

Etude de la prévalence de *Borrelia burgdorferi* dans le Val-de-Ruz (canton de Neuchâtel)¹

Travail de maturité réalisé au Lycée Blaise-Cendrars de La Chaux-de-Fonds
sous la direction de Mme Ilona Loubry

Alizée Corpataux

1. Introduction

Aujourd'hui, les médias nous parlent de plus en plus des risques encourus après une piqûre de tique. Pourtant, même si une bonne partie de la population est au courant des risques qui se posent après une morsure de tique, il y a encore beaucoup trop de gens qui ne connaissent pas les atteintes de la santé que cela peut occasionner. Je me suis principalement intéressée à la maladie de Lyme. En effet, j'ai observé tout d'abord dans mon entourage que, lorsque je parlais de mon étude, la plupart des personnes ignorent totalement ce qu'est cette maladie. Le canton de Neuchâtel est une zone particulièrement touchée par les maladies transmises par les tiques. Beaucoup de recherches ont déjà été faites dans le bas du canton, mais le Val-de-Ruz est une région encore peu étudiée. Je me suis donc intéressée à cette région et plus particulièrement à deux forêts, le *Bois d'Yé* et le *Bois devant Vernet* situés à un kilomètre du village d'Engollon, à 740 mètres d'altitude (voir figure 1).



fig 1. Zones d'étude, Val-de-Ruz²

L'intérêt de prendre deux forêts différentes était de pouvoir par la suite faire des comparaisons entre elles et ainsi regarder si le pourcentage de tiques est à peu près équivalent dans une même région. J'ai donc entrepris de récolter des tiques une fois par mois de juin à octobre dans ces forêts puis de les apporter à l'Institut de Zoologie de l'Université de

¹ Le travail a été réalisé en collaboration avec l'Institut de Zoologie de Neuchâtel (Mme Lise Gern, directrice de recherche). Il est présenté sous forme d'extraits adaptés par Claude Wannemacher, l'entier pouvant être obtenu auprès du Lycée Blaise-Cendrars à La Chaux-de-Fonds.

² <http://www.mapsearch.ch>, consulté le 21.01.2007

Neuchâtel pour vérifier si elles étaient porteuses de la bactérie responsable de la maladie de Lyme.

2. La maladie de Lyme

2.1. Cycle de vie des tiques *Ixodes ricinus*

Pour vivre, les tiques ont besoin de trouver un hôte pour s'y fixer et se nourrir de sang (animal hémaphophage). Ces hôtes peuvent être des animaux sauvages ou domestiques, l'Homme peut aussi servir d'hôte. Avec leur première paire de pattes dirigées en avant comme des antennes, les tiques attendent leur hôte sur la végétation basse. Il faut préciser que les tiques ne sautent pas, ne volent pas et ne tombent pas des arbres. La hauteur à laquelle est fixée la tique *Ixodes ricinus* sur la végétation varie selon le stade auquel elle se trouve. Les adultes montent à moins d'un mètre du sol, les nymphes à moins de 50 cm et les larves quant à elles restent proches du sol à moins de 15 cm¹. Mais la hauteur peut aussi varier selon les sortes de végétation et la localisation géographique. Les tiques ne quittent la végétation que pour s'hydrater. Au contact direct d'un hôte, les tiques se cramponnent à ce dernier grâce aux griffes se trouvant au bout de leurs pattes. Après cela, la tique se déplacera sur son hôte afin de trouver un bon emplacement puis finira par se fixer en enfonçant son rostre à travers la peau. Le cycle de vie de la tique (figure 2) se déroule sur une période plus ou moins longue suivant les conditions de l'environnement et en 4 stades successifs²: les œufs, les larves, les nymphes et les stades adultes (mâle ou femelle). Après chaque stade, un repas de sang est nécessaire à la tique.

