sexe et de l'âge vis-à-vis de la babesiose. Les mêmes résultats ont été obtenus le cadre d'un magistère, effectué par Dr. Moussaousaid sur 151 chiens.

Dans notre étude, le taux de la babesiose en fonction du **sexe** est respectivement de 3,9 % sur 126 mâles et 8,5 % sur 94 femelles (Fig. 71). Ce qui confirme l'incidence des *Babesia* sur les deux sexes. Différentes tranches d'**âges** sont touchées par la babesiose. Ces différences de taux pour le sexe et l'âge sont non significatives ( $p < 0,05$ ).

#### III.2. Race :

Concernant les **racés** des chiens, Cabannes et al (2002), n'ont pas consacré d'études car ils ne possédaient aucune donnée sur leur provenance et la pureté de ces races. Moussaousaid en 2005, a constaté un nombre plus élevé de chiens babesiens chez la race commune (15 sur 26 positifs) que chez les races pures comme la race Berger Allemand et les chiens de chasse.

Quant à notre étude, la race **Berger Allemand** et la race Rottweiller semble être les plus touchées. La différence entre les races est significative ( $p < 0,05$ ).



### III.3. Signes cliniques :

Les signes cliniques des chiens sont très variés. Dans plusieurs cas, ils n'étaient pas évocateurs de la babésiose canine, soit les chiens sont très faiblement touchés, soit nos frottis sont effectués sur des chiens en période rémission.

Lors de l'examen de notre échantillon (220 chiens), treize (13) sont positifs à la babésiose. Cinq (05) parmi les treize sont porteurs de **tiques** d'espèce *Ripichephalus sanguineus* pour un total de 46 chiens infestés sur notre échantillon. Par ailleurs, l'association de signes cliniques et la présence des tiques ne sont pas évocatrices de babésiose.

### II.4. Les co-infections :

Selon Shaw S.E. et al (2001), les co-infections à *Ehrlichia*, *Bartonella*, *Rickettsia* et *Babesia* ont été observées sur des chiens par Kordick S.K. et al. (1999) et Schouls L.M. et al. (1999) lors d'un dépistage sérologique. Ces co-infections Rickettsioses – Piroplasmoses et leurs transmissions par des arthropodes reste à vérifier par PCR.

Baneth G. et al 1998, ont analysés par immunofluorescence (IFI) 40 sérums de chiens. 36 chiens se sont révélés positifs à *Babesia* sp et 25 pour *Ehrlichia* sp. Bien que ces auteurs n'ont pas étudiés le pourcentage de co-infections chez ces 40 chiens, il est évident que les chiffres cités précédemment sont révélateurs.

Dans notre étude une co-infection d'*Ehrlichia* (PCR) et de *Babesia* (Frottis sanguins) a été observée sur deux chiens.

# CONCLUSION

Contrairement aux piroplasmoses connues comme maladies touchant préférentiellement les animaux et sous-diagnostiquée chez l'homme (**Hunfeld K.P. & Brade V., 2004**), les rickettsioses prennent de plus en plus de l'ampleur en santé publique vétérinaire. Ceci est en partie dû à l'augmentation de l'importance des vecteurs et des réservoirs abritant les agents pathogènes en Algérie (**Bitam I., 2006a,b,c**). Les puces et les tiques, et certains réservoirs ont été étudiés (rongeurs anthropophiles comme *Rattus rattus* et *Rattus norvegicus*, et ceux du hérisson).

Une enquête de 08 mois sur le terrain, nous a permis de récolter des tiques, des puces et du sang des chiens, et durant 01 année d'analyses et de suivi d'élevages de tiques, nous permettent de conclure :

- Sur les 80 prélèvements de sang de chiens analysés par PCR, 42,5% sont touchés par les **rickettsioses**. Sur les 220 frottis sanguins réalisés pour la recherche de **piroplasm**es, 5,9% sont positifs. Les prélèvements proviennent de différentes localités de la région d'Alger.
- C'est la première fois en Afrique du Nord que des **Rickettsia sp** sont détectés par PCR, chez des tiques de l'espèce **Rhipicephalus sanguineus** récoltées sur des chiens. Cette même technique nous a aussi permis d'isoler une espèce zoonotique de Rickettsie (**Rickettsia conorii**) responsable de la fièvre boutonneuse méditerranéenne sur cette même espèce de tique. La PCR nous a également permis de mettre en évidence la transmission trans-ovarienne et trans-stadiale de **Rickettsia conorii** sous-espèce **malish 07**.
- Ces résultats démontrent que la tique est à la fois vecteur (présence) et réservoir (transmission trans-ovarienne et trans-stadiale).
- On peut conclure que le rôle de **Rhipicephalus sanguineus** dans la transmission des rickettsies est plus grave que celui du réservoir canin. Malgré tout, le chien atteint reste un réservoir possible de la maladie.
- Plusieurs vecteurs issus des différents réservoirs sont porteurs de germes :
  - Les puces des rongeurs péri-domestiques pour **Bartonella**.
  - Les tiques du hérisson pour **Ehrlichia**.

Les tiques d'espèce **Ixodes ricinus** du hérisson ont été révélées positives pour une nouvelle espèce **Ehrlichia sp.** par PCR et sur culture cellulaire. Des études complémentaires permettraient d'élucider son rôle pathogène vis-à-vis de l'homme (tests sérologique pour toutes suspicions de cas d'ehrlichiose humaine).

Nous pensons qu'il serait intéressant dans un travail futur :

- D'isoler et identifier la ou les souches de Rickettsies et de Piroplasmes qui infecte(nt) l'homme et le chien en Algérie.
- D'élucider la pathogénie et le rôle de l'immunité cellulaire dans la piroplasmose et dans les rickettsioses canines.
- D'intégrer la technique PCR dans le diagnostic de la piroplasmose.
- D'élargir les recherches sur le spectre des réservoirs et des vecteurs de ces maladies.

# Références Bibliographique

1. **A.R.L.A.P.** (Agence de Réglementation de la Lutte AntiParasitaire). (2003) : Lutte efficace contre les puces. Revue Santé Canada, Ottawa.
2. **Abdu F.A., Radulovic S., Higgins J.A., Noden B.H., Troyer J.M.** (1997): Flea-borne Rickettsioses : Ecologic Considerations. *Emerging Infectious Diseases*. Vol. 3, N° 3, p: 319-327.
3. **Adachi K. & Makimura S.** (1993): Immunosuppression in dog naturally infected with *Babesia gibsoni*. *J. Vet. Med. Sci.*, 55, p: 503-505.
4. **Adachi K. et al.** (1992): Anti-erythrocyte membrane antibodies detected in sera of dogs naturally infected with *Babesia gibsoni*. *J. Vet. Med. Sci.*, 54, p: 1081-1084. In Shaw *et al.*, 2001.
5. **Alleman A.R., Mcsherry L.J., Barbet A.F., Breitschwerdt E.B., Sorenson H.L., Bowie M.V. et Bélanger M.** (2001): Recombinant major antigenic protein 2 of *Ehrlichia canis*: a potential diagnostic tool. *J. Clin. Microbiol.*, 39, p: 2494-2499. In Euzéby, (2001).
6. **Ambroise-Thomas P et al.** (1990): Association Française des Professeurs de Parasitologie. Parasitologie-Mycologie ANN O'FEL : Maladies parasitaires et fongiques. 4<sup>ème</sup> Édition C et R. p: 369-373.
7. **Anderson B.E. & Neuman M.A.** (1997): *Bartonella* spp. as emerging human pathogens, *Clin Microbiol Rev.*, 10, p: 203-219. In: Maggi *et al.* (2006).
8. **Aragão H & Fonseca F.** (1961) : Notas de ixodologia VIII Lista e chave para representantes da fauna ixodológica brasileira. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.*, 59, p: 115-129.
9. **Aryeetey R. & Jimenez-Lucho V.** (2002): Babesiosis, *Curr. Treat. Options Infect. Dis.*, 4, p: 319-326.
10. **Babes V.** (1888) : L'hémoglobinurie bactérienne de bœufs, *CR Acad Sci. Paris.*, 76, p: 692-694.
11. **Baneth G., Breitschwerdt E.B., Hegarty B.C., Pappalardo B., Rayan J.** (1998): A survey of tick-borne bacteria and protozoa in naturally exposed dogs from Israel. *Veterinary Parasitology*, 74, p: 133-142.
12. **Bastos C.V., Moreira S.M. et Passos L.M.** (2004): Retrospective study (1998–2001) on canine babesiosis in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1026, p: 158–160.
13. **Beaucournu J.C & Kowalski K.** (1985): New data on fleas (Insecta-Siphonaptera) of Algeria. *Bull Soc Pathol Exot Filial* 78: 378-392.
14. **Beaucournu J-C & Launay H.** (1990) : Les puces (*Siphonaptera*) de France et du bassin méditerranéen occidental. Faune de France et région limitrophe. *Féd. Fr. Soc. Sc.*, Paris, n°76, 550 p.
15. **Beaufils J-P. & Legroux J-P.** (1992): Présence simultanée d'*Ehrlichia* sp. et d'*Hepatozoon canis* dans des granulocytes de chiens : A propos de 2 cas. *Prat.Med.Chir.Anim.Comp.*, 27(1), p: 81-86.
16. **Belanger M., Sorenson H.L., France M.K., Bowie M.V., Barbet A.F., Breitschwerdt E.B. and Alleman A.R.** (2002): Comparison of serological detection methods for diagnosis of *Ehrlichia canis* infections in dogs. *J Clin Microbiol.*, 40(9), p: 3506-3508.
17. **Belozarov V.N.** (1982): Diapause and biological rhythm en ticks. *Galun(ed)*, p: 479-489.
18. **Bernasconi M.V., Valsangiacomo C., Balmelli T., Peter O., Piffaretti J.C.** (1997): Tick zoonoses in the southern part of Switzerland (Canton Ticino): occurrence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato and *Rickettsia* sp. *Eur. J. Epidemiol.*, 13(2), p: 209-215.
19. **Birkenheuer A.J., Levy M.G. et Breitschwerdt E.B.** (2003): Development and evaluation of a seminested PCR for detection and differentiation of *Babesia gibsoni* (Asian genotype) and *B. canis* DNA in canine blood samples, *J. Clin. Microbiol.*, 41, p: 4172-4177.
20. **Birkenheuer A.J., Levy M.G., Savary K.C., Gager R.B. and Breitschwerdt E.B.** (1999): *Babesia gibsoni* infections in dogs from North Carolina. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 35, p: 125-128.
21. **Birtles R.J., Canales J., Ventosilla P., Alvarez E., Guerra H., Llanos-Cuentas A., Raoult D. and Doshi N., Harrison T.G.** (1999): Survey of *Bartonella* species infecting intra-domicillary animals in the huayllacallan valley, ancash, Peru, a region endemic for human bartonellosis, *Am J Trop Med Hyg.*, 60, p: 799-805.

22. **Bitam I. (2005)** : Inventaire et dynamique des populations des tiques (Acarina-Ixodidae) en Algérie. Communication vétérinaire à l'Ecole Nationale Vétérinaire- d'Alger (2<sup>ème</sup> journée des sciences vétérinaires sur les zoonoses parasitaires, le 19/04/2005).
23. **Bitam I., Baziz B., Parola P., Rolain J.M., Matsumoto K., De La Cruz K., Belkaid M. and Raoult D. (2006b)** : First Molecular Detection of *Rickettsia conorii*, *Rickettsia aeschlimanii*, and *Rickettsia massiliae* in Ticks from Algeria. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1078, p: 368-372.
24. **Bitam I., Baziz B., Rolain J-M., Belkaid M et Raoult D. (2006c)** : Zoonotic Focus of Plague, Algeria. *Emerging Infectious Diseases*, Vol. 12, No. 12.
25. **Bitam I., Parola P., De La Cruz K.D., Matsumoto K., Baziz B., Rolain J-M., Belkaid M. and Raoult D. (2006a)**: First Molecular detection of *Rickettsia felis* in fleas from Algeria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 74(4), p: 532-535.
26. **Bitam I., Parola P., Matsumoto K., Babou G., Rolain J-M and Raoult D. (2007)**: Bartonella species detected in fleas from Algeria.(Sous presse).
27. **Boozer A.L & Macintire D.K. (2003)**: Canine babesiosis. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 33, p: 885-904.
28. **Bourdeau P & Guelfi J.F. (1995)**: La babésiose canine à *Babesia canis*. *Point Vét.*, 27, p : 103-116.
29. **Bourdeau P. (1982)** : Les lésions de fixation des tiques *Ixodidae* : ses conséquences. *Rec. Med. Vet* ; 158(4), p : 383-395
30. **Bourdeau P. (1993a)** : Les tiques d'importance vétérinaire et médicale (2<sup>ème</sup> partie). Principales espèces de tiques dures (*Ixodidae* et *Amblyomidae*). *Le Point Vétérinaire*, vol 25, n°151, p: 27-41.
31. **Bourdeau P. (1993b)**: La babésiose canine. *Réc Méd Vét.*, 169, p: 439-450.
32. **Bourdoiseau G. (2006)**: Canine babesiosis in France, *Vet. Parasitol.*, 138, p : 118-125.
33. **Branagan, D. (1973)**: The developmental periods of the Ixodid tick *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann under laboratory conditions. *Bull. Entomol., Res.* 63, p:155-168.
34. **Breitschwerdt E.B & Kordick D.L. (2000)**: *Bartonella* infection in animals: carriership, reservoir potential, pathogenicity, and zoonotic potential for human infection, *Clin Microbiol Rev.*, 13, p: 428-438.
35. **Breitschwerdt E.B., Atkins CE, Brown TT, Kordick DL, Snyder PS. (1999)**: Bartonella vinsonii subspecies berkhoffii and related members of the alpha subdivision of the Proteobacteria in dogs with cardiac arrhythmias, endocarditis or myocarditis. *J Clin Microbiol.*, 37, p: 3618–3626.
36. **Breitschwerdt E.B., Blann K.R., Stebbins M.E., Muñana K.R., Davidson M.G., Jackson H.A and Willard M.D. (2004)**: Clinicopathological abnormalities and treatment response in 24 dogs seroreactive to Bartonella vinsonii subspecies berkhoffii antigens. *J Am Anim Hosp Assoc.*, 40 (2), p: 92-101.
37. **Breitschwerdt E.B., Hegarty B.C. and Hancock S.I. (1998)**: Sequential evaluation of dogs naturally infected with Ehrlichia canis, Ehrlichia chaffeensis, Ehrlichia equi, Ehrlichia ewingii and Bartonella vinsonii. *J. Clin. Microbiol.*, 36(9), p: 2645-2651.
38. **Breitschwerdt E.B., Kordick D.L., Malarkey D.E., Keene B., Hadfield T.L. and Wilson K. (1995)**: Endocarditis in a Dog Due to Infection with a Novel Bartonella Subspecies. *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 33, N° 1, p: 154-160.
39. **Breitschwerdt E.B., Malone J.B., MacWilliams P.S et al. (1983)**: Babesiosis in the Greyhound. *J Am Vet Med Assoc.*, 146, p: 978-982.
40. **Breitschwerdt EB, Hegarty BC, Maggi R, Hawkins E. and Dyer P. (2005)**: Bartonella species as potential cause of epistaxis in dogs. *J Clin Microbiol.*, 43 (5), p: 2529-2533.
41. **Breitschwerdt, E. B., Meuten D. J., Walker D. H., Levy M. G., Kennedy K., King M. and Curtis B. C. (1985)**: Canine Rocky Mountain spotted fever: a kennel epizootic. *Am. J. Vet. Res.*, 46, p: 2124-2128.
42. **Brenner D. J., O'Connor S. P., Winkler H.H. and Steigerwalt A. G. (1993)**: Proposals to unify the genera Bartonella and Rochalimaea, with descriptions of Bartonella quintana comb. nov., Bartonella vinsonii

