

**UNIVERSITE DU QUEBEC**

**MEMOIRE PRESENTE A  
L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES**

**COMME EXIGENCE PARTIELLE  
DE LA MAITRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT**

**PAR  
STEPHANE CAYOUCETTE**

**ETUDE ECO-MORPHOLOGIQUE DE LA TIQUE DU LAPIN  
*HAEMAPHYSALIS LEPORISPALUSTRIS* PACKARD  
(ACARI: IXODIDAE) ET DE SON POTENTIEL  
COMME VECTEUR DE LA TULAREMIE CHEZ  
LE LIEVRE D'AMERIQUE AU QUEBEC.**

**1993**

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

## RESUME

Les tiques ixodidés sont des vecteurs reconnus de plusieurs maladies; parmi celles-ci, la tularémie en est une qui affecte plusieurs personnes chaque année au Québec, suite à des contacts avec des lièvres porteurs de cette maladie contractée des tiques qui les parasitent. Nous avons voulu mieux connaître la relation hôte-parasite existant entre la tique du lapin, *Haemaphysalis leporispalustris* et le lièvre d'Amérique, *Lepus americanus*, ainsi que le potentiel vectoriel de cette tique dans la transmission de la tularémie au Québec. Une étude de certaines caractéristiques morphologiques de la tique a aussi été réalisée afin de les comparer à des données fournies dans la littérature. L'expérimentation s'est déroulée dans quatre régions du Québec méridional lors de l'été 1992 et la capture de lièvres à l'aide de cages a permis d'obtenir des données tant sur le niveau d'infestation de ceux-ci par la tique du lapin que sur les sites d'attachement privilégiés par celle-ci. Il a été possible de recueillir des échantillons de tiques et de sang provenant des lièvres afin d'effectuer la recherche de la bactérie causant la tularémie, *Francisella tularensis*. La mise en culture de broyats de tiques sur des milieux de croissance pour détecter la présence de la bactérie et la recherche d'anticorps à l'agent pathogène dans les sérums

des lièvres par un test d'agglutination rapide sur plaque ont été réalisés. *H. leporispalustris* fut la seule espèce de tique retrouvée sur les lièvres et sa prévalence a été de 100% pour toutes les régions; l'abondance moyenne est établie à 220 individus par lièvre. Ces résultats indiquent un fort degré d'inféodation de cette tique au lièvre d'Amérique. Les sites privilégiés d'attachement des différents stades de la tique sont les oreilles, le museau et les joues qui portent en moyenne entre 40 et 50 tiques par endroit. La mesure de pièces anatomiques sur quelque 900 tiques a permis d'établir que les pièces buccales, particulièrement la largeur du basis capitum, sont de bons indicateurs du stade de la tique par leur simple mesure; de plus, la comparaison entre nos mesures et celles de Cooley (1946) provenant des Etats-Unis a démontré une différence significative entre les deux populations, révélant possiblement une expression polymorphique distincte. Finalement la recherche directe et indirecte de la bactérie *F. tularensis* chez les tiques et le sang des lièvres s'est révélée négative; cependant, le potentiel vectoriel de la tique du lapin à transmettre cette maladie semble manifeste sur le territoire du Québec et les aspects théoriques entourant cette pathologie sont présentés.

## REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes ont contribué à la réalisation de ce projet de recherche. En premier lieu, j'aimerais remercier le Dr Jean-Pierre Bourassa, directeur du projet, de m'avoir transmis sa passion du monde des arthropodes, pour l'intérêt soutenu qu'il a porté à ce sujet, pour sa disponibilité, ses critiques pertinentes lors de la rédaction de ce mémoire, ainsi que son aide financière.

Mes remerciements vont aussi au Dr Antoine Aubin pour ses conseils judicieux en statistique et au Dr Guy Charpentier pour son aide lors de la mise en place des tests sérologiques.

Je tiens sincèrement à remercier M. Marcel Lorrain pour ses deux années de participation active et son aide technique autant sur le terrain qu'en laboratoire; ces remerciements vont aussi à MM. David Biron, Daniel Courtois et Louis Tessier qui ont contribué aux travaux.

Ma gratitude va aussi au Dr Florian Gosselin et à son équipe du Laboratoire de Santé Publique du Québec pour leur aide précieuse à la recherche de l'agent causal de la tularémie.

Je suis très reconnaissant envers les instances régionales du Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, en particulier messieurs Normand Latour, Gilles Proteau, Gaston Lemay et monsieur Jocelyn Potvin, responsable de la ZEC La Lièvre, qui nous ont favorisé et facilité l'accès à chacun des endroits visités.

Mes remerciements vont au Dr Jean-Claude Beaucournu de la Faculté de médecine de l'Université de Rennes, France, pour l'identification des puces recueillies.

J'aimerais aussi remercier M. Jean-Louis Benoit pour sa disponibilité, son aide et son encouragement tout au long de ces deux années.

Enfin, je remercie Mme Carole Mallette pour sa participation aux travaux, son encouragement, sa patience et sa présence à mes côtés au cours des années passées et à venir.

Cette étude a été rendue possible grâce à la participation du Fonds institutionnel de recherche (FIR) de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

## TABLE DES MATIERES

<b>PAGE</b>	
<b>RESUME.....</b>	<b>1</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>iii</b>
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>v</b>
<b>CHAPITRE 1.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>1</b>
<b>Problématique.....</b>	<b>1</b>
<b>Description générale du projet.....</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE 2 - Distribution de la tique sur le lièvre d'Amérique.....</b>	<b>8</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>8</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>9</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>Matériel et méthodes.....</b>	<b>13</b>
<b>Résultats.....</b>	<b>16</b>
<b>Niveau d'infestation.....</b>	<b>16</b>
<b>Patron de distribution.....</b>	<b>17</b>
<b>Sites d'attachement des tiques sur les lièvres.</b>	<b>18</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>20</b>
<b>Niveau d'infestation.....</b>	<b>20</b>

<b>Distribution temporelle.....</b>	<b>23</b>
<b>Patron de distribution.....</b>	<b>24</b>
<b>Sites d'attachement des tiques sur les lièvres.</b>	<b>25</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>28</b>
<b>Références.....</b>	<b>29</b>
<b>Tableaux et figures de l'article .....</b>	<b>33</b>
<b>CHAPITRE 3 - Comparaison de pièces anatomiques de la</b>	
<b>tique.....</b>	<b>41</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>41</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>42</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>44</b>
<b>Matériel et méthodes .....</b>	<b>48</b>
<b>Résultats.....</b>	<b>50</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>54</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>61</b>
<b>Littérature citée.....</b>	<b>62</b>
<b>Tableaux et figures de l'article.....</b>	<b>65</b>
<b>CHAPITRE 4 - La tularémie et son vecteur au Québec.....</b>	<b>74</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>74</b>
<b>Historique de la tularémie.....</b>	<b>76</b>
<b>Description et distribution de l'agent pathogène...</b>	<b>77</b>
<b>Transmission et manifestations de la tularémie chez</b>	
<b>l'humain.....</b>	<b>79</b>
<b>Principaux vecteurs et hôtes de la tularémie.....</b>	<b>80</b>
<b>Méthodes de recherche de la tularémie.....</b>	<b>84</b>



<b>Potentiel vectoriel de <i>H. leporispalustris</i> au Québec.....</b>	<b>92</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>95</b>
<b>Références .....</b>	<b>96</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>102</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>104</b>
<b>1- Recommandations aux auteurs.....</b>	<b>104</b>
<b>    The Canadian Entomologist.....</b>	<b>105</b>
<b>    Annales de la Société Entomologique de France.</b>	<b>107</b>

## CHAPITRE 1

### INTRODUCTION GENERALE

Ce projet de recherche a été réalisé dans le cadre du programme de Maîtrise en sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières; il porte sur l'étude de la relation hôte-parasite entre la tique du lapin, *Haemaphysalis leporispalustris* et le lièvre d'Amérique, *Lepus americanus*, ainsi que sur le potentiel que possède cette tique à transmettre la maladie connue sous le nom de tularémie. Cette recherche a été sous la direction du Dr Jean-Pierre Bourassa.

#### Problématique

Depuis quelques décennies, la recherche sur le potentiel vectoriel des arthropodes dans la transmission de maladies est très active. L'entomologie médicale et vétérinaire s'avère un domaine qui attire de plus en plus de chercheurs. Les arthropodes sont reconnus responsables de la transmission de plusieurs maladies dont quelques-unes constituant de grands fléaux dans les pays tropicaux et subtropicaux: le paludisme, l'onchocercose, la dengue hémorragique, etc (Rohdain et Perez, 1985). Cependant, un groupe d'arthropodes dépasse les autres

quant à la variété de microorganismes pathogènes pouvant être transmis; il s'agit de celui des tiques (Oliver, 1989; Sonenshine, 1991). Celles-ci sont responsables de la transmission de plusieurs types d'encéphalites, par exemple, celle de Powassan (Artsob *et al*, 1984), de la fièvre pourprée des montagnes rocheuses, de la tularémie (Bequaert, 1945; Gregson, 1956) et, considérée plus récemment, la maladie de Lyme (Steere et Malawista, 1979; Doby *et al*, 1986).

La tularémie a été au tout début, au centre de notre projet; cette maladie n'est rapportée dans les annales médicales et vétérinaires que depuis le début du siècle. Plusieurs recherches ont porté sur cette pathologie depuis ce temps, principalement sur ses hôtes et vecteurs (Hopla, 1974; Bell et Reilly, 1981), mais on déplore l'absence de toute recherche sur la tularémie au Québec, seules quelques données plutôt anecdotiques sont disponibles. Nous savons par exemple que le premier cas humain a été déclaré en 1942 (Bequaert, 1945). Aussi, Statistique Canada (Perron, 1984) et le Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec (Caron, 1986), ont compilé les cas rapportés chez les humains sans qu'aucune étude ou considération ne soit accordée à l'aspect hôte-vecteur touchant le lièvre et la tique impliquée.

Les vecteurs reconnus comme les plus importants de la tularémie chez les mammifères sont les tiques de la famille des Ixodidae; dans l'est de l'Amérique du Nord, la tique du lapin, *H. leporispalustris* apparaît l'un des principaux vecteurs et l'ectoparasite le plus fréquent chez le lièvre (Hopla, 1974). Les tiques forment un réservoir efficace de l'agent pathogène lié à cette maladie, et les mammifères Léporidae, dont *Lepus americanus*, s'avèrent des hôtes potentiels de grande importance (Bell et Reilly, 1981), puisque ceux-ci, venant en contact avec les chasseurs, trappeurs et forestiers, sont la cause première de la transmission de la tularémie chez les humains (Francis, 1928; Youg *et al*, 1969).

Devant l'importance qu'ont les tiques dans la transmission de la tularémie et le fait que des cas de tularémie humaine sont régulièrement déclarés sur le territoire du Québec, nous avons cru nécessaire d'engager une recherche portant sur la tique comme élément écologique et vectoriel de sa transmission. Plusieurs objectifs se sont présentés: 1°) connaître plus à fond la relation entre la tique *H. leporispalustris* et le lièvre d'Amérique au Québec; 2°) établir l'abondance, la prévalence et la distribution de cette tique; 3°) évaluer le potentiel vectoriel de cet arthropode dans la transmission de la tularémie en tentant d'isoler l'agent pathogène chez celui-ci et détecter les anticorps formés dans le sérum des lièvres

capturés; 4°) réaliser une étude morphologique comparative de la tique avec des données fournies par la littérature.

### Description générale du projet

L'étude s'est déroulée dans quatre régions de la province de Québec: le Parc de Frontenac, la Réserve faunique de St-Maurice, la ZEC La Lièvre et la Réserve faunique de Rimouski. Les lièvres de l'espèce *L. americanus* furent capturés à l'aide de 30 cages munies de portes basculantes disposées dans des milieux jugés favorables au développement de populations de lièvres notamment, le long des chemins et dans les sentiers utilisés par ces animaux. Les cages ont été appâtées avec du chou et les lièvres capturés, pesés, mesurés et marqués; leur sexe et leur stade de développement ont été enregistrés. Une fois le lièvre immobilisé, les tiques présentes sur leur partie antérieure du corps furent comptées, leur localisation enregistrée et un échantillon de leur population (entre 25 et 50% des tiques) récolté. Enfin, un échantillon sanguin provenant de l'oreille du lièvre a été prélevé. Une fois les opérations réalisées, le lièvre fut libéré au site même de capture. Deux périodes d'échantillonnages ont eu lieu, une au mois de mai et l'autre au mois de juillet 1992.

Chaque échantillon sanguin a été centrifugé pour obtenir le sérum qui fut congelé pour fins de recherche d'anticorps. Les tiques furent comptées, identifiées et leurs stades de développement déterminés; la moitié des échantillons a été congelée à  $-70^{\circ}\text{C}$  en vue des analyses nécessaires à l'isolement de l'agent pathogène, le quart utilisé dans l'étude morphologique et l'autre quart congelé pour des considérations futures.

La première portion congelée des échantillons de tiques a été confiée au Laboratoire de Santé Publique du Québec où la mise en culture du broyat de chacun des échantillons fut réalisée afin de déterminer la présence de *Francisella tularensis* l'agent causal de la tularémie. Les sérums obtenus des lièvres ont été soumis à un test de détection des anticorps à la tularémie; la technique fut celle de la microagglutination rapide sur plaque et a été réalisée dans notre laboratoire.

Finalement les échantillons gardés pour l'étude morphologique comparative furent regroupés pour une même période d'échantillonnages et pour une même région; les stades ont été séparés et des mesures de différentes pièces anatomiques (longueur et largeur du corps, du scutum et des pièces buccales) réalisées à l'aide d'une loupe binoculaire munie d'un oculaire gradué. Les mesures enregistrées ont été

comparées avec celles de Cooley (1946), les seules fournies, à notre connaissance, par la littérature.

Ce mémoire de maîtrise comporte trois portions rapportant les résultats et discussions liées à l'étude. Dans une première portion (chapitre 2) portant sur l'aspect de la relation hôte-parasite entre le lièvre d'Amérique et la tique du lapin, on y discute principalement des niveaux d'infestation, du patron de distribution et des sites d'attachement des tiques sur les lièvres. Cette portion est présentée sous la forme d'un article scientifique devant être soumis à la revue "The Canadian Entomologist" selon les recommandations qu'elle retient. La seconde portion (chapitre 3) présente l'étude de certains caractères morphologiques de la tique *H. leporispalustris*; la description de la tique, l'utilisation de mesures de certaines pièces anatomiques pour la détermination des stades, ainsi qu'une comparaison de ces mesures avec celles fournies par Cooley y sont discutées. Cette portion est aussi sous forme d'un article, qui serait soumis à la revue "Annales de la Société Entomologique de France". Finalement, la dernière portion (chapitre 4) présente une revue de la littérature portant sur la tularémie en retenant différents aspects relatifs à cette pathologie. De plus, les méthodes de recherche de l'agent causal de la tularémie utilisés dans notre étude y sont présentées, ainsi que les résultats obtenus; le potentiel

vectoriel de la tique du lapin au Québec est aussi discuté.

Ce mémoire étant présenté en partie sous la forme d'articles scientifiques, il faut noter que la liste des tableaux et figures n'est pas nécessaire et ne sera pas intégrée au texte.



## CHAPITRE 2

DISTRIBUTION DE LA TIQUE *HAEMAPHYSALIS LEPORISPALUSTRIS*  
(PACKARD) (ACARI: IXODIDAE) SUR SON HÔTE PRINCIPAL, LE LIÈVRE  
D'AMÉRIQUE (*LEPUS AMERICANUS*), AU QUÉBEC (CANADA).

DÉPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES, C.P. 500, TROIS-RIVIÈRES (QUÉBEC),  
CANADA \ G9A 5H7

## Résumé

L'abondance, la prévalence et le patron de distribution de la tique du lapin, *Haemaphysalis leporispalustris* sur son hôte le lièvre d'Amérique, *Lepus americanus*, ont été étudiés pour la première fois sur le territoire du Québec. L'expérimentation s'est déroulée dans quatre régions méridionales distinctes au cours de l'été 1992. *H. leporispalustris* a été la seule espèce de tique retrouvée avec une prévalence de 100% dans toutes les régions retenues. L'abondance moyenne enregistrée a été de 220 individus/lièvre. Une proportion plus élevée d'adultes en mai

fut observée et inversement en juillet, avec une proportion de larves et nymphes plus grande; de plus le nombre moyen d'individus sur un lièvre augmenta en juillet. Aucune différence n'a été constatée entre les lièvres mâles et femelles quant au nombre moyen de tiques portées. Le patron de distribution typique des ectoparasites, la binomiale négative, ne s'étant pas révélée adéquate, la distribution normale a été retenue. Les sites de fixation préférés des différents stades de la tique sur *L.americanus* sont les oreilles, le museau et les joues (entre 40 et 50 tiques en moyenne/endroit); le pourtour des yeux apparaît comme principalement occupé par les formes immatures (81,4% de larves et de nymphes), alors que le cou semble préféré des tiques mâles (71%). Une première mention au Québec de la puce *Euhoplopyllus glacialis lynx* sur le lièvre complète l'étude.

#### **Abstract**

The abundance, prevalence and distribution pattern of the rabbit tick *Haemaphysalis leporispalustris* on its host the hare *Lepus americanus* were studied for the first time in Quebec territory. The research was done in four distinct regions of the southern part of the province in the summer of 1992. *H.*

*Ieporispalustris* was the only species of tick found, and its prevalence was 100%; the total mean abundance was 220 individuals / hare. The proportion of adult ticks compared to the proportion of juveniles was the greatest in May, while it was the opposite in July. Moreover, during that month, the mean number of ticks was higher. We observed no difference in the mean number of ticks between female and male hares. The typical pattern of ectoparasital distribution, the negative binomial, being not adequate for our data, the normal distribution was used. We also present the different attachment sites used by all the stages of the rabbit tick on *L. americanus*: the ears, muzzle and cheeks appear to be the favorite sites (between 40 and 50 ticks); the site around the eyes was more occupied by immature stages (81,4% of larvae and nymphs); the neck was used mostly by males (71%). The first mention in Quebec of the flea *Euhoplopsyllus glacialis lynx* is also reported.

## Introduction

La tique du lapin, *Haemaphysalis leporispalustris* se retrouve sur la majeure partie du territoire nord-américain (Bishopp et Trembley, 1945; Cooley, 1946). Elle est relativement commune et abondante comme ectoparasite des léporidés (Green *et al.*, 1943; Bequaert, 1945; Bishopp et Trembley, 1945). Green *et al.* (1943) rapportent des abondances de cette tique pouvant dépasser 5000 individus / hôte au Minnesota, la plus grande abondance rapportée au Canada étant de 2700 individus / hôte en Ontario (MacLulich, 1937). Aux Etats-Unis, ainsi que dans l'ouest du Canada, cette tique se retrouve principalement sur le lapin à queue blanche, *Sylvilagus floridanus* (J.A. Allen) et sur les lièvres du groupe des "JACKRABBIT" tels *Lepus californicus* et *L. townsendii* Bachman (Bishopp et Trembley, 1945; Bequaert, 1945; Farlow *et al.*, 1969). Plus au nord et dans l'est du Canada et des Etats-Unis, principalement au Québec, l'hôte privilégié est le lièvre d'Amérique, *Lepus americanus* Erxleben (Green *et al.*, 1943; Bequaert, 1945; Bishopp et Trembley, 1945; Campbell *et al.*, 1980; Keith et Cary, 1990).

La première mention de *H. leporispalustris* a été rapportée par Packard en 1869 sur le lièvre, *Lepus palustris* (Cooley, 1946). Depuis ce temps cette tique a été très étudiée

à travers le continent; cependant les études provenant du Québec sont rares et anecdotiques, les seules mentions connues demeurant celles de Bequart (1945), Alain (1986), et Fréchette (1986). Fait à signaler, aucune de celles-ci offre une vision écologique de la relation hôte-parasite propre à la tique du lapin et du lièvre.

Pour cette relation hôte-parasite, Campbell (1979), Nilsson et Lundqvist (1979) et Campbell *et al.* (1980) décrivent la distribution typique d'un ectoparasite, telle celle de la tique, comme pouvant s'exprimer par la forme d'une binomiale négative. De plus Nilsson et Lundqvist (1979) mentionnent que les ectoparasites vont s'attacher à leur hôte à des endroits généralement difficiles à atteindre comme la tête et le cou afin d'éviter les activités de nettoyage de la part de l'hôte touché.

A notre avis, l'étude présentée ici est la première réalisée au Québec sur l'aspect écologique de la relation entre le lièvre d'Amérique et la tique qui lui est inféodée. Par cette recherche, nous tentons de démontrer l'abondance, la prévalence ainsi que le patron de distribution spatiale de *H. leporispalustris* sur son hôte le lièvre d'Amérique. Aussi, quelques données sur la variation saisonnière et sur le comportement de la tique sur son hôte, sont considérées dans la discussion.

## Matériel et Méthodes

L'étude s'est déroulée dans quatre régions du Québec: le Parc de Frontenac (45N55, 71W10), la Réserve faunique de St-Maurice (46N58, 73W08), la ZEC La Lièvre (48N25, 72W25) et la Réserve faunique de Rimouski (48N03, 68W15) (Fig. 1). La végétation de ces quatre régions est typique de deux zones floristiques québécoises, soient la forêt mixte pour les sites de Frontenac et St-Maurice et la sapinière à bouleau jaune pour ceux de La Lièvre et Rimouski (Grandtner, 1966). La dominance arborescente est donc partagée entre des conifères, tels que le sapin baumier *Abies balsamea* et l'épinette noire *Picea mariana*, et des feuillus comme le bouleau jaune *Betula alleghensis*. De plus les sites retenus pour la capture de lièvres dans chacune des régions, démontraient une composition floristique de peuplements en régénération, caractérisés par le peuplier faux-tremble *Populus tremuloïdes*, l'érable à épis *Acer spicatum*, l'aulne rugueux *Alnus rugosa* et le framboisier *Rhus sp.*. Le couvert végétal des sites de captures était généralement dense avec beaucoup d'arbustes et de plantes de recouvrement.

Les lièvres de l'espèce *L. americanus* furent capturés à l'aide de 30 cages munies de portes basculantes (23 X 23 X 61 cm, National Liver Trap Corp. Tomahawk, Wisconsin, 54487, USA)

disposées dans un milieu préalablement sélectionné et jugé favorable (Bider, 1961): bordure des chemins ou lorsque possible sentiers parcourus par les lièvres. Les cages ont été appâtées avec du chou vert et les lièvres capturés furent pesés, mesurés (longueur du tarse arrière, du corps et de la queue) et marqués avec une étiquette numérotée; le sexe et le stade (juvénile < 900 grammes < adulte) (Campbell *et al.*, 1980) des animaux capturés ont été enregistrés. Une fois le lièvre immobilisé dans un sac de contention confectionné à cet effet, les tiques de l'espèce *H. leporispalustris* présentes sur la partie antérieure du corps, soit au niveau de la tête et du cou, furent comptées en prenant soin de bien noter l'endroit où elles se trouvaient sur le corps du lièvre: oreille gauche (ORG) ou droite (ORD), oeil gauche (OEG) ou droit (OED), cou (COU) et autres parties de la tête (TETE) notamment le museau et les joues. Le stade de la tique a aussi été noté: larve, nymphe, adulte femelle ou mâle. L'opération totale devait nécessiter de 20 à 30 minutes par lièvre. Nous croyons que cette méthode a permis d'obtenir une image fidèle de l'infestation du lièvre par *H. leporispalustris*. Le reste du corps du lièvre n'a pas été examiné de façon attentive, parce que les tiques du lapin ne s'y retrouvent que sporadiquement et en petit nombre (Campbell *et al.*, 1980). Tout en réalisant leur dénombrement sur chacun des lièvres capturés, des échantillons de tiques ont été réalisés (soit entre 25 et 50% des tiques

comptées) afin d'en vérifier l'identification, la proportion de leurs stades et certaines particularités morphologiques. Une fois les manipulations faites, le lièvre était libéré au site même de sa capture. Deux périodes d'échantillonnages ont eu lieu, une au mois de mai et l'autre au mois de juillet 1992.