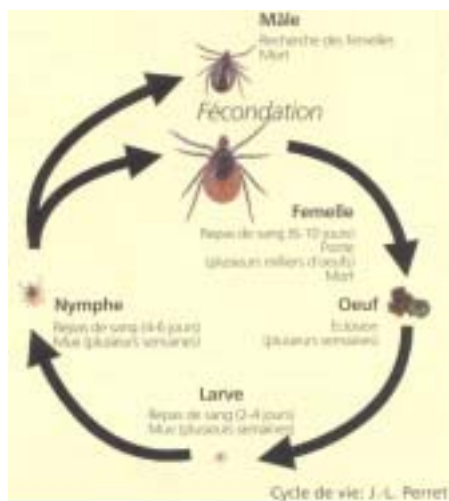


fig 2. Cycle de vie d'*Ixodes ricinus*³

Les œufs: après un repas de sang plus ou moins long sur un hôte, les femelles vont se laisser tomber au sol et pondre leurs œufs dans un endroit abrité. Suivant les conditions climatiques et l'espèce, les tiques peuvent pondre entre 1'000 à 5'000 œufs. Peu de temps après la ponte, la femelle meurt.

Les larves: l'éclosion survient après 4 à 8 semaines. Les larves vont attendre leur hôte sur la végétation basse (très près du sol). Les hôtes sont des animaux de petite taille tels que des mammifères (écureuils) et des oiseaux. Le repas de sang des larves dure 2 à 3 jours. Les larves peuvent rester plusieurs mois sans manger. Après avoir terminé leur repas de sang, les larves se détachent de leur hôte et se laissent tomber sur le sol où elles vont muer pour passer au stade suivant, celui de nymphe.

¹ La maladie de Lyme et les tiques, http://www.tiquatac.org/1_1.htm (consulté le 27.12.2006).

² Les Tiques (modifié en 2004). http://www.pan-belgium.be/1_decouvrir/alternatives_tiques_3.htm (consulté le 28.12.2006).

³ Perret, J.-L.(modifié le 01.05.2001). <http://www.unine.ch/tiques/tiques.html> (consulté le 17.10.06)

Les nymphes: les nymphes ont un mode de vie très proche de celui des larves car elles partagent les mêmes hôtes. Elles se nourrissent elles aussi sur des animaux de petite taille. Leur repas de sang est tout de même un peu plus long, il dure de 5 à 6 jours. Comme pour la larve, une fois son repas de sang terminé, elle se détache de son hôte et se laisse tomber sur le sol après quelques semaines, pour muer et passer au stade adulte, mâle ou femelle.

Les adultes (mâles et femelles): les mâles et les femelles copulent lorsqu'ils sont en phase libre, c'est-à-dire lorsqu'ils se trouvent sur le sol ou la végétation, en attente d'un hôte à parasiter ou en phase trophique, c'est-à-dire lorsqu'ils parasitent un hôte. Les femelles se nourrissent sur des hôtes de grande taille (cerfs, chevreuils, etc.) pendant 7 à 10 jours. Une fois le repas terminé, les femelles quittent l'hôte et après quelques semaines, elles pondent plusieurs centaines d'œufs sur le sol et meurent. La tique mâle peut féconder plusieurs femelles avant de mourir. Le mâle n'a besoin que de quelques gouttes de sang pour vivre. On peut les observer sur les hôtes à la recherche d'une femelle¹.

2.2. Répartition Géographique

On connaît plus de 800 espèces de tiques dans le monde. En Suisse, on trouve environ une vingtaine d'espèces dont la plus connue est la tique *Ixodes ricinus* (figure 3). Cette dernière se trouve partout en Europe, de l'Atlantique jusqu'aux chaînes de l'Oural et même dans certaines régions du nord de l'Afrique². On la trouve en grande majorité surtout sur le Plateau mais aussi dans le Jura, les Préalpes, les Alpes et même dans le sud des Alpes où elle semble tout de même être en moins grande abondance³. La présence de cette tique est surtout observée dans les forêts de feuillus à riche sous-bois, aux lisières de forêts et dans les chemins forestiers. On peut aussi parfois la trouver dans les jardins privés à l'intérieur des villes.