- comb. nov., *Bartonella henselae* comb. nov., and *Bartonella elizabethae* comb. nov., and to remove the family *Bartonellaceae* from the order *Rickettsiales*. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 43, p: 777-786.
43. **Brossard M. (2002):** Article « Relations immunologiques entre l'animal et la tique *Ixodes ricinus* ». Laboratoire d'immunologie parasitaire de l'université de Neuchâtel - Suisse.
44. **Brouqui P. (1999):** Ehrlichiosis in Europe, in *Rickettsiae and rickettsial diseases at the turn of the third millenium*, P. Brouqui, Editor. Elsevier: Paris. p: 220-232.
45. **Brouqui P., Bacellar F., Baranton G. et al. (2004):** ESCMID Study Group on Coxiella, Anaplasma, Rickettsia and Bartonella; European Network for Surveillance of Tick-Borne Diseases. Guidelines for the diagnosis of tick-borne bacterial diseases in Europe. *Clin Microbiol Infect.*, 10(12), p: 1108-32.
46. **Brown AWA. (1983):** *Flea fauna of known and probable foci of plague*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, document non publié, VBC/83.2.
47. **Brown G.K., Martin A.R., Roberts T.K. and Aitken R.J. (2001):** *Detection of Ehrlichia platys in dogs in Australia*. *Aust. Vet. J.*, 79(8), p: 554-558.
48. **Buhles W.C., Huxsoll D.L. and Ristic M. (1974):** Tropical canine pancytopenia: Clinical, hematologic and serologic response of dogs to *Ehrlichia canis* infection, tetracycline therapy, and challenge inoculation. *J. Infect. Dis.*, 130, p: 357-367.
49. **Buller R.S., Arens M., Hmiel S.P., Paddock C.D., Sumner J.W., Rikihisa Y., Unver A., Gaudreaultkeener M., Manian F.A., Liddell A.M., Schmulewitz N. and Storch G.A. (1999) :** Ehrlichia ewingii, a newly recognized agent of human ehrlichiosis. *N. Engl. J. Med.*, 341, p: 148-155.
50. **Bussiéras P. & Chermette R. (1992):** Parasitologie vétérinaire protozoologie. 300pp
51. **Bussiéras P. & Chermette R. (1991) :** Abrége de parasitologie vétérinaire (fascicule IV : Entomologie vétérinaire). Edition: Maison Elford. p : 37-51 ; 89-96
52. **C.C.L.I.N. (2001) :** Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales de l'Inter région Paris – Nord. . Lutte contre les Ectoparasites et Agents Nuisibles en milieu hospitalier : Guide de bonnes pratiques, 127p.
53. **Cabannes A., Pelse H., Lucchese F. et Appriou M. (2002) :** Séroprévalence de la babésiose canine dans le Sud-Ouest de la France. *Rev. Méd. Vét.*, 153 (1), p : 27-28.
54. **Camacho A.T. (2006):** Piroplasma infection in dogs in northern Spain. *Veterinary Parasitology* . Volume 138, Issues 1-2 , (31), p: 97-102.
55. **Camacho A.T., Pallas E. and Gestal J.J. (2001):** Infection of dogs in north-west Spain with a *Babesia microti*-like agent, *Vet. Rec.*, 149, p: 381-382.
56. **Camicas J.L., Hervy J.P., Adam F., Morel P-C. (1998):** the ticks of the world, (Acarida, Ixodida) Nomenclature, Described stages, Hosts, Distribution. Éditions de l'Orstom, Paris.
57. **Cao W.C., Gao Y.M., Zhang P.H., Zhang X.T., Dai Q.H., Dumler J.S., Fang L.Q., Yang H. (2000):** Identification of Ehrlichia chaffeensis by nested PCR in ticks from Southern China. *J Clin Microbiol.*, 38(7), p: 2778-2780.
58. **Carret C., Walas F., Carcy B., Grande N., Precigout E., Moubri K., Schetters T.P. et. Gorenflot A. (1999):** *Babesia canis canis*, *Babesia canis vogeli*, *Babesia canis rossi*: differentiation of the three subspecies by a restriction fragment length polymorphism analysis on amplified small subunit ribosomal RNA genes, *J. Eukaryot. Microbiol.*, 46, p: 298-303.
59. **Caspulla R., Baldi L., Avallone Z., Sannino R et al. (1998):** Canine piroplasmosis due to *Babesia gibsoni*: clinical and morphological aspects. *Vet. Rec.*, 142, p: 168-169.
60. **Chang C.C., Chomel B.B., Kasten R.W., Romano V and Tietze N. (2001):** Molecular Evidence of *Bartonella* spp. in Questing Adult *Ixodes pacificus* Ticks in California. *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 39, N° 4, p: 1221-1226.
61. **Chang C.C., Chomel B.B., Kasten R.W., Heller R., Kocan K.M., Ueno H. et al. (2000a):** *Bartonella* spp. isolated from wild and domestic ruminants in North America, *Emerg Infect Dis.*, 6, p: 306-311. In: Maggi et al. (2006).

62. Chang C.C., Kasten R.W., Chomel B.B., Simpson D.C., Hew C.M., Kordick D.L. Heller R., Piemont Y. and Breitschwerdt B.E. (2000 b): Coyotes (*Canis latrans*) as the reservoir for a human pathogenic *Bartonella* sp.: molecular epidemiology of *Bartonella vinsonii* subsp. *berkhoffii* infection in coyotes from central coastal California, *J Clin Microbiol.*, 38, p: 4193-4200.
63. Charrel R.N., Attoui H., Butenko A.M, et al. (2004): Tick-borne virus diseases of human interest in Europe. *Clin Microbiol Infect.*, 10(12), p: 1040-1055.
64. Chastel C. (2001) : les maladies liées à la morsure des tiques en France. Correspondant National de l'Académie de Médecine. Adresse Web: <http://www.maladies-a-tiques.com>.
65. Chomel B.B., Mac Donald K.A., Kasten, R.W., Chang C.C., Wey A.C., Foley J.E., Thomas W.P., Kittleson M.D. (2001) : Aortic valve endocarditis in a dog due to *Bartonella clarridgeiae*. *J. Clin. Microbiol.*, 39 (10), 3548-3554.
66. Clark A.M., Hopkins G.F. and Mclean I.A. (1996): Tick-borne fever in dogs. *Vet. Rec.* 14, p: 268
67. Cohn L.A. (2003): *Ehrlichiosis and related infections*. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.*, 33, p: 863-884.
68. Cordy D.R. & Gorham J.R. (1950): The pathology and ætiology of salmon disease in the dog and fox. *Am. J. Pathol.*, 26, p: 617-637.
69. Dantas-Torres F & Figueredo L.A. (2006): Canine babesiosis: A Brazilian perspective. *Veterinary Parasitology*. Édition : Elsevier B.V. Volume 141, Issues 3-4 , 5, p: 197-203.
70. Dantas-Torres F., Figueredo L.A and Faustino M.A.G. (2004) : Ectoparasitos de cães provenientes de alguns municípios da região metropolitana do Recife, Pernambuco, Brasil, *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 13, p : 151-154.
71. Daynes P. & Gutierrez J. (1980) : Variations saisonnières de l'activité parasitaire de la tique du bétail *Boophilus microplus* (Acari, Ixodidae) en Nouvelle-Calédonie. *Rev. Elev. Méd. vet. Pays trop.*, 33 (3), p: 305-310.
72. Davoust B. (2001) : Ehrlichiose monocyttaire canine. *Prat. Med. Chir. Anim. Comp.*, 36, p: 553-564. In Normand, 2006.
73. Davoust B., Keundjian A., Rous V., Maurizi L. and Parzy D. (2005): Validation of chemoprevention of canine monocytic ehrlichiosis with doxycycline. *Veterinary Microbiology* 107, p: 279-283.
74. Davoust B., Marie J.L., Mercier S., Boni M., Vandeweghe A., Parzy D. and Beugnet F. (2003): Assay of fipronil efficacy to prevent canine monocytic ehrlichiosis in endemic areas. *Vet. Parasitol.*, 112, p: 91-100.
75. Davoust B., Parzy D. and Pubert D. (1994): Bilan de dix années de surveillance épidémiologique de l'ehrlichiose dans les chenils militaires corses. *Rec. Med. Vet.*, 170(8/9), p: 531-537.
76. Dawson J.E., Biggie K.L., Warner C.K., Cookson K., Jenkins S., Levine J.F. and Olson J.G. (1996): Polymerase chain reaction evidence of *Ehrlichia chaffeensis*, an etiologic agent of human ehrlichiosis, in dogs from southeast Virginia. *Am. J. Vet. Res.*, 57(8), p: 1175-1179.
77. De Marval F. (2000): Les tiques. Revue Information scientifique. laboratoire Bio analytique -Riotton / Genève-Suisse. *Edition Unilabs*.
78. Dell' Porto A., Oliveira M.R. and Miguel O. (1993): *Babesia canis* in stray dogs from the city of São Paulo Comparative studies between the clinical and hematological aspects and the indirect fluorescence antibody test, *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 2, p: 37-40. In: Dantas-Torres & Figueredo (2006).
79. Doan-Wiggins L. (1991): Tick-borne diseases. *Emerg Med Clin North Am.*, 9(2), p: 303-325.
80. Dolan T.T. (1989) : La theilériose : rapport de synthèse. *Rev. Sci. Techn.OIE*, 8, p: 37-57.
81. Donatien A. & Lestoquard F. (1935) : Existence en Algérie d'une *Rickettsia* du chien. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 28, p : 418-419.

- 82. Drancourt M & Raoult D. (1994):** Taxonomic position of the Rickettsiae: current knowledge. *FEMS Microbiol. Rev.*, 13, p: 13-24.
- 83. Dumler J.S., Asanovich K. M. and Bakken J. S. (2003):** Analysis of genetic identity of North American *Anaplasma phagocytophilum* strains by pulsed-field gel electrophoresis. *J Clin Microbiol.*, 41(7), p: 3392-3394.
- 84. Dumler J.S., Barbet A.F., Dasch G.A., Palmer G.H., Ray S.C., Rikihisa Y. and Rurangirwa F.R. (2001):** Reorganization of genera in the family Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of Ehrlichia with Anaplasma, Cowdria with Ehrlichia and Ehrlichia with Neorickettsia, descriptions of six new species combinations and designation of Ehrlichia equi and "HGE agent" as subjective synonyms of Ehrlichia phagocytophila. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 51(6), p: 2145-2165.
- 85. Duncan A.W, Maggi R.G. and Breitschwerdt E.B. (2007):** A combined approach for the enhanced detection and isolation of *Bartonella* species in dog blood samples: pre-enrichment liquid culture followed by PCR and subculture onto agar plates. *Journal of Microbiological Methods*.
- 86. Duval X. (2001) :** Rickettsioses. Thérapeutique dermatologique, Médecine-Sciences Flammarion.
- 87. Duval X., Chosidow O., Tissot-Dupont H et al. (1998) :** Signes cutanés des rickettsies et micro-organismes apparentés. *Rev Méd Interne*, 19, p: 548-557.
- 88. Ellis B. A., Regnery R. L., Beati L., Bacellar F., Rood M., Glass G. G., Marston E., Ksiazek T. G., Jones D and Childs J. E. (1999) :** Rats of the genus *Rattus* are reservoir hosts for pathogenic *Bartonella*. *J. Infect. Dis.*, 180, p: 220-224.
- 89. Engelthaler D.M & Gage K.L. (2000):** Quantities of *Yersinia pestis* in fleas (Siphonaptera: Pulicidae, Ceratophyllidae and Hystrichopsyllidae) collected from areas of known or suspected plague activity. *J.Med. Entomol.* 37, p: 422-426.
- 90. Enigk E. (1943):** *Arch. Tierheilkunde.*, 78, p: 209-240. In Young A.S. & Morzaria S.P. (1986)
- 91. Esdrada-penã A., Walker A.R., Bouattour A and Camicas J.-L.(2004):** Ticks of domestic animals in the mediterranean region. ICTTD University of Zaragoza. 131p.
- 92. Etienne J. (2000):** Biochimie, génétique et biologie moléculaire. 6<sup>ème</sup> édition MASSON, Paris, 505p.
- 93. Euzéby J. (1988):** Protozoologie médicale comparée, *Hémosporidioses*, Fasc 1, Collection Fondation Marcel Mérieux, 558 p.
- 94. Euzéby J. (1990):** Protozoologie médicale comparée. Collection Fondation Marcel Mérieux ; Hémosporidioses, Fasc 2 : « piroplasma ». In : Leucocytozoïdés-garniidés. III. 338 p
- 95. Euzéby J. (2003) :** Les dermatoses parasitaires d'origine zoonotique : dans les environnement de l'homme. p : 31- 49.
- 96. Euzéby J.P. (2001):** Ehrlichia canis . Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire. Sur le site : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/bb/ehrlichia..html>.
- 97. Euzéby J.P. (2002):** Bartonella henselae. Dictionnaire de Bactériologie Vétérinaire. Sur le site : <http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/bb/bartonella..html>.
- 98. Evers H.V., Kocan A.A., Reichard M.V. and Meinkoth J.H. (2003):** Experimental *Babesia gibsoni* infection in coyotes (*Canis latrans*), *J. Wildl. Dis.*, 39, p: 904-908.
- 99. Ewing S.A., Buckner R.G. and Stringer B.G. (1964):** The coyote, a potential host for *Babesia canis* and *Ehrlichia* sp., *J. Parasitol.*, 50, p: 704.
- 100. Fagherazzi-Pagel H. (2006) :** Maladies émergentes et réémergentes chez l'homme. Dossier de synthèse, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), VEILLE. 70 pp.
- 101. Farkas R. (2003) :** Babésiose canine à *Babesia canis*, Guide des principales maladies vectorielles des carnivores domestiques. *Edition Mérial-Thera Mac Cann*, p: 83-91.
- 102. Farougou S., Kpodekon M., Tchabode D.M., Youssao A.k.I and Boko C. (2006):** Abondance saisonnière des tiques (Acari : *Ixodidae*) parasites des bovins dans la zone soudanienne du Bénin : cas des départements de l'Atacora et de la Donga *Ann. Méd. Vét.* 150, p: 145-152.

- 103. Farwell G.E., LeGrand E.K and Cobb C.C. (1982):** Clinical observations on *Babesia gibsoni* and *Babesia canis* infections in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 180, p: 507-511.
- 104. Fauchere J.L & Avril J.L. (2002) :** Bactériologie générale et médicale. *ELLIPES éd Marketing*, (500 pp), p: 358-395.
- 105. Fichet-Calvet E., Jomae I., Ben Ismael R and Ashford R. W. (2000):** Patterns of infection of haemoparasites in the fat sand rat, *Psammomys obesus*, in Tunisia, and effect on the host. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 94, p: 55-68.
- 106. Foppa I.M., Krause P.J., Spielman A., Goethert H., Gern L., Brand B. and Telford S.R. (2002):** Entomologic and serologic evidence of zoonotic transmission of *Babesia microti*, in eastern Switzerland. *Emerg. Infect. Dis.*, 8(7), p: 722-726.
- 107. Fourie L. J., Belozarov V. N and Needham G. R. (2001):** Medical and Veterinary Entomology. *Ixodes rubicundus* nymphs are short-day diapause-induced ticks with thermolabile sensitivity and desiccation resistance. Vol. 15, Issue 3, p: 335.
- 108. Fournier P.E., Lelievre H., Eykyn S.J., Mainardi J.L., Marrie T.J., Bruneel F., Roure C., Nash J., Clave D., James E., Benoit-Lemercier C., Deforges L., Tissot-Dupont H. and Raoult D. (2001):** Epidemiologic and clinical characteristics of *Bartonella quintana* and *Bartonella henselae* endocarditis : a study of 48 patients. *Medicine*, 80, p: 245-251.
- 109. Fournier P.E., Ndiokubwayo J.B., Guidran J., Kelly P.J. and Raoult D. (2002):** Human pathogens in body and head lice. *Emerg Infect Dis.*, 8(12), p: 1515-1518.
- 110. Fournier P.E., Roux V. and Raoult D. (1998):** Phylogenetic analysis of spotted fever group rickettsiae by study of the outer surface protein rOmpA. *Int J Syst Bacteriol.*, 48, p: 839-849.
- 111. Frank J.R. & Breitschwerdt E.B. (1999):** A retrospective study of ehrlichiosis in 62 dogs from North Carolina and Virginia. *J. Vet. Int. Med.*, 13, p: 194-201.
- 112. Furuta P.I., Machado R.Z., Oliveira T.M.F.S., Rocha A.G. and Tinucci-Costa M. (2004):** Padronização do ensaio imunoenzimático indireto (ELISA-teste) para a detecção de anticorpos da classe IgG em cães naturalmente infectados com *Babesia canis*, *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 13 (Suppl. 1), p. 231. In : Dantas-Torres & Figueredo (2006)
- 113. Garcia A.T. (2006):** Piroplasma infection in dogs in northern Spain, *Vet. Parasitol.*, 138, p: 97-102.
- 114. Gaunt S.D., Corsetvet R. E., Berry C. M. and Brennan B. (1996):** Isolation of *Ehrlichia canis* from dogs following subcutaneous inoculation. *J. Clin. Microbiol.*, 34, p:1429-1432.
- 115. Geffray L & Paris C. (2001) :** Risque infectieux des animaux de compagnie. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Méd Mal Infect. 31 Suppl 2, p: 126-142.
- 116. Gentlini M. (1993) :** Médecine tropicale. Flammarion médecine sciences, Paris, p : 381-382 (402pp).
- 117. Ghorbel A. (1989) :** L'Ehrlichiose canine en Tunisie : enquête sérologique. *Maghreb Vét.*, 4, p: 5-8.
- 118. Ghorbel A., Ben Hadj Hassine Zrelli S., Haddad S., Ghram A., Chabchoub A., Landoulsi F. et Ben Ayed M. (2000):** Profils sérologique et hématologique de l'ehrlichiose canine et humaine dans les chenils de Tunis et Bizerte (Tunisie). *Revue Méd. Vét.*, 151(5), p : 429-436.
- 119. Ghorbel A., Clerc B. et Djaiem A. (1994):** Ehrlichiose canine en Tunisie. Enquêt séro-épidémiologique. *Revue Élev. Méd. Pays Trop.* 47, p: 271-275.
- 120. Gieger T.L., Taboada J., Groves M.G. (1998):** Cat scratch disease and other Bartonella infections. Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. Vol 20, n° 12, p 1308-1317, ISSN: 0193-1903.
- 121. Gillespie T.N., Washabau R.J., Goldschmidt M.H., Cullen J.M., Rogala A.R. and Breitschwerdt E.B., (2003) :** Detection of *Bartonella henselae* and *Bartonella clarridgeiae* DNA in hepatic specimens from two dogs with hepatic disease. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 222 (1), p: 47-51, 35.
- 122. Golvan Y.J. (1983):** Elément de parasitologie médicale. Falammarion et Cie, p: 390-397 (1540 pp).