Les tests utilisés pour comparer les nombres enregistrés de tiques en fonction des différents sites de captures, des dates, des sexes et des stades ont été l'analyse de variance (ANOVA), puis un test F de Scheffé, la normalité des distributions étant vérifiée avec un test de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1974; Scherrer, 1984).



## Résultats

Les résultats de cette étude, ne prétendent pas évaluer de façon absolue le nombre de tiques rencontrées sur un lièvre. Cependant, l'approche méthodologique employée nous laisse croire que les abondances enregistrées donnent une bonne idée de la population présente sur un lièvre.

### Niveau d'infestation:

La capture de 54 lièvres dans les quatre régions du Québec méridional a permis de démontrer que la prévalence de la tique du lapin sur le lièvre d'Amérique atteint 100% et ce, pour toutes les régions retenues dans l'étude (tableau 1). L'abondance moyenne enregistrée est de 220 tiques / lièvre, les minimum et maximum étant respectivement de 39 et 735. L'abondance moyenne de chacun des stades s'établit à 84,2 pour les larves, à 54,6 pour les nymphes et à 42,8 pour les mâles et 41,6 pour les femelles. Pour chacun des endroits visités, l'abondance totale ne diffère pas statistiquement (test de F de Scheffé) sauf pour la Réserve St-Maurice qui présente une abondance plus faible. En considérant de façon séparée les deux dates d'échantillonnages, soit mai et juillet 1992 (Figs. 2-3), on s'aperçoit que le patron de distribution entre les différents endroits ne diffère pas beaucoup. Par contre, l'abondance totale est significativement plus grande en juillet

(ANOVA  $F=10,996$   $p=.0017$ ); de plus, la composition des stades a changé, révélant plus de larves et de nymphes que d'adultes et leur augmentation en nombre d'individus est significative (larves: ANOVA  $F=34,9$   $p=0,0001$ ) (nymphes: ANOVA  $F=20,1$   $p=0,0001$ ) (Fig. 4). Les ratios L:N:A rapportés aux figures 2 et 3 illustrent bien cette augmentation des larves et des nymphes en juillet. En ce qui a trait à l'abondance des tiques sur les lièvres mâles et femelles, aucune différence significative n'est démontrée tant pour le nombre total de tiques (ANOVA  $F=.588$   $p=.4465$ ), que pour chacun des stades pris séparément. Ainsi la tique *H. leporispalustris* est la seule espèce d'ixodidé retrouvée sur les lièvres capturés au cours de notre étude. De plus, seulement deux lièvres de la région de Rimouski ont été les hôtes de puces (siphonaptères) de l'espèce *Euhoplosyllus glacialis lynx* (3 ♂ et 1 ♀).

#### Patron de distribution

Le patron de distribution de chacun des stades de la tique sur les lièvres ne semble pas rencontrer les critères pouvant révéler une binomiale négative. Les distributions sont plutôt normales ou normales avec transformation logarithmique (test de Kolmogorov-Smirnov pour la normalité).

### Sites d'attachement des tiques sur les lièvres

Les 220 tiques dénombrées en moyenne par lièvre se répartissent de la façon suivante à différents endroits de la partie antérieure du corps du lièvre: oreilles > joues, museau et dessus de la tête > pourtours des yeux > cou; les oreilles apparaissent vraiment privilégiées puisqu'on y retrouve en moyenne de 50 à 60 tiques chacune (Fig. 5). On note qu'il n'y a pas pour les oreilles (Scheffé  $F=,117$   $p= 0,05$ ) et pour les yeux (Scheffé  $F=,029$   $p= 0,05$ ) de différence significative entre le côté droit et le côté gauche de la tête (tableau 2). Si on analyse la composition de la population de la tique pour chacun des endroits, on note que la distribution des différents stades ne diffère pas pour les deux côtés dans le cas des oreilles et des yeux (Fig. 6 et tableau 2). Cette distribution des stades pour les yeux et les oreilles est très semblable, avec toujours plus de larves, suivie des nymphes puis des adultes femelles et mâles. Il est à noter que les jeunes stades, principalement les larves, se retrouvent fréquemment fixées sur la paroi interne des oreilles et dans certains cas jusqu'à l'entrée du conduit auditif. Par ailleurs, la tête et le cou possèdent une composition en tiques très différente: la tête présente des proportions uniformes pour chacun des stades (tableau 2 et Fig. 6). Au niveau du cou, la distribution des proportions se révèle particulière: les jeunes stades y sont très peu représentés (10%, larves et nymphes combinées) alors que les femelles sont

présentes à peu près en même proportion que sur les autres parties de la tête; cependant, les mâles représentent une proportion importante des stades du cou, soit 71% (Fig. 6). Au total, on retrouve plus de formes larvaires sur un lièvre que de nymphes et d'adultes. Au tableau 2, un test de F de Scheffé vient illustrer les différences significatives enregistrées entre chacun des stades et les parties de la tête et du cou auxquelles ils sont associés.

## Discussion

### Niveau d'infestation

Par notre étude, nous observons une forte association entre *Haemaphysalis leporispalustris* et le lièvre d'Amérique, tous les stades de développement de cette tique se retrouvant sur l'hôte avec des effectifs fort appréciables. Il semble que *H. leporispalustris* soit la seule espèce de tique parasitant les lièvres au Québec. Ceci est différent des résultats d'une autre étude effectuée par Campbell *et al.* (1980) sur un territoire adjacent, soit la province de la Nouvelle-Ecosse où les lièvres portaient aussi la tique américaine du chien *Dermacentor variabilis*. La présence de siphonaptères sur des lièvres ou lapins a déjà été notée (Andrews *et al.*, 1980; Holland, 1985; Traub, 1985), mais à notre connaissance, c'est la première fois au Québec qu'est rapportée l'espèce *Euhoplopyllus glacialis lynx*, parasite reconnu des léporidés, principalement de *L. americanus* (Holland, 1985). Seule la sous-espèce *E. glacialis affinitis* a été rapportée en Caroline du Sud sur un lapin à queue blanche (Andrews *et al.*, 1980).

L'infestation poussée de *H. leporispalustris* sur *L. americanus* expliquerait sa très forte prévalence sur le lièvre. Notre étude confirmant ce fait, rejoint ainsi les

conclusions de Green *et al.* (1943), Campbell *et al.* (1980) et Keith et Cary (1990). Cependant l'abondance moyenne des tiques sur les lièvres dans notre étude est de beaucoup inférieure à celle enregistrée par Green *et al.* (1943), soit 220 tiques par lièvre comparé à environ 1000 individus par lièvre, pour la même période de l'année. Par contre, l'abondance de 70 à 100 tiques par lièvre observée par Campbell *et al.* (1980) en Nouvelle-Ecosse se compare plus à celle que nous avons obtenue. Notre territoire et celui de Campbell *et al.* (1980) étant plus au nord que celui couvert par Green *et al.* (1943), il nous paraît justifié de supposer une abondance moindre. Aussi, le fait que nous ayons des lectures plus ponctuelles et ne dépassant pas le mois de juillet et la possibilité qu'il existe un pic d'abondance plus tardif (août-septembre) lié à la nordicité de nos sites d'échantillonnages ont pu faire en sorte de diminuer les effectifs rapportés.

En considérant chacune de nos stations, nous observons que l'abondance moyenne de *H. leporispalustris* ne diffère pas d'une région à l'autre, sauf pour celle de la Réserve St-Maurice où elle est moindre. Ceci pourrait s'expliquer en partie par le fait que la densité absolue d'essences forestières dans cette réserve est la moins forte des quatre régions (3743 arbres / hectare en comparaison à 14400 arbres / ha pour la région de La Lièvre). Compte tenu que les lièvres

utilisent moins les endroits marqués par une faible densité d'arbres et un recouvrement végétal moins dense (Litvaitis *et al.*, 1985; Koehler, 1990) et qu'ils ont un comportement territorial (Bider, 1961), la densité de lièvres à l'hectare à la Réserve St-Maurice devrait être moindre, augmentant par le fait même la distance entre les individus. Cette augmentation de la distance entre deux hôtes a pour effet, selon Mohr (1961), de diminuer l'abondance de la population de tiques sur les lièvres. Ceci pourrait expliquer au moins partiellement pourquoi la densité de tiques est moins élevée au site St-Maurice par rapport aux trois autres.

Les lièvres mâles et femelles portent des quantités de tiques tout à fait similaires, aucune différence significative n'ayant été enregistrée. Ceci est différent des résultats présentés par Campbell *et al.* (1980) où les lièvres mâles portaient 1,4 fois plus de tiques que les lièvres femelles. Afin d'expliquer ce fait, ces auteurs ont suggéré l'hypothèse de l'existence d'un domaine vital plus grand chez les mâles avec une plus grande mobilité, amenant des contacts plus nombreux avec les tiques. Aussi, Keith et Cary (1990) présentent la même conclusion, à l'exception de trois années où cette différence entre les sexes n'est pas notée; ces années correspondant à des densités élevées de la population de lièvres. Ce qui supporte l'hypothèse des différences de

domaines vitaux liées au sexe, à l'âge et à la densité de lièvres. Dans notre étude, nous n'avons aucune donnée sur la densité des populations de lièvres. Nous pouvons avancer l'hypothèse que les populations rencontrées devaient être dans une période où les densités étaient élevées et ainsi rencontrer la même situation décrite par Keith et Cary (1990) dans l'ouest canadien. D'autres études dans les années à venir seraient nécessaires pour suivre les populations de lièvres et possiblement aider à éclaircir ce point.

#### **Distribution temporelle**

En considérant les deux périodes d'échantillonnages, mai 1992 et juillet 1992, nous pouvons noter une augmentation de l'abondance de tiques dans la deuxième période, tant pour l'ensemble que pour chacune des régions considérées. Cette augmentation serait principalement attribuable à l'arrivée massive de jeunes stades, en particulier les larves. Plus au sud, soit en Louisiane, la tique *H. leporispalustris* possède deux générations par été (Farlow *et al.*, 1969); dans les régions plus au nord, l'espèce présente un cycle vital étalé sur deux ans, marqué par une abondance plus grande des jeunes stades (larves et nymphes) à l'été, concentrée au cours des mois de juillet et d'août (Green *et al.*, 1943; Campbell *et al.*, 1980). Avec les résultats que nous présentons, nous sommes portés à



croire que *H. leporispalustris* au Québec suit le même patron d'activité saisonnière et le même cycle vital observés en Nouvelle-Ecosse ainsi qu'au Minnesota.

### **Patron de distribution**

Le patron de distribution généralement observé chez les ectoparasites tels que les tiques s'exprime par une binomiale négative (Campbell, 1979; Nilsson et Lundqvist, 1979). Celle-ci démontre un haut taux d'aggrégation des tiques dans la population d'hôtes; seulement quelques lièvres accusent des densités élevées de parasites et la majorité de leur population ne porte pas ou très peu de tiques. Cette distribution a été vérifiée en Nouvelle-Ecosse par Campbell *et al.* (1980) chez *H. leporispalustris* parasitant le lièvre. Comme nous l'avons mentionné précédemment, cette tique ne se comporterait pas de cette façon selon notre étude. Sa distribution tend vers une expression de la loi normale. Une hypothèse s'impose ici, afin d'essayer de répondre à ce changement dans le type de distribution observé. En supposant que les populations de lièvres que nous avons rencontrées étaient dans une période d'effectifs élevés comme proposé antérieurement, et que les populations de tiques aient aussi de grands effectifs, les chances pour une tique de rencontrer un lièvre seraient élevées, favorisées par le fait que *H. leporispalustris* est considérée comme une tique nidicole (George, 1971; Campbell *et*

*al*, 1980). De ce fait, l'aggrégation aurait tendance à diminuer vers une distribution aléatoire des tiques sur les lièvres. Ceci proposé et considérant que la loi binomiale négative tend vers une loi de Poisson lorsque  $K \rightarrow \infty$  ( $K$  étant un paramètre mesurant inversement le degré d'aggrégation des tiques dans la population d'hôtes (Campbell, 1979)) et que la probabilité de succès  $p \rightarrow 1$  (Ord *et al.*, 1979; Scherrer, 1984), considérant aussi que cette même loi de Poisson tend vers une loi normale quand la moyenne est très grande (nous avons une moyenne de 220 tiques / lièvre), il nous apparaît possible de mieux comprendre pourquoi notre population de tiques ne se distribue pas selon une binomiale négative.

#### Sites d'attachement des tiques sur les lièvres

Rares sont les études qui ont porté sur la distribution spatiale de tiques sur le corps de leurs hôtes (Nilsson et Lundquist, 1979; Koch, 1982; Kaiser, 1991). De ces quelques études, aucune ne porte sur une espèce de tique associée à un lagomorphe comme hôte.

De façon générale, il est reconnu que *H. leporispalustris* se concentre sur la partie antérieure du corps d'un lapin ou d'un lièvre (Bishopp et Trembley, 1945; Campbell *et al.*, 1980; Keith et Cary, 1990), privilégiant plus particulièrement les oreilles et le museau. Les données obtenues nous permettent

d'apprécier comment la tique utilise cette partie antérieure du corps du lièvre *L. americanus* au cours de ses stades de croissance. En premier lieu, il faut mentionner que les termes "oreille" et "oeil" réfèrent aux parties concernées et qu'aucune différence significative n'a été enregistrée entre le côté gauche et le côté droit de l'animal considéré. De plus, il faut interpréter avec prudence les nombres de tiques par endroit considéré, car leurs valeurs ne tiennent pas compte de l'effet de surface, une oreille ayant une grande surface par rapport au pourtour de l'oeil; à ce sujet, notre discussion portera sur les valeurs exprimées en pourcentages d'utilisation par chacun des stades des différentes parties de la portion antérieure du corps du lièvre. On retrouve sur les oreilles une répartition des stades de la tique assez similaire à celle sur le pourtour de l'oeil, ces deux endroits constituent des sites privilégiés pour le prélèvement de sang (peau plus mince, peu de pillosité, forte vascularisation). Nous y retrouvons une plus grande proportion de larves, suivie de celle des nymphes, des femelles et des mâles adultes; ces derniers se retrouvent majoritairement en mouvement près des femelles ou en activité d'accouplement. Le reste de la tête porte des tiques dont les stades sont représentés en proportions à peu près égales, la plupart se rencontrant sur le museau et les joues; plusieurs individus, principalement des mâles demeurent en mouvement. Le cou présente une situation particulière: on y enregistre une

proportion dominante de mâles fixés avec quelques représentants des autres stades, surtout des femelles. Les mâles ayant des besoins alimentaires moindres, semblent privilégier la région du cou afin de s'y fixer et s'y nourrir. Nous pouvons alors supposer que ces mâles s'y retrouvent dans l'attente d'un signal phéromonal d'attraction sexuelle annonçant la disponibilité de femelles prêtes à être fécondées. Ceci expliquerait le grand nombre de mâles en mouvement constaté sur la tête du lièvre. On peut proposer que les mâles se retrouvent dans la région du cou suite à une compétition intraspécifique importante qui les auraient amenés à se déplacer des zones d'alimentation de choix tels les oreilles et le pourtour des yeux vers cette région moins propice mais quand même pouvant satisfaire les exigences nutritives des mâles; ils laisseraient ainsi, les régions des oreilles et des yeux aux stades marqués par des besoins plus impératifs de repas sanguins. Finalement, mentionnons que les individus appartenant aux stades larvaires et nymphaux utilisent principalement les oreilles et le pourtour des yeux, puisqu'étant de petite taille, ils peuvent atteindre plus facilement des endroits difficiles d'accès par les adultes, notamment le bord de la paupière des yeux et l'intérieur de l'oreille.

### Remerciements

Cette recherche a été subventionnée grâce au Fonds institutionnel de recherche (FIR) de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Nous voudrions remercier M. Marcel Lorrain pour son aide sur le terrain et en laboratoire. Nous voudrions aussi remercier le Dr J.C. Beaucournu de la Faculté de médecine de l'Université de Rennes, France, pour l'identification des espèces de puces. Notre appréciation va aussi aux instances régionales du Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche (MLCP) qui nous ont si bien reçus à chacun des endroits visités.

**Références**

- Alain, G. 1986. Le lièvre d'Amérique. Direction de la faune terrestre, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 40 pp.
- Andrews, C.L., R.R. Gerrish et V.F. Nettles. 1980. Ectoparasites collected from eastern cottontails in southeastern United States. *J. Med. Ent.* 17: 479-480.
- Bequaert, J.C. 1945. The ticks, or Ixodoïdes, of the northeastern United States and eastern Canada. *Ent. Amer.* 25: 74-232.
- Bider, J.R. 1961. An ecological study of the hare (*Lepus americanus*). *Can. J. zool.* 39: 81-103.
- Bishopp, F.C. et H.L. Trembley. 1945. Distribution and hosts of certain North American ticks. *J. Parasitol.* 31: 1-54.
- Campbell, A. 1979. Ecology of the American dog tick, *Dermacentor variabilis* in southwestern Nova Scotia. *Rec. Adv. Acarol.* 1: 135-143.
- Campbell, A., R.M. Ward et M.B. Garvie. 1980. Seasonal activity and frequency distributions of ticks (Acari: Ixodidae), infesting snowshoe hares in Nova Scotia, Canada. *J. Med. Ent.* 17: 22-29.
- Cooley, R.A. 1946. The genera *Boophilus*, *Rhipicephalus*, and *Haemaphysalis* (Ixodidae) of the New World. Federal

- security agency U.S. Public health service, Nat. Inst. Health Bull. 187. 54pp.
- Farlow, J.E., E.C. Burns et J.D. Newsom. 1969. Seasonal distribution of some arthropod parasites of rabbits in Louisiana. *J. Med. Ent.* 6: 172-174.
- Fréchette, J.L. 1986. Guide pratique des principaux parasites et maladies de la faune terrestre et ailée du Québec. Faculté de médecine vétérinaire de St-Hyacinthe, Université de Montréal, Canada. 280pp.
- George, J.E. 1971. Drop-off rhythms of engorged rabbit ticks, *Haemaphysalis leporispalustris* (Packard, 1896) (Acari: Ixodidae). *J. Med. Ent.* 8: 461-479.
- Grandtner, M.M. 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Les Presse de l'Université Laval, Québec. 216 pp.
- Green, R.G., C.A. Evans et C.L. Larson. 1943. A ten-year population study of the rabbit tick *Haemaphysalis leporispalustris*. *Am. J. Hyg.* 38: 260-281.
- Holland, G.P. 1985. The fleas of Canada, Alaska and Greenland (Siphonaptera). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, No. 130, Ottawa. 631 pp.
- Kaiser, M.N. 1991. Tick (Acarina: Ixodidae) infestations on zebu cattle in northern Uganda. *Bull. Ent. Res.* 81: 257-262.

- Keith, L.B. et J.R. Cary. 1990. Interaction of the tick (*Haemaphysalis leporispalustris*) with a cyclic snowshoe hare (*Lepus americanus*) population. *J. Wild. Dis.* 26: 427-434.
- Koch, H.G. 1982. Seasonal incidence and attachment sites of ticks (Acari: Ixodidae) on domestic dogs in southeastern Oklahoma and northwestern Arkansas, USA. *J. Med. Ent.* 19: 293-298.
- Koehler, G.M. 1990. Snowshoe hare, *Lepus americanus*, use of forest successional stages and population changes during 1985-1989 in north-central Washington. *Can. Field Nat.* 105: 291-293.
- Litvaitis, J.A., J.A. Sherburne et J.A. Bissonette. 1985. Influence of understory characteristics on snowshoe hare habitat use and density. *J. Wild. Manag.* 49: 866-873.
- MacLulich, D.A. 1937. Fluctuations in the number of the varying hare (*Lepus americanus*). *Univ. Toronto Studies, Biol. Ser.*, 43: 1-136.
- Mohr, C.D. 1961. The relation of rabbit tick population to spacing in host population. *J. Parasitol.* 47: 605-607.
- Nilsson, A. et L. Lundqvist. 1979. Interaction relations in small mammal ectoparasites. *Rec. Adv. Acarol.* 1: 451-456.
- Ord, J.K., G.P. Patil et G. Taillie. 1979. Statistical distribution in ecological work. *Statistical Ecology*, V.4. International Co-operative publishing house, Fairland,



Maryland USA. 464pp.

Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Ed. Chicoutimi,  
Canada. 850pp.

Traub, R. 1985. List of parasitic arthropods associated with  
mammals. Siphonaptera. pp 690-697 *in* Kim, K.C. (Ed.),  
Coevolution of parasitic arthropods and mammals. Wiley-  
Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.

Zar, J.H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Inc.  
Englewood Cliffs, N.J. USA. 620pp.

**Tableau 1: Abondance moyenne et prévalence des différents stades de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* pour les quatre régions échantillonnées au cours de 1992.**

Régions	Lièvres capturés	Larves	Nymphes	Mâles	Femelles	Total	Prévalence
Frontenac	10	107.7a*	84.1ab	58.0a	61.8a	311.5a	100%
St-Maurice	17	48.5a	15.7b	16.5b	25.9b	106.6b	100%
La Lièvre	16	99.0a	43.9ab	74.3ac	48.2ab	238.8a	100%
Rimouski	11	104.5a	97.8a	41.0abc	41.5ab	284.7a	100%
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>84.2</b>	<b>54.6</b>	<b>42.8</b>	<b>41.6</b>	<b>220.0</b>	<b>100%</b>
<b>Ratio</b>		<b>0.98:</b>	<b>0.66:</b>	<b>1.0</b>			

\* Les moyennes d'une colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 selon le test de F de Scheffé.

**Tableau 2: Abondance moyenne de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* selon ses stades de développement sur les différentes parties de la tête des lièvres capturés.**

Stades	ORG*	ORD*	OEG*	OED*	TETE	COU	TOTAL
Larve	<sup>a</sup> 23.85 <sup>***</sup>	<sup>a</sup> 22.89 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 14.19 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 15.04 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 9.40 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.15 <sup>a</sup>	84.17 <sup>a</sup>
Nymphe	<sup>ab</sup> 15.00 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 16.80 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 2.87 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 44.51 <sup>b</sup>	<sup>ac</sup> 13.92 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 1.40 <sup>a</sup>	54.63 <sup>ab</sup>
Mâle	<sup>ab</sup> 6.13 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 6.75 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 1.94 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 1.75 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 13.17 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 11.11 <sup>b</sup>	42.79 <sup>b</sup>
Femelle	<sup>a</sup> 9.68 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 10.77 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 2.51 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 2.15 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 13.28 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 2.96 <sup>a</sup>	41.61 <sup>b</sup>

\* ORG et ORD: oreille gauche et droite respectivement;

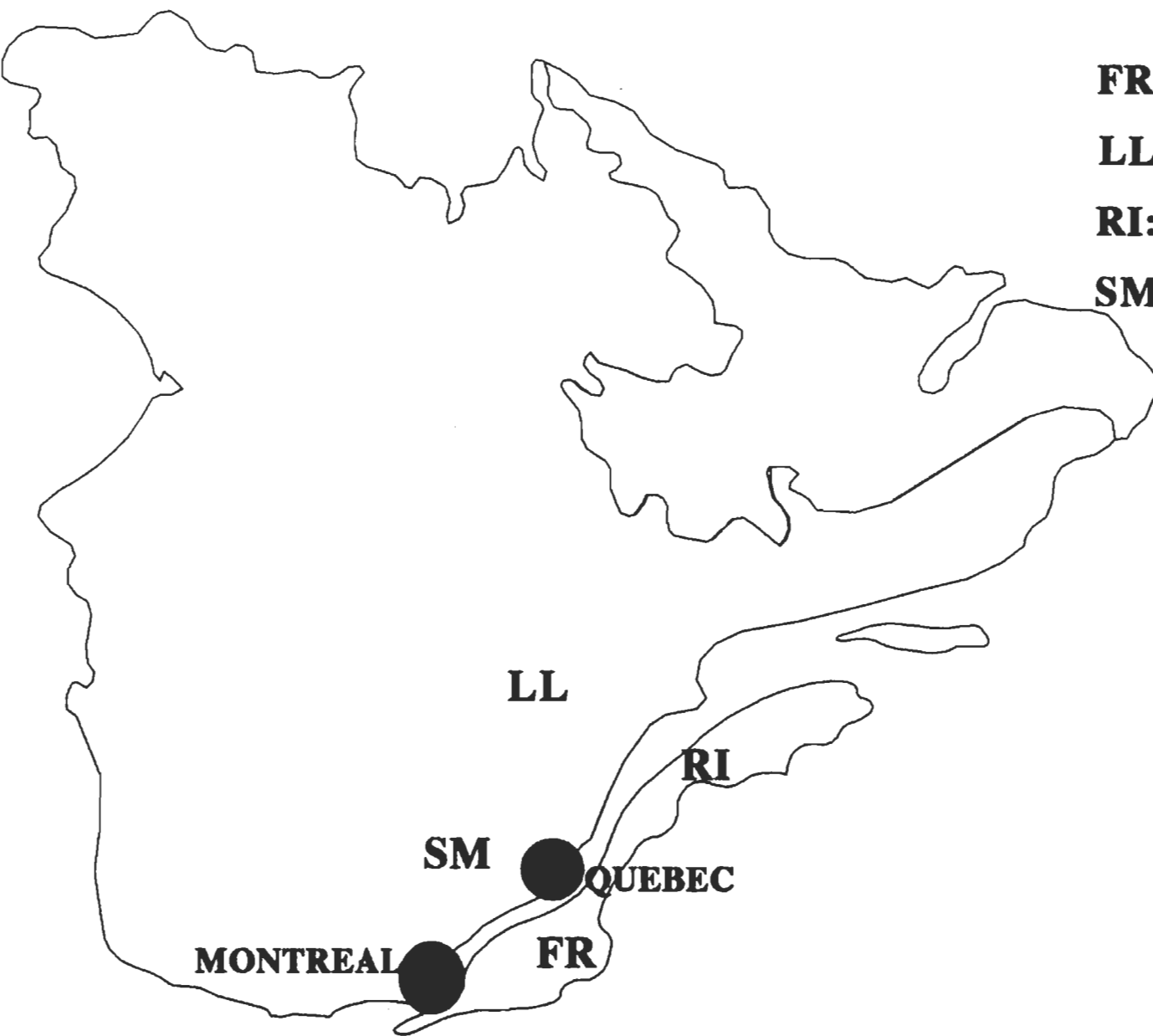
OEG et OED: oeil gauche et droit respectivement.

\*\* Les moyennes d'une rangée précédées par la même lettre ne sont pas significativement

différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).

\*\*\* Les moyennes d'une colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement

différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



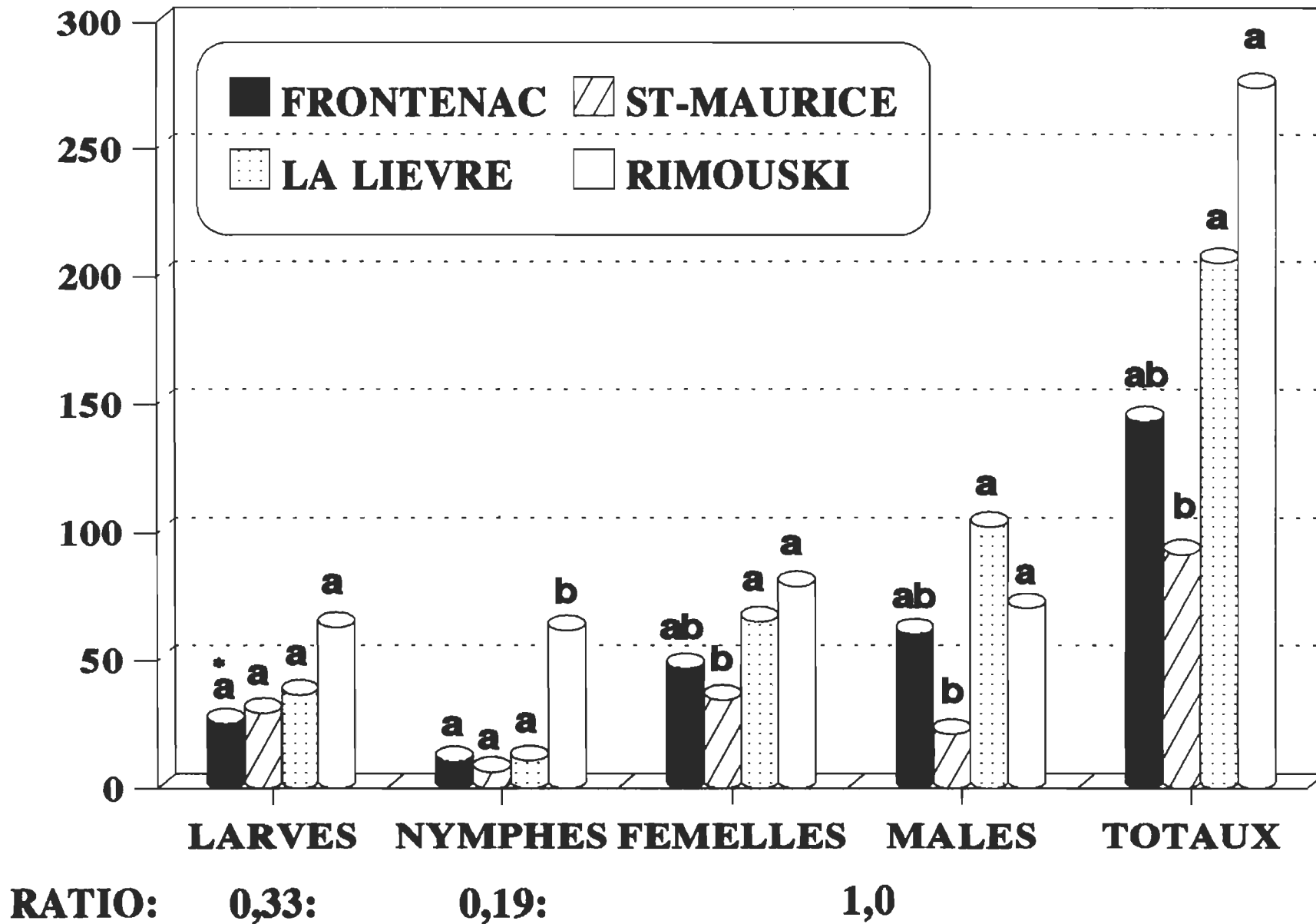
**FR: Parc de Frontenac**

**LL: ZEC La lièvre**

**RI: Réserve de Rimouski**

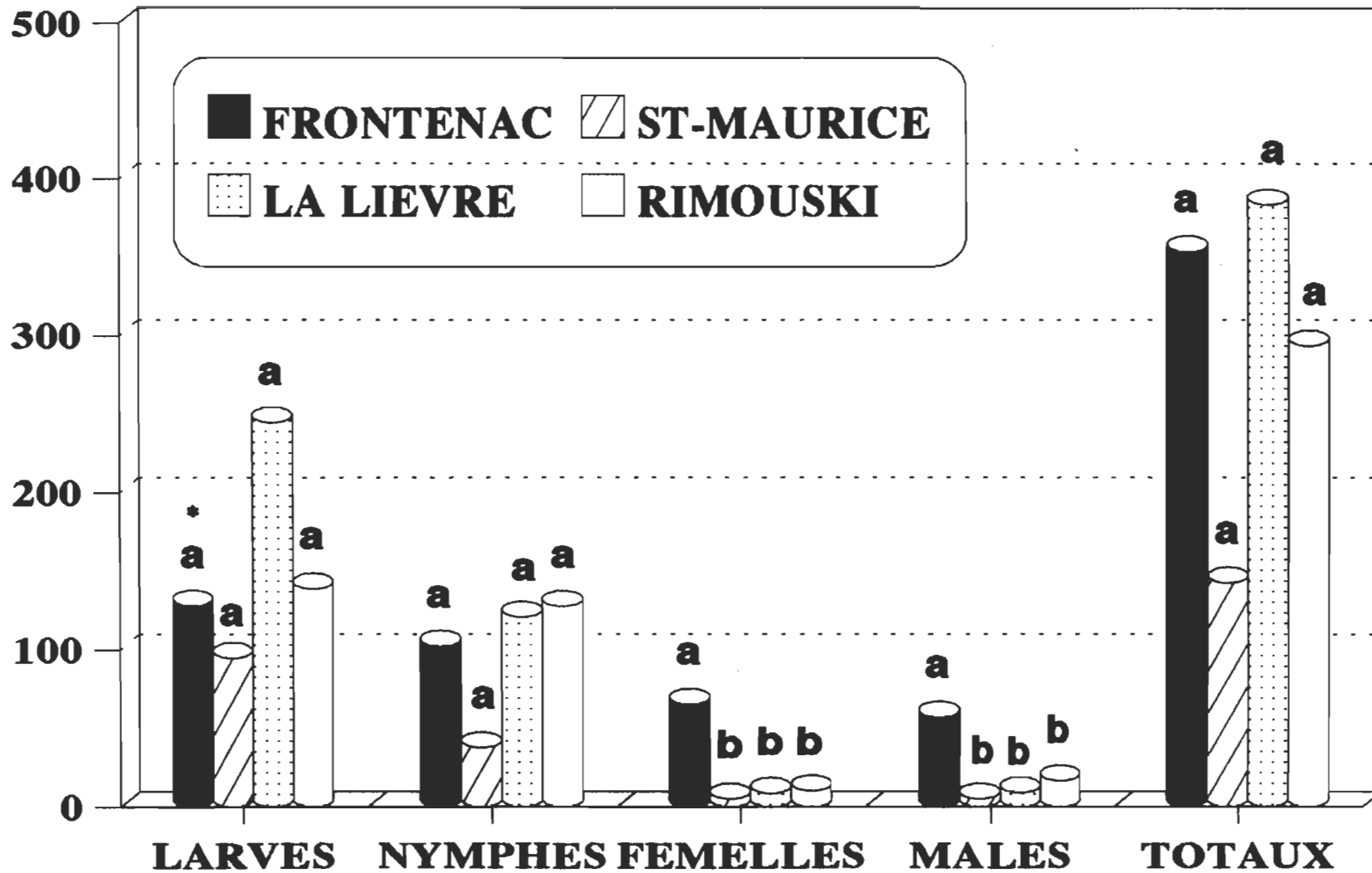
**SM: Réserve de St-Maurice**

**Fig. 1. Localisation des sites échantillonnés.**



**Fig. 2. Abondance moyenne des stades de la tique *H. leporispalustris* pour le mois de mai 1992 pour les quatre régions échantillonnées.**

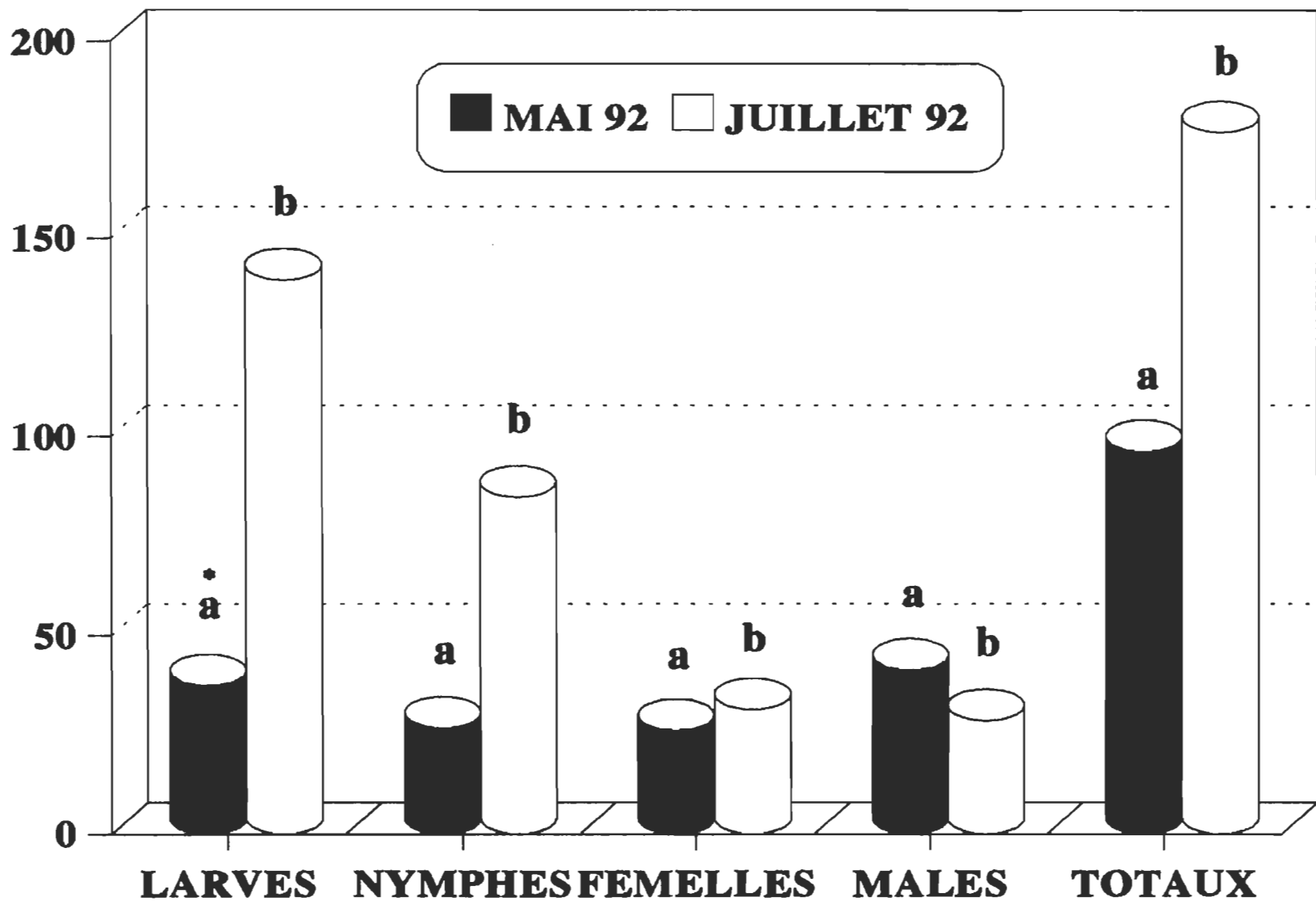
\* Les abondances moyennes de chaque endroit pour un même stade ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



**RATIO:      3,41:                  2,19:                          1,0**

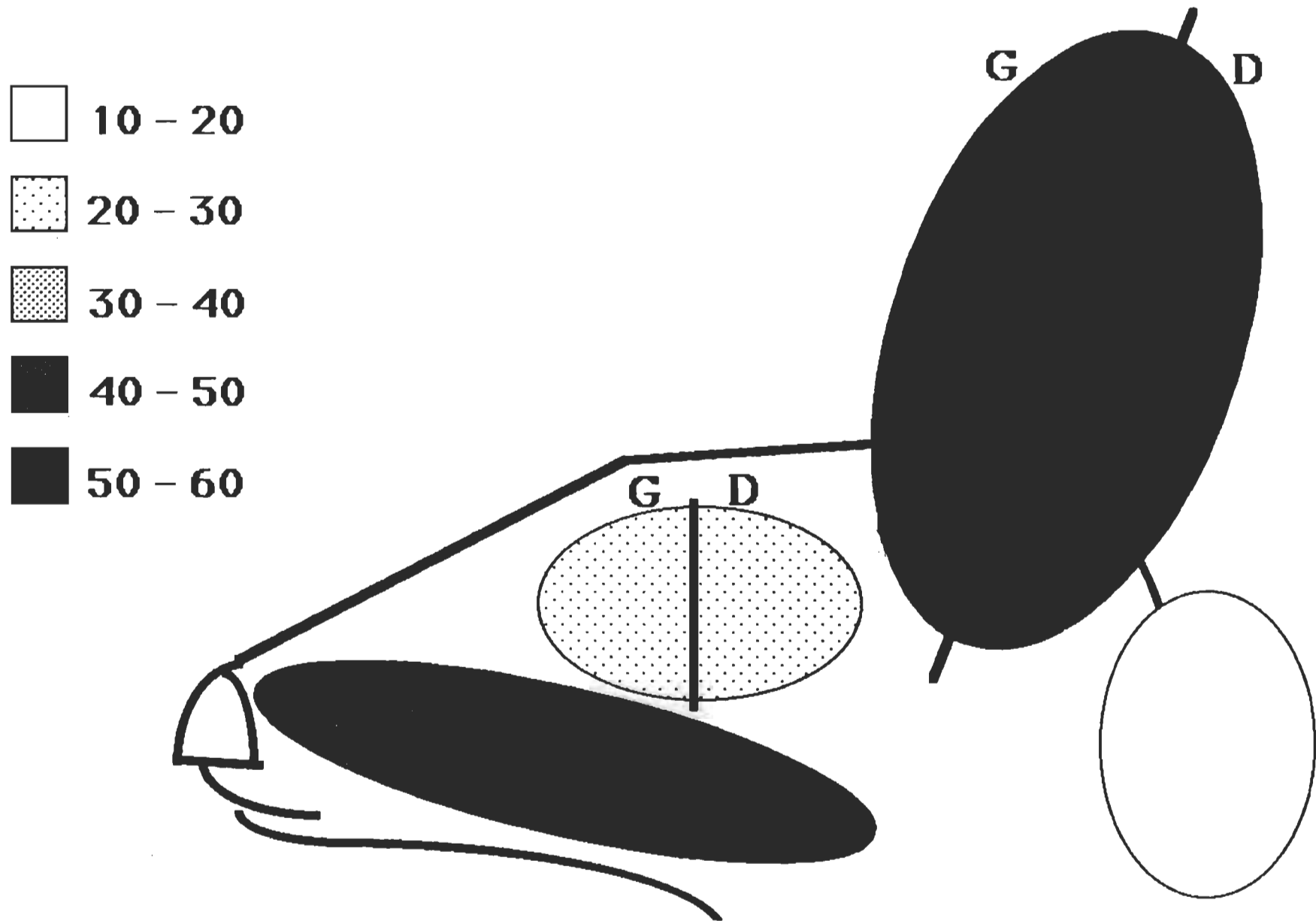
**Fig. 3. Abondance moyenne des stades de la tique *H. leporispalustris* pour le mois de juillet 1992 pour les quatre régions échantillonnées.**

\* Les abondances moyennes de chaque endroit pour un même stade ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



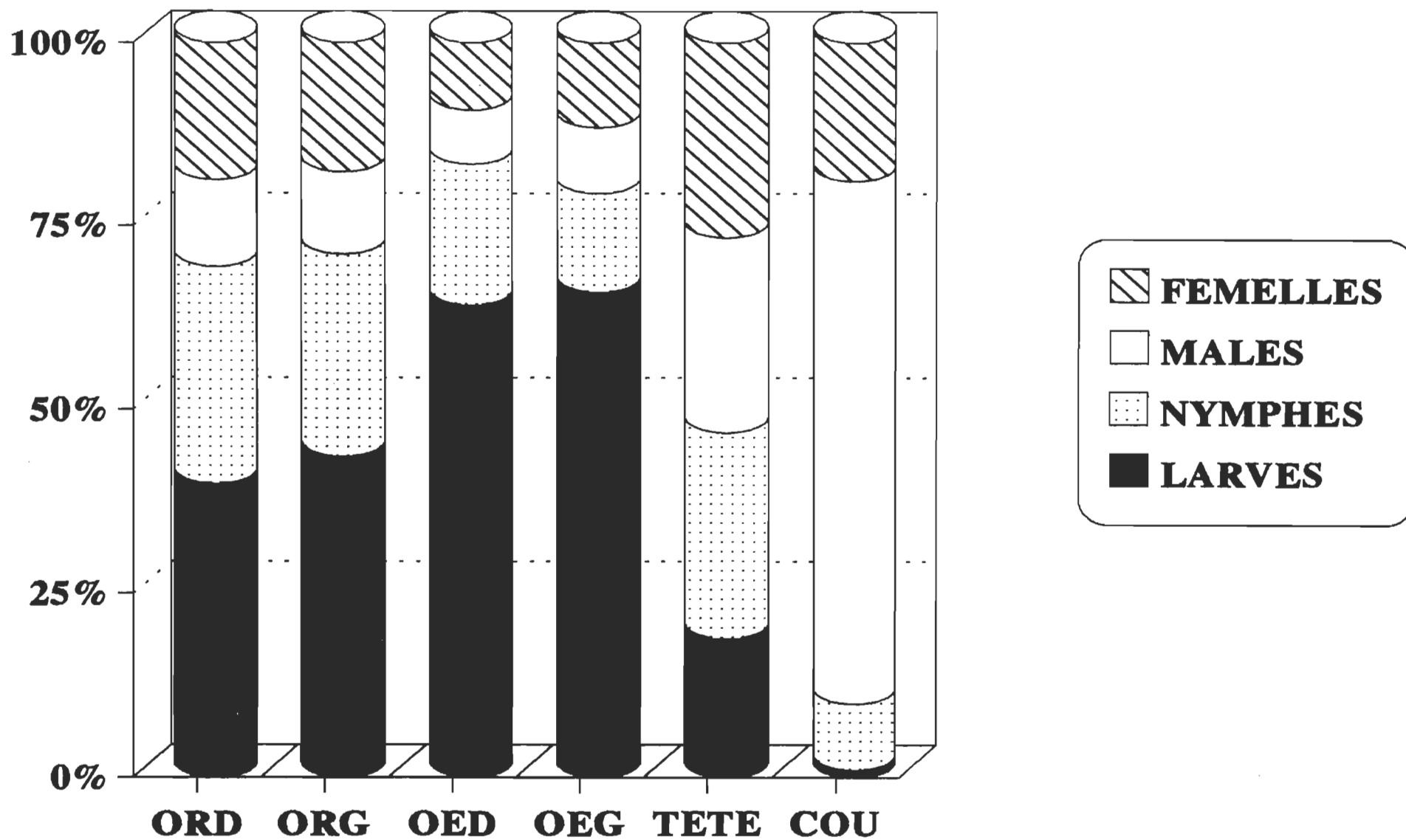
**Fig. 4. Distribution des stades de *Haemaphysalis leporispalustris* pour les deux mois d'échantillonnages.**

\* Les abondances moyennes pour un même stade ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



**Fig. 5. Nombre moyen de tiques en fonction des différents sites d'attachement sur le lièvre d'Amérique.**





**Fig.6. Distribution de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* selon ses stades de développement et en fonction des parties du corps du lièvre d'Amérique.**

## CHAPITRE 3

DESCRIPTION ET COMPARAISON DE CERTAINES PIÈCES ANATOMIQUES DE  
LA TIQUE DU LAPIN *HAEMAPHYSALIS LEPORISPALUSTRIS* (PACKARD)  
(ACARI:IXODIDAE) PROVENANT DU QUEBEC MERIDIONAL (CANADA).

DEPARTEMENT DE CHIMIE-BIOLOGIE, UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES, C.P. 600, TROIS-RIVIERES (QUEBEC),

CANADA \ G9A 6N7

**Mots-clés** : Arthropode, Acarien, Tique, *Haemaphysalis leporispalustris*, Mesures anatomiques, Québec.

**RESUME.** - Les résultats de morphologie comparative de certaines pièces anatomiques de près de 900 tiques du lapin *Haemaphysalis leporispalustris* sont présentés. A cet effet, quelques 261 larves, 204 nymphes, 207 mâles et 231 femelles ont été retenus et les mesures suivantes effectuées: la longueur et

la largeur du corps et du scutum, la longueur du capitulum et la largeur du basis capituli. Ces mesures ont été comparées avec celles fournies par Cooley (1946) à partir de tiques prélevées dans diverses régions de l'Amérique du Nord; elles se sont révélées en majorité statistiquement différentes. De plus, la recherche d'une pièce anatomique pouvant caractériser les stades de la tique par sa simple mesure, a montré que les pièces buccales, principalement la largeur du basis capituli pouvaient être retenues. La comparaison des mesures sur les tiques en fonction des régions d'échantillonnages a montré des différences significatives, principalement pour la région la plus au sud (Frontenac); celle-ci présente des individus généralement plus grands que ceux de la région la plus nordique (La Lièvre). Aussi, il est démontré que l'utilisation d'individus gorgés dans ce genre d'étude peut conduire à des résultats erronés.