123. Goodman R.A., Hawkins E.C., Olby W.J., Grindem C.B., Hegaty B. and Breitschwerdt E.B., (2003): *Molecular identification of Ehrlichia ewingii infection in dogs: 15 cases (1997-2001)*. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 222(8), p: 1102-1107.
124. Gratz N.G. & Brown A.W.A. (1983): *Flea biology and control*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, (document non publié VBC/83.874).
125. Gratz N.G. (1999): Rongeurs réservoirs & Puces vectrices des foyers naturels de peste. *WHO/CDS/CSR/EDC/99.2 Manuel de la Peste Epidémiologie, répartition, surveillance et lutte*.
126. Grindem C.B *et al.*, (1999): Platelet-associated immunoglobulin (antiplatelet antibody) in canine Rocky Mountain spotted fever and ehrlichiosis. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 35, p: 56-61. In Shaw *et al.*, 2001.
127. Guimarães J.C., Albernaz A.P., Machado J.A., Junior O. A.M. and Garcia L.N.N. (2004): Aspectos clínico-laboratoriais da babesiose canina na cidade de Campos do Goytacazes, RJ, *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 13 (Suppl. 1), p. 229.
128. Guimarães M., Oliveira T.M.F.S. and Santa-Rosa I.C.A. (2002): Babesiose canina: uma visão dos clínicos veterinários de Minas Gerais. *Clin. Vet.*, 41, p: 60-68.
129. Haenen R. (2004) : Affections parasitaires : ectoparasitoses. Infirmier en hygiène hospitalière, IDEWE. NOSO- Info, vol. VIII, N° 1.
130. Harrus S. & Bark H. (1994): Canine Lyme borreliosis in Israel. *Isr. J. Med. Sci.* 30, p: 912-914. In Baneth *et al.* (1998).
131. Harrus S., Kass P.H., Klement E. and Waner T. (1997): *Canine monocytic ehrlichiosis: A retrospective study of 100 cases, and an epidemiological investigation of prognostic indicators for the disease.*, *Vet. Rec.*, 141, p: 360-363.
132. Harrus S., Waner T., Weiss D.J. (1996): *Kinetics of serum antiplatelet antibodies in experimental acute canine ehrlichiosis*. *Vet. Immun. Immunopathol.*, 51, p: 13-20.
133. Heller R., Kubina M., Mariet P., Riegel P., Delacour G., Dehio C., Lamarque F., Kasten R., Boulouis H. J., Monteil H., Chomel B and Piemont Y. (1999): *Bartonella alsatica* sp. nov., a new *Bartonella* species isolated from the blood of wild rabbits. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 49, p: 283-288.
134. Heller R., Riegel P., Hansmann Y., Delacour G., Bermond D., Dehio C., Lamarque F., Monteil H., Chomel B et Piemont Y. (1998): *Bartonella tribocorum* sp. nov., a new *Bartonella* species isolated from the blood of wild rats. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 48, p: 1333-1339.
135. Henn J.B., Liu C.H., Kasten R.W., VanHorn B.A., Beckett L.A., Kass P.H. and Chomel B.B. (2005): Seroprevalence of antibodies against *Bartonella* species and evaluation of risk factors and clinical signs associated with seropositivity in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 66 (4), p: 688-694.
136. Herwaldt B.L. (2003): Molecular characterization of a non-*Babesia divergens* organism causing zoonotic babesiosis in Europe, *Emerg Infect Dis.*, 9, p: 942-1498.
137. Hinneebush J.B., Gage K.L and Schwan T.G. (1998): Estimation of vector infectivity rates for plague by means of a standard curve-based competitive polymerase chain reaction methode to quantify *Yersinia pestis* in fleas. *Am.J.Trop.Med.Hyg.* 58: 562-569.
138. Homer M.J., Aguilar-Delfin I., Telford S.R., Krause P.J. and Persing D.H. (2000): Babesiosis. *Clin. Microbiol. Rev.*, 13(3), p: 451-69.
139. Houpiikian P & Raoult D. (2001): 16S/23S rRNA intergenic spacer regions for phylogenetic analysis, identification, and subtyping of *Bartonella* species, *J. Clin. Microbiol.*, 39, p:2768-2778.
140. Houpiikian P. & Raoult D. (2003): Western immunoblotting for *Bartonella* endocarditis. *Clin. Diagn. Lab. Immunol.*, 10, p: 95-102.
141. Hunfeld K.P & Brade V. (2004): Zoonotic *Babesia*: possibly emerging pathogens to be considered for tickinfested humans in Central Europe. *Int. J. Med. Microbiol.*, 293 Suppl. (37), p: 93-103.
142. I.P.L. (1977) : Revue de l'Institut Pasteur de Lyon. N° 7, Vol 9, 10-98-90-102-110.
143. IFR48. (2006a): *Bartonella henselae* et maladie des griffes du chat - Sérologie. Sur le site [www.ifr48.fr](http://www.ifr48.fr)

144. **IFR48. (2006b)**: Autres bactéries du genre bartonella. Unité des Rickettsies de Marseille, France (Sur le site [www.ifr48.fr](http://www.ifr48.fr)).
145. **IFR48. (2006c)**: Rickettsia conorii subspecies conorii. Sur le site [www.ifr48.fr](http://www.ifr48.fr)
146. **Inokuma H., Ohno K., Onishi T., Raoult D. and Brouqui P. (2001)**: Detection of ehrlichial infection by PCR in dogs from Yamagushi and Okinawa Prefectures, Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 63(7), p: 815-817.
147. **Inokuma H., Okuda M., Yoshizaki Y., Hiraoka H., Miyama T., Itamoto K., Une S., Nakaichi M. and Taura Y. (2005)**: Clinical observations of Babesia gibsoni infection with low parasitaemia confirmed by PCR in dogs, *Vet Rec.*, 156, p: 116-118.
148. **Iqbal Z. & Rikihisa Y. (1994)**: Reisolation of *Ehrlichia canis* from blood and tissues of dogs after doxycycline treatment. *J. Clin. Microbiol.*, 32, p:1644-1649.
149. **Iqbal Z., Chaichanasiriwithaya W. and Rikihisa,Y. (1994)**: Comparison of PCR with other tests for early diagnosis of canine ehrlichiosis. *J.Clin.Micobiol.*, 32(7), p: 1658-1662.
150. **Irwin P.J. & Hutchinson G.W. (1991)**: Clinical and pathological findings of *Babesia* infection in dogs. *Aust. Vet. J.*, 68, p: 204-209. In Shaw *et al.*, 2001.
151. **Jacobsen L.S. & Clark I.A. (1994)**: The pathophysiology of canine babesiosis : new approaches to an old puzzle. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, 65, p: 134-145.
152. **Jacobson L.S. (2006)**: The South African form of severe and complicated canine babesiosis: clinical advances 1994–2004, *Vet. Parasitol.*, 138, p: 126-139.
153. **Jefferies R., Ryan U.M., Muhl nickel C.J. and Irwin P.J. (2003)**: Two species of canine *Babesia* in Australia: detection and characterization by PCR. *J. Parasitology*, 89(2), p: 409-412.
154. **Jensen W.A., Fall M.Z., Rooney J., Kordick D.L. and Breitschwerdt E.B. (2000)**: Rapid identification and differentiation of *Bartonella* species using a single-step PCR assay, *J Clin Microbiol.*, 38, p: 1717-1722.
155. **Joblet C., Roux V., Drancourt M., Gouvernet J. and Raoult D. (1995)**: Identification of *Bartonella (Rochalimaea)* species among fastidious gram negative bacteria on the basis of the partial sequence of the citrate-synthase gene, *J. Clin. Microbiol.*, 33, p: 1879-1883.
156. **Kakoma I & Mehlhorn H. (1993)**: *Babesia* of domestic animals. In J.P.Kreier(ed), Parasitic protozoa, 2<sup>ème</sup> Éd., vol. 7. *Academic press, San Diego, California*, p: 141-216.
157. **Kakoma I., Hansen R.D., Anderson B., E, Hanley T.A., Sims K.G., Bellamy C., Long M.T., Baek B.K. (1994)**: Cultural, molecular and immunological characterization of the etiologic agent for atypical canine ehrlichiosis. *J.Clin.Microbiol.*, 32(1), p: 170-175.
158. **Kass E.M., Szaniawski W.K., Lewy H et al. (1994)**: Rickettsial pox in New York city hospital, 1980 to 1989. *N Engl J Med.* (331), p: 1612-1617. In: **Duval X (2001)**.
159. **Kernif T., Bitam I., Aissi M., Raoult D. et Harrat Z. (2007)**: Hyperparasitisme d'un hérisson (*Atelerix algirus*) par des Ixodes ricinus et isolement des ehrlichioses. Communication à Constantine (XI<sup>ème</sup> journée Nationale de Parasitologie - Mycolgie médicale, le 30/05/2007).
160. **Kitchell B.E., Fan T.M., Kordick D., Breitschwerdt E.B., Wollenberg G. and Lichtensteiger C.A. (2000)**: Peliiosis hepatitis in a dog infected with *Bartonella henselae*. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 216, p: 519-523.
161. **Kjemtrup A.M & Conrad P.A. (2006)**: A review of the small canine piroplasms from California: *Babesia conradae* in the literature, *Vet. Parasitol.*, 138, p: 112-117.
162. **Kocan A. A. (1988)**: Tick paralysis. *JAVMA*, 192, p: 1498-1500.
163. **Kordick D.L & Breitschwerdt E.B. (1998)**: Persistent infection of pets within a household with three Bartonella species. *Emerg Infect Dis.*, 4, p: 325-328.
164. **Kordick D.L., Hilyard E.J., Hadfield T.L., Wilson K.H., Steigerwalt A.G., Brenner D.J. and Breitschwerdt E.B. (1997)**: *Bartonella clarridgeiae*, a newly recognized zoonotic pathogen causing

- inoculation papules, fever, and lymphadenopathy (cat scratch disease). *J. Clin. Microbiol.*, 35 (7), p: 1813-1818.
- 165. Kordick D.L., Swaminathan B., Greene C.E., Wilson K.H., Whitney A.M., O'Connor S., Hollis D.G., Matar G.M., Steigerwalt A.G., Malcolm G.B., Hayes P.S., Hadfield T.L., Breitschwerdt E.B. and Brenner D.J. (1996):** *Bartonella vinsonii* subsp. *berkhoffii* subsp. nov., isolated from dogs; *Bartonella vinsonii* subsp. *vinsonii*; and emended description of *Bartonellavinsonii*. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 46 (3), p: 704-709.
- 166. Kordick S.K. et al. (1999):** Coinfection with multiple tick-borne pathogens in a Walker Hound kennel in North Carolina. *J. Clin. Microbiol.*, 37, p: 2638-2931.
- 167. Kordick S.K. et al. (1999):** Coinfection with multiple tick-borne pathogens in a Walker Hound kennel in North Carolina. *J. Clin. Microbiol.* 37, p: 2638–2931.
- 168. Kuehn N.F. & Gaunt S. D. (1985):** Clinical and hematologic findings in canine ehrlichiosis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 186, p: 355-358.
- 169. L'Hostis & Seegers. (2002):** Tick-borne parasitic diseases in cattle: Current knowledge and prospective risk analysis related to the ongoing evolution in French cattle farming. *Systems.Vet. Res. INRA, EDP Science.* 33, p: 599-611.
- 170. La Scola B. & Raoult D. (1997):** Laboratory diagnosis of rickettsioses: current approaches to diagnosis of old and new rickettsial diseases. *J Clin Microbiol.*, 35, p: 2715-2727.
- 171. La Scola B., Zeaiter Z., Khamis A and Raoult D. (2003):** Gene-sequence-based criteria for species definition in bacteriology : the *Bartonella* paradigm. *TRENDS in Microbiologie Review.*, Vol.11, N° 7, p: 318-321.
- 172. Labruna M & Pereira M.C. (2001):** Carrapatos em cães no Brasil. *Clin. Vet.*, 11, p: 24-32.
- 173. Lappin M.R. (2001):** Babesiosi. In: *Traitato di Clinica Medica Veterinaria. Ettnigrs S.J & Feldman E.C.* Eds. Vol. 1, 2end Italian Eds. Delfirio Ed., Roma. p 414.
- 174. Leger M. & Bédier E. (1922) :** Piroplasme du renard d'Afrique, *Fennecus dorsalis* Gray, *C. R. Hebd. Séanc. Mem. Soc. Biol.*, 87, p: 934-935.
- 175. Levine N.D. (1985):** *Veterinary protozoology* (1st ed.), The Iowa State University Press, Iowa, IA.
- 176. Levine N.D. (1988):** The Protozoan Phylum Apicomplexa, vol. II, CRC Press, Boca Raton, FL, USA 154 pp.
- 177. Levy S.A. & Magnarelli L.A. (1992):** Relationship between development of antibodies to *Borrelia burgdorferi* in dogs and the subsequent development of limb/joint borreliosis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 200, p: 344-347.
- 178. Lissman B.A. & Benach J.L. (1980):** Rocky Mountain spotted fever in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 176, p: 994-995.
- 179. Liston W.G. (1905):** Plague rats and fleas. *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 16: 253-273.
- 180. Lobetti R.G. (1998):** Canine babesiosis. *Compend Cont Educ Pract Vet.*, 20, p: 418-431.
- 181. Londt J.G.H., Eleanore B., Van Der Bijl. (1977):** The The life cycle of the two-host tick *Rhipicephalus evertsi evertsi* Neumann, 1897, under laboratory conditions (Acarina: Ixodidae) Onderstepoort *J. Vet. Res.*, 44, p: 21-28.
- 182. Lossos G.J. (1986):** Infectious tropical disease of domestic animals. Canada, Longman scientific et technical editors, 938p.
- 183. MacDonald K.A., Chomel B.B., Kittleson M.D., Kasten R.W., Thomas W.P. and Pesavento P. (2004):** A prospective study of canine infective endocarditis in northern California (1999-2001): Emergence of *Bartonella* as a prevalent etiologic agent. *J. Vet. Intern. Med.*, 18 (1), p: 56-64.

- 184. Madigan J.E., Pusterla N., Johnson E., Chae J. S., Pusterla J. B., Derock E. and Lawler S.P. (2000):** Transmission of Ehrlichia risticii, the agent of Potomac horse fever, using naturally infected aquatic insects and helminth vectors: preliminary report. *Equine Vet J.*, 32(4), p: 275-279.
- 185. Maggi R.G., Chomel B., Hegarty B.C., Henn J. and Breitschwerdt E.B. (2006):** A Bartonella vinsonii berkhoffii typing scheme based upon 16S–23S ITS and Pap31 sequences from dog, coyote, gray fox, and human isolates. *Molecular and Cellular Probes.*, 20, p: 128-134.
- 186. Malek J.A., Weirzbowski J.M., Tao W., Bosak S.A., Saranga D.J., Doucette-Stamm L., Smith D.R., Mecwan P.J and MecKernan K.J. (2004) :** Protein interaction mapping on a functional shotgun sequence of *Rickettsia sibirica*. *Nucleic Acids Res.*, 32, p: 1059-1064.
- 187. Marcheur D. (1996) :** Rickettsiae dans la microbiologie médicale de barron (Barron S et autres-eds) 4ème éd., Texas, p: 120-124 (300 pp).
- 188. Maronpot R.R. & Guindy E. (1970):** Preliminary study of *Babesia gibsoni* Patton in wild carnivores and domesticated dogs in Egypt, *Am. J. Vet. Res.*, 31, p: 797-799.
- 189. Martin C, (2004) :** Les ehrlichioses du chien : étude bibliographique, diagnostic et comparaison de trois kits de diagnostic sérologique rapide de l'ehrlichiose monocytaire. École Nationale Vétérinaire de Lyon (ENVL). Thèse d'obtention de grade de Docteur Vétérinaire «Année 2004 - Thèse n° 59».
- 190. Marval F. (2000):** Revue information scientifique, laboratoire Bio analytique-Riotton. Edition Unilabs.
- 191. Maslin J., Beugnet F., Davoust B et Klotz F. (2004):** Babésioses. EMC - Maladies Infectieuses. Édition : Elsevier S.A.S. Volume 1, Issue 4, p: 281-292.
- 192. Maurin M. (2003a):** Rickettsia. Cours de Bactériologie Médicale. Faculté de Médecine de Grenoble, France.
- 193. Maurin M. (2003b) :** Ehrlichia. Cours de Bactériologie Médicale. Faculté de Médecine de Grenoble.
- 194. Mcleod M.P., Qin X., Karpathy S.E., Gioia J., Highlander S.K., Fox G.E., McNeil T.Z., Jiang H.Y., Muzny D., Jacob L.S., Hawes A.C et al., (2004) :** Complete genome sequence of *Rickettsia tphi* and comparison with sequences of others rickettsiae. *J. Bacteriol.*, 186, p: 5842-5855.
- 195. Mehlhom H. & Schein E. (1984):** Adv. Parasito. (23), p: 37-103. In Young A.S. & Morzaria S.P. (1986).
- 196. Meliani P., Khatibi S., Randazzo S., Gorenflot A et Marchou B. (2006):** Babésioses humaines. Médecine et Maladies Infectieuses. Édition : Elsevier B.V. Volume 36, Issue 10, p: 499-504.
- 197. Mexas A.M., Hancock S.I. et Breitschwerdt E.B. (2002):** *Bartonella henselae* and *Bartonella elizabethae* as potential canine pathogens. *J. Clin. Microbiol.*, 40, p: 4670-4674.
- 198. Michaud O. (1988) :** Les chasse-insectes dans la maison. Montréal. Les Éditions de l'Homme 153 pp.
- 199. Milner R.J., Reyers F., Taylor J.H. et Van Den Berg J.S. (1997):** The effect of diminazene aceturate on cholinesterase activity in dogs with canine babesiosis. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, 68, p: 111-113.
- 200. Miyama T., Sakata Y., Shimada Y., Ogino S., Watanabe M., Itamoto K., Okuda M., Verdida R.A., Xuan X., Nagasawa H and Inokuma H. (2005):** Epidemiological survey of *Babesia gibsoni* infection in dogs in eastern Japan, *J. Vet. Med. Sci.*, 67, p: 467-471.
- 201. Morel P.C. (1976) :** Morphologie, biologie, et rôle pathogène des tiques, document polycopie, enseignement / 111.87, Décembre 1976 institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, maison Alfort. Paris
- 202. Morel P.C., Chartier C., Itard J. et Troncy P-C. (2000) :** Précis de parasitologie vétérinaire. Nicolas Barré s'est chargé de la révision de la partie de Pierre Morel après le décès de ce dernier. p : 455-574 (773 p).
- 203. Morita T. et al. (1996):** Erythrocyte oxidation in artificial *Babesia gibsoni* infection. *Vet. Parasitol.*, 63 p: 1-7.
- 204. Mouchet J., Coz J., Rageau J., Rickenbach A. et Taufflieb R. (1978) :** Insectes et Arachnides en santé publique. - Encycl. MBd. Chir. (Paris), Maladies infectieuses, Fesc. 8120 A 10.