**Abstract.** - Description and anatomical comparison of the rabbit tick *Haemaphysalis leporispalustris* (Packard) (Acari: Ixodidae) from Quebec (Canada). - A morphological study of 900 rabbit ticks was done; 261 larvae, 204 nymphs, 207 males and 231 females were used to measure anatomical features: length and width of the body and the scutum, length of the capitulum and

width of the basis capituli. These measurements were compared to those found in Cooley (1946) and were found to be, in majority, significantly different. Also the research of one anatomical piece that could characterize the tick stage only by its measurement was done. The mouthparts, mostly the width of the basis capituli were found adequate for this purpose. We compared the measurements between ticks collected in May and in July, but no significant pattern was found. Comparison between the four regions showed significant differences, mostly for two sites, the most southern one contained ticks bigger than those from the northeast site. The use of engorged individuals is not recommended for this research approach.

## INTRODUCTION

Depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle, un groupe d'arthropodes reçoit une attention qu'il n'avait jamais eu auparavant: les tiques. Celles-ci appartiennent à la sous-classe des acaréens qui comprend plus de 35 000 espèces décrites de mites et de tiques; on estime à près de 1 000 000 celles non décrites (Oliver, 1989). De ces acaréens, environ 850 sont des tiques appartenant au sous-ordre des Ixodida (Sonenshine, 1991) et pour lequel trois familles y sont retenues: les Argasidae (tiques molles), les Ixodidae (tiques dures) et les Nuttalliellidae avec une seule espèce (Oliver, 1989; Hoogstraal et Kim, 1985; Sonenshine, 1991); c'est particulièrement à une espèce des ixodidés et du genre *Haemaphysalis* que nous allons nous attarder.

Les tiques ixodidés sont des ectoparasites obligatoires de mammifères (Hoogstraal et Kim, 1985), d'oiseaux (Bequaert, 1945; Bishopp et Trembley, 1945) et de reptiles (Gregson, 1956; Oliver, 1989). Elles comportent quatre stades de développement: l'oeuf, la larve, la nymphe et l'adulte, une différenciation évidente des sexes se présente chez les adultes (Bequaert, 1945; Cooley, 1946). Tous les stades mobiles nécessitent un repas sanguin afin de compléter leur développement. Le cycle vital des tiques peut nécessiter la présence de un, deux ou

trois hôtes différents (Hoogstraal et Kim, 1985; Oliver, 1989; Sonenshine, 1991). De plus, environ 10% des espèces sont reconnues comme agent vectoriel d'organismes pathogènes (Oliver, 1989); les tiques surpassent tous les autres arthropodes, même les moustiques, dans la diversité des microorganismes pathogènes pouvant être transmis (Oliver, 1989; Sonenshine, 1991).

L'espèce qui nous intéresse ici est *Haemaphysalis leporispalustris* Packard; c'est une tique à distribution nord-américaine, présentant un cycle vital à trois hôtes, principalement des lagomorphes dont le lièvre d'Amérique *Lepus americanus* Erxleben et le lapin à queue blanche *Sylvilagus floridanus* (J.A. Allen) et des oiseaux forestiers comme la gélinotte huppée *Bonasa umbellus* (Campbell et al, 1980; Fréchette, 1986). *H. leporispalustris* est aussi vectrice de différentes maladies, en particulier la tularémie qui est causée par un agent bactérien affectant les lagomorphes et certains rongeurs (Hopla, 1974; Bell et Reilly, 1981), la fièvre pourprée des montagnes rocheuses (Bequaert, 1945; Bishopp et Trembley, 1945; Gregson, 1956), et l'encéphalite de Powassan (Artsob et al, 1984).

La tique du lapin *H. leporispalustris* a été décrite pour la première fois en 1869 (Packard, 1869) sous la désignation

*Ixodes leporis-palustris*. Le genre *Haemaphysalis* se distingue des autres ixodidés par certains traits anatomiques: le sillon anal ne s'étendant pas antérieurement autour de l'anus, le deuxième segment des palpes présentant une extension latérale, et par l'absence d'yeux (Cooley, 1946; Keirans et Litwak, 1989). Cependant, dans l'est de l'Amérique du Nord, *H. chordellis*, qui est aussi présente, peut se distinguer de la tique du lapin par sa dentition hypostomiale de 5/5 et par l'absence de cornua ventrale (Bequaert, 1945; Cooley, 1946; Gregson, 1956).

Plusieurs auteurs ont cité *H. leporispalustris* depuis sa description originale; parmi ces citations, seulement quelques-unes portent sur la description anatomique de cette tique (Banks, 1908; Nuttall *et al*, 1915; Bequaert, 1945; Cooley, 1946; Gregson, 1956), mais à notre connaissance seulement une, celle de Cooley (1946), présente des mesures de pièces anatomiques. Celles-ci ont été faites, selon l'auteur, sur des tiques provenant de différents endroits aux Etats-unis et de l'extérieur du pays et conservées au Rocky Mountain Laboratory. Les mesures présentées par Cooley sont: la longueur et la largeur du corps et du scutum, la longueur du capitulum (du bout des palpes à la marge postérieure ou au bout des cornua) et la longueur et la largeur du basis capituli.

Un premier objectif poursuivi dans cette étude vise à caractériser les différents stades de la tique *H. leporispalustris* à l'aide de mesures de pièces anatomiques ce qui permettrait de déterminer le stade seulement en mesurant une de ces pièces. Un second objectif tente de caractériser la population de cette tique au Québec pour des fins de comparaison avec d'autres populations du continent. Enfin, nous profitons de cette étude pour vérifier l'effet de gorgement des tiques sur les pièces anatomiques mesurées.



## MATERIEL ET METHODES

Les tiques faisant l'objet de notre étude proviennent de lièvres capturés dans quatre régions du Québec, le Parc de Frontenac (45N55, 71W10), la Réserve faunique de St-Maurice (46N58, 73W08), la ZEC La Lièvre (48N25, 72W25) et la Réserve faunique de Rimouski (48N03, 68W15), lors de deux périodes d'échantillonnages qui ont eu lieu aux mois de mai et juillet 1992. Les lièvres de l'espèce *L. americanus* furent capturés à l'aide de cages munies de portes basculantes (23 X 23 X 31 cm, National Liver Trap Corp., Tomahawk, Wisconsin, 54487, USA) et appâtées avec du chou vert; les lièvres capturés furent pesés, mesurés, marqués et sexés. Par la suite, après immobilisation du lièvre dans un sac de contention fabriqué à cet effet, des tiques de l'espèce *H. leporispalustris* ont été prélevées et gardées dans des tubes de plastique à -4 °C. Les tiques de chacun des tubes furent ensuite triées afin de séparer les larves, les nymphes et les adultes mâles et femelles; les stades furent regroupés pour une même région géographique et ceci distinctement pour les deux périodes d'échantillonnages.

Par la suite, à l'aide d'un binoculaire Leitz permettant un grossissement pouvant atteindre 100X et d'un oculaire muni d'un disque micrométrique de 10 mm, différentes pièces anatomiques de chacune des tiques ont été mesurées: la longueur

(LC) et la largeur (LaC) totale du corps, la longueur (LS) et la largeur (LaS) du scutum, la longueur (LCa) du capitulum (du bout des cornua au bout des palpes) et la largeur (LaBC) du basis capituli (fig. 1). Une distinction des individus gorgés ou non fut faite.

L'analyse de variance (ANOVA), le test de comparaison de F de Scheffé, le test des signes ainsi que le test de t de Student sur 1 échantillon ont été utilisés afin d'interpréter les données (Zar, 1974; Scherrer, 1984).

## RESULTATS

La capture d'une cinquantaine de lièvres nous a permis de recueillir près de 3600 tiques, dont quelque 900 furent utilisées pour effectuer les différentes mesures; les stades de ces dernières se répartissaient de la façon suivante: 261 larves, 204 nymphes, 207 mâles et 231 femelles. Les mesures moyennes enregistrées des différentes pièces sont rapportées au tableau 1; on observe que chaque stade présente des moyennes statistiquement différentes des autres (ANOVA et Scheffé F test) et ce, pour toutes les pièces à l'exception de la longueur et de la largeur du corps chez les nymphes et les mâles. Il est à noter que ces moyennes concernent des tiques pouvant ou non être gorgées. En faisant abstraction de cet effet de gorgement en ne prenant que les moyennes des individus non gorgés, nous pouvons les comparer aux mesures fournies par Cooley (1946) à l'aide d'un test de t de Student où les mesures de Cooley seront considérées comme les moyennes d'une population théorique (tableau 2). Nous remarquons que toutes les pièces mesurées à chacun des stades sont différentes de celles fournies par Cooley, exceptions faites de la longueur du corps et du scutum des larves et de la largeur du basis capituli des nymphes. Malgré cette différence notée, il ne semble pas y avoir de tendance, selon le test des signes ( $p > 0.05$ ) (Zar, 1974; Scherrer, 1984) vers des tiques qui

seraient plus petites ou plus grandes au Québec . Il est important de noter que pour les mâles et les femelles, Cooley ne présente pas de moyenne, mais un intervalle de mesure pour chaque pièce; nous avons donc employé le point central de cet intervalle comme point de référence.

Ensuite, une analyse des différentes mesures a été faite en tenant compte de la région d'origine des tiques. En prenant la totalité des tiques, nous retrouvons certaines différences entre les régions pour quelques pièces: la longueur et la largeur du corps et des pièces buccales (capitulum et basis capituli) (fig. 2); dans tous ces cas, la région du Parc de Frontenac présente la moyenne la plus élevée et statistiquement différente d'au moins une région, plus particulièrement celle de la Zec La Lièvre (dans 3 cas sur 4). Les mesures prises sur le scutum ne sont pas statistiquement différentes entre les régions. En reprenant ces mesures, mais en séparant les stades de la tique et en ne prenant que les individus non gorgés, nous obtenons les résultats présentés au tableau 3: le patron global étant similaire entre les stades, avec certaines différences chez quelques pièces. Les deux tiers des pièces chez les quatre stades montrent une différence significative entre les régions d'origine (ANOVA); ces différences obtenues à l'aide d'un test de F de Scheffé, sont identifiées par les lettres minuscules à la droite des moyennes. On observe que globalement, la région

du Parc de Frontenac montre des mesures plus grandes et significatives et ce pour une majorité de pièces; à l'opposé, la région de la ZEC La Lièvre montre une majorité de pièces plus petites et significativement différentes. Les deux autres régions, St-Maurice et Rimouski se comportent de façon intermédiaire.

Pour ce qui est de l'analyse de ces différentes mesures en fonction de la période d'échantillonnage, les résultats apparaissent au tableau 4; la moitié des pièces mesurées pour tous les stades présentent des différences entre les deux périodes d'échantillonnages, celles-ci touchant principalement les mesures de la longueur et de la largeur du corps ainsi que de la longueur du scutum; les trois autres pièces ne présentent pas ou très peu de différence pour tous les stades. Notons que six des onze pièces révélant une différence temporelle montrent une longueur moyenne plus élevée au mois de juillet, (tableau 4), malgré que ce patron ne soit pas significatif (test des signes;  $p > 0,05$ ); la même conclusion est retenue lorsque nous séparons chaque région afin d'analyser séparément les mesures en relation avec la période d'échantillonnage (test des signes;  $p > 0,05$ ).

Finalement aux figures 3a, 3b et 3c, sont présentées les mesures moyennes des pièces anatomiques en relation avec l'état

de gorgement des larves, des nymphes et des femelles respectivement, les mâles ne se gorgeant pas. Par l'étude de ces trois figures, il nous apparaît clair que seules les mesures effectuées sur le corps (longueur et largeur) sont affectées par le gorgement; le scutum et les pièces buccales étant des parties sclérotisées, ne paraissent pas affectées. Cependant, de petites différences sont notées entre les individus gorgés et les non-gorgés pour la longueur du scutum chez les trois groupes (fig. 3a, 3b et 3c) ainsi que pour la largeur du scutum chez les femelles (fig. 3c).

## DISCUSSION

La tique du lapin *H. leporispalustris* a déjà été décrite et ce par plusieurs auteurs mais sans avoir évoqué des mesures morphologiques comparatives de quelque structure que ce soit. Pour cette raison nous avons voulu apporter des éléments nouveaux pouvant aider à mieux connaître les individus de cette espèce; par la mesure de pièces anatomiques particulières afin de faire l'identification rapide des stades de développement et par la caractérisation de certaines pièces morphologiques de la population québécoise de la tique du lapin, pouvant ainsi servir de base de comparaison avec d'autres populations du continent.

Pour chacun des stades, des mesures relatives à la longueur et à la largeur du corps ainsi que du scutum, à la longueur du capitulum et à la largeur du basis capitum ont été enregistrées (tableau 1). Le corps présente des moyennes statistiquement différentes tant en longueur qu'en largeur pour tous les stades sauf chez les nymphes et les mâles; ceci étant principalement dû au fait que les mesures des nymphes gorgées rejoignant celles des mâles font apparaître un chevauchement avec ces dernières. Par contre en ne considérant que les nymphes non-gorgées (tableau 2), ce chevauchement avec les valeurs des mâles devient négligeable et la similitude entre

les moyennes disparaît (LC; test de t:  $-17,517$   $p= 0,0001$  et LaC; test de t:  $-30,681$   $p= 0,0001$ ). Le scutum et les pièces buccales présentent des mesures moyennes statistiquement différentes entre chacun des stades, que les tiques soient considérées en totalité ou avec les non-gorgées seulement (tableau 1 et 2).

Afin de bien caractériser un stade par la mesure d'une pièce anatomique, il nous faut donc mettre de côté les mesures de longueur et de largeur du corps, celles-ci présentant un fort degré de chevauchement entre les différents stades. Ce chevauchement demeure grandement accentué par la présence d'individus gorgés. De plus, même en ne prenant que les individus non-gorgés, il y a une insertion parfaite des mesures des mâles dans l'intervalle des mesures des femelles (tableau 2) ne permettant pas de distinguer ces groupes l'un de l'autre. Les trois autres pièces mesurées, n'étant pas affectées par le gorgement des individus, devraient permettre une meilleure discrimination des stades, les moyennes étant toutes statistiquement différentes pour chacun d'eux. Cependant pour le scutum, il n'y a pas de chevauchement entre les mesures de longueur et de largeur des larves, des nymphes et des mâles, ces derniers présentant un scutum très long et large recouvrant toute la partie dorsale de l'abdomen; cependant il y a chevauchement entre les mesures des mâles et des femelles



(tableau 2). Heureusement, il n'en est pas de même pour les pièces buccales, car la longueur et plus particulièrement la largeur du basis capituli, en plus de montrer des moyennes statistiquement différentes, n'engagent pas de chevauchement entre les stades. Ainsi la caractérisation pour un échantillon donné de la moyenne, des minima et maxima des mesures du capitulum et du basis capituli permettrait de déterminer avec une forte probabilité le stade d'un individu de la tique *H. leporispalustris*, ce moyen pouvant être employé principalement lors de l'identification d'individus incomplets. Ainsi, seulement avec le céphalothorax ou même les pièces buccales vestigiales d'une tique du lapin, nous pourrions déterminer le stade de cet ectoparasite.

Cooley (1946) offre une description assez détaillée des quatre stades de la tique *H. leporispalustris*, avec description et figures des diverses pièces anatomiques externes et auxquelles sont rattachées certaines mesures. Nous avons voulu comparer les mesures que nous avons faites sur les tiques du lapin provenant du Québec avec celles fournies par Cooley. Les deux principales contraintes à cette comparaison sont liées premièrement au fait que les mesures de Cooley ne semblent pas provenir d'un endroit géographique précis, mais plutôt de tiques provenant de récoltes réparties sur l'ensemble du territoire nord-américain; cependant il serait plausible de

croire que ces tiques proviennent principalement des Etats-Unis. L'autre contrainte découle du fait que Cooley ne fournit pas de moyenne pour les pièces des mâles et des femelles, mais plutôt un intervalle de mesures, ce qui nous amène, pour fins de comparaison, à prendre le point central de cet intervalle et de le considérer comme étant la moyenne des mesures présentées. Un test de  $t$  nous a permis de comparer les données de Cooley avec celles du Québec; à l'exception de trois pièces, longueur du corps et du scutum des larves et largeur du basis capituli des nymphes, toutes les mesures faites sur des tiques de *H. leporispalustris* au Québec sont statistiquement différentes des mesures de Cooley. Cependant elles ne sont pas nécessairement plus petites ou plus grandes. Cette différenciation entre les populations du Québec et celles présentées par Cooley laisserait croire à une différence dans l'expression polymorphique des deux groupes, possiblement attribuable à la situation éco-géographique particulière du Québec et peut-être aussi à cause d'un isolement géographique d'une partie de cette population causé par la présence du fleuve St-Laurent. Peut-être sommes-nous en présence d'une sous-espèce de la tique du lapin différente de celle rencontrée aux Etats-Unis.

Nous avons aussi comparé les mesures des différentes pièces retenues entre les quatre régions d'où provenaient nos tiques (fig. 2 et tableau 3); nous observons que chacune des

régions présente des mesures qui sont similaires à au moins une ou deux autres régions, les données des quatre régions n'étant pas différentes les unes des autres. Cependant des différences existent entre certaines régions, plus particulièrement avec celle du Parc de Frontenac qui enregistre en moyenne les pièces les plus grandes et avec celle de la ZEC La Lièvre présentant en moyenne les pièces les plus petites. Nous pourrions ainsi croire à une expression polymorphique distincte, d'autant plus qu'il y a une distance géographique importante et un isolement marqué entre ces deux régions. Par contre ces mêmes conditions d'isolement et de distance géographique prévalent aussi entre les régions des Réserves St-Maurice et Rimouski; cependant celles-ci montrent des mesures moyennes qui sont relativement similaires. L'hypothèse de différences causées par des facteurs externes serait à notre avis plus appropriée: la région de la ZEC La Lièvre est la plus nordique et celle du Parc de Frontenac la plus au sud; leurs climats sont différents ainsi que la composition de l'habitat résultant en une érablière laurentienne à Frontenac et en une sapinière à la ZEC La Lièvre. Par contre, les hypothèses avancées ici, sont basées sur les premières observations de cette tique sur notre territoire et nécessiteraient pour leur vérification d'autres études à caractères bio-géographiques afin de déterminer de façon plus poussée le patron qui prévaut dans la population de *H. leporispalustris* au Québec.

Le point suivant porte sur les mesures en relation avec la période d'échantillonnage. Pour la moitié des pièces mesurées, une différence temporelle significative existe (tableau 4); cependant nous ne pouvons conclure qu'une ou l'autre des deux périodes se manifeste sur la taille des pièces retenues et il en est de même pour chacune des régions prises séparément. Il se pourrait que les différences de température, d'humidité, d'ensoleillement, etc, ..., entre les deux périodes n'aient pas été suffisantes pour faire ressortir des modèles particuliers. Aussi, peut-être aurait-il fallu récolter des tiques au mois d'avril, août et septembre pour obtenir des variables significatives dans le temps.

Pour terminer cette discussion, une précision sur un élément qui est apparu au tout début de cette étude: le gorgement en sang des individus. Les larves, nymphes et femelles ont besoin de se gorger de sang pour compléter leur cycle vital, ceci entraînant certains effets non négligeables dans notre étude. Il est évident que la longueur et la largeur du corps seront affectées par la présence dans l'échantillon d'individus gorgés, ce qui explique les grandes différences dans les mesures moyennes des individus aux figures 3a, 3b et 3c. A l'opposé, des pièces tels le scutum et les pièces buccales ne devraient pas être affectées par le gorgement; cependant lors de l'analyse des mêmes graphiques, nous

constatons des différences significatives pour les mesures du scutum entre les individus gorgés et les non-gorgés. Dans tous ces cas, les scutums des individus gorgés présentent des mesures moyennes plus petites; il s'agirait ici possiblement d'un biais dans la méthode de mesure; le gorgement d'un individu accentue la courbure dorsale du scutum, ce qui a pour effet de fausser son appréciation, la vision binoculaire ne pouvant tenir compte de cette courbure. En plus de cet effet, la présence d'individus gorgés dans un échantillon d'une population de tiques peut entraîner différents biais; ainsi, dépendant de la proportion d'individus gorgés dans l'échantillon, la moyenne des mesures du corps et même du scutum peut fluctuer grandement. Aussi, la caractérisation d'un stade par la mesure de pièces anatomiques peut s'avérer difficile quand des individus gorgés sont présents dans un échantillon. Pour des études comparatives entre des populations de la tique *H. leporispalustris*, il serait opportun de n'utiliser que des individus non-gorgés; une telle précaution éviterait bien des problèmes en diminuant les risques d'avancer des conclusions pouvant s'avérer erronées.

### Remerciements

Des remerciements s'adressent à M. Marcel Lorrain pour son aide sur le terrain et particulièrement en laboratoire. Cette recherche a été rendue possible grâce à une contribution du Fonds institutionnel de recherche (FIR) de l'Université du Québec à Trois-Rivières.

## Littérature citée

- ARTSOB H., SPENCE L., SURGEONER G., McCREADIE J., THORSEN J., TH'NG C. & LAMPOTANG V., 1984. - Isolation of *Francisella tularensis* and Powassan virus from ticks (Acari: Ixodidae) in Ontario, Canada. - *Journal of medical entomology*, 21: 165-168.
- BANKS N., 1908. - *A revision of the Ixodoidea, or ticks, of the United States*. U.S. Dept. Agric. Bureau of entomology, Tech. series No. 15. Washington D.C. 60 pp.
- BELL J.F. & REILLY J.R., 1981. - Tularemia. *in* : Davis J.W. Karstad L.H. & Trainer D.O. (eds.), *Infectious diseases of wild mammals*, p. 213-231. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- BEQUAERT J.C., 1945. - The ticks, or Ixodoïdes, of the northeastern United States and eastern Canada. - *Entomologica Americana*, 25: 74-232.
- BISHOPP F.C. & Trembley H.L., 1945. - Distribution and hosts of certain North American ticks. - *Journal of Parasitology*, 31: 1-54.
- CAMPBELL A., WARD R.M. & GARVIE M.B., 1980. - Seasonal activity and frequency distributions of ticks (Acari: Ixodidae), infesting snowshoe hares in Nova Scotia, Canada. - *Journal of Medical Entomology*, 17: 22-29.

- COOLEY R.A., 1946. - *The genera Boophilus, Rhipicephalus, and Haemaphysalis (Ixodidae) of the New World*. Federal security agency U.S. Public health service, Nat. Inst. Health Bull. 187. 54pp.
- FRECHETTE J.L., 1986. - *Guide pratique des principaux parasites et maladies de la faune terrestre et ailée du Québec*. Faculté de médecine vétérinaire de St-Hyacinthe, Université de Montréal, Canada. 280pp.
- GREGSON J.D., 1956. - *The Ixodoidea of Canada*. Science service, entomology division. Canada department of agriculture. Publication No. 930. 92 pp.
- HOOGSTRAAL H. & KIM K.C., 1985. - Tick and mammal coevolution, with emphasis on *Haemaphysalis*. In : Kim K.C. (ed.), *Coevolution of parasitic arthropods and mammals*, p. 505-568. Wiley-Interscience, John Wiley and sons, New York.
- HOPLA C.E., 1974. - The ecology of tularemia. - *Advances in veterinary science and comparative medicine*, 18: 25-53.
- KEIRANS J.E. & LITWAK T.R., 1989. - Pictorial key to the adults of hard ticks, family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), east of the Mississippi river. - *Journal of medical entomology*, 26: 435-448.
- NUTTALL G.H.F., WARBURTON C., COOPER W.F. & ROBINSON L.E.A., 1915. - *A monograph of the Ixodoidea. Part III The genus Haemaphysalis*. pp 349-547.



- OLIVER J.H., 1989. - Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). - *Annual review of ecological systematics*, 20: 397- 430.
- PACKARD A.S., 1869. List of hymenopterous and lepidopterous insects collected by the Smithsonian expedition to South America; appendix to report on Articulatates. *Annual report of the trustees of the Peabody academy of science*, 1: 1-14.
- SCHERRER B, 1984. - *Biostatistique*. Gaëtan Morin Ed. Chicoutimi, Canada. 850 pp.
- SONENSHINE D.E., 1991. - *Biology of ticks*. V.1. Oxford University Press. New York. 447 pp.
- ZAR J.H., 1974. - *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J. USA. 620pp.

**Tableau I. Longueurs moyennes des différentes pièces mesurées pour chacun des stades de la tique *Haemaphysalis leporispalustris*.**

Stades	Nombre	LC	LaC	LS	LaS	LCa	LaBC
Larve	261	0,965a*	0,610a	0,237a	0,322a	0,120a	0,122a
		0,216**	0,105	0,027	0,019	0,016	0,007
		0,5-1,3***	0,43-0,94	0,18-0,33	0,28-0,43	0,10-0,17	0,11-0,14
Nymphe	204	1,650b	1,054b	0,394b	0,504b	0,222b	0,208b
		0,422	0,243	0,042	0,027	0,027	0,010
		0,9-2,5	0,7-1,65	0,3-0,5	0,43-0,6	0,18-0,3	0,17-0,23
Mâle	207	1,596b	1,073b	1,328c	0,878c	0,316c	0,276c
		0,154	0,057	0,089	0,051	0,036	0,012
		1,3-1,85	0,8-1,2	1,13-1,5	0,68-1,0	0,24-0,43	0,24-0,3
Femelle	231	3,363c	2,244c	0,860d	0,836d	0,520d	0,427d
		1,377	0,976	0,170	0,041	0,048	0,014
		1,3-8,5	1,0-5,8	0,51-1,5	0,75-0,95	0,40-0,65	0,39-0,46

\* Les moyennes d'une colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).

\*\* Pour chaque stade, la deuxième rangée présente l'écart-type à la moyenne.

\*\*\* Pour chaque stade, la troisième rangée présente les minima et maxima des différentes mesures.

Tableau II. Comparaison des moyennes des différentes pièces anatomiques mesurées sur les divers stades non-gorgés de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* au Québec avec celles fournies par Cooley (1946).

Stades	Pièces	[Min.-Max.]*	n**	Québec	Sx***	Cooley****	Test de t; prob.
Larve	LC	[0,50-0,85]	56	0,647	0,08	0,66	-1,199; 0,2357
	LaC	[0,44-0,62]	56	0,499	0,037	0,45	10,072; 0,0001
	LS	[0,21-0,33]	56	0,252	0,021	0,25	0,708; 0,4817
	LaS	[0,29-0,40]	56	0,323	0,018	0,30	9,505; 0,0001
	LCa	[0,10-0,17]	37	0,125	0,019	0,168	-48,016; 0,0001
	LaBC	[0,11-0,14]	36	0,123	0,007	0,134	-9,086; 0,0001
Nymphe	LC	[0,90-1,25]	48	1,107	0,097	1,18	-5,215; 0,0001
	LaC	[0,70-0,83]	48	0,753	0,038	0,84	-15,767; 0,0001
	LS	[0,37-0,48]	48	0,416	0,024	0,45	-9,977; 0,0001
	LaS	[0,45-0,55]	48	0,498	0,024	0,48	5,04 ; 0,0001
	LCa	[0,19-0,29]	31	0,222	0,023	0,29	-16,362; 0,0001
	LaBC	[0,20-0,22]	31	0,207	0,008	0,21	-1,763; 0,0882
Mâle	LC	[1,30-1,85]	207	1,596	0,154	1,74	-13,403; 0,0001
	LaC	[0,80-1,20]	207	1,073	0,057	0,85	55,851; 0,0001
	LS	[1,13-1,50]	206	1,328	0,089		
	LaS	[0,68-1,00]	207	0,878	0,051		
	LCa	[0,24-0,43]	107	0,316	0,036	0,405	-25,554; 0,0001
	LaBC	[0,24-0,30]	107	0,276	0,012	0,375	-82,401; 0,0001
Femelle	LC	[1,30-2,80]	75	1,915	0,34	2,145	-5,86 ; 0,0001
	LaC	[1,00-1,50]	75	1,239	0,136	1,2	2,505; 0,0144
	LS	[0,78-1,50]	75	0,993	0,221	0,81	7,182; 0,0001
	LaS	[0,78-0,95]	75	0,850	0,044	0,705	28,797; 0,0001
	LCa	[0,40-0,60]	39	0,510	0,037	0,525	-2,573; 0,0141
	LaBC	[0,40-0,46]	39	0,429	0,015	0,5	-29,636; 0,0001

\* Mesures en millimètre.

\*\* Nombre de tiques utilisées pour chaque mesure.

\*\*\* Ecart-type de la moyenne des mesures du Québec.

\*\*\*\* Telles que fournies par Cooley, R.A. (1946) The genera *Boophilus*, *Rhipicephalus*, and *Haemaphysalis*

(Ixodidae) of the new world. National Institute of Health Bulletin No. 187, Washington, USA.

**Tableau III. Longueurs moyennes de différentes pièces mesurées sur chacun des stades de la tique en fonction du lieu d'origine.**

Stades	Endroits	LC	LaC	LS	LaS	LCa	LaBC
Larve	Frontenac	0,688a	0,494a	0,256ab	0,322a	0,132a	0,121a
	St-Maurice	0,617ab	0,486a	0,241ab	0,327a	0,120a	0,123a
	La lièvre	0,621b	0,502a	0,261a	0,320a	0,123a	0,124a
	Rimouski	0,679ab	0,506a	0,238b	0,329a	0,120a	0,124a
Nymphe	Frontenac	1,179a	0,749a	0,406a	0,504a	0,214a	0,207a
	St-Maurice	1,092ab	0,761a	0,426a	0,502a	0,225a	0,205a
	La lièvre	1,012b	0,756a	0,419a	0,492a	0,225a	0,205a
	Rimouski	1,161ac	0,747a	0,412a	0,497a	0,224a	0,208a
Mâle	Frontenac	1,750a	1,083a	1,335a	0,886ab	0,339a	0,287a
	St-Maurice	1,485b	1,080a	1,289b	0,901a	0,316ab	0,271b
	La lièvre	1,448b	1,072a	1,258b	0,864b	0,290ab	0,240c
	Rimouski	1,731a	1,063a	1,410c	0,866b	0,306b	0,272b
Femelle	Frontenac	2,236a	1,303a	0,859a	0,857a	0,534a	0,430a
	St-Maurice	1,825b	1,357a	0,842a	0,809b	0,518ab	0,427ab
	La lièvre	1,538c	1,094b	1,028b	0,886c	0,535ab	0,425ab
	Rimouski	2,168a	1,289a	0,840a	0,824b	0,502b	0,423b

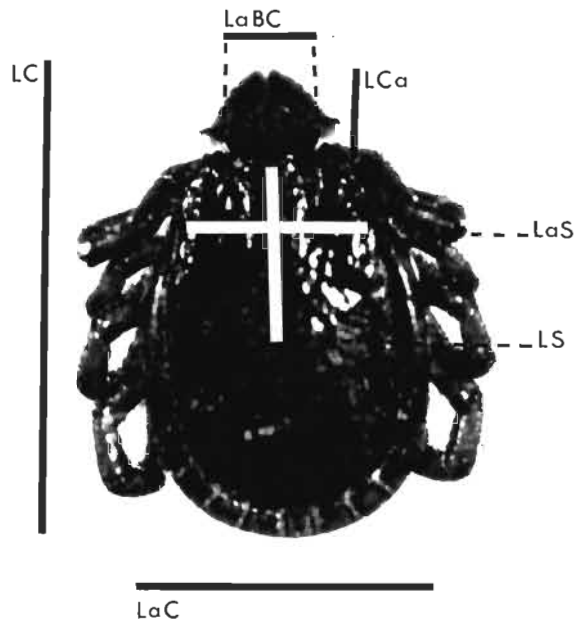
\* Les moyennes d'une colonne pour un même stade, suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).

**Tableau IV. Longeurs moyennes des diverses pièces anatomiques mesurées sur les différents stades de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* en fonction des périodes d'échantillonnages.**

Stades	Périodes	LC	LaC	LS	LaS	LCa	LaBC
Larve	Mai 1992	0,595a* (26-0,067) <sup>22</sup>	0,503a (26-0,027)	0,259a (26-0,024)	0,329a (26-0,020)	0,134a (6-0,018)	0,118a (6-0,008)
	Juillet 1992	0,692b (30-0,062)	0,497a (30-0,044)	0,246b (30-0,015)	0,319b (30-0,015)	0,123a (26-0,02)	0,124a (30-0,007)
Nymphe	Mai 1992	1,066a (30-0,094)	0,756a (30-0,041)	0,422a (30-0,024)	0,495a (30-0,024)	0,224a (13-0,025)	0,207a (13-0,009)
	Juillet 1992	1,176b (18-0,053)	0,747a (18-0,034)	0,405b (18-0,021)	0,503a (18-0,024)	0,221a (18-0,022)	0,208a (18-0,008)
Mâle	Mai 1992	1,554a (55-0,151)	1,080a (55-0,046)	1,314a (54-0,09)	0,878a (55-0,044)	0,320a (55-0,044)	0,275a (55-0,011)
	Juillet 1992	1,722b (52-0,077)	1,053b (52-0,081)	1,366b (52-0,073)	0,879a (52-0,068)	0,312a (52-0,023)	0,278a (52-0,014)
Femelle	Mai 1992	1,810a (56-0,318)	1,218a (56-0,132)	1,040a (56-0,238)	0,851a (56-0,046)	0,508a (20-0,029)	0,429a (20-0,013)
	Juillet 1992	2,224b (19-0,177)	1,303b (19-0,127)	0,856b (19-0,025)	0,845a (19-0,038)	0,512a (19-0,045)	0,430a (19-0,017)

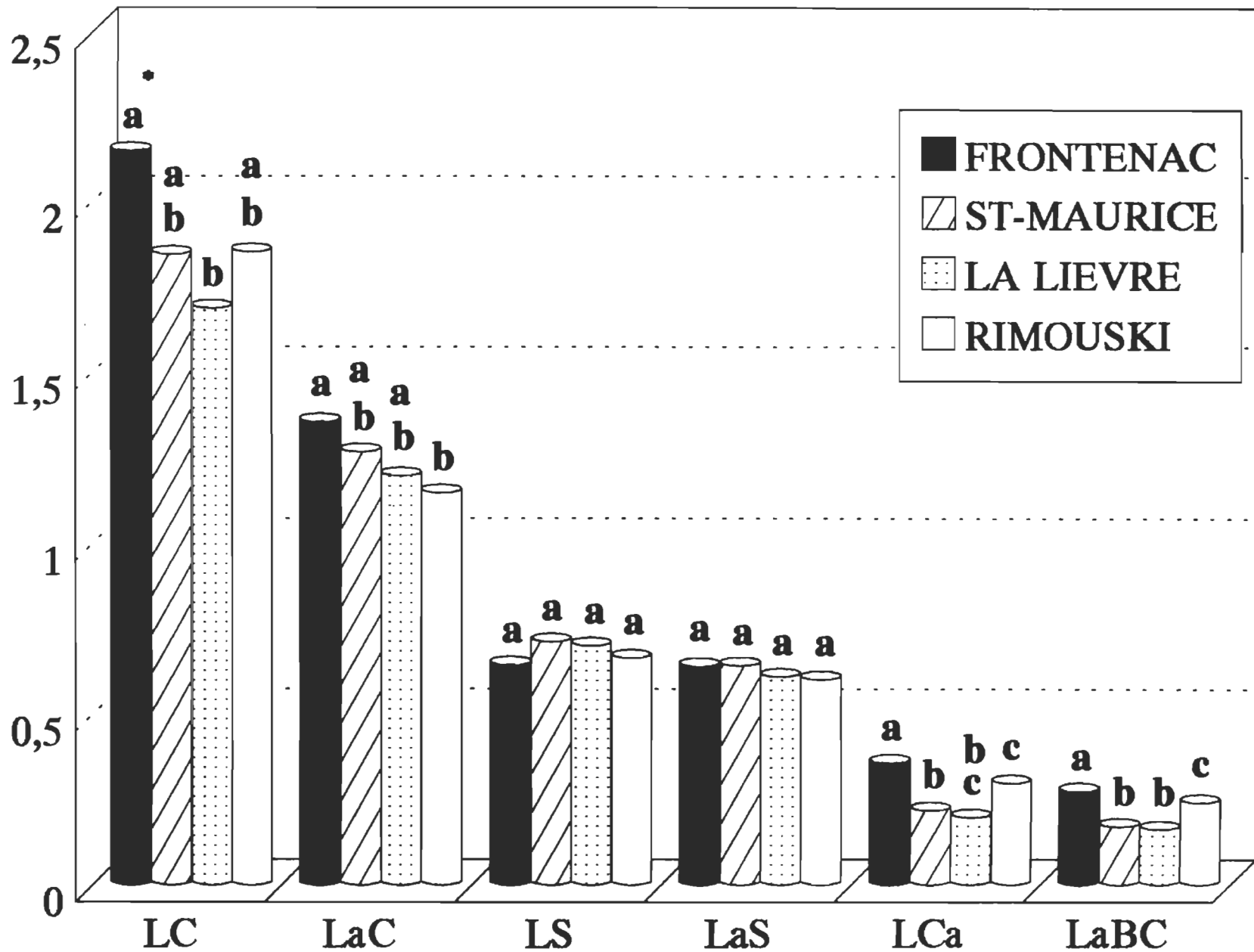
<sup>2</sup> Les moyennes d'une colonne pour un même stade suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de l'ANOVA).

<sup>22</sup> (n-Sx); n: nombre d'observations, Sx: écart-type.



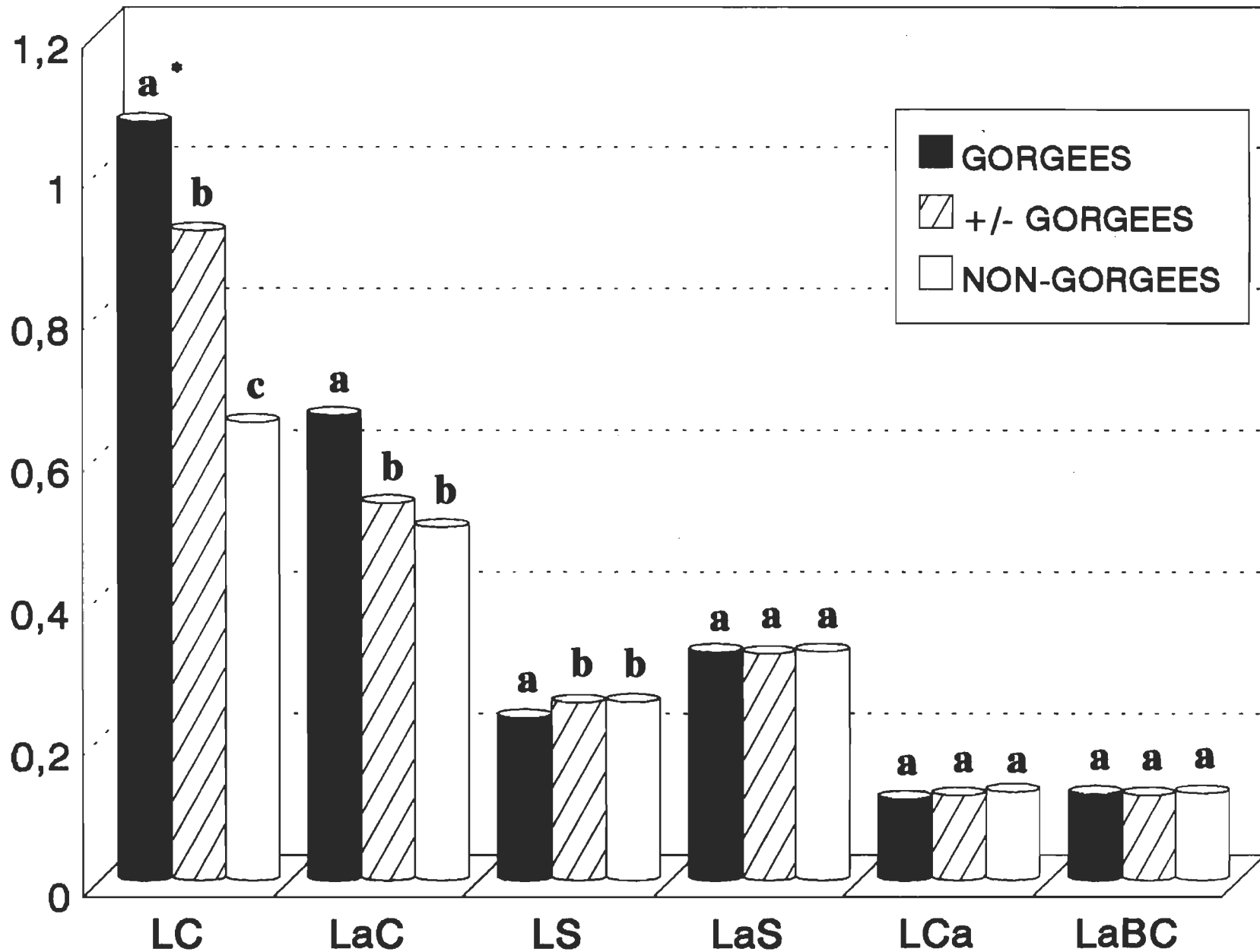
**LaC:** Largeur du corps  
**LaS:** Largeur du scutum  
**LaBC:** Largeur du basis capitum  
**LC:** Longueur du corps  
**LCa:** Longueur du capitulum  
**LS:** Longueur du scutum

**Fig. 1. Femelle de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* avec illustration des différentes mesures effectuées.**



**Fig. 2: Longueurs des différentes pièces mesurées sur la totalité des tiques en fonction de la région.**

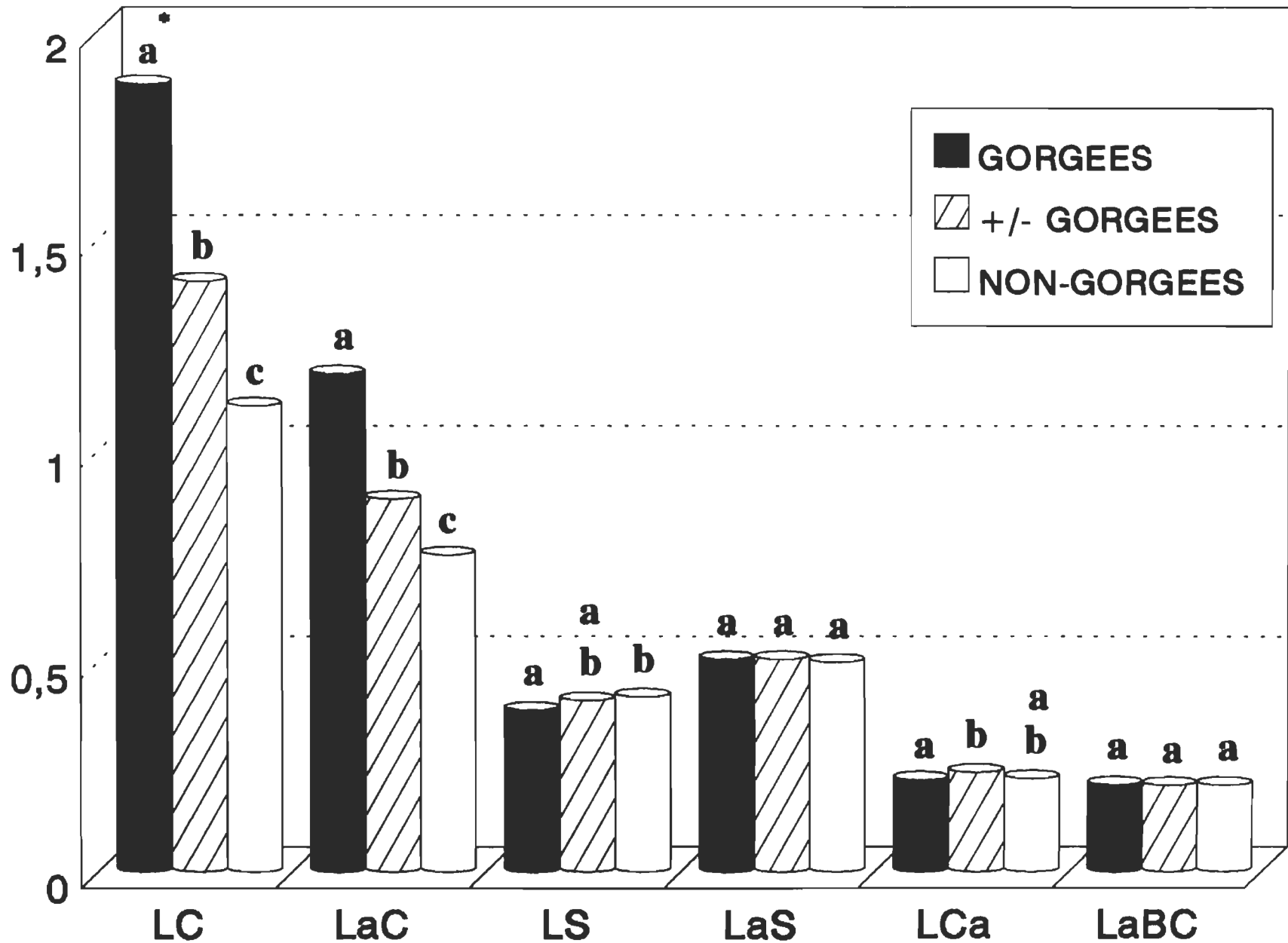
\* Les moyennes pour une même pièce ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



**Fig. 3a: Longueurs moyennes des différentes pièces mesurées sur les larves en fonction de l'état de gorgement.**

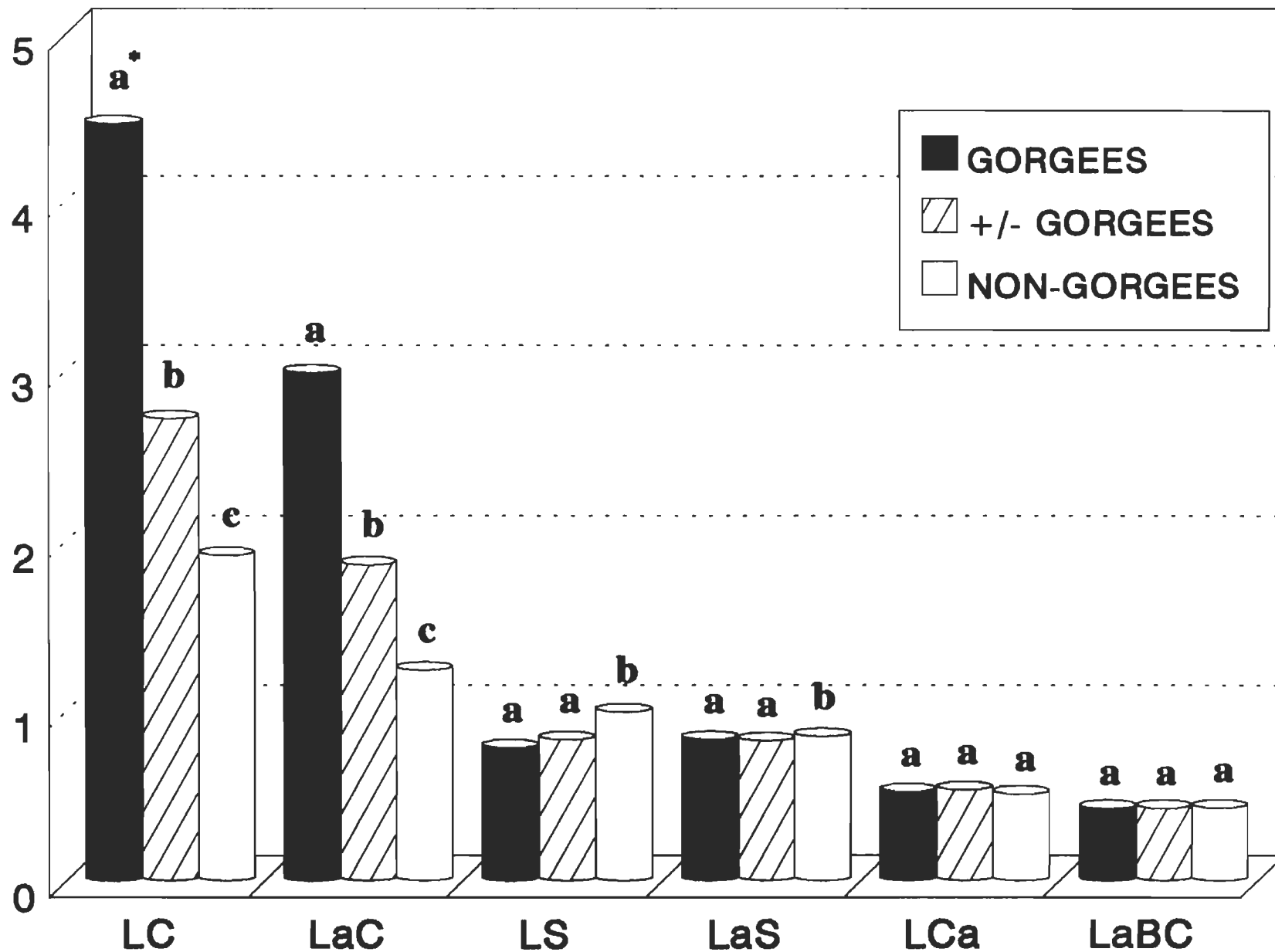
\* Les moyennes pour une même pièce ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).