- 205. Moulinier C. (2002) :** Parasitologie et mycologie médicale. Eléments de morphologie et de biologie. Chapitre 9 «Insectes» p : 577-594 ; Chapitre 10 «Acariens» p 635-674.
- 206. Moussouaid H. (2005):** Etude épidémiologique de la babésiose canine dans la région d'Alger. Mémoire de Magistère en science vétérinaire. Alger- El Harrach. 66 pp.
- 207. Mumcuoglu K.Y et al. (1993):** Ecological studies on the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari, Ixodidae) in southern Israel and its relationship to spotted-fever group rickettsiae. *J. Med. Entomol.*, 30, p: 114–121. In Shaw *et al.*, 2001.
- 208. Neer T.M. et al. (2002):** Consensus statement on ehrlichial disease of small animals from the infectious disease study group of the ACVIM. American College of Veterinary Internal Medicine. *J Vet Intern Med.*, 16(3), p: 309-315.
- 209. Neitz W.O. & Steyn H.P. (1947):** The transmission of *Babesia canis* (Piana and Galli-Valerio, 1895) to the black-backed jackal [*Thos mesomelas* (Schreber)], with a discussion on the classification of the piroplasms of the Canidae. *J. S. Afr. Vet. Med. Assoc.*, 18, p: 1-12.
- 210. Neitz W.O. (1965):** A checklist and hostlist of the zoonoses occurring in mammals and birds in South Africa, *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 32, p: 189-374.
- 211. Normand T. & Chabanne L. (2005) :** Technique de leucoconcentration chez le chien et le chat. *Nouv. Prat. Vet.*, 303, p: 35-36. In Normand, 2006
- 212. Normand T. (2006) :** Réponse immunitaire lors de l'infection du chien par *ehrlichia canis* : étude expérimentale. École Nationale Vétérinaire de Lyon (ENVL). Thèse d'obtention de grade de Docteur Vétérinaire.
- 213. Nozais J.P., Datry A. et Danis M. (1996) :** Traité de parasitologie médicale. Editions Paradel, p : 44-46 ; 53-66.
- 214. Nyindo M.B.A., Ristic M., Huxoll D.L. and Smith A.R. (1971):** Tropical canine pancytopenia : *in vitro* cultivation of the causative agent – *Ehrlichia canis*. *Am. J. Vet. Res.*, 32, p: 1651-1658. In Normand, 2006.
- 215. Ogata H., Audic S., Abergel C., Fournier P.E et Claverie J.M. (2002):** Protein coding palindromes are a unique but recurrent feature in Rickettsia. *Genome Res.*, 12, p: 808-816.
- 216. Ogata H., Audic S., Renesto-Audiffren P., Fournier P.E., Barbe V., Samson D., Roux V., Cossart P., Weissenbach J., Claverie J.M and Raoul D. (2001):** Mechanisms of evolution in *Rickettsia conorii* and *R. prowazekii*. *Science*, 293, p: 2093-2098.
- 217. Pappalardo B.L., Correa M.T., York C.C., Peat C.Y. and Breitschwerdt E. B. (1997):** Epidemiologic evaluation of the risk factors associated with exposure and seroreactivity to *Bartonella vinsonii* in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, 58, p: 467-471.
- 218. Pappalardo B.L., Brown T., Gebhardt D., Sontakke S. and Breitschwerdt E.B. (2000a):** Cyclic CD8+ lymphopenia in dogs experimentally infected with *Bartonella vinsonii* subsp. *berkhoffii*. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 75 (1-2), p: 43-57.
- 219. Pappalardo B.L., Brown T., Gookin J.L., Morrill C.L. and Breitschwerdt E.B. (2000b):** Granulomatous disease associated with *Bartonella* infection in 2 dogs. *J. Vet. Intern. Med.*, 14(1), p: 37-42.
- 220. Pappalardo B.L., Brown T.T., Tompkins M. and Breitschwerdt E.B. (2001):** Immunopathology of *Bartonella vinsonii* (*berkhoffii*) in experimentally infected dogs. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 83 (3-4), p: 125-147.
- 221. Park J., Choi K.S. and Dumler J. S. (2003):** Major surface protein 2 of *Anaplasma phagocytophilum* facilitates adherence to granulocytes. *Infect Immun.*, 71(7): p: 4018-4025.
- 222. Parola P & Raoult D. (1998):** Rickettsioses éruptives. *Encycl Méd Chir (Elsevier Paris) ? Maladies infectieuses*, 8-037-1-20. 24 pp.
- 223. Parola P & Raoult D. (2001):** Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clin Infect Dis.*, 32(6), p: 897-928. Erratum in: *Clin Infect*; 33(5):749.
- 224. Parola P. (2005) :** Les arthropodes comme outils diagnostiques et épidémiologies des maladies infectieuses émergentes. *Med. Mal. Infect.*, 35 Suppl 2:S41-3.

- 225. Parola P., Cornet J. P., Sanongo Y. O., Miller R. S., Thien H. V., Gonzalez J., P., Raoult D., Telford Iii Sr. and Wongsrichanalai C. (2003):** Detection of *Ehrlichia spp.*, *Anaplasma spp.*, *Rickettsia spp.*, and other eubacteria in ticks from the Thai-Myanmar border and Vietnam. *J Clin Microbiol.*, 41(4), p: 1600-1608.
- 226. Patton W.S. (1910):** Preliminary report on a new piroplasm ("Piroplasma Gibsoni" sp. nov.) found in the blood of hounds of the Madras Hunt and subsequently discovered in the blood of the jackal "Canis aureus", *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, 3, p: 271-281.
- 227. Penzhorn B.L. (2006):** Babesiosis of wild carnivores and ungulates. *Veterinary Parasitology*, Volume 138, Issues 1-2, 31, p: 11-21.
- 228. Perez M. R.Y. & Wen B. (1996):** Ehrlichia canis-like agent isolated from a man in Venezuela: antigenic and genetic characterization. *J. Clin. Microbiol.*, p: 2133-2139.
- 229. Pérez-Eid C. & Gilot B. (1998) :** Les tiques : cycles, habitats, rôle pathogène, lutte. *Med Mal infec* ; 28(n° spécial) : 335-343.
- 230. Pérez-Eid C. (1999) :** Les Maladies Humaines Transmises par les Tiques. Écologie des Systèmes Vectoriels - Institut Pasteur – France. Source : Impact Médecin N° 99/1991.
- 231. Perret J.L. (2001) :** Les maladies transmises et Les mesures de protection : « La tique *Ixodes ricinus* ». Institut de zoologie. Laboratoire de parasitologie de l'université de Neuchâtel - Suisse.
- 232. Petit S. (2004) :** Guide thérapeutique vétérinaire. 2<sup>ème</sup> édition point vétérinaire, Maison Alford France 559p.
- 233. Pichard E. (2004) :** Cour de Maladies vectorielles (1). Faculté de Médecine d'Angers, Institut de Médecine Tropicale et de santé internationale. DESC « Maladies infectieuses ; maladies tropicale ». HIA Bégin 2004.
- 234. Piras M.A., Calia G., Saba F., Gakis C., Andreoni G. (1983) :** Glucose-6-phosphate deshydrogenase deficiency in male patients with Mediterranean spotted fever in Sardinia (letter). *J. Infect Dis.*, 147, p : 607-608.
- 235. Pretorius A.M. & Kelly P.J. (1998):** Serological survey for antibodies reactive with Ehrlichia canis and E. chaffeensis in dogs from the Bloemfontein area, South Africa. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, 69(4), p: 126-128.
- 236. Purnell R.E. (1981):** Babesiosis in various hosts. In Ristic M and Kreier J.P (eds): Babesiosis. New York, Academic Press, p: 25-63
- 237. Randolph S.E. & Storey K. (1999):** Impact of microclimate on immature tick-rodent host interactions (Acari: Ixodidae): implications for parasite transmission. *J Med Entomol*, Nov, 36, 741-748.
- 238. Raoult D & Brouqui P. (1998):** Ehrlichia. Ehrlichioses, in *Les rickettsioses*, Elsevier, Editor. Encyclopédie Médico Chirurgicale: Paris, France. p: 117-140.
- 239. Raoult D (2005):** Rickettsioses and ehrlichioses. In: Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, editors. Principles and Practice in Infectious Diseases. Philadelphia: Elsevier, Churchill Livingstone. p: 2284-2287.
- 240. Raoult D, La Scola B, Enea M, Fournier PE, Roux V, Fenollar F, de Lamballerie X. (2001):** A flea-associated Rickettsia pathogenic for humans. *Emerg. Infect. Dis.* 7: 73-81.
- 241. Raoult D. & Brouqui P. (1998):** Ehrlichia. Ehrlichioses, in *Les rickettsioses*, Elsevier, Editor. Encyclopédie Médico Chirurgicale: Paris, France. p: 117-140.
- 242. Raoult D. & Dasch G.A. (1989):** Line blot and wastern blot immunoassays for diagnosis of Mediterranean Spotted Fever. *J Clin Microbiol.*, 27, p: 2073-2079.
- 243. Raoult D. & Roux V. (1997):** Rickettsioses as paradigms of new or emerging infectious diseases. *Clin. Microbiol. Rev.*, 10, p: 694-719.
- 244. Raoult D., Tissot-Dupont H., Chicheportiche Co., Peter O., Gilot B., Drancourt M. (1993):** Mediterranean Spotted Fever in Marseille, France : Correlation between prevalence of hospitalized patients, seroepidemiology, and prevalence of infected ticks in three different areas. *Am J Trop I Vied Hyg.*, 48, p: 249-256.
- 245. Ratovonjato J. (1998) :** Sensibilité de *X. cheopis* aux insecticides en milieu urbain à Madagascar. *Arch Inst Pasteur Madagascar*, 64, p : 25-28.

- 246. Ratovonjato J., Duchemin J.B., Duplantier J.M., Chanteau S. (2000):** *Xenopsylla cheopis* (Siphonaptera : Xenopsyllinae), puces des foyers ruraux de peste des Hautes Terres malgaches : niveau de sensibilité au DDT, aux pyréthrinoides et aux carbamates après 50 années de lutte chimique. *Arch Inst Pasteur Madagascar* ; 66 (1&2) : 9-12.
- 247. Reardon M.J. & Pierce K.R. (1981):** Acute experimental canine ehrlichiosis: I. sequential reaction of the hemic and reticular system. *Vet. Pathol.*, 18, p: 48-61.
- 248. Ribeiro J.M. (1987):** Role of saliva in blood-feeding by arthropods, *Annu Rev Entomol.*, 32, p: 463-478.
- 249. Rikihisa Y. (1991):** The Tribe Ehrlichieae and Ehrlichial Diseases. *Clin. Microbiol. Rev.*, 4(1), p: 286-308.
- 250. Rikihisa Y. (1999):** Ehrlichiae of veterinary importance, in *Rickettsiae and rickettsial diseases at the turn of the third millenium.*, P.Brouqui, Editor., Elsevier: Paris. p: 393-405.
- 251. Rikihisa Y., Johnson G.J. and Burger C.J. (1987):** Reduced immune responsiveness and lymphoid depletion in mice infected with Ehrlichia risticii. *Infect. Immun.*, 55, p: 2215-2222.
- 252. Rodhain F & Pérez-Eid C. (1985) :** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Edition Maloine, Paris. Chapitre 15. p : 341-362.
- 253. Rodhain F. (1996) :** Traité de parasitologie médicale. Chapitre 3 « entomologie médicale ». Editions Paradel, p : 21-66 (817).
- 254. Rolain J-M., Bourry O., Davoust B and Raoult D. (2005):** *Boratonella Quintana* and *Rickettsia felis* in Gabon. *Emerging Infectious Diseases*. Vol.11. N°11.
- 255. Ronesto P., Ogata H., Audic S., Claverie J.M and Raoul D. (2005):** Some lessons from *Rickettsia* genomics. *Rev. FEMS Microbiol.*, , (29), p: 99-117.
- 256. Rothschild M., Schlein J. and Ito S. (1986):** *A Colour Atlas of insect tissues, via the flea*. Wolfe Science Book éd., Lond., 184 pp.
- 257. Rousset F., Bouchon D., Pintureau B., Juchault P. and Solignac, M. (1992):** Wolbachia endosymbionts responsible for various alteration of sexuality in arthropods. *Proc. R. Soc. Lond. Biol.*, 250, p: 91-98.
- 258. Roux V. & Raoult D. (1995):** Phylogenetic analysis of the genus *Rickettsia* by 16S rDNA sequencing. *Res Microbiol.*, 146, p: 385-396.
- 259. Roux V. & Raoult D. (2000):** Phylogenetic analysis of members of the genus *Rickettsia* using the gene encoding the outer-membrane protein rOmpB (ompB). *Int J Syst Evol Microbiol.*, 50, p: 1449-1455.
- 260. Roux V. (1999):** Phylogenetic analysis and taxonomic relationships among the genus *Rickettsia*. In: Raoult D, Brouqui P, editors. *Rickettsiae and Rickettsial diseases at the turn of the third millinium*. Marseille: Elsevier. p : 52-66.
- 261. Roux V., Rydkina E., Ereemeeva M. and Raoult D. (1997):** Citrate synthase gene comparison, a new tool for phylogenetic analysis, and its application for the rickettsiae. *Int J Syst Bact.*, 47, p: 252-261.
- 262. Rudzinska M.A. et al. (1983):** *Proc. Natl Acad. Sci. USA*, 80, 2166-2970. In Young A.S. & Morzaria S.P. (1986).
- 263. Rudzinska M.A., Trager W., Lewengrub S.J. and Gubert E. (1976):** An electron microscopic study of *Babesia microti* invading erythrocytes, *Cell Tissue Res.*, 169, p: 323-334.
- 264. Ruebush T.K., Piesman J., Collins W.E., Spielman A. and Warren M. (1981):** Tick transmission of *Babesia microti* to rhesus monkeys (*Macaca mulatta*), *Am J Trop Med Hyg* 30, p: 555-559.
- 265. Schein E. et al. (1981):** *Z. Tropenmed. Parasitol.*, 32, p: 223-227. In Young A.S. & Morzaria S.P. (1986).
- 266. Schetters T.H. et al. (1997):** Vaccination of dogs against *Babesia canis infection*. *Vet. Parasitol.*, 73, p: 35-41.