**Fig. 3b: Longueurs moyennes des différentes pièces mesurées sur les nymphes en fonction de l'état de gorgement.**

\* Les moyennes pour une même pièce ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).



**Fig. 3c: Longueurs moyennes des différentes pièces mesurées sur les femelles en fonction de l'état de gorgement.**

\* Les moyennes pour une même pièce ayant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un niveau de probabilité de 0,05 (test de F de Scheffé).

**CHAPITRE 4****LA TULAREMIE ET SON VECTEUR POTENTIEL AU QUEBEC, LA TIQUE  
*HAEMAPHYSALIS LEPORISPALUSTRIS*.****INTRODUCTION**

L'importance des arthropodes dans la transmission de maladies est bien établie et reconnue, une myriade d'agents pathogènes étant transmis par ces organismes. Nous n'avons qu'à penser aux différentes encéphalites véhiculées par les diptères, au paludisme, à l'onchocercose, au typhus et à la peste associés aux insectes (Rodhain et Perez, 1985). Les acariens, plus particulièrement les tiques, sont aussi vecteurs de plusieurs agents pathogènes: l'encéphalite de Powassan (McLean, 1976; Artsob *et al*, 1984), la fièvre pourprée des montagnes rocheuses (Bequaert, 1945; Bishopp et Trembley, 1945; Gregson, 1956), la tularémie (Francis, 1928; Bequaert, 1945; Gregson, 1956; Hopla, 1974; Prave, 1979; Bell et Reilly, 1981; Evans *et al*, 1985; Caron, 1986; Rohrbach, 1988) et plus récemment mise en évidence, la maladie de Lyme (Steere et

Malawista, 1979; Spielmann *et al*, 1985; Doby, 1986; Doby *et al*, 1986; Ciesielski *et al*, 1989; Doby *et al*, 1991; Lane *et al*, 1991).

La tularémie est présente chez certains animaux probablement depuis fort longtemps: d'ailleurs, Olsuf'ev (1965) souligne qu'elle originerait de l'hémisphère nord à la fin du Miocène, début du Pliocène; cependant les premières descriptions médicales et scientifiques ne remontent qu'au début de ce siècle. Il s'agit d'une zoonose causée par une bactérie, affectant principalement les rongeurs sauvages et les lagomorphes et qui peut éventuellement se rencontrer chez l'humain (Francis, 1925; Prave, 1979; Bell et Reilly, 1981; Evans *et al*, 1985; Caron, 1986).

L'objectif principal poursuivi dans notre étude est relatif à la vérification du statut de la tularémie dans le Québec méridional et du potentiel vectoriel de la tique *Haemaphysalis leporispalustris* dans sa transmission au lièvre d'Amérique.

## HISTORIQUE DE LA TULAREMIE

Même si la tularémie existe depuis longtemps, ce n'est qu'en 1911 que McCoy rapporte la première description d'une maladie, selon lui semblable à la peste et qui touche le spermophile de Californie, *Citellus beecheyi*. C'est en 1912 que McCoy et Chapin réussirent à isoler l'agent causal de cette maladie, qu'ils nomment alors *Bacterium tularense* d'après le comté de Tulare en Californie où il avait été trouvé (Francis, 1928; Hopla, 1974; Bell et Reilly, 1981). Wherry et Lamb (1914) furent les premiers à démontrer la présence de la maladie chez le lapin à queue blanche *Sylvilagus floridanus* et à isoler avec Vail (1914) *B. tularense* chez un humain. Dans les années suivantes, Edward Francis entreprit avec de nombreux collaborateurs, diverses expériences sur la nature de cette maladie chez le lapin, sur la transmission de celle-ci par des mouches à chevreuils (*Chrysopp spp.*) et autres arthropodes (pou, mouche domestique, ...); de plus il proposa le nom de tularémie pour cette maladie (Bell et Reilly, 1981). Plus tard, Parker *et al* (1924) démontrèrent le rôle important d'une espèce de tique, *Dermacentor andersoni* dans la propagation de la tularémie en mettant en évidence une transmission transovarienne de *B. tularense* chez cette tique lui permettant d'être un réservoir permanent pour cet agent. Parker et Spencer

(1926) soulignèrent le même phénomène chez d'autres tiques; notamment chez *D. variabilis* et *H. leporispalustris* (Bell et Reilly, 1981). Edward Francis fut honoré pour sa contribution à la connaissance de la tularémie en 1959 quand le nom du genre de cette bactérie fut changé pour *Francisella*.

Au Canada, le premier cas de tularémie fut signalé en 1930 (McNabb, 1930) et entre cette année et 1978, Statistique Canada rapporte 350 cas déclarés de tularémie sur le territoire canadien, dont la majorité au Québec (Perron, 1984). Entre 1955 et 1985, il y a eu 128 cas rapportés par le Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec (Caron, 1986). La première mention québécoise remonte à 1942 et a été faite par R.B. Jenkins (Bequaert, 1945); de plus, en 1980-81, une épidémie affectant 57 personnes a été signalée au Québec (Gouv. Canada, 1982).

#### DESCRIPTION ET DISTRIBUTION DE L'AGENT PATHOGENE

*Francisella tularensis* (McCoy et Chapin) anciennement *Bacterium tularense* et *Pasteurella tularensis* est une petite bactérie (0,2 par 0,2 - 0,7  $\mu\text{m}$ ) extrêmement pléomorphe, ne

formant pas de spore. C'est une bactérie gram-négative n'ayant pas de croissance sur des milieux de cultures ordinaires sans enrichissement et sa température optimale de croissance est de 37°C, avec mort à 56°C pour une exposition de 10 minutes (Golvan, 1969; Buchanan et Gibbons, 1974; Martin *et al*, 1982). Cette bactérie se présente sous deux variétés: le type A (*F. tularensis* var. *tularensis*) qui est principalement associé aux lagomorphes et aux tiques, serait la source de 90% des infections humaines et la forme la plus virulente. Le type B (*F. tularensis* var. *palaeartica*) affecte les rongeurs et est transmise principalement par de l'eau contaminée (Buchanan et Gibbons, 1974; Bell et Reilly, 1981).

La tularémie a une distribution presque'exclusivement holarctique. En effet, en Amérique du Nord, on retrouve les deux types, le premier étant prédominant, avec un taux de mortalité chez les humains d'environ 5% (Caron, 1986; Rohrbach, 1988); ailleurs dans le monde seul le type B est présent, les régions du Japon, de la Chine, de l'ancienne URSS, de la Scandinavie, de l'Europe et de la Tunisie sont parmi celles où la tularémie est principalement rapportée (Hopla, 1974; Bell et Reilly, 1981).

**TRANSMISSION ET MANIFESTATIONS DE LA TULAREMIE CHEZ L'HUMAIN**

La transmission de la tularémie peut s'effectuer de diverses façons et par plusieurs portes d'entrée: directement par un arthropode piqueur hématophage; mécaniquement par les pièces buccales ou par des fèces contaminées (Hopla, 1974; Horsfall, 1962); par la peau (par des lésions ou même par la peau saine) lors de contacts ou de manipulations avec des vertébrés infectés (Francis, 1928; Labzoffsky et Sprent, 1952; Young *et al*, 1969); par les voies respiratoires lors de l'inhalation de poussières de fèces de tiques contaminées (Horsfall, 1962; Burrough *et al*, 1945); par l'ingestion de viandes infectées insuffisamment cuites ou d'eau contaminée (Horsfall, 1962; Greco *et al*, 1987; Hoel *et al*, 1991).

Ces nombreuses portes d'entrée amènent différentes manifestations cliniques de la maladie, à savoir les types a) ulcéro-glandulaire, b) glandulaire, c) thyphoïdien, d) pneumonique, e) oculo-glandulaire et f) oro-pharyngien (Francis, 1928; Golvan, 1969; Martin *et al*, 1982; Caron, 1986). Les trois premiers types sont les plus courants, le type ulcéro-glandulaire représentant environ 75 à 85% des cas (Evans *et al*, 1985; Caron, 1986).



Le diagnostic de la tularémie se fait de plusieurs façons dont la plus concluante demeure l'isolation en laboratoire de la bactérie; les autres moyens existant sont des tests cutanés de type hypersensibilité, d'immunofluorescence, d'agglutination et d'hémagglutination (Bell et Reilly, 1981; Caron, 1986; Delarbre *et al*, 1989). Finalement, mentionnons que la tularémie se traite efficacement à l'aide d'antibiotiques tel que la streptomycine, la tétracycline et la gentamycine (Caron, 1986; Rohrbach, 1988, Delarbre *et al*, 1989).

#### PRINCIPAUX VECTEURS ET HOTES DE LA TULAREMIE

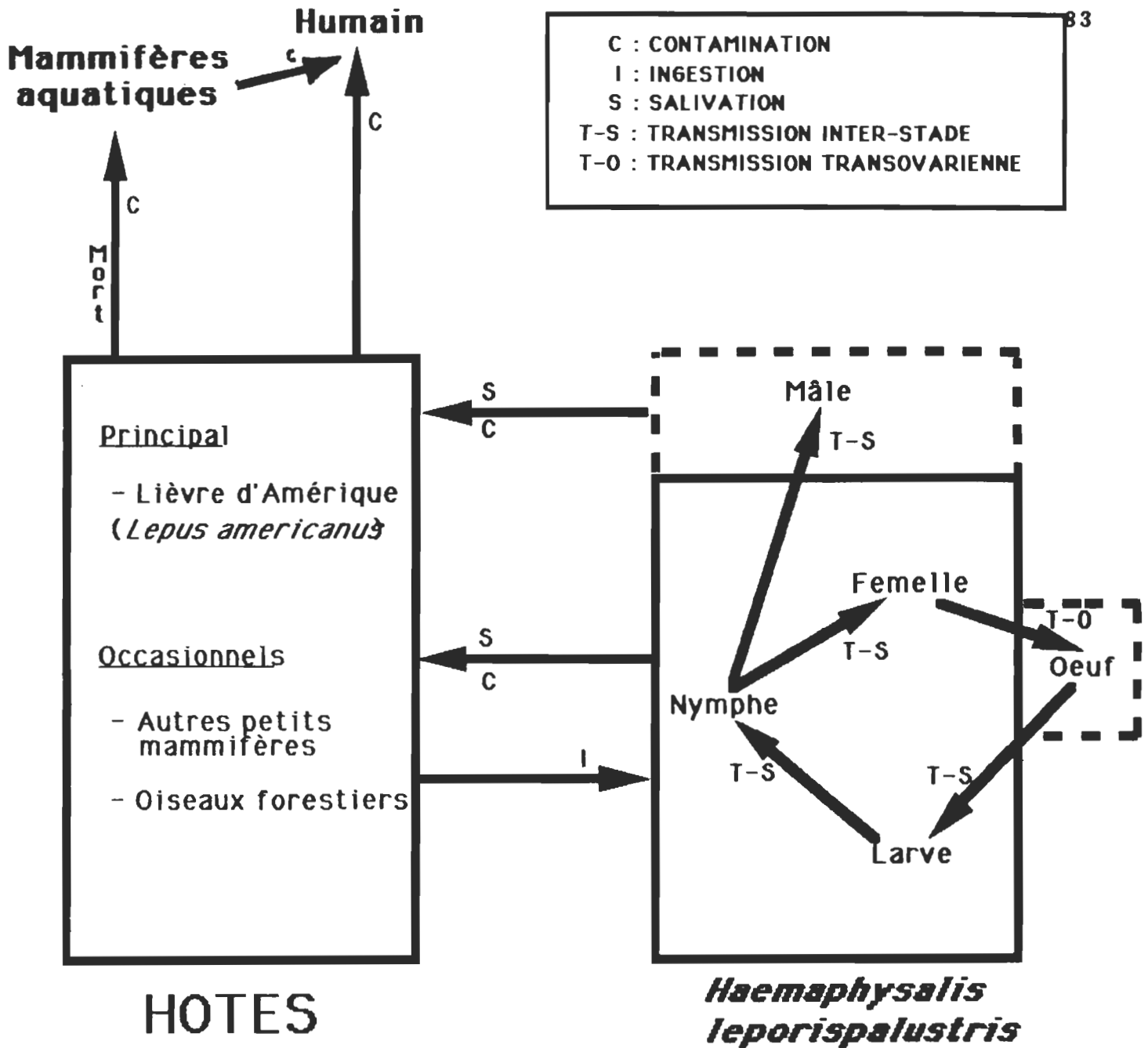
Les vecteurs les plus importants pour la faune se retrouvent principalement chez les arthropodes des ordres des Acarina (tiques et mites), des Diptera (moustiques et mouches), des Siphonaptera (puces) et des Anoplura (poux) (Bell et Reilly, 1981). Il semble que chez les Acarina, la famille des Ixodidae (tiques dures), constitue le groupe de vecteurs chez les mammifères le plus important de tularémie. Dans l'est de l'Amérique du Nord, les tiques *Amblyomma americanum*, *Dermacentor variabilis* et *H. leporispalustris* sont les principaux vecteurs et les ectoparasites les plus fréquents des

rongeurs et des lagomorphes (Hopla, 1974). Il semble que la tique du lapin *H. leporispalustris* soit le seul vecteur important de la tularémie au Québec, car à notre connaissance, les deux autres espèces de tiques ne se rencontrent pas sur ce territoire.

Il a été démontré que *F. tularensis* se multiplie à l'intérieur des tiques à partir des stades immatures jusqu'au stade adulte et se retrouve dans l'hémolymphe, dans les glandes salivaires et dans le tube digestif (Hopla, 1974; Andrews *et al*, 1980). Aussi, une transmission transovarienne de l'agent pathogène est reconnue chez plusieurs tiques dont celle du lapin (Bell et Reilly, 1981; Evans *et al*, 1985).

En Amérique du Nord, près d'une centaine d'organismes sont considérés comme hôtes potentiels de la tularémie, dont plus d'une soixantaine d'espèces de mammifères (Bell et Reilly, 1981), et quelques dizaines d'espèces d'oiseaux, de poissons et d'amphibiens (Hopla, 1974). Chez les mammifères, les plus importants au point de vue épidémiologique sont les léporidés tels le lapin à queue blanche, *Sylvilagus floridanus* aux Etats-Unis et le lièvre d'Amérique, *Lepus americanus* au Canada et au Québec. D'autres mammifères ont aussi une grande importance: le castor *Castor canadensis*, le rat musqué *Ondatra zibethicus*, ainsi que quelques espèces de musaraignes (Hopla, 1974).

Enfin, les tiques vectrices comme *H. leporispalustris* au Québec, sont considérées comme de bons réservoirs de *F. tularensis* vue leur grande susceptibilité et leur faible sensibilité à ce pathogène (Hopla, 1974); par contre, les lagomorphes ne pourraient être considérés comme de bons réservoirs étant donné leur grande sensibilité à la tularémie (Klock *et al*, 1973). Cependant, le lièvre d'Amérique pourrait être une exception, car il arrive fréquemment qu'il puisse survivre à une infection ce qui dénoterait une sensibilité moindre à la tularémie (Bell et Reilly, 1981). Ceci n'en fait pas nécessairement un bon réservoir, mais le concept de réservoir pluri-hôtes pourrait s'appliquer dans le cas de *L. americanus* et de la tique le parasitant *H. leporispalustris*. Une schématisation résumant la transmission de la tularémie ainsi que les interactions entre la tique du lapin et ses hôtes sont présentées à la figure 1.



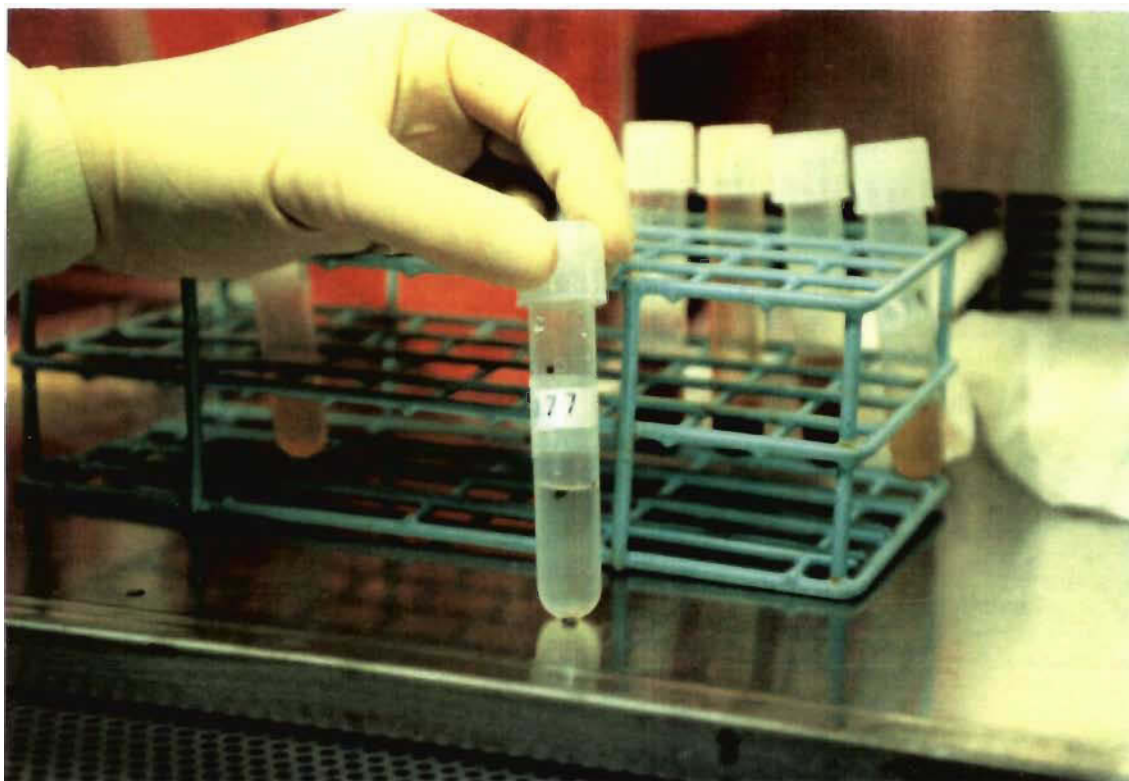
**Fig. 1. Cycle de la transmission de *Francisella tularensis*.**

## METHODES DE RECHERCHE DE LA TULAREMIE

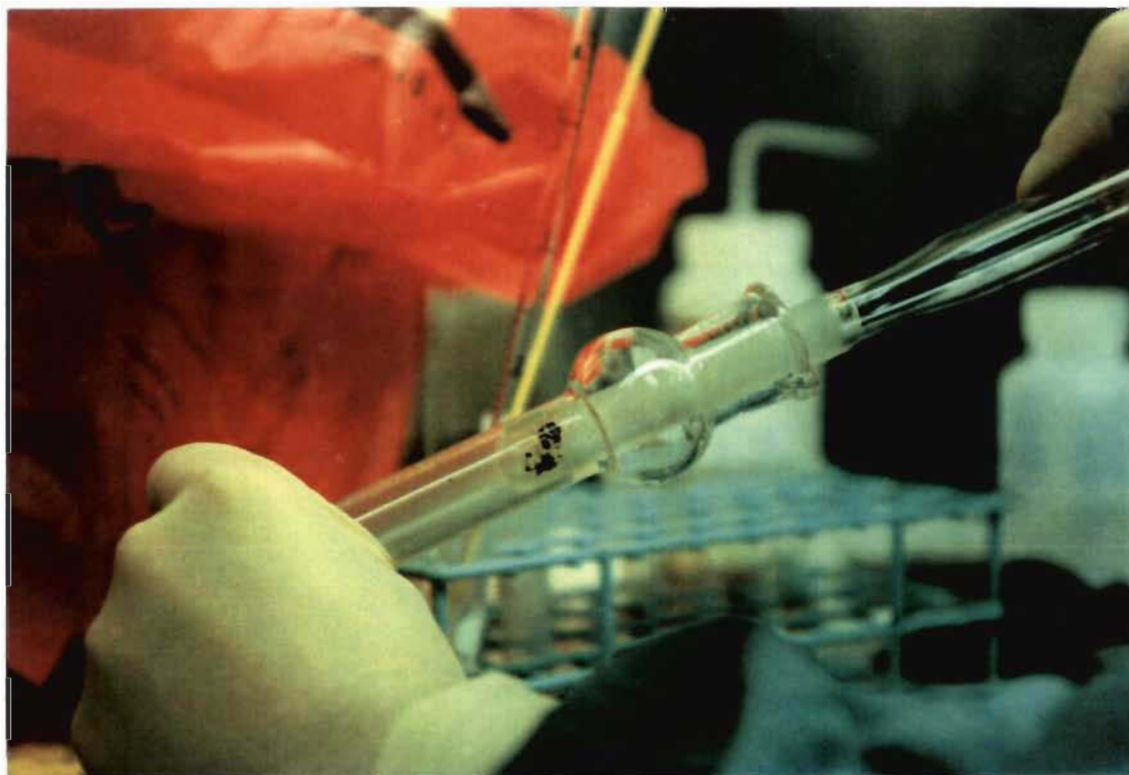
Plusieurs méthodes directes et indirectes existent afin de détecter la présence de la bactérie responsable de la tularémie chez un organisme; parmi les approches directes, il faut signaler la croissance de la bactérie sur un milieu de culture adéquat, méthode qui demeure sujette à caution (Caron, 1986; Rohrbach, 1988) et l'immunofluorescence, technique directe servant principalement au triage des tissus et liquides récoltés pour déterminer les positifs à mettre sous culture (Lennette *et al*, 1978). Les autres méthodes sont dites indirectes et se réfèrent à l'immunosérologie ou recherche d'anticorps; la plus ancienne approche et la plus précise demeure celle du test d'agglutination en tube (Binninger *et al*, 1980; Ferguson et Heigt, 1981; Mörner et Sandstedt, 1983; Sato *et al*, 1990). La microagglutination est une autre méthode qu'utilise le test d'agglutination rapide sur plaque (RSA) (Massey et Mangiafico, 1974; Bruce, 1978; Bourque et Higgins, 1984; Sato *et al*, 1990), celle-ci, plus rapide, demande beaucoup moins de manipulations que la précédente et sa précision est relativement similaire. La dernière méthode est l'ELISA (Enzyme Links ImmunoSorbent Assay), plus précise que la RSA mais plus longue et plus dispendieuse.

Lors de la recherche de l'agent causal de la tularémie dans notre étude, nous avons utilisé une méthode directe et deux indirectes; la première est la mise en culture d'échantillons de tiques recueillies sur les lièvres capturés à l'été 1992 dans quatre régions du Québec méridional, le Parc de Frontenac, la Réserve faunique St-Maurice, la ZEC La Lièvre et la Réserve faunique Rimouski. Les deux méthodes indirectes prévues étant le test d'agglutination rapide sur plaque (RSA) et le test d'agglutination en tube pour plus de précision. Ces deux tests étaient faits sur du sérum provenant des lièvres capturés.

La méthode de mise en culture pour la recherche de *F. tularensis* a eu lieu au Laboratoire de Santé Publique du Québec à Sainte-Anne-de-Bellevue (Groupe du Dr F. Gosselin). Le protocole expérimental a été le suivant: les échantillons de tiques vivantes ont été déposés à notre retour du terrain dans un congélateur et conservés à  $-70^{\circ}\text{C}$  dans de l'eau peptonée (0,05%). Lors du transport au Laboratoire de Santé Publique, les échantillons ont été placés dans une glacière contenant de la glace sèche (glace carbonique), ils ont par la suite été décongelés (figure 2) puis broyés dans un broyeur à tissus (figure 3) jusqu'à l'obtention d'une suspension homogène. Deux à trois gouttes de broyats furent déposées (figure 4) puis étalées (figure 5) à la surface d'une gélose à base de cystine



**Fig. 2. Tubes contenant des échantillons de tiques conservées à -70°C dans une eau peptonée (0,05%).**

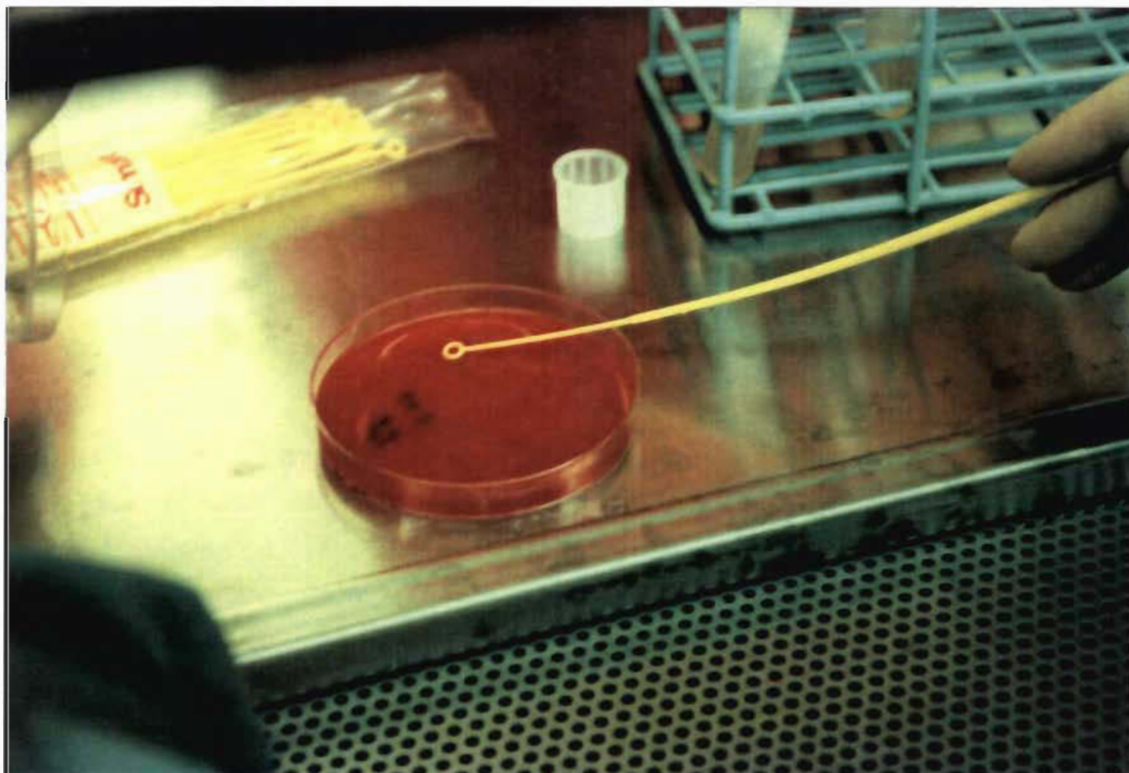


**Fig. 3. Tiques broyées à l'aide d'un broyeur à tissus.**



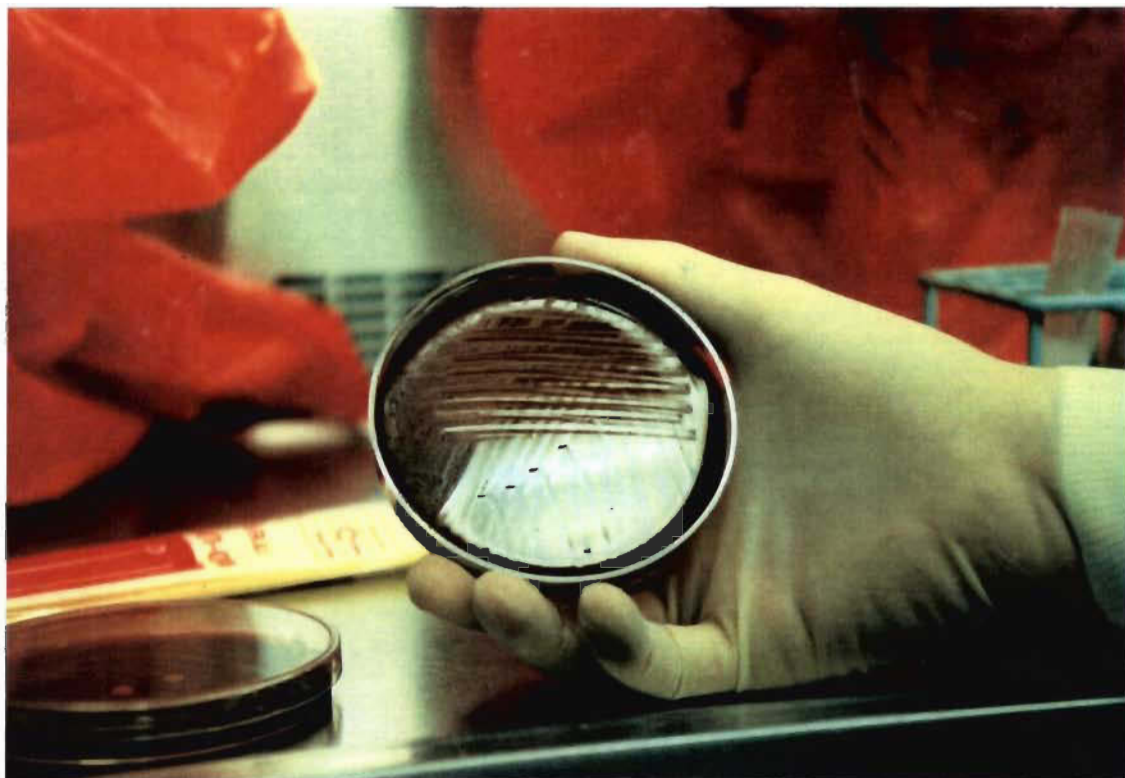


**Fig. 4. Deux à trois gouttes de broyat déposé sur une gélose à base de cystine-glucose additionnée de sang.**



**Fig. 5. Broyat étalé sur une gélose à base de cystine-glucose additionnée de sang.**





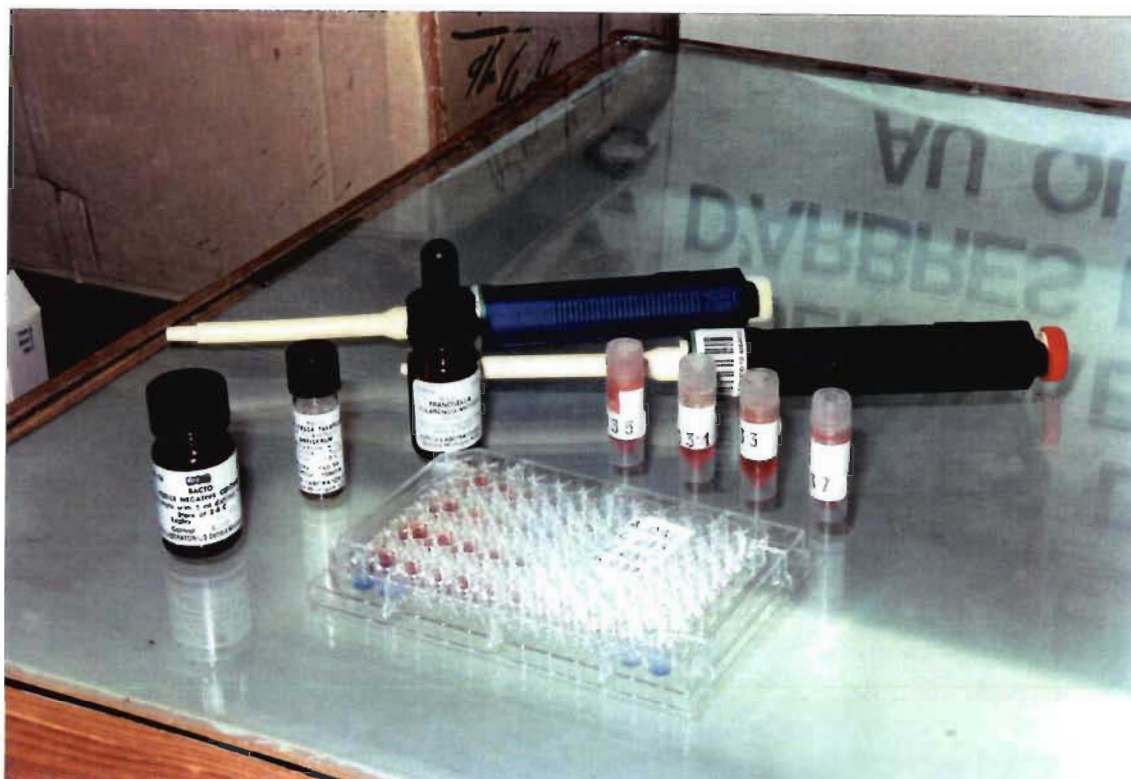
**Fig. 6. Observations des géloses après 10 jours d'incubation.**

- glucose additionnée de sang et d'antibiotiques. Les géloses ont ensuite été incubées à 35°C en présence de 5% CO<sub>2</sub> et puis observées (figure 6) jusqu'à 10 jours pour vérifier l'apparition de colonies typiques c'est-à-dire rondes, lisses, légèrement mucoides et de couleur bleu gris. Des 56 échantillons de tiques testés, aucun n'a révélé la présence de *F. tularensis*.

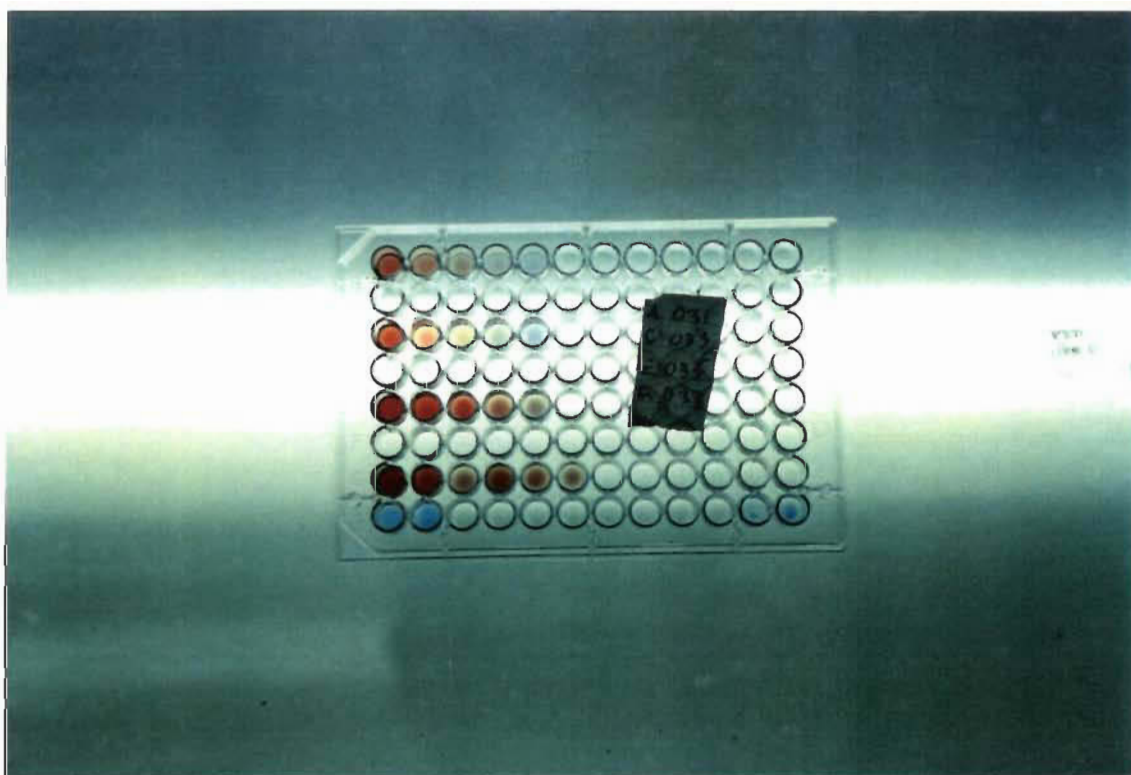
Une autre possibilité de détection de la tularémie est la recherche d'anticorps à *F. tularensis* dans le sérum provenant du sang d'un hôte potentiel, ici le lièvre d'Amérique. Le sang fut recueilli de la façon suivante: pour chaque lièvre capturé, un échantillon de sang (environ 2 - 3 ml) a été prélevé dans la veine centrale de l'oreille, en utilisant une seringue munie d'une aiguille (grosseur 25G) préalablement passée à l'héparine afin d'éviter une coagulation précoce. Puis le sang a été transféré dans des tubes sous vide tapissés de silicone (type Vacutainer) et gardé dans une glacière à environ 4°C. A la fin de la journée, le sang fut centrifugé à 100 rpm pendant 10 minutes afin de recueillir le sérum selon des alicots de 1 ml chacun et gardés au réfrigérateur à 4°C; lors de notre retour au laboratoire, les échantillons ont été déposés au congélateur à -70°C. Il est à noter que nous n'avons pas réussi à prélever un échantillon de sang chez tous les lièvres, car dans plusieurs cas la veine dans laquelle nous prélevions était éclatée dû à une forte pression que pouvait exercer un nombre

important de tiques sur cette région de l'oreille.

Les sérums ainsi obtenus ont été soumis dans une première étape au test d'agglutination rapide sur plaque afin de mettre en évidence la présence d'anticorps; le protocole expérimental a été le suivant: 0,08, 0,04, 0,02, 0,01 et 0,005 ml de sérum de chaque lièvre furent déposés individuellement dans un carré de la plaque, avec dans deux autres carrés témoins, 0,02 ml de solution physiologique saline (contrôle négatif) et 0,02 ml de sérum contrôle *F. tularensis* (Laboratoire Difco) (contrôle positif). Ensuite, 0.03 ml d'antigène *F. tularensis* (Laboratoire Difco) a été déposé dans chaque carré utilisé (figure 7). Les dilutions finales pour le sérum correspondaient respectivement à environ 1:20, 1:40, 1:80, 1:160 et 1:320. Après mélange et rotation de la plaque pendant 4 minutes, une lecture a été faite au-dessus d'une vitre illuminée afin d'estimer l'agglutination comme suit: 4+ 100% agglutiné, 3+ 75% agglutiné, 2+ 50% agglutiné, 1+ 25% agglutiné, +\ - traces et 0 pas d'agglutination (figure 8). Le titre d'un sérum était enregistré pour une dilution dans laquelle il y a au moins 2+ (50%) d'agglutination. Pour les 41 sérums testés, aucun n'a montré une agglutination supérieure à 2+, ce qui implique la présence d'aucun échantillon positif; c'est pour cette raison que le second test, l'agglutination en tube, n'a pas été effectué.



**Fig. 7. Matériel nécessaire pour l'exécution du test d'agglutination rapide sur plaque.**



**Fig. 8. Résultats négatifs obtenus lors d'un test d'agglutination rapide sur plaque.**

Les résultats obtenus lors des deux tests, soient directement par la mise en culture d'échantillons de tiques et indirectement par la recherche d'anticorps à la tularémie par le test de l'agglutination rapide sur plaque, nous amènent à la conclusion que les populations de lièvres et de tiques échantillonnées dans les quatre régions du Québec méridional ne constituent pas actuellement des foyers endémiques de la tularémie.

#### POTENTIEL VECTORIEL DE *H. LEPORIPALUSTRIS* AU QUÉBEC

Les résultats obtenus par nos tests sur la recherche de la bactérie causant la tularémie furent négatifs; cependant nous sommes à même de constater un potentiel vectoriel certain de cette maladie par la tique du lapin chez le lièvre *Lepus americanus* au Québec et ce pour plusieurs raisons: premièrement, il faut mentionner que la tularémie est présente et rapportée au Québec depuis 1942 (Bequaert, 1945). Depuis ce temps, la tularémie est rapportée régulièrement à chaque année sur ce territoire (Caron, 1986) et le Laboratoire de Santé Publique du Québec nous informe de près d'une dizaine de cas rapportés annuellement au cours des dernières années (Dr F.



Gosselin, comm. personnelle). Et comme la variété de *F. tularensis* associée aux lagomorphes et aux tiques serait responsable de 90% des cas humains (Hopla, 1974), il est raisonnable de croire que des foyers endémiques de la tularémie chez certaines populations de lièvres et de tiques sont présents sur le territoire québécois.

Deuxièmement, les populations de tiques infestant *L. americanus* que nous avons dénombrées sont relativement similaires dans les quatre régions retenues et présentent une abondance importante: la moyenne de tiques par lièvre étant de 220 individus et la prévalence, c'est-à-dire le pourcentage de présence de tiques sur les lièvres, de 100%. Alors il nous semble plausible que les abondances et la prévalence soient de même pour l'ensemble du territoire méridional. Cette stabilité dans le système parasite - proie entre *H. leporispalustris* et le lièvre d'Amérique pourrait révéler une situation normale pour l'implantation de la bactérie; considérant que le lièvre *L. americanus* peut être résistant à la tularémie, selon l'étude rapportée par Bell et Reilly (1981), si *F. tularensis* infecte une population, elle devrait sans problème s'y établir et même se propager. Cependant, les résultats négatifs enregistrés dans notre étude et le faible nombre de cas humains par année (une dizaine de cas pour tout le territoire québécois) peuvent nous laisser croire que les conditions à l'implantation de la

tularémie au Québec ne sont peut-être pas idéales; il est possible que l'abondance de tiques sur les lièvres québécois ne soit pas assez élevée, en comparaison à l'étude de Green *et al* (1943) au Minnesota qui rapportent des abondances moyennes de 1000 individus par lièvre; de plus la résistance du lièvre d'Amérique à la tularémie ne fut rapportée qu'une fois; celle-ci pourrait ne pas être présente ou être de moindre importance chez les populations de lièvres du Québec, pour des raisons qui n'ont présentement pas fait l'objet de recherches.

## CONCLUSION

La tularémie est une pathologie présente sur le territoire du Québec méridional; cependant la recherche de son agent pathogène *Francisella tularensis* dans quatre régions importantes s'est révélée négative. Nous savons que le potentiel vectoriel de cette maladie chez le lièvre d'Amérique est présent grâce à *Haemaphysalis leporispalustris*, mais cette potentialité est probablement faible et localisée dans des foyers endémiques fort restreints et temporaires. Il serait heureux de pouvoir conclure que les populations de *Lepus americanus* sont saines, car personne ne souhaite voir s'installer une zoonose pouvant affecter un animal convoité ainsi que les chasseurs, trappeurs et amateurs de la nature. Bien que les présentes données ne nous permettent pas de déceler des individus touchés par la tularémie, un suivi plus rigoureux et systématique de certaines populations du lièvre d'Amérique pourrait peut-être cerner des foyers particuliers au développement de cette zoonose au Québec et révéler ses conditions d'implantation et de propagation.



## REFERENCES

- Andrews, C.L., R.R. Gerrish et V.F. Nettles. 1980. Ectoparasites collected from eastern cottontails in southeastern United States. *J. Med. Ent.* 17: 479-480.
- Artsob, H., L. Spence, G. Surgeoner, J. McCreadie, J. Thorsen, C. Th'ng et V. Lamptang. 1984. Isolation of *Francisella tularensis* and Powassan virus from ticks (Acari: Ixodidae) in Ontario, Canada. *J. Med. Ent.* 21: 165-168.
- Bell, J.F. et J.R. Reilly. 1981. Tularemia. *In*: Davis J.W., L.H. Karstad et D.O. Trainer (eds.), *Infectious diseases of wild mammals*, p.213-231, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Bequaert, J.C. 1945. The ticks, or Ixodoïdes, of the northeastern United States and eastern Canada. *Ent. Amer.* 25: 74-232.
- Binninger, C.E., J.J. Beechan, L.A. Thomas et L.D. Windward. 1980. A serological survey for selected infectious diseases of black bears in Idaho. *J. Wild. Dis.* 16: 423-430.
- Bishopp, F.C. et H.L. Trembley. 1945. Distribution and hosts of certain North American ticks. *J. Parasitol.* 31: 1-54.
- Bourque M. et R. Higgins. 1984. Serologic studies on brucellosis, leptospirosis and tularemia in moose (*Alces alces*) in Quebec. *J. Wild. Dis.* 20: 95-99.

- Bruce, D.L. 1978. Tularemia in Canada: *Francisella tularensis* agglutinins in Alberta Ground squirrel sera. *Can. J. Parasitol.* **69**: 49-50.
- Buchanan, R.E. et Gibbons, N.E. (eds.) 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Eighth edition. The Williams & Wilkins Company, Baltimore.
- Burrough, A.L., R. Holdenreid, D.S. Longanecker et K.F. Meyer. 1945. A field study of latent tularemia in rodents with a list of all known naturally infected vertebrates. *J. Infect. Dis.* **76**: 115-119.
- Caron, J. 1986. La tularémie. *Méd. Vét. Québec* **16**: 153-156.
- Ciesielski, C.A., L.E. Markowitz, R. Horsley, A.W. Hightower, H. Russell et C.V. Broome. 1989. Lyme disease surveillance in the United States, 1983-1986. *Rev. Infect. Dis.* **11**: 1435-1441.
- Delarbre, J.M., P. Laudat, J. Loulergue et C. Martin. 1989. La tularémie. La région centre, zone endémique. *Sem. Hop. Paris* **65**: 1793-1796.
- Doby, J.M. 1986. Résultats d'une enquête sur l'érythème migrant de Lipschutz dans l'ouest de la France. *Ouest Med.* **39**: 167-172.
- Doby, J.M., J.F. Anderson, et al. 1986. Lyme disease in Canada with possible transmission by an insect. *Zbl. Bakt. Hyg.* **263**: 488- 490.