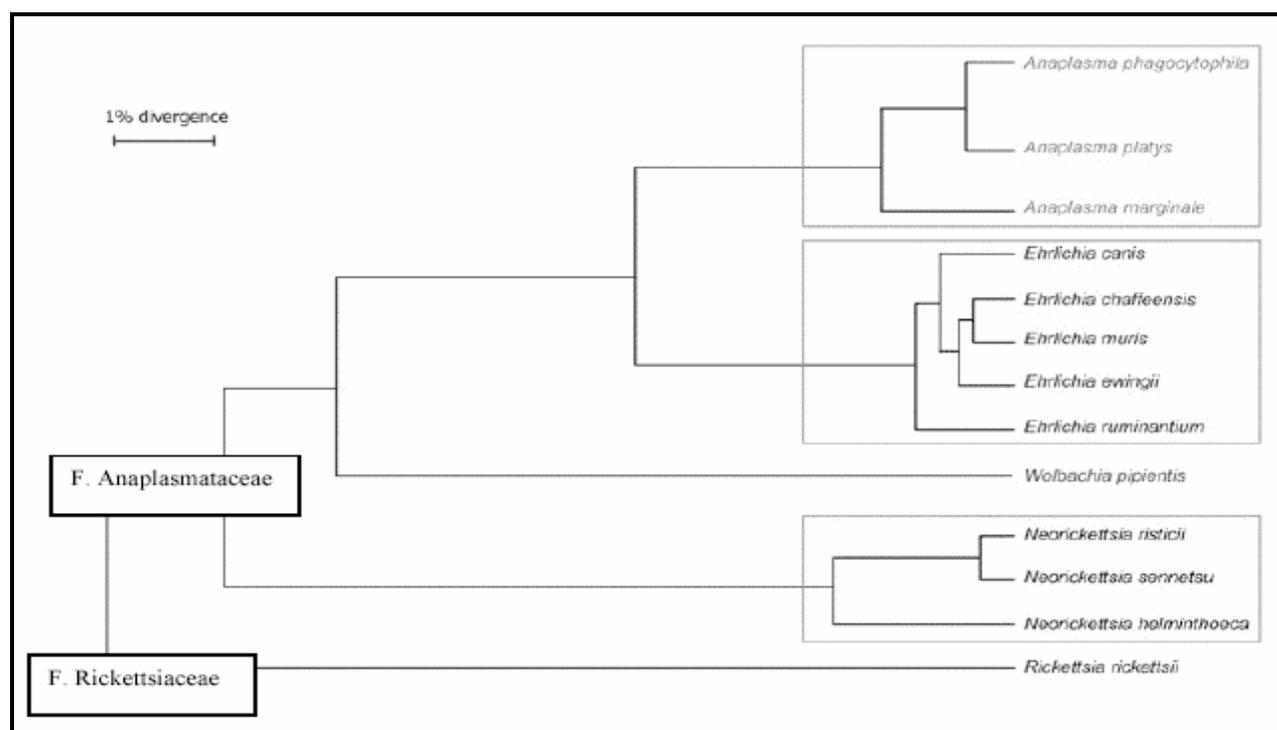
- 267. Schetters T.H., Kleuskens J.A., Scholtes N.C., Gorenflot A., Moubri K. and Vermeulen A.N. (2001):** Vaccination of dogs against heterologous *Babesia canis* infection using antigens from culture supernatants. *Vet Parasitol.*, 100, p: 75-86.
- 268. Schetters T.P., Kleuskens J., Scholtes N. and Gorenflot A. (1998):** Parasite localization and dissemination in the *Babesia*-infected host. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 92, p: 513-519.
- 269. Schetters T.P., Moubri K., Précigout E et al. (1997):** Different *Babesia canis* isolates, different diseases. *Parasitology.*, 115, p : 485-493.
- 270. Schoop G. & Dedié K. (1938),** Uebertragung von *Babesia canis* auf Füchse, *Deut. Tierärztl. Wochschr.*, 46, p: 88-90.
- 271. Schouls L.M. et al. (1999):** Detection and identification of *Ehrlichia*, *Borrelia burgdorferi sensu lato* and *Bartonella* species in Dutch Ixodes ricinus ticks. *J. Clin. Microbiol.*, 37, p: 2215-2222.
- 272. Schwartzman W. (1996):** *Bartonella (Rochalimaea)* infections: beyond cat scratch, *Annu Rev Med.*, 47, p: 355-364. In: Maggi et al. (2006).
- 273. Sekeyova Z., Roux V., Raoult D. (2001):** Phylogeny of Rickettsia spp. inferred by comparing sequences of 'gene D', which encodes an intracytoplasmic protein. *Int J Syst Evol Microbiol.*, 51, p: 1353-1360.
- 274. Shaw S.E., Day M.J., Birtles J.R. and Breitschwerdt B.E. (2001):** Tick-borne infectious diseases of dogs. *Trends in Parasitology Review*, Volume 17, Issue 2, p: 74-80.
- 275. Silvemen D.J. (1995):** Some contributions of electron microscopy to the study of the *Rickettsiae*. *Eur. J. Epidemiol.*, 7, p: 200-206.
- 276. Skrabalo Z & Deanovic Z. (1957):** Piroplasmosis in man: report of a case, *Doc. Med. Geogr. Trop.*, 9, p: 11-16.
- 277. Smit F.G.A.M. (1982):** Classification of the *Siphonaptera*, in Parker S.P. éd., Synopsis and classification of living organisms, McGraw-Hill, New York (*Siphonaptera*: vol. 2, p: 557-563).
- 278. Smith T. & Kilbourne F.L. (1893):** Investigations into the nature, causation, and prevention of southern cattle fever. *U.S. Dept. Agr. Bur. Anim. Indust. Bull.*, 1, 301p.
- 279. Sonenshine D.E. (1991):** Ecological dynamics of tick-borne zoonoses. New York, Oxford Univ. Press. 447 p.
- 280. Stockham S.L., Tyler J.W., Schmidt D.A. and Curtis K.S. (1990):** Experimental transmission of granulocytic ehrlichial organisms in dogs. *Vet. Clin. Pathol.*, 19, p: 99-104.
- 281. Straubinger R.K. et al., (1997):** *Borrelia burgdorferi* migrates into joint capsules and causes up-regulation of interleukin-8 in synovial membranes of dogs experimentally infected with ticks. *Infect. Immun.*, 65, p: 1273-1285. In Shaw et al. (2001).
- 282. Sweatman G.K. (1967):** Physical and biological factors affecting the longevity and oviposition of engorged *Rhipicephalus sanguineus* female tick. *J. Parasitol.*, 53, p: 432-445.
- 283. Taboada J. & Merchant S.R. (1991):** Babesiosis of companion animals and man. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.*, 21, p: 103-123.
- 284. Taboada J. (1998):** Babesiosis. In: C. Greene, Editor, *Infectious Diseases of the Dog and Cat*, WB Saunders, Philadelphia, p: 473-481.
- 285. Taboada J. et al. (1992):** Seroprevalence of babesiosis in greyhounds in Florida. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 200, p: 47-50. In Shaw et al., 2001.
- 286. Telford S.R., Gorenflot A., Brasseur and Spielman. (1993):** Babesial infections in humans and wildlife. In J.P.Kreier(ed), *Parasitic protozoa*, 2<sup>ème</sup> Éd., vol. 5. Academic press, San Diego, California. p: 1-47.
- 287. Thérèse D., Lucien D., Daniel A. (2002):** Cours de parasitologie : Helminthiases - Dipylidiose à *Dipylidium caninum*. Laboratoire de Parasitologie Faculté de Pharmacie, Lille.
- 288. Toma B & Thiry E. (2003):** Qu'est ce qu'une maladie émergente ? *Epidémiologie et santé animale*, 44, p: 1-11.

- 289. Trotz-Williams L.A. & Trees A.J. (2003):** Systematic review of the distribution of the major vector-borne parasitic infections in dogs and cats in Europe. *Vet Rec.*, 152(4), p: 97-105.
- 290. Uilenberg G., Franssen F.F.J., Perié N.M. et Spanjer A.A.M. (1989):** Three groups of *Babesia canis* distinguished and a proposal for nomenclature. *Vet. Q.*, 11, p: 33-40.
- 291. Unver A., Perez M., Orenalla N., Huang H. and Rikihisa Y. (2001):** Molecular and antigenic comparison of Ehrlichia canis isolates from dogs, ticks, and a human in Venezuela. *J. Clin. Microbiol.*, 39(8), p: 2788-2793.
- 292. Unver A., Rikihisa Y., Kawahara M. and Yamamoto S. (2003):** Analysis of 16S rRNA gene sequences of Ehrlichia canis, Anaplasma platys, and Wolbachia species from canine blood in Japan. *Ann N Y Acad Sci.*, 990, p: 692-698.
- 293. Walker A.R., Bouattour A., Camicas J.-L., Estrada-Peña A., I.G.Horak., Latif A.A., Pergram R.G. and Preston P.M. (2003) :** Ticks of Domestic Animals in Africa : a Guide to Identification of Species. 227 pp.
- 294. Walker D.H & Dumler J.S. (1996):** Emergence of the ehrlichioses as human health problems. *Emerg Infect Dis.*, 2, p: 18-29.
- 295. Walker D.H., Kirkman H.N. and Wittenberg P.H. (1981):** Genetic states possibly associated with enhanced severity of Rocky Mountain spotted fever. *Rickettsiae Rickettsial Dis.*, p: 620-630.
- 296. Walker D.H., Radisch D.L. and Kirkman H.N. (1983):** Haemolysis with rickettsiosis and Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency (letter). *Lancet* (2), p: 217.
- 297. Waner T., Harrus S., Weiss D.J., Bark H. and Keysary A. (1995):** Demonstration of serum antiplatelet antibodies in experimental acute canine ehrlichiosis. *Vet. Immun. and Immunopath.*, 48, p: 177-182.
- 298. Waner T., Leykin I., Shinitsky M., Sharabani E., Buch H., Keysary A., Bark H. and Harrus S. (2000):** Detection of platelet-bound antibodies in Beagle dogs after artificial infection with *Ehrlichia canis*. *Vet. Immun. Immunopathol.*, 77(1-2), p: 145-150.
- 299. Weiser I.B & Greene C.E. (1989):** Dermal necrosis associated with Rocky Mountain spotted fever in four dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 195, p: 1756-1758.
- 300. Welzl C. et al. (2000):** Systemic inflammatory response syndrome and secondary multiple organ dysfunction syndrome in canine babesiosis. *J. Vet. Intern. Med.*, 14, p: 244. In Shaw et al., 2001.
- 301. Woody B.J. & Hoskins J.D. (1991):** Ehrlichial diseases of dogs. *Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract.*, 21(1), p: 75-98.
- 302. Wozniak E.J., Barr C. and Thomford J.W. (1997):** Clinical, anatomic and immunopathologic characterisation of Babesia gibsoni infection in domestic dog (dog familiaris). *J. Parasitol.*, 83, p: 628-629.
- 303. Yamane I., Conrad P.A. and Gardner I. (1993a):** Babesia gibsoni infections in dogs. *J. Protozool. Res.*, 3, p: 111-125.
- 304. Yamane I., Thomford J.W., Gardner I.A., Dubey J.P., Levy M. and Conrad P.A. (1993b):** Evaluation of the indirect fluorescent antibody test for diagnosis of Babesia gibsoni infections in dogs, *Am. J. Vet. Res.*, 54, p: 1579-1584. In: Dantas-Torres & Figueredo (2006).
- 305. Yeruham I., Hadani A. and Galker F. (2000):** The life cycle of *Rhipicephalus bursa* Canestrini and Fanzago, 1877 (Acarina: Ixodidae) under laboratory conditions *Veterinary Parasitology*. Volume 89, Issues 1-2 , p: 109-116.
- 306. Young A.S. & Morzaria S.P. (1986):** Biology of Babesia. Edition: Elsevier Science Publishers BY, Amsterdam. *Parasitology Today*, vol 2, n° 8.
- 307. Zahler M., Rinder H., Schein E and Gothe R. (2000):** Detection of a new pathogenic Babesia microti-like species in dogs. *Vet Parasitol.*, 89, p: 241-248.
- 308. Zintl A., Mulcahy G., Skerrett H.E., Taylor SM. and Gray J.S. (2003):** Babesia divergens, a bovine blood parasite of veterinary and zoonotic importance. *Clin Microbiol Rev.*, 16(4), p: 622-636.

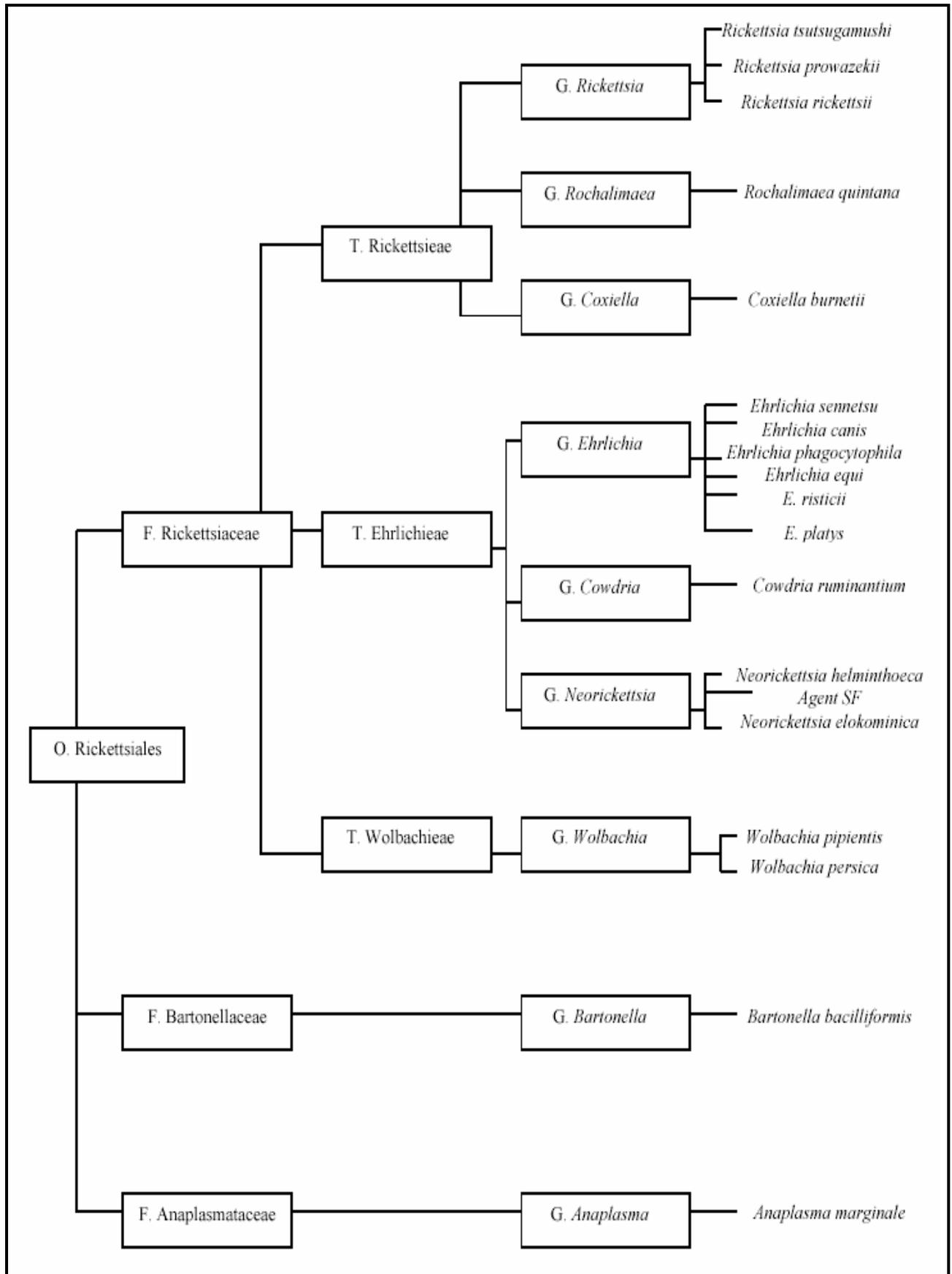
# **ANNEXES**

**ANNEXE 01** : Différenciation entre le cycle des *Ixodidae* et des *Argasidae* (C.C.L.I.N., 2001)

|                                | <b>IXODIDES</b>   | <b>ARGASIDES</b>   |
|--------------------------------|---|--|
| <b>Comportement</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>la femelle prend un unique repas et pond de 5.000 à 20.000 œufs en 1 fois puis elle meurt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>la femelle prend plusieurs petits repas et pond à chaque fois quelques centaines d'œufs</li> </ul>                              |
|                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>le mâle meurt après la copulation</li> </ul>   |  |
| <b>Étapes de développement</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Les mues sont de vraies étapes du développement pour ce genre : 1 stase = 1 stade</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Certaines stases comportent plusieurs stades de développement (3,4 ou 5 chez les nymphes davantage chez les adultes)</li> </ul> |
| <b>Embryogenèse</b>            | • 20 à 50 jours   | • 20 jours   |
| <b>Œufs</b>                    | • 500 à 20 000 en une fois  | • 20 à 150 plusieurs fois  |
| <b>Larve</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>1mm</li> <li>brune, molle,</li> <li>3 paires de pattes</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>1mm</li> <li>brune, molle</li> <li>3 paires de pattes</li> </ul>  |
| <b>Métamorphose</b>            | En 2 à 8 semaines   | En 2 à 8 semaines  |
| <b>Nymphe</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 paires de pattes</li> <li>1 repas</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>4 paires de pattes</li> <li>3,4 ou 5 repas donc autant de mues et ? ? ? de stades</li> </ul>                                    |
| <b>Métamorphose</b>            | • 8 à 15 semaines   |  |

**ANNEXE 02**: Classification des *Ehrlichieae* sur la base de l'analyse de l'ARNr 16S ([**Rikihisa Y.** (2001) : Phylogram of the family Anaplasmataceae. *Ohio State University*)

## ANNEXE 03 : Classification phénotypique de l'Ordre des Rickettsiales (Rikihisa Y., 1991)



**ANNEXE 04: MATÉRIELS NON BIOLOGIQUE****1. Matériels de mission sur le terrain :**

- Muselière
- Pince brucelles
- Tubes à E.D.T.A (éthylène diamine tétra-acétique) type vacutnaire®
- Doubles aguillés et le support.
- Des seringues de 5ml avec leurs aguillés.
- Alcool chirurgical
- Ethanol 98%
- Tubes vides de 20ml
- Aspirateur à puce
- Bassine GF (grand format)
- Brosse
- Gants en cuire

**2. Matériels de laboratoire:**

- Microscope binoculaire
- Lames blanches
- Loupe Gr X 4
- Pince
- L'huile à émersion
- Hôte à flux laminaire
- Vortex
- Ultracentrifugeuse (14000 tours/ minute)
- Four à micro-onde
- Thermo-cycleur
- Cuve à Electrophorèse (horizontal)

**3. Les réactifs et produits chimique:**

- La coloration MGG : Méthanol, May Grunwald et Giemsa
- La coloration Gi minez : Tampon, fuchsine et vert de malachite oxalate
- Eau physiologique de pH=7
- La PCR : Taq polymérase de la bactérie *thermus aquaticus*, éthanol, MgCl<sub>2</sub>, eau distillé, Primers (A « rrf », B « rrl »).
- Le gel : Agarose, BET, TBE

**4. Matériels d'élevage de tiques :**

- Cage pour souris.
- Cage pour lapin.
- Sciures.
- Passoires.
- Récipient.
- Pipette pasteur.
- Poire en plastique.
- Tube en plastique de 50ml à bouchon rouge
- Tube en verre avec bouchon de 5ml
- Boite transparente
- Pince brucelles

**ANNEXE 05:** Fiche de renseignements et protocole des divers prélèvements (Sang et ectoparasites « tiques et puces »)

**Fiche de renseignements**

Prélèvement N°:  (\*)

Date du prélèvement (\*): ././.....