- Doby, J.M., G. Bigaignon, et al. 1991. Suivi pendant 4 ans du niveau d'infestation de la tique *Ixodes ricinus* (Acarien: Ixodidae) par *Borrelia burgdorferi*, agent de la borreliose de Lyme, dans deux massifs forestiers de la Bretagne. *Bull. Soc. Path. Exot.* 84: 398-402.
- Evans, M.E., D.W. Gregory, W. Schaffner et Z.A. McGee. 1985. Tularemia: a 30-year experience with 88 cases. *Medicine* 64: 251-269.
- Ferguson, D.V. et G.A. Heigt. 1981. Survey for rabies, leptospirosis, toxoplasmosis and tularemia in Striped skunks (*Mephitis mephitis*) from three public use areas in Northwestern Arkansas. *J. Wild. Dis.* 17: 515-519.
- Francis, E. 1925. Tularemia. *J. Amer. Med. Ass.* 84: 1243-1250.
- Francis, E. 1928. A summary of present knowledge of tularemia. *Medicine* 7: 411-432.
- Golvan, Y.J. 1969. *Eléments de parasitologie médicale*. Editions médicales Flammarion, Paris.
- Gouvernement du Canada. 1982. La tularémie au Québec. Rapport hebdomadaire des maladies au Canada. 8: 1-3
- Greco, D., G. Allegrini, T. Tizzi, E. Ninu, A. Lamanna et S. Luzzi. 1987. A waterborne tularemia outbreak. *Europ. J. Epidem.* 3: 35-38.
- Green, R.G., C.A. Evans, et C.L. Larson. 1943. A ten-year population study of the rabbit tick *Haemaphysalis*

- leporispalustris*. *Am. J. Hyg.* 38: 260-281.
- Gregson, J.D. 1956. *The Ixodoidea of Canada*. Science service, entomology division. Canada department of agriculture. Publication No. 930. 92 pp.
- Hoel, T., O. Scheel, S.H.G. Nordahl et T. Sandvik. 1991. Water- and airborne *Francisella tularensis* biovar *palaeartica* isolated from human blood. *Infection* 19: 348-350.
- Hopla, C.E. 1974. The ecology of tularemia. *Adv. Vet. Sc. Comp. Med.* 18: 25-53.
- Horsfall, W.R. 1962. *Medical entomology. Arthropods and human disease*. The Ronald Press Company, New York.
- Klock, L.E., P.F. Olsen et T. Fukushima. 1973. Tularemia epidemic associated with the Deerfly. *J. Amer. Med. Ass.* 226: 149-152.
- Labzoffsky, N.A. et A.F. Sprent. 1952. Tularemia among beaver and muskrat in Ontario. *Can. J. Med. Sc.* 30: 250-255.
- Lane, R.S., J. Piesman et W. Burgborfer. 1991. Lyme borreliosis: Relation of its causative agent to its vectors and hosts in North America and Europe. *Ann. Rev. Entomol.* 36: 587-609.
- Lennette, E.H. et E.H. Spaulding. 1978. *Manual of clinical microbiology*. American society for microbiology, 4th edition.
- Martin, T., I.H. Holmes, G.A. Wobeser, R.F. Anthony et I. Greefkes. 1982. Tularemia in Canada with a focus on

- Saskatchewan. *Can. Med. Ass. J.* 127: 279-281.
- Massey, E.D. et J.A. Mangiafico. 1974. Microagglutination test for detecting and measuring serums agglutinins of *Francisella tularensis*. *Appl. Microb.* 27: 25-27.
- McLean, D.M. 1976. *Arbovirus pathogènes au Canada*. Conseil National de Recherche du Canada, Ottawa. 40 pp.
- McNabb, A.L. 1930. Tularemia: The first case reported in Canada. *Can. Publ. Health Dep.* 21: 91-92.
- Mörner, T. et K. Sandstedt. 1983. A serologic survey of antibodies against *Francisella tularensis* in some Swedish mammals. *Nord. Vet.* 35: 82-85.
- Olsuf'ev, N.G. 1965. On the paleogenesis of the causative agent of tularemia. *Czechoslovak. Acad. Sci.* 369-378.
- Parker, R.R., R.R. Spencer et E. Francis. 1924. Tularemia infections in ticks of the species *Dermacentor andersoni*, Stiles, in Bitterroot Valley, Montana. *Public Health Rep.* 39: 1057-1073.
- Parker, R.R. et R.R. Spencer. 1926. Tularemia and its occurrence in Montana. *Bien. Rep. Montana Bd. Entomol.* 6: 30-41.
- Perron, D. 1984. Tularémie: Situation particulière dans la vallée du Richelieu, Québec. *Méd. Vét. Québec* 14: 183-185.
- Prave, M. 1979. Maladies des rongeurs et des lagomorphes transmissibles à l'homme. *Sc. Tech. Animal Lab.* 4: 7-15.
- Rodhain, F. et C. Perez. 1985. *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Maloine s.a. éditeur, Paris. 451 pp.

- Rohrbach, B.W. 1988. Tularemia. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* 193: 428- 432.
- Sato, T., H. Fujita, Y. Ohara et M. Homma. 1990. Microagglutination test for early and specific serodiagnosis of tularemia. *J. Clin. Microb.* 28: 2372-2374.
- Spielman, A., M.L. Wilson, J.F. Levine et J. Piesman. 1985. Ecology of *Ixodes dammini*-borne human babesiosis and Lyme disease. *Ann. Rev. Entomol.* 30: 439-460.
- Steere, A.C. et S.E. Malawista. 1979. Cases of Lyme disease in the United States: Locations correlated with distribution of *Ixodes dammini*. *Ann. Int. Med.* 91: 730-733.
- Vail, D.T. 1914. A case of "squirrel plague" conjunctivitis in man. *Ophthalmol. Rec.* 28: 487.
- Wherry, W.B. et B.H. Lamb. 1914. Discovery of *Bacterium tularense* in wild rabbits and the danger of its transfer to man. *J. Am. Med. Assoc.* 63: 2041.
- Young, L.S., D.S. Bicknell, B.G. Archer, J.M. Clinton, L.J. Leavens, J.C. Feeley et P.S. Brachman. 1969. Tularemia epidemic: Vermont 1968. Forty-seven cases linked to contact with muskrats. *N. Engl. J. Med.* 280: 1253-1260.

## CONCLUSION GENERALE

Cette étude portant sur la relation existant entre la tique *H. leporispalustris* et le lièvre d'Amérique est la première de ce genre sur le territoire du Québec. Les conclusions auxquelles l'étude a conduit sont: 1°) la tique du lapin semble très bien inféodée à son hôte principal au Québec, le lièvre *Lepus americanus*; en effet, nous avons constaté une prévalence de 100% de cette tique chez tous les lièvres capturés et le niveau d'infestation est très élevé atteignant 220 individus en moyenne par lièvre. Les sites d'attachements privilégiés par cette tique sur les lièvres se sont révélés être les oreilles, le museau et les joues; certaines différences dans ces préférences sont notées pour les divers stades de *H. leporispalustris*; 2°) la recherche d'un bon indicateur du stade de la tique par la simple mesure d'une pièce anatomique a révélé que les pièces buccales seraient efficaces, en particulier la largeur du basis capitum; 3°) la comparaison de ces mesures effectuées sur des tiques du Québec avec celles de Cooley au Etats-Unis montre une différence dans la taille individuelle des tiques révélant une expression polymorphique distincte entre ces deux populations; 4°) la recherche de l'agent bactérien causant la tularémie ainsi que des anticorps à celui-ci s'est révélée négative; cependant, le

potentiel vectoriel de la tique du lapin au Québec est sans aucun doute présent, les foyers naturels de tularémie devant être très localisés et de faible importance.

Cette étude amène des résultats intéressants et inédits pour le Québec, aucune étude écologique n'ayant été réalisée jusqu'à ce jour sur les tiques de ce territoire. Malgré plusieurs réponses à divers aspects épidémiologiques et écologiques de la tique du lapin et de la tularémie fournies par cette recherche, certaines questions demeurent et nécessiteront un suivi de quelques années sur la population de tiques afin de mieux cerner le comportement de la bactérie responsable de la tularémie.



**ANNEXE 1****RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS**

Ci-joint les recommandations aux auteurs pour la revue *The Canadian Entomologist* pour l'article présenté au chapitre 2 et celles de la revue *Annales de la Société Entomologique de France* pour l'article présenté au chapitre 3.

*The Canadian Entomologist*  
DIRECTIVES AUX AUTEURS

(Les Mémoires de la Société d'Entomologie du Canada sont sujets aux mêmes normes et règles de révision que les articles du journal *The Canadian Entomologist*, sauf qu'un style plus libre est permis.)

105

*Les manuscrits doivent être adressés au Rédacteur Scientifique*  
(adresse sous la page couverture)

**Généralités.** Les articles peuvent être publiés en Français ou en Anglais. Au moins l'un des auteurs doit être membre en bonne et due forme de la Société. L'article ne doit pas avoir été soumis pour publication antérieure ou simultanée dans une autre revue. Le texte doit être aussi concis que possible et tout matériel non essentiel à la compréhension du thème général de l'article doit être omis. Les auteurs sont encouragés fortement de remettre les spécimens types à un institut reconnu afin de documenter l'identité des organismes étudiés, et d'indiquer ces dépôts dans leurs articles.

**Texte.** Le manuscrit doit être dactylographié ou produit par imprimante de qualité lettre, entièrement à double interligne (incluant renvois au bas de page, titres des tableaux et figures, synonymies et listes bibliographiques), au recto du papier seulement, et en laissant des marges d'au moins 25 mm à gauche, au haut et au bas. L'utilisation de papier à manuscrit avec lignes numérotées est encouragée car elle facilite le travail de révision. Veuillez soumettre l'original et deux copies du manuscrit, chacune avec une copie claire de toutes les illustrations. Les auteurs doivent garder une copie du manuscrit et tous les originaux des illustrations. La position approximative des tableaux et des figures doit être indiquée dans le manuscrit. L'orthographe doit être conforme à l'usage prescrit par un dictionnaire réputé. Sauf dans une citation, il faut donner les dates sous la forme "1 avril 1981", "28 juin", etc. Dans le texte, les renvois aux figures doivent être faits sous la forme "Fig. 1", "Figs. 5-7", etc. Les citations de travaux publiés doivent être faites sous l'une ou l'autre des formes suivantes: "Cartier (1981) a montré...", "(Cartier 1981)", "(Walker 1976, 1978)" ou "(Walker 1976; Allen 1977a, 1977b)". Les renvois au bas de page doivent être gardés au strict minimum. Lorsqu'essentiels, ils doivent apparaître au bas de la page même où ils sont faits et être séparés du texte par une ligne. Les autorités scientifiques doivent apparaître pour tous les taxons des niveaux du genre et de l'espèce mentionnés au titre, de même qu'à la première mention qui en est faite au résumé et dans le texte.

Les abréviations et symboles de mots, phrases, termes et toponymes doivent si possible être ceux recommandés par le *CBE Style Manual, 5th edition, 1983* (Council of Biology Editors, Inc., Bethesda, MD, USA). Les toponymes ne doivent pas être abrégés s'ils font partie du titre ou de l'adresse des auteurs. Le Système International d'Unités (SI) doit être utilisé pour les poids et mesures.

**Soulignage.** Les mots en caractères italiques devraient apparaître en italiques ou être soulignés d'un seul trait. Les mots destinés à apparaître en majuscules doivent être tapés en majuscules dans le manuscrit.

Les articles taxonomiques doivent être rédigés de façon conforme à ceux qui paraissent couramment dans le journal, spécialement en ce qui concerne la synonymie (voir *Can. Ent.* 111: 1034-1035), les clés analytiques (111: 1037), et les listes de répartition (95: 604). Les entêtes secondaires ne doivent pas être en italiques.

**Résumé.** Les articles de plus de deux pages dactylographiées, à l'exception des notes scientifiques, doivent débiter par un résumé dont la longueur devrait être d'environ 3% de celle du texte sans toutefois dépasser 300 mots. Ne pas inclure de sommaire en plus du résumé. L'ajout d'une traduction du résumé en Anglais est encouragée et accélérera la publication; il devrait être fourni avec le manuscrit soit à la soumission ou avec les révisions finales.

Les remerciements doivent être modérés et regroupés dans un paragraphe séparé apparaissant à la fin du texte.

Les références doivent être listées alphabétiquement par ordre d'auteur à la fin du texte et conformément au style utilisé couramment dans la revue. Les abréviations utilisées pour les séries et les périodiques doivent être conformes à la *World List of Scientific Periodicals* (1963-1965). Le titre complet de chaque référence doit apparaître, de même que les pages exactes, sauf dans le cas de livres. Ne pas mentionner de pages ou de figures en particulier dans la liste bibliographique. Si c'est nécessaire, le faire dans le texte de la façon suivante: "(Walker 1980, p. 30, fig. 6)". Ne pas référer à ses propres travaux non encore publiés sous la forme "article soumis" ou "article en préparation". Il faut plutôt énoncer simplement les résultats trouvés. Les lettres de permission doivent être fournies pour toutes des "communications personnelles" citées par les auteurs. Ne pas inclure des "informations non publiées" ou des "communications personnelles" dans la liste bibliographique.

Les **tableaux** doivent être numérotés consécutivement en chiffres arabes et regroupés à la fin du texte, chacun sur une page séparée. Le titre doit être conforme aux normes du journal quant à la ponctuation et l'usage des majuscules, et doit expliquer clairement le contenu du tableau.

**Illustrations, généralités.** On doit soumettre trois copies claires de tous les dessins au trait et demi-teintes. Le nom de l'auteur, le titre de l'article et le numéro de la figure doivent être indiqués au dos de chaque illustration ou groupe d'illustrations. Les illustrations peuvent être soumises sous la forme d'imprimés photographiques déjà réduits à des dimensions compatibles avec celles des pages du journal, ou encore sous la forme d'originaux devant être réduits *d'au plus 2x*, car une réduction par un facteur plus élevé causerait probablement une perte de détail. Les dessins au trait *ne peuvent* être combinés avec des photographies dans une même figure, bien que ces deux types d'illustrations préparées séparément peuvent être imprimées côte-à-côte sur une même page. Le lettrage devant faire partie intégrale d'une illustration doit être clairement séparé du titre. Celui-ci est monté en caractères d'imprimerie et doit être soumis séparément de l'illustration. Les originaux de toutes les illustrations ne devraient être expédiés qu'après acceptation du manuscrit pour publication, alors que des instructions seront fournies.

Les **dessins au trait** doivent être faits à l'encre de Chine ou par l'emploi de transferts, sur une pellicule blanche de bonne qualité. Ne pas soumettre de graphiques sur papier quadrillé sauf si le quadrillage est bleu pâle. La grosseur du lettrage, des symboles et des motifs d'ombrage doit être choisie de façon à éviter toute perte de résolution après réduction de l'original. Le lettrage doit être propre, uniforme et préparé avec soin.

Les originaux en **demi-teintes** doivent être des imprimés à fort contraste sur papier glacé. Les négatifs ou les photographies non montées ne sont pas acceptés. Lorsque plusieurs photographies doivent apparaître sur une même page, les différents imprimés doivent être numérotés et montés côte-à-côte sur un carton. Minimiser l'usage de lettrage afin d'assurer le maximum de clarté. Les négatifs doivent être retaillés afin d'enlever toute partie blanche ou non essentielle, et ensuite agrandis de façon à ce que le sujet principal occupe le maximum d'espace.

Les **titres** des figures doivent être numérotés consécutivement en chiffres arabes et tapés en ordre à la fin du manuscrit, en accordant un paragraphe pour chaque page d'illustrations. Les titres doivent être soumis séparément des illustrations.

Des **notes scientifiques** ne dépassant pas deux pages imprimées sont acceptables. Elles sont sujettes aux mêmes normes que les articles sauf qu'un résumé n'apparaît pas. Il se peut qu'une partie d'une autre note scientifique apparaisse sur les tirés-à-part des notes.

**Révision des manuscrits.** Les manuscrits sont révisés par au moins deux réviseurs. C'est le Rédacteur Scientifique ou l'un des Rédacteurs Associés qui choisit les réviseurs dont les noms restent confidentiels. Tout article soumis sera accepté, rejeté ou retourné aux auteurs pour modification d'après les rapports des réviseurs. Les auteurs ont la possibilité de suggérer eux-mêmes des réviseurs compétents, et peuvent de plus informer la rédaction de toute révision ayant précédé la soumission en fournissant les noms des réviseurs et des copies de leurs commentaires. Dans le cas d'articles qui ont déjà été rejetés par d'autres revues, il faut inclure des copies des commentaires des réviseurs et des rédacteurs.

**Frais de publication.** Les frais de publication des articles paraissant dans *The Canadian Entomologist* sont de \$25.00 par page imprimée. Ces frais couvrent aussi tous les éléments qui s'ajoutent au texte, à l'exception des illustrations en couleur, sauf si ces suppléments totalisent plus de 40% des pages imprimées. Les illustrations en couleur sont à la charge entière des auteurs. Les chercheurs à la retraite et les entomologistes amateurs qui ne sont rattachés à aucune université ou institution officielle et qui devraient normalement payer les frais de publication eux-mêmes bien qu'ils soient dans l'impossibilité de la faire, peuvent demander de l'aide lors de la soumission de leur manuscrit.

Les frais de page pour les *Mémoires* sont de \$25.00 par page imprimée.

Les tirés-à-part sont vendus à la centaine seulement aux prix suivants (dollars canadiens):

Nombre de pages	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28
100 copies	\$60	\$86	\$115	\$149	\$185	\$225	\$270
Chaque 100 de plus	\$20	\$26	\$32	\$39	\$44	\$51	\$58

Des **réductions** (jusqu'à 40%) pourront être accordées aux auteurs qui certifieront au moment de commander qu'ils achètent des tirés-à-part à leurs frais. Les copies achetées personnellement par les auteurs en plus de celles achetées par leur institution, leur seront facturées aux tarifs applicables aux centaines additionnelles.

## INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Les manuscrits et toute correspondance doivent être adressés aux :

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

*Manuscripts and all correspondence should be addressed to :*

ANNALES de la Société Entomologique de France,

45, rue Buffon, 75005 PARIS France. Tél. : 40 79 34 00. Fax : 40 79 36 99.

Les manuscrits doivent apporter des données originales. Les articles soumis ne doivent pas avoir été présentés simultanément dans une autre revue. Les articles seront rédigés de préférence en français ou en anglais, dans un style clair et concis. Ils seront limités à 20 pages imprimées, illustration comprise. Si le thème traité nécessite un exposé supérieur à 20 pages, une contribution financière sera demandée à l'auteur; les planches photographiques seront également à la charge de l'auteur. Chaque article sera soumis à l'examen critique de deux rapporteurs, puis la décision d'acceptation, de révision ou de rejet, sera prise par la Rédaction. La date d'acceptation définitive sera imprimée sur l'article édité.

Les manuscrits seront soumis en *trois exemplaires*, figures et tableaux compris. Le texte, les références, les tableaux et les légendes des figures seront dactylographiés en double interligne sur papier blanc, d'un seul côté, en ménageant de larges marges.

**Titre** : il doit annoncer de manière précise et concise le contenu de l'article. Les taxons seront désignés par leur nom latin accompagné, entre parenthèses, du nom de l'ordre et de la famille.

**Auteurs** : le nom du ou des auteurs de l'article, avec leur prénom, sera suivi de l'adresse détaillée. Sauf indication contraire, toute correspondance sera adressée au premier signataire.

**Résumés** : chaque article comportera deux résumés, l'un en français, l'autre en anglais. Un résumé assez détaillé en anglais est conseillé pour les articles écrits en français. Donner également la traduction du titre en anglais.

**Mots-clés** : une courte liste de mots-clés, autres que ceux du titre, pourra être donnée.

**Plan** : l'article proprement dit adoptera un plan rigoureux. D'une manière générale, mais susceptible de varier selon la nature de l'article, il est recommandé de prévoir les paragraphes suivants : Introduction, Matériel et Méthodes, Observations ou Résultats, Discussion ou Conclusion, Littérature citée.

Les **références bibliographiques** seront indiquées dans le texte par le nom de l'auteur et la date de parution de l'article (nom du 1<sup>er</sup> auteur suivi de *et al.* si l'article comporte plus de deux auteurs). Toutes les références citées, et rien qu'elles, seront reprises dans une liste alphabétique placée en fin d'article. Les titres des périodiques seront écrits en toutes lettres, capitales pour l'initiale des mots significatifs, et les références données conformément à la présentation suivante :

*Manuscripts should provide original data; they must not have been submitted simultaneously for publication to another Journal. The papers should be written in French or English, in a clear and precise style. As a rule, they should not exceed a length of 20 printed pages, including illustrations and references. If the subject requires a longer paper, a financial contribution from the author will be asked for. Each paper will be submitted to two reviewers; then the decision of acceptance, revision or rejection will be taken by the editors. The date of final acceptance will be printed on the first page of the paper.*

*The manuscripts should be typewritten, double spaced, one side of the page only. The text, figures and tables should be sent in triplicate.*

*The title must announce clearly and concisely the contents of the paper. The taxa will be indicated by their latin name followed (in parentheses) by the name of the Order and Family to which they belong.*

*The name of the authors will be followed by their precise address. Unless otherwise indicated, correspondence will be addressed to the first author.*

*Each paper will contain two short summaries, one in French, the other in English.*

*A short list of key-words, in addition to those in the title, may be given.*

*The paper should adopt a rigorous plan, suitable to the subject dealt with. The most usual plan includes : Introduction, Material and Methods, Results, Discussion or Conclusion, Literature cited.*

*The references should be cited in a final list, following an alphabetical and (within authors) a chronological order. The titles of the journals will be written in full and the references given according to one of the following examples :*

- BARTELS P.J., 1983. - *Polygyny and the reproductive biology of the Argentine ant*. - Ph. D. Dissertation, University of California, Santa Cruz, 205 pp.
- BONTEMS C., 1988. - Localization of spermatozoa inside viviparous and oviparous females of *Chrysomelinae*. In : Jolivet P. Petitpierre E. & Hsiao T.H. (eds.), *Biology of Chrysomelidae*, p. 299-316. Dordrecht : Kluwer .
- DAVID J.R., McEVEY S.F., SOLIGNAC M. & TSACAS L., 1989. - *Drosophila* communities on Mauritius and the ecological niche of *D. mauritiana* (Diptera, Drosophilidae). - *Review of Zoology*, 103 : 107-116.
- MEDVEDEV L. N., 1971. - The ways of evolution and phylogeny of Chrysomelidae (Coleoptera). - Proceedings of the 13th International Congress of Entomology, 1 : 271.
- PAULIAN R., 1988. - *Biologie des Coléoptères*. Paris : Lechevalier, 719 pp.

**Recommandations pour les disquettes.** Il est vivement souhaité que tout manuscrit soit accompagné d'une disquette saisie sous Word ou traduite en Word.

**Illustrations.** Les figures au trait doivent être faites à l'encre de Chine. Les figures, groupées en planches, seront numérotées en chiffres arabes, dans l'ordre d'apparition dans le texte. Le format adopté devra tenir compte de la justification des *Annales* (13,5 x 21,5 mm). Les photographies seront présentées au format définitif et assemblées par l'auteur. Dessins et photographies devront être d'excellente qualité. Les tableaux seront numérotés en chiffres romains. Les légendes doivent être concises, mais suffisantes pour une bonne compréhension des documents; elles seront dactylographiées sur des feuilles distinctes.

L'auteur recevra 50 tirés-à-part gratuits de son article. Les demandes de tirés-à-part supplémentaires, payants, seront faites lors du retour des épreuves corrigées.

**Recommandations for diskets.** All manuscripts should be (if possible) accompanied by a disket in « Word ».

**Illustrations.** The drawings should be made with Indian ink. The magnification of the figures and their arrangement in plates should take into account the justification of the Journal (13.5 x 21.5 cm). Black and white photographs should be given their final size, and assembled into plates. Figures and photographs must be of excellent quality. Legends should be concise, but offer self-sufficient explanations, and be typed separately from the main text. The approximate position of each figure should be indicated in the margin of the manuscript.

Authors will receive 50 free offprints. A charge will be made for additional copies, which should be ordered when the corrected proofs are returned.

---

© Société Entomologique de France

Le Directeur de la Publication : J.Y. Rasplus

---

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

---