Localité du prélèvement (\*): .....

Nom de l'examineur (\*): .....

Espèce : CANINE

Age(\*) : .....

Race(\*) : .....

Sexe(\*) : .....

**Anamnèse et commémoratif (concernant les ectoparasites) :**

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

**Etat de l'animal au moment du prélèvement :**

Etat général : .....

Température °C : .....

Ganglions lymphatiques : .....

Muqueuse : .....

Tégument : .....

**Présence d'ectoparasites lors du prélèvement (\*):**

OUI

NON

**SI OUI. Quels ectoparasites (\*):**

Tiques

Puces

**Protocole des divers prélèvements**

1- Prélèvement sanguin chez le chien

— Tube EDTA (bien remplir l'étiquette du tube).

— Chaque Tube doit avoir sa propre fiche de renseignements.

— Le tube rempli par le sang, doit être conservé à + 4°C.

2- Prélèvement des ectoparasites chez toutes les espèces :

A- Pour les ectoparasites non gorgés (tiques et puces)

➤ Tiques non gorgées : Ethanol absolu

➤ Puces non gorgées : Ethanol absolu

B- Pour les ectoparasites gorgés (que les tiques du chien) :

➤ Une tique gorgée par tube contenant un papier absorbant mouillé.

(\*) **A remplir obligatoirement**

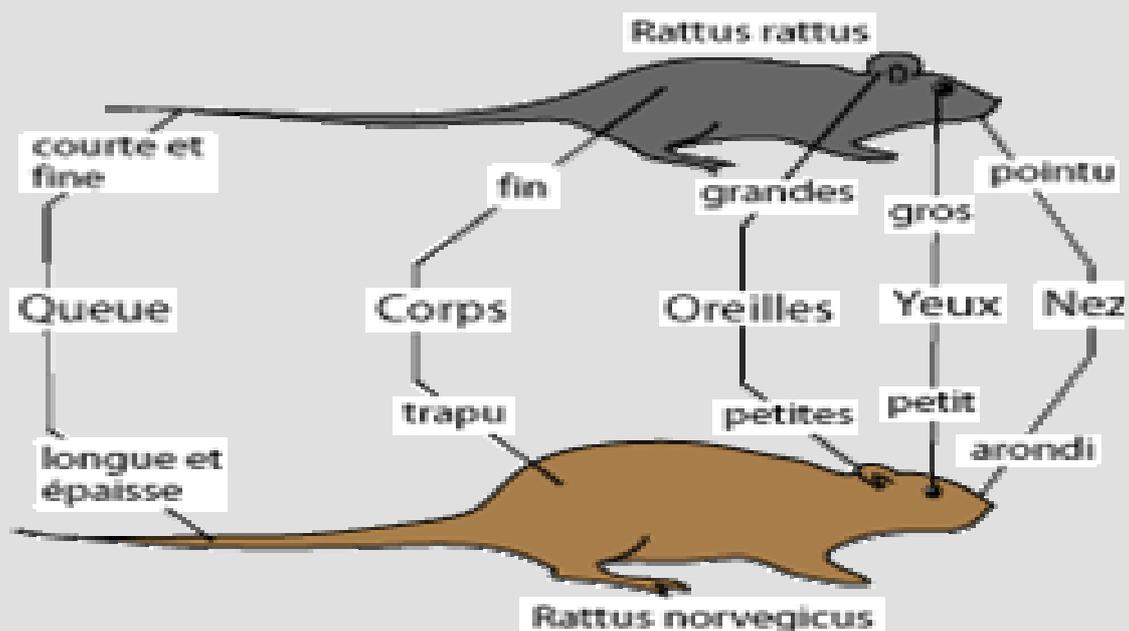
**ANNEXE 06** : Les rongeurs péri-domestiques (alfapest@higieneambiental.cl)



*Rattus rattus*



*Rattus norvegicus*



**ANNEXE 07:** Préparation du mélange (Tampon + Fuschine) lors de la coloration Gimenez

**Préparation du tampon :** 3,5ml phosphate mono sodique + 15,5ml phosphate di sodique + 19ml de l'eau distillé.

**Le mélange :** 2,5ml de **Tampon** + 1ml **Fuchsine basique**, mélanger puis filtrer

**ANNEXE 08:** Préparation des dNTP

Prendre : 20 $\mu$ l de Adénosine+ 20 $\mu$ l de Guanine + 20 $\mu$ l de Cytosine + 20 $\mu$ l de Tymine

Ajouter : 920 $\mu$ l d'eau distillée stérile

Aliquoter 250 $\mu$ l par tubes (4 tubes)

**ANNEXE 09:** Formule du tampon de migration (Electrophorèse)**Formule du tampon de migration TBE 5x (Tris Acide Borique EDTA) :**

|                      |       |
|----------------------|-------|
| <b>Tris-HCl</b>      | 24g   |
| <b>Acide Borique</b> | 27,5g |
| <b>EDTA</b>          | 20ml  |

- Ajouter à 1 litre de l'eau distillée

- Ce tampon est dilué à 1/10 (0,5x) pour chaque utilisation (5ml de ce tampon est ajouter à 95ml d'eau distillée).

**ANNEXE 10:** Effectif des tiques adultes récoltées sur les chiens d'Alger et résultats de la PCR

| Numéro<br>des chiens | Nombre de tiques |           |            | PCR                   |                       |
|----------------------|------------------|-----------|------------|-----------------------|-----------------------|
|                      | ♂                | ♀         | Total      | <i>Rickettsia sp.</i> | <i>Bartonella sp.</i> |
| N° 06                | 1                | 1         | 2          | -                     | -                     |
| N° 97                | 2                | 2         | 4          | +                     | -                     |
| N° 100               | 2                | 1         | 3          |                       |                       |
| N° 101               | 5                | 3         | 8          | -                     | -                     |
| N° 103               | 4                | 0         | 4          |                       |                       |
| N° 105               | 3                | 1         | 4          |                       |                       |
| N° 106               | 4                | 1         | 5          |                       |                       |
| N° 107               | 3                | 6         | 9          | +                     | -                     |
| N° 108               | 6                | 4         | 10         |                       |                       |
| N° 109               | 1                | 1         | 2          |                       |                       |
| N° 110               | 2                | 0         | 2          |                       |                       |
| N° 111               | 1                | 0         | 1          |                       |                       |
| N° 116               | 5                | 1         | 6          | -                     | -                     |
| N° 117               | 2                | 2         | 4          |                       |                       |
| N° 119               | 3                | 3         | 6          |                       |                       |
| N° 121               | 4                | 3         | 7          |                       |                       |
| N° 126               | 2                | 2         | 4          |                       |                       |
| N° 128               | 5                | 1         | 6          |                       |                       |
| N° 131               | 1                | 1         | 2          |                       |                       |
| N° 132               | -                | 2         | 2          |                       |                       |
| N° 133               | 2                | 1         | 3          |                       |                       |
| N° 135               | 8                | 3         | 11         |                       |                       |
| N° 136               | -                | 1         | 1          |                       |                       |
| N° 137               | 2                | 2         | 4          | -                     | -                     |
| N° 138               | 1                | 1         | 2          | -                     | -                     |
| N° 139               | 0                | 1         | 1          |                       |                       |
| N° 141               | 1                | 0         | 1          |                       |                       |
| N° 142               | 0                | 1         | 1          |                       |                       |
| N° 143               | 0                | 1         | 1          |                       |                       |
| N° 144               | 3                | 2         | 5          |                       |                       |
| N° 145               | 4                | 5         | 9          |                       |                       |
| N° 153               | 5                | 1         | 6          | -                     | -                     |
| N° 157               | 1                | 1         | 2          |                       |                       |
| N° 161               | 2                | 1         | 3          | -                     | -                     |
| N° 163               | 0                | 1         | 1          | -                     | -                     |
| N° 166               | 1                | 0         | 1          |                       |                       |
| N° 171               | 0                | 1         | 1          | -                     | -                     |
| N° 173               | 0                | 1         | 1          |                       |                       |
| N° 174               | 5                | 1         | 6          | -                     | -                     |
| N° 175               | 1                | 1         | 2          |                       |                       |
| N° 176               | 1                | 0         | 1          |                       |                       |
| N° 188               | 1                | 0         | 1          |                       |                       |
| N° 189               | 2                | 1         | 3          | -                     | -                     |
| N° 190               | 2                | 1         | 3          | -                     | -                     |
| N° 196               | 1                | 5         | 6          | -                     | -                     |
| N° 199               | 4                | 1         | 5          |                       |                       |
| <b>Total</b>         | <b>103</b>       | <b>69</b> | <b>172</b> |                       |                       |

(-) Résultat négatif

(+) Résultat positif

**ANNEXE 11:** Le sang des 80 chiens analysés par PCR pour la recherche des *Rickettsia*, *Bartonella* et *Ehrlichia*.

| Code            | Numéros des chiens | PCR Rickettsioses |       |     |
|-----------------|--------------------|-------------------|-------|-----|
|                 |                    | Rick              | Barto | Ehr |
| C <sub>1</sub>  | N° 122             | -                 | -     | -   |
| C <sub>2</sub>  | N° 123             | -                 | -     | -   |
| C <sub>3</sub>  | N° 124             | -                 | -     | -   |
| C <sub>4</sub>  | N° 125             | -                 | -     | -   |
| C <sub>5</sub>  | N° 126             | -                 | -     | -   |
| C <sub>6</sub>  | N° 127             | -                 | -     | -   |
| C <sub>7</sub>  | N° 129             | -                 | -     | -   |
| C <sub>8</sub>  | N° 130             | -                 | -     | -   |
| C <sub>9</sub>  | N° 131             | -                 | -     | -   |
| C <sub>10</sub> | N° 132             | -                 | -     | -   |
| C <sub>11</sub> | N° 133             | -                 | -     | -   |
| C <sub>12</sub> | N° 134             | -                 | -     | -   |
| C <sub>13</sub> | N° 135             | -                 | -     | -   |
| C <sub>14</sub> | N° 136             | -                 | -     | -   |
| C <sub>15</sub> | N° 137             | -                 | -     | -   |
| C <sub>16</sub> | N° 140             | -                 | -     | -   |
| C <sub>17</sub> | N° 141             | -                 | -     | -   |
| C <sub>18</sub> | N° 142             | -                 | -     | -   |
| C <sub>19</sub> | N° 143             | -                 | -     | -   |
| C <sub>20</sub> | N° 144             | -                 | -     | -   |
| C <sub>21</sub> | N° 145             | -                 | -     | -   |
| C <sub>22</sub> | N° 146             | -                 | -     | -   |
| C <sub>23</sub> | N° 147             | -                 | -     | -   |
| C <sub>24</sub> | N° 148             | -                 | -     | -   |
| C <sub>25</sub> | N° 149             | -                 | -     | -   |
| C <sub>26</sub> | N° 150             | -                 | -     | -   |
| C <sub>27</sub> | N° 151             | -                 | -     | -   |
| C <sub>28</sub> | N° 152             | -                 | -     | -   |
| C <sub>29</sub> | N° 153             | -                 | -     | -   |
| C <sub>30</sub> | N° 155             | -                 | -     | -   |
| C <sub>31</sub> | N° 156             | -                 | -     | -   |
| C <sub>32</sub> | N° 157             | -                 | -     | -   |
| C <sub>33</sub> | N° 158             | -                 | -     | -   |
| C <sub>34</sub> | N° 159             | -                 | -     | -   |
| C <sub>35</sub> | N° 160             | -                 | -     | -   |
| C <sub>36</sub> | N° 161             | -                 | -     | -   |
| C <sub>37</sub> | N° 162             | -                 | -     | +   |
| C <sub>38</sub> | N° 163             | -                 | -     | +   |
| C <sub>39</sub> | N° 165             | -                 | -     | +   |
| C <sub>40</sub> | N° 166             | -                 | -     | -   |

| Code            | Numéros des chiens | PCR Rickettsioses |       |     |
|-----------------|--------------------|-------------------|-------|-----|
|                 |                    | Rick              | Barto | Ehr |
| C <sub>41</sub> | N° 167             | -                 | -     | +   |
| C <sub>42</sub> | N° 168             | -                 | -     | +   |
| C <sub>43</sub> | N° 169             | -                 | -     | -   |
| C <sub>44</sub> | N° 170             | -                 | +     | -   |
| C <sub>45</sub> | N° 171             | -                 | +     | +   |
| C <sub>46</sub> | N° 172             | -                 | -     | +   |
| C <sub>47</sub> | N° 173             | -                 | -     | -   |
| C <sub>48</sub> | N° 174             | +                 | -     | +   |
| C <sub>49</sub> | N° 175             | -                 | -     | +   |
| C <sub>50</sub> | N° 177             | +                 | +     | -   |
| C <sub>51</sub> | N° 178             | -                 | -     | -   |
| C <sub>52</sub> | N° 180             | -                 | +     | -   |
| C <sub>53</sub> | N° 181             | -                 | -     | +   |
| C <sub>54</sub> | N° 182             | -                 | -     | +   |
| C <sub>55</sub> | N° 183             | -                 | -     | +   |
| C <sub>56</sub> | N° 184             | -                 | +     | +   |
| C <sub>57</sub> | N° 185             | -                 | +     | -   |
| C <sub>58</sub> | N° 186             | -                 | +     | +   |
| C <sub>59</sub> | N° 188             | -                 | +     | -   |
| C <sub>60</sub> | N° 191             | +                 | -     | +   |
| C <sub>61</sub> | N° 193             | +                 | -     | -   |
| C <sub>62</sub> | N° 196             | -                 | -     | +   |
| C <sub>63</sub> | N° 200             | -                 | +     | -   |
| C <sub>64</sub> | N° 201             | -                 | +     | -   |
| C <sub>65</sub> | N° 203             | -                 | +     | -   |
| C <sub>66</sub> | N° 204             | -                 | -     | -   |
| C <sub>67</sub> | N° 205             | -                 | -     | +   |
| C <sub>68</sub> | N° 206             | -                 | -     | +   |
| C <sub>69</sub> | N° 207             | -                 | +     | -   |
| C <sub>70</sub> | N° 209             | -                 | -     | +   |
| C <sub>71</sub> | N° 213             | +                 | -     | -   |
| C <sub>72</sub> | N° 214             | +                 | -     | +   |
| C <sub>73</sub> | N° 216             | -                 | -     | -   |
| C <sub>74</sub> | N° 218             | -                 | -     | -   |
| C <sub>75</sub> | N° 219             | -                 | -     | -   |
| C <sub>76</sub> | N° 220             | -                 | -     | +   |
| C <sub>77</sub> | N° 221             | -                 | -     | -   |
| C <sub>78</sub> | N° 222             | -                 | +     | +   |
| C <sub>79</sub> | N° 223             | -                 | -     | -   |
| C <sub>80</sub> | N° 227             | -                 | -     | +   |

(-) : PCR Négative ; (+) : PCR Positive

**Rick** : *Rickettsia sp*

**Barto** : *Bartonella sp*

**Ehr** : *Ehrlichia sp*

**ANNEXE 12** : Cycle des tiques des chiens (*Rhipicephalus sanguineus*) de 1<sup>ère</sup> génération d'un élevage expérimental (**Jours / Mois / année 2006**)

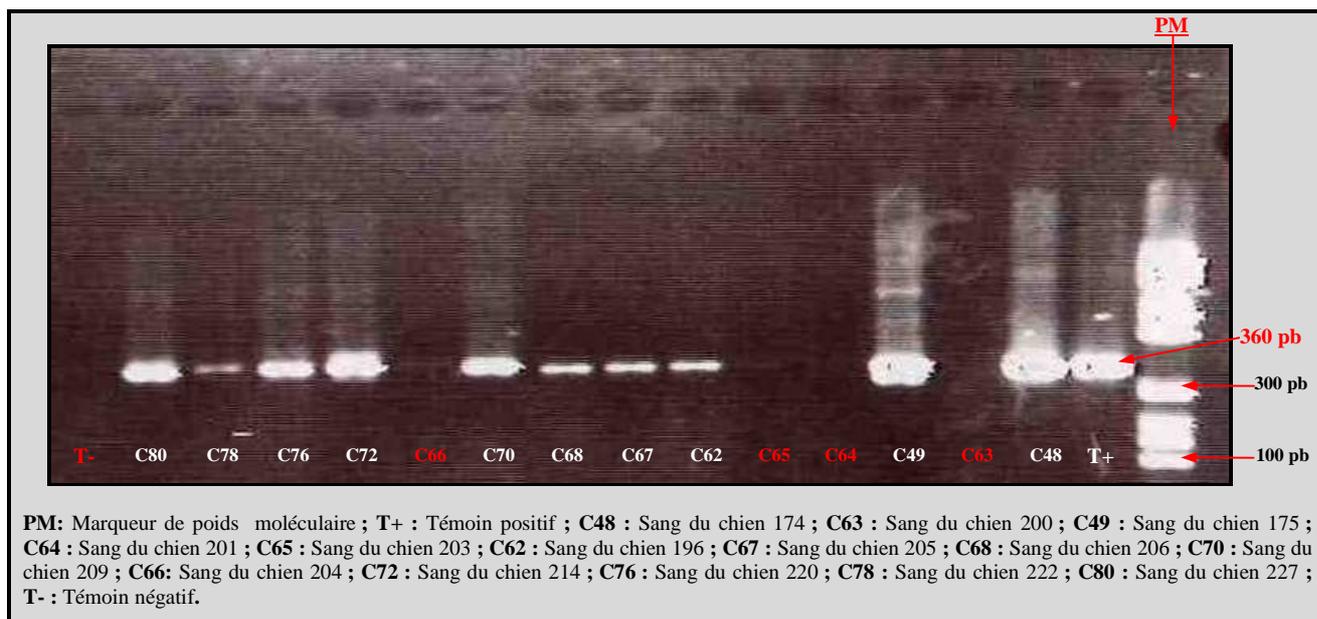
| Numéro des tiques | Récolte | Ponte | l'éclosion (Larve) |       | 1 <sup>ère</sup> présentation aux souris | Période de Gorgm |       | 1 <sup>ère</sup> Mue (Nymphe) |       | 2 <sup>ème</sup> présentation aux souris | Période de Gorgm | 2 <sup>ème</sup> Mue (Adulte) | 3 <sup>ème</sup> présentation (Lapins) | Période de Gorgm |
|-------------------|---------|-------|--------------------|-------|--|------------------|-------|-------------------------------|-------|--|------------------|-------------------------------|--|------------------|
|                   |         |       |                    |       |  | J                | M     | J                             | M     |  |                  |                               |  |                  |
| N° 97             | 03/04   | 15 j  | 60 j               | 18/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 J                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 100            | 09/04   | 16 j  | 41 j               | 05/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 J                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 101            | 09/04   | 14 j  | 28 j               | 21/05 | 12/06                                    | 2 j              | 14/06 | 15 j                          | 29/06 | 01/07                                    | 2 j              | 22/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 105            | 09/04   |       |                    |       |  |                  |       |                               |       |  |                  |                               |  |                  |
| N° 106            | 09/04   | 9 j   | 33 j               | 21/05 | 12/06                                    | 1 j              | 13/06 | 16 j                          | 29/06 | 01/07                                    | 2 j              | 22/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 107            | 09/04   | 10 j  | 32 j               | 21/05 | 12/06                                    | 2 j              | 14/06 | 15 j                          | 29/06 | 01/07                                    | 2 j              | 22/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 108            | 09/04   | 15 j  | 54 j               | 18/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 j                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 116            | 12/04   | 15 j  | 24 j               | 21/05 |  |                  |       |                               |       |  |                  |                               |  |                  |
| N° 117            | 16/04   | 8 j   | 27 j               | 21/05 | 12/06                                    | 2 j              | 14/06 | 14 j                          | 28/06 | 01/07                                    | 1 j              | 22/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 119            | 16/04   | 7 j   | 27 j               | 22/05 | 12/06                                    | 1 j              | 13/06 | 15 j                          | 28/06 | 01/07                                    | 1 j              | 22/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 121            | 16/04   | 15 j  | 35 J               | 05/06 | 14/06                                    | 3 j              | 17/06 | 13 j                          | 01/07 | 03/07                                    | 2 j              | 25/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 133            | 24/04   | 17 j  | 40 j               | 20/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 j                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 135            | 24/04   | 15 j  | 25 j               | 03/06 | 14/06                                    | 3 j              | 17/06 | 13 j                          | 01/07 | 03/07                                    | 2 j              | 25/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 139            | 27/04   | 15 j  | 37 j               | 18/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 j                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 142            | 30/04   | 15 j  | 27 j               | 11/06 | 14/06                                    | 3 j              | 17/06 | 13 j                          | 01/07 | 03/07                                    | 2 j              | 25/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 143            | 30/04   |       |                    |       |  |                  |       |                               |       |  |                  |                               |  |                  |
| N° 144            | 30/04   | 16 j  | 33 j               | 18/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 J                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 145            | 30/04   | 15 j  | 27 j               | 11/06 | 14/06                                    | 3 j              | 17/06 | 13 J                          | 01/07 | 03/07                                    | 2 j              | 25/07                         | 10/09                                  | 25/09            |
| N° 161            | 02/05   | 18 j  |                    |       |  |                  |       |                               |       |  |                  |                               |  |                  |
| N° 174            | 30/04   | 17 j  | 32 j               | 18/06 | 28/06                                    | 3 j              | 01/07 | 7 j                           | 08/07 | 12/07                                    | 3 j              | 10/08                         | 10/09                                  | 25/09            |

J: Jours ; Gorgm : gorgement ; exemple : 03 / 04 = Jour / Mois

 Les tiques mortes

 Les oeufs non éclos

**ANNEXE 13** : Gel de PCR de *Ehrlichia sp* (gène 16S ARNr) sur le sang des chiens (Originale, 2006)



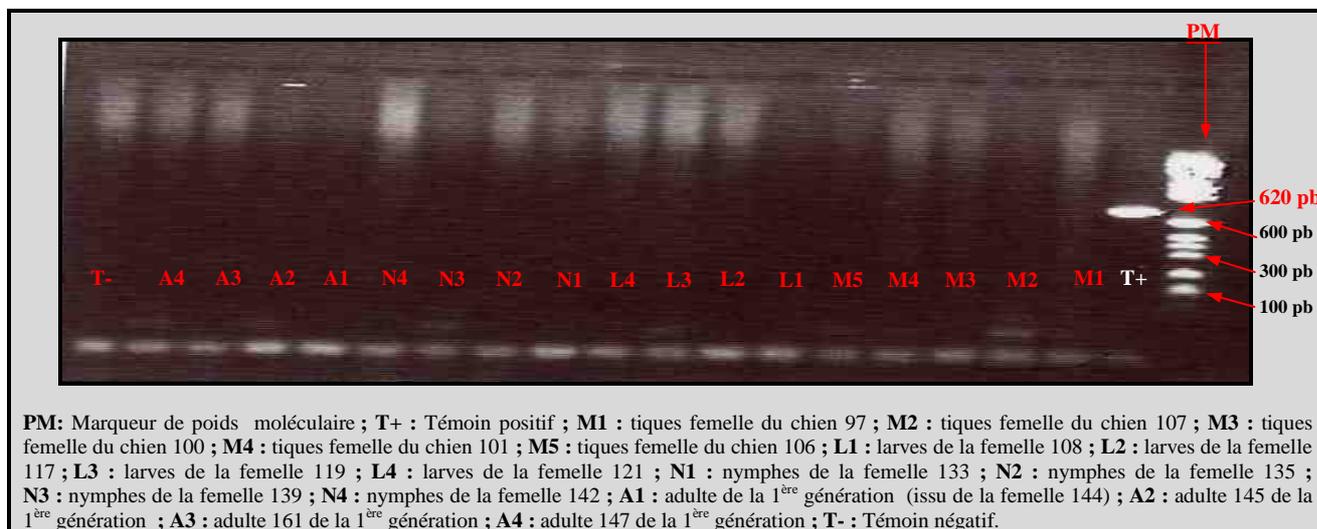
**Annexe 14** : Récapitulatifs des rickettsioses chez les chiens par sexe par PCR.

| Nombre \ Sexe | Femelles (32)     |                   |                  | Mâles (48)        |                   |                  |
|---------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
|               | <i>Rickettsia</i> | <i>Bartonella</i> | <i>Ehrlichia</i> | <i>Rickettsia</i> | <i>Bartonella</i> | <i>Ehrlichia</i> |
| Positif       | 3 (9,3%)          | 4 (12,5%)         | 11 (34,3%)       | 3 (6,2%)          | 9 (18,7%)         | 12 (25%)         |
| Négatif       | 29                | 28                | 21               | 45                | 41                | 36               |

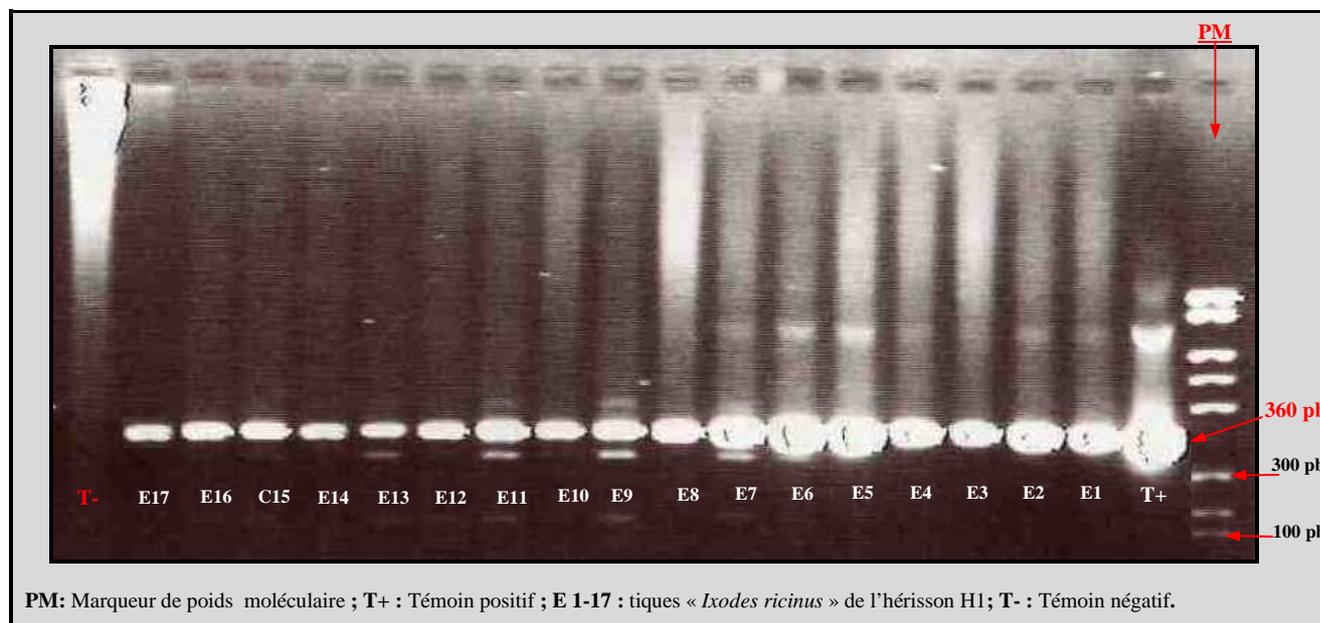
**Annexe 15** : Récapitulatifs des rickettsioses par tranches d'âges des chiens par PCR.

|         | < 1ans     | 1 à 4 ans  | > 4 ans    |
|---------|------------|------------|------------|
| Total   | 19 (23,7%) | 47 (58,7%) | 14 (17,5%) |
| Positif | 7 (36,8%)  | 17 (36,1%) | 10 (71,4%) |
| Négatif | 12         | 30         | 4          |

**Annexe 16** : Gel de PCR de *Rickettsia sp* (gène *ompA*) sur les tiques de notre premier élevage (Originale, 2006)



**Annexe 17** : Gel de PCR d'*Ehrlichia* sp (gène 16S ARNr) sur des tiques de l'espèce *Ixodes ricinus* de l'hérisson H1 (Kernif T. et al., 2007).



**Annexe 18**: La distribution des rickettsioses en fonction de la race des chiens.

| Race             | Résultat | Positif   | Négatif   | Total (%)   |
|------------------|----------|-----------|-----------|-------------|
| Américain Staph  |          | ---       | 1         | 1 (1,25%)   |
| Berger croisé    |          | 3         | 6         | 9 (11,25%)  |
| Berger. A        |          | 17        | 19        | 36 (45%)    |
| Bleu d'Auvergne  |          | ---       | 1         | 1 (1,25%)   |
| Bleu de Gascon   |          | 1         | ---       | 1 (1,25%)   |
| Bossron          |          | ---       | 1         | 1 (1,25%)   |
| Caniche Griffon  |          | 2         | ---       | 2 (2,5%)    |
| Commune          |          | 2         | 7         | 9 (11,25%)  |
| Doberman         |          | ---       | 2         | 2 (2,5%)    |
| Dogue. A         |          | 1         | 1         | 2 (2,5%)    |
| Dogue. A. croisé |          | 1         | ---       | 1 (1,25%)   |
| Labrador         |          | 1         | ---       | 1 (1,25%)   |
| Pit-bull         |          | ---       | ---       | 1 (1,25%)   |
| Pointère         |          | 1         | 0         | 1 (1,25%)   |
| Rottweiler       |          | 4         | 7         | 11 (13,75%) |
| Teckel           |          | 1         | ---       | 1 (1,25%)   |
| <b>Total</b>     |          | <b>34</b> | <b>46</b> | <b>80</b>   |

A : Allemand

**Annexe 19:** La distribution de la babésiose en fonction des races de chiens.

|                        | <b>Positif</b> | <b>Total par race</b> |
|------------------------|----------------|-----------------------|
| <b>Américain Staph</b> | ---            | 1                     |
| <b>Berger croisé</b>   | 1              | 45                    |
| <b>Berger. A</b>       | 5              | 66                    |
| <b>Bleu d'Auvergne</b> | ---            | 2                     |
| <b>Bleu de Gascon</b>  | ---            | 1                     |
| <b>Bosron</b>          | ---            | 1                     |
| <b>Caniche Griffon</b> | ---            | 2                     |
| <b>Commune</b>         | 1              | 69                    |
| <b>Doberman</b>        | ---            | 4                     |
| <b>Dogue. A</b>        | ---            | 2                     |
| <b>D. A. Croisé</b>    | ---            | 1                     |
| <b>Griffon</b>         | 1              | 6                     |
| <b>Labrador</b>        | ---            | 1                     |
| <b>Malinois</b>        | ---            | 3                     |
| <b>Pit-bull</b>        | 1              | 2                     |
| <b>Pointère</b>        | ---            | 1                     |
| <b>Rottweiler</b>      | 4              | 12                    |
| <b>Teckel</b>          | ---            | 1                     |
| <b>Effectif total</b>  | <b>13</b>      | <b>220</b>            |

A: Allemand

**ANNEXE 20: Renseignements et résultats globaux chez les chiens**

| Numéro des chiens | Sexe | Race          | Age     | Localités des prélèvements | Localités d'origines des chiens | Etat de santé des chiens |       |           |           |            | Présence Tique/Puce | Résultats sanguins |      |       |     |
|-------------------|------|---------------|---------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-----------|-----------|------------|---------------------|--------------------|------|-------|-----|
|                   |      |               |         |                            |                                 | Général                  | T°C   | Ganglions | Muqueuses | Téguments  |                     | Piro               | Rick | Barto | Ehr |
| N° 1              | F    | Berger. A     | 12 ans  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Dépilation | -                   |                    |      |       |     |
| N° 2              | F    | Pit-Bull      | 2 ans   | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Très mauvais             | 40°   | -         | Pâle      | Furfures   | +                   | (Puce)             |      |       |     |
| N° 3              | M    | Berger. A     | 3 ans   | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | 39,2° | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 4              | M    | Berger croisé | 3 mois  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 5              | F    | Berger. A     | 13 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 6              | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (Tique)            |      |       |     |
| N° 7              | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 8              | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 9              | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 10             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 11             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 12             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 13             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 14             | F    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 15             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 16             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 17             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 18             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Très mauvais             | N     | -         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 19             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Très mauvais             | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 20             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 21             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 22             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 23             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 24             | F    | Berger. A     | 8 ans   | ENV (EL Harrach)           | El Harrach                      | Bon                      | N     | -         | Rose      | Dépilation | -                   |                    |      |       |     |
| N° 25             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 26             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 27             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 28             | M    | Berger. A     | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 29             | F    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 30             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 31             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 32             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 33             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 34             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 35             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 36             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 37             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 38             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 39             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 40             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 41             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 42             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 43             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 44             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 45             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 46             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 47             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 48             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 49             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |
| N° 50             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |

| Numéro des chiens | Sexe | Race          | Age     | Localités des prélèvements | Localités d'origines des chiens | Etat de santé des chiens |     |           |           |           | Présence Tique/Puce | Résultats sanguins |      |       |     |
|-------------------|------|---------------|---------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|------|-------|-----|
|                   |      |               |         |                            |                                 | Général                  | T°C | Ganglions | Muqueuses | Téguments |                     | Piro               | Rick | Barto | Ehr |
| N° 51             | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 52             | F    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 53             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 54             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 55             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 56             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 57             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 58             | M    | Berger. A     | 9ans    | ENV (El Harrach)           | El Harrach                      | Très mauvais             | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 59             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 60             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 61             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 62             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 63             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 64             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 65             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 66             | M    | Griffon       | 6 mois  | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 67             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 68             | M    | Griffon       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 69             | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 70             | M    | Berger croisé | 8 ans   | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 71             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 72             | M    | Griffon       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 73             | M    | Griffon       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 74             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 75             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 76             | M    | Malinois      | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 77             | M    | Malinois      | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 78             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 79             | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 80             | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 81             | M    | Malinois      | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 82             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 83             | M    | Doberman      | 10 ans  | Parc zoologique            | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 84             | F    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 85             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 86             | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | +         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 87             | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 88             | F    | Commune       | 02 mois | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 89             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Pâle      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 90             | M    | Berger. A     | 09 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 91             | F    | Berger. A     | 03 ans  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 92             | M    | Berger. A     | 16 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 93             | F    | Berger. A     | 09 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 94             | F    | Berger. A     | 04 ans  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 95             | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 96             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 97             | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Très mauvais             | N   | +         | Pâle      | Terne     | +                   | (Tique)            |      |       |     |
| N° 98             | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | -         | Rose      | Terne     | -                   |                    |      |       |     |
| N° 99             | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 100            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N   | +         | Pâle      | Terne     | +                   | (Tique)            |      |       |     |

| Numéro des chiens | Sexe | Race          | Age     | Localités des prélèvements | Localités d'origines des chiens | Etat de santé des chiens |       |           |           |            | Présence Tique/Puce | Résultats sanguins |      |       |     |  |
|-------------------|------|---------------|---------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-----------|-----------|------------|---------------------|--------------------|------|-------|-----|--|
|                   |      |               |         |                            |                                 | Général                  | T°C   | Ganglions | Muqueuses | Téguments  |                     | Piro               | Rick | Barto | Ehr |  |
| N° 101            | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | +         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 102            | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 103            | F    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 104            | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 105            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 106            | M    | Griffon       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Dépilation | +                   | (T)                | +    |       |     |  |
| N° 107            | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | +         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 108            | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 109            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 110            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 111            | F    | Berger croisé | 03 mois | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 112            | M    | Berger. A     | 06 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 113            | M    | Berger. A     | 06 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 114            | M    | Berger. A     | 05 ans  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 115            | M    | Berger. A     | 03 mois | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 116            | F    | Berger. A     | 01 ans  | EL Mohamadia               | EL Mohamadia                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 117            | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 118            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 119            | F    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | +++                 | (T)                |      |       |     |  |
| N° 120            | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Terne      | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 121            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 122            | M    | Berger. A     | 01 ans  | Draria                     | El Achour                       | Bon                      | 40°   | -         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 123            | M    | Berger. A     | 03 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      |       | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    | +    |       |     |  |
| N° 124            | M    | Berger. A     | 03 ans  | Draria                     | Hussein Dey                     | Très mauvais             | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 125            | M    | Pit-bull      | 18 mois | Draria                     | El Achour                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 126            | F    | Berger. A     | 18 mois | Draria                     | Saoula                          | Mauvais                  | 40,5° | -         | Pâle      | Normal     | +                   | (T)                | +    |       |     |  |
| N° 127            | M    | Dogue. A      | 06 mois | Draria                     | Chéraga                         | Mauvais                  | 40,5° | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    | +    |       |     |  |
| N° 128(*)         | M    | Rottweiler    | 01 mois | Draria                     | Dely Brahim                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 129            | F    | Berger. A     | 03 ans  | Kouba                      | Baraki                          | Bon                      | N     | +         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 130            | F    | Berger croisé | 06 mois | ENV (El Harrach)           | Chéraga                         | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 131            | M    | Commune       | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 132            | M    | Commune       | 02 mois | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 133            | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 134            | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 135            | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 136            | F    | Doberman      | 06 mois | ENV (El Harrach)           | Belfourd                        | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 137            | F    | Berger. A     | 03 ans  | Draria                     | El Achour                       | Mauvais                  | 40°   | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                | +    |       |     |  |
| N° 138(*)         | F    | Caniche       | 06 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 139(*)         | M    | Rottweiler    | 06 mois | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 140            | M    | Bossron       | 15 mois | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Dépilation | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 141            | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Bon                      | N     | +         | Pâle      | Normal     | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 142            | M    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Croûtes    | +++                 | (T)                |      |       |     |  |
| N° 143            | F    | Commune       | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Croûtes    | +++                 | (T)                |      |       |     |  |
| N° 144            | M    | Berger croisé | - 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne      | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 145            | M    | Berger croisé | + 1 ans | Fourrière Canine           | Indéterminé                     | Très mauvais             | N     | +         | Pâle      | Terne      | +                   | (T)                |      |       |     |  |
| N° 146            | F    | Berger. A     | 03 ans  | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 147            | M    | Doberman      | 07 mois | Ouled Fayet                | Dely Brahim                     | Bon                      | N     | +         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 148            | F    | Rottweiler    | 07 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    | +    |       |     |  |
| N° 149            | M    | Berger. A     | 14 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |
| N° 150            | M    | Rottweiler    | 20 mois | Ouled Fayet                | BirKhadam                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal     | -                   |                    |      |       |     |  |

| Numéro des chiens | Sexe | Race             | Age     | Localités des prélèvements | Localités d'origines des chiens | Etat de santé des chiens |       |           |           |           | Présence Tique/Puce | Résultats sanguins |      |       |     |
|-------------------|------|------------------|---------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|------|-------|-----|
|                   |      |                  |         |                            |                                 | Général                  | T°C   | Ganglions | Muqueuses | Téguments |                     | Piro               | Rick | Barto | Ehr |
| N° 151            | M    | Rottweiler       | 19 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 152            | F    | Rottweiler       | 19 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   | +                  |      |       |     |
| N° 153            | M    | Berger. A        | 10 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       |     |
| N° 154            | F    | Doberman         | 09 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 155            | M    | Berger. A        | 01 ans  | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 156            | F    | Berger. A        | 14 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   | +                  |      |       |     |
| N° 157            | M    | Commune          | 08 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Moyen                    | N     | -         | Pâle      | Normal    | +                   | (T)                | +    |       |     |
| N° 158            | M    | Rottweiler       | 08 mois | Ouled Fayet                | Ouled Fayet                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 159            | F    | Rottweiler       | 14 mois | Baraki                     | Belkour                         | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 160            | F    | Berger. A        | 14 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 161            | M    | Berger. A        | 04 ans  | Baraki                     | Bab El Ouad                     | Moyen                    | N     | -         | Pâle      | Normal    | +                   | (T)                | +    |       |     |
| N° 162            | F    | Berger. A        | 16 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 163            | M    | Berger. A        | 06 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       | +   |
| N° 164            | F    | Berger. A        | 06 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 165            | M    | Berger. A        | 17 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 166            | M    | Commune          | 20 mois | Baraki                     | Baraki                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       |     |
| N° 167            | F    | Rottweiler       | 06 ans  | Birkhadam                  | Birkhadam                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   | +                  |      |       | +   |
| N° 168            | M    | Caniche Griffon  | 19 mois | Birkhadam                  | Birkhadam                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 169            | F    | Rottweiler       | 03 ans  | Birkhadam                  | Birkhadam                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   | +                  |      |       |     |
| N° 170            | M    | Pointère         | 04 ans  | Birkhadam                  | Birkhadam                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |
| N° 171            | F    | Commune          | 14 mois | Birkhadam                  | Birkhadam                       | Mauvais                  | N     | -         | Pâle      | Normal    | +                   | (T)                |      | +     | +   |
| N° 172            | M    | Berger. A        | 08 mois | Draria                     | El Achour                       | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 173            | M    | Américain Staph  | 01ans   | Draria                     | El Achour                       | Mauvais                  | 41,5° | -         | Ictère    | Normal    | +                   | (T)                |      |       |     |
| N° 174            | M    | Berger croisé    | 07 mois | Draria                     | Saoula                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T et P)           |      | +     | +   |
| N° 175            | F    | Rottweiler       | 02 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       | +   |
| N° 176(*)         | F    | Caniche          | 08 mois | Draria                     | Alger centre                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T et P)           |      |       |     |
| N° 177            | F    | Commune          | 09 ans  | Draria                     | Draria                          | Mauvais                  | 39,5° | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    | +    | +     |     |
| N° 178            | M    | Berger. A        | 13 mois | EL Mohamadia               | Alger centre                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 179            | F    | Berger. A        | 02 ans  | EL Mohamadia               | Bourouba                        | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 180            | M    | Berger. A        | 02 ans  | EL Mohamadia               | Pins Maritime                   | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |
| N° 181            | F    | Berger. A        | 28 mois | EL Mohamadia               | Bourouba                        | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 182            | F    | Berger croisé    | 13 mois | EL Mohamadia               | Pins Maritime                   | Mauvais                  | N     | -         | Ictère    | Normal    | -                   | +                  |      |       | +   |
| N° 183            | F    | Berger. A        | 09 mois | EL Mohamadia               | Plais des expositions           | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 184            | M    | Dogue. A. croisé | 10mois  | Draria                     | Ben Aknoun                      | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     | +   |
| N° 185            | M    | Berger. A        | 08 ans  | Draria                     | Hussein Dey                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (P)                |      | +     |     |
| N° 186            | M    | Rottweiler       | 02 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     | +   |
| N° 187            | F    | Rottweiler       | 03 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 188            | M    | Caniche Griffon  | 04 ans  | Draria                     | Dely Brahim                     | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      | +     |     |
| N° 189(*)         | M    | Pit-Bull         | 04 ans  | Draria                     | Draria                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       |     |
| N° 190(*)         | M    | Commune          | 03 mois | Institut Pasteur           | Sidi Fredj                      | Bon                      | N     | -         | Rose      | Croûtes   | +                   | (T et P)           |      |       |     |
| N° 191            | M    | Dogue. A         | 02 ans  | Parc zoologique            | Saoula                          | Mauvais                  | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    | +    |       | +   |
| N° 192            | M    | Berger. A        | 1 mois  | Parc zoologique            | Hydra                           | Bon                      | N     | -         | Rose      | Alopécie  | -                   |                    |      |       |     |
| N° 193            | M    | Berger. A        | 02 ans  | Parc zoologique            | Saoula                          | Mauvais                  | N     | +         | Pâle      | Terne     | -                   |                    | +    |       |     |
| N° 194(*)         | M    | Berger. A        | 06 ans  | ENV                        | Rouiba                          | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 195            | M    | Commune          | 01 ans  | Réghaia                    | Réghaia                         | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 196            | M    | Berger. A        | 4 mois  | Réghaia                    | Réghaia                         | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | +                   | (T)                |      |       | +   |
| N° 197            | M    | Berger. A        | 02 ans  | Réghaia                    | Beni Massous                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 198            | F    | Berger. A        | 02 ans  | Réghaia                    | Beni Massous                    | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 199(*)         | F    | Commune          | 03 mois | Institut Pasteur           | Sidi Fredj                      | Bon                      | N     | -         | Rose      | Croûtes   | +                   | (T et P)           |      |       |     |
| N° 200            | F    | Berger. A        | 3 ans   | ENV                        | El Harrach                      | Bon                      | N     | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |

| Numéro des chiens | Sexe | Race            | Age    | Localités des prélèvements | Localités d'origines des chiens | Etat de santé des chiens |     |           |           |           | Présence Tique/Puce | Résultats sanguins |      |       |     |
|-------------------|------|-----------------|--------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|------|-------|-----|
|                   |      |                 |        |                            |                                 | Général                  | T°C | Ganglions | Muqueuses | Téguments |                     | Piro               | Rick | Barto | Ehr |
| N° 201            | F    | Berger. A       | 3 ans  | ENV                        | El Harrach                      | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |
| N° 202            | F    | Bleu d'Auvergne | 4 ans  | Bouchaoui                  | Bouchoui                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 203            | M    | Teckel          | 9 ans  | Bouchaoui                  | Bir Khadem                      | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |
| N° 204            | M    | Bleu d'Auvergne | 4 ans  | Bouchaoui                  | Bouzareah                       | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 205            | F    | Labrador        | 9 ans  | Bouchaoui                  | Ouled Fayet                     | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 206            | F    | Rottweiler      | 7 ans  | Bouchaoui                  | Deley Ibrahim                   | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 207            | M    | Bleu de Gascon  | 5 ans  | Bouchaoui                  | Bouzareah                       | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     |     |
| N° 208            | M    | Griffon         | 2 ans  | Bouchaoui                  | Bouchoui                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 209            | M    | Berger croisé   | 3 ans  | Bouchaoui                  | Bouzareah                       | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 210            | M    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Réghaia                         | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 211            | M    | Berger. A       | 3 ans  | Bouchaoui                  | Réghaia                         | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 212            | M    | Berger. A       | 3 ans  | Bouchaoui                  | Boufarik                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 213            | F    | Berger. A       | 7 ans  | Bouchaoui                  | Birtouta                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    | +    |       |     |
| N° 214            | F    | Berger. A       | 3 ans  | Bouchaoui                  | Bir Khadem                      | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    | +    |       | +   |
| N° 215            | M    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Boufarik                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 216            | F    | Berger. A       | 6 ans  | Bouchaoui                  | Deley Ibrahim                   | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 217            | M    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Bouzareah                       | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 218            | M    | Berger. A       | 3 ans  | Bouchaoui                  | Hydra                           | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 219            | F    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Hydra                           | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 220            | F    | Berger. A       | 10 ans | Bouchaoui                  | Hydra                           | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |
| N° 221            | F    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Ben Aknoun                      | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 222            | M    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Alger centre                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      | +     | +   |
| N° 223            | F    | Berger. A       | 7 mois | Bouchaoui                  | Alger centre                    | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 224            | F    | Berger. A       | 1 ans  | Bouchaoui                  | Boufarik                        | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 225            | M    | Berger. A       | 3 ans  | Bouchaoui                  | Hadjout                         | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 226            | F    | Berger. A       | 6 ans  | Bouchaoui                  | Hadjout                         | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       |     |
| N° 227            | M    | Berger. A       | 2 ans  | Bouchaoui                  | Bouchaoui                       | Bon                      | N   | -         | Rose      | Normal    | -                   |                    |      |       | +   |

Fin

**Barto** : Bartonella

**Berger.A** : Berger Allemand

**Ehr** : Ehrlichia

ENV : Ecole Nationale Vétérinaire

F : Femelle

Ganglion : Ganglion lymphatique réactionnel (+) ou non (-)

M : Mâle

N : Normale (température)

N° : Numéro

P : Puce

**Piro** : Piroplasme

**Rick** : Rickettsia

T : Tique

T°C : Température

(\*) : Pas de prélèvement

## Résumé :

220 prélèvements sanguins de chiens (réservoirs des piroplasmoses et des rickettsioses) ont été réalisés dans la région d'Alger de Novembre 2005 à Juin 2006.

La détection des Rickettsies par PCR a été réalisée sur des tiques de chiens et de hérissons et sur des puces de chiens et de rongeurs péri domestiques. En vue de démontrer la transmission des rickettsies à leur descendance, des analyses par PCR ont été réalisées sur les différents stades évolutifs des tiques.

Sur les 220 frottis sanguins, nous avons trouvé 13 cas de *Babesia* (5.9%). Sur 80 prélèvements de sang analysés par PCR, 34 (42,5%) renfermaient différents agents de rickettsioses. Ces différents agents ont été également mis en évidence dans les tiques et les puces.

La transmission trans-ovarienne et trans-stadiale de *Rickettsia conorii* chez les tiques de l'espèce *Rhipicephalus sanguineus*, a été prouvée par PCR.

**Mots Clés :** Alger, chiens, Hérissons, Rats, Elevage tique, *Bartonella sp.*, *Rickettsia sp.*, *Ehrlichia sp.*, *Babesia sp.*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Ixodes ricinus*, *Xenopsylla cheopis*, *Cténocéphallides canis*, *Leptopsylla segnis*.

## Summary:

220 blood taking away of dogs (reservoirs of piroplasmosis and rickettsiosis) were carried out in the area of Algiers between November 2005 and June 2006.

The detection of Rickettsies by PCR was carried out on ticks of dogs and hedgehogs and on fleas of dogs and rodents peridomestic. In order to show the transmission of the rickettsies to their descent, by PCR were realized on the various stages of the ticks.

On the 220 blood smears, we found 13 case of *Babesia* (5.9%), and on the 80 taking away of blood analyzed by PCR, 34 (42,5%) contained various agents of rickettsiosis. These various agents were also highlighted in the ticks and the fleas.

The trans-ovarienne and trans-stadiale transmission of *Rickettsia conorii* in the ticks of the species *Rhipicephalus sanguineus* was proved by PCR.

**Key Words:** Algiers, dogs, Hedgehogs, Rats, *Bartonella sp.*, *Rickettsia sp.*, *Ehrlichia sp.*, *Babesia sp.*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Ixodes ricinus* Breeding tick, *Xenopsylla cheopis*, *Cténocéphallides canis*, *Leptopsylla segnis*

## ملخص :

220 عينة دم للكلاب الذي يعتبر خزان بيروبلاسموسيس (Piroplasmose) ريكتسيوس (Rickettsiose)، التي قمنا بها في فترة ما بين شهر نوفمبر 2005 و شهر جوان 2006 بمنطقة ولاية الجزائر.

قمنا بالكشف عن ريكتسي (Rickettsies) عن طريق التفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR) على القرادة (الكلب والقنفذ) والبرغوث (الكلاب والقوارض شبه أليفة). حتى نبين إمكانية انتقال ريكتسي إلى نسلها (Descendance)، هذه التجارب تم إنجازها أثناء مراحل نمو القرادة.

من بين 220 شقيقة (Frottis) دم، وجدنا 13 حالة بابيزيا (*Babesia*) (5.9%) و 34 (42.5%) عينة من الدم تحتوي على مختلف عناصر ريكتسيوس (Rickettsiose) المختبرة عن طريق التفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR). هذه العناصر المختلفة تم إيجادها أيضا على القرادة والبرغوث.

إن انتقال العدوى (*Rickettsia conorii*) إلى المبيض أثناء مرحلة الحمل وعند مراحل نمو القرادة من نوع رشبيكييهالوس سانغوينيوس (*Rhipicephalus sanguineus*) تم اثباتها عن طريق التفاعل البوليميريز المتسلسل (PCR).

**كلمات أساسية:** الجزائر، الكلاب، الفئران، القنفاذ، تربية القرادة.

**كلمات لاتينية:** *Bartonella sp.*, *Rickettsia sp.*, *Ehrlichia sp.*, *Babesia sp.*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Ixodes ricinus*, *Xenopsylla cheopis*, *Cténocéphallides canis*, *Leptopsylla segni*.