2.3. Description de la tique *Ixodes ricinus*, la tique vectrice en Europe

Les tiques font parties de l'embranchement des Arthropodes, de la classe des Arachnides et de l'ordre des Acariens. La tique *Ixodes ricinus* appartient à la famille des *Ixodidae* plus communément *tiques dures*. Sur le plan anatomique, elle possède quatre paires de pattes, sauf la larve qui n'en a que trois, et est dépourvue d'antenne. La tique est faite d'un corps ovoïde à l'intérieur duquel on trouve les organes reproducteurs et de survie tel que les glandes salivaires, les intestins, le cœur. Un *rostre* (équivalent de la tête) permet à la tique de percer la peau de son hôte et de s'y fixer jusqu'à la fin de son repas de sang. Cette dernière partie est formée de deux pièces (Gern, 2004):

les chélicères qui vont pouvoir grâce aux petits couteaux fixés à leurs extrémités cisailer la peau et ainsi ouvrir le chemin à l'*hypostome*;

l'hypostome permet à la tique de percer la peau en profondeur afin qu'elle puisse rester dans la peau grâce aux petites dents qui le recouvrent. Ce sont ces petites dents qui rendent difficile l'extraction de la tique de la peau.

Les chélicères (figure 4) et *l'hypostome* (figure 5) forment un canal au travers duquel le sang pourra être ingéré. C'est par là aussi que la salive de la tique sera injectée. Elle contient diverses substances empêchant la coagulation du sang et rendant la piqûre de la tique indolore⁴.

Chez les tiques *Ixodes ricinus*, il est facile de reconnaître les différents stades (figure 6). On peut tout d'abord les différencier par leur taille mais aussi par leur couleur et leur différence physique. En effet, la larve n'est munie que de trois paires de pattes et elle mesure environ 1

¹ Texte inspiré de Gern (2004) et de *Les tiques* (modifié en 2004), http://www.pan-belgium.be/1_decouvrir/alternatives_tiques_3.htm (consulté le 28.12.2006).

² Gern & Humair (2002) cité par Gern (2004).

³ Aeschlimann (1972), Perret (2003) cités par Gern (2004).

⁴ Brossard & Wikel (1997) cité par Gern (2004).

mm. La nymphe possède quatre paires de pattes et mesure à peine plus de 1 mm. Le mâle mesure environ 2 mm et on le reconnaît grâce à la couleur de sa robe, qui est entièrement noire. La femelle mesure environ 4 mm et peut après le repas de sang atteindre plus d'un cm. Sa robe est bicolore, noire et rouge (Gern, 2004).



fig 3. *Ixodes ricinus* (femelle) sur un papier millimétré (Photo: RAIS O.)



fig 4. Vue ventrale du rostre: couteaux des chélicères (Photo VLIMANT M.)



fig 5. Vue ventrale du rostre: hypostome avec ces dents (Photos DIEHL P.-A.)



fig 6. Les différents stades d'*Ixodes ricinus* sur papier millimétré (Photo RAIS O.).

2.4. La Borréliose de Lyme ou maladie de Lyme

2.4.1. *Borelia burgdorferi sensu lato*

Borrelia burgdorferi sensu lato (figure 7) fait partie de l'ordre des Bactéries, de la classe des Spirochètes, de la famille des Spirochaetaceae, du genre *Borrelia* et de l'espèce *B. burgdorferi*¹.

Cette bactérie d'aspect hélicoïdale, relativement grande (30 µm) est transmise par la morsure de tiques infectées. C'est dans l'intestin de la tique que sont présentes ces bactéries. Pendant le repas de sang, ces bactéries migrent de l'intestin vers les glandes salivaires, elles seront alors transmises à l'hôte par la salive. Cette migration prend quelques heures, c'est pour cela que la bactérie n'est pas tout de suite transmise à l'hôte (Gern, 2004). Elle est la cause de la maladie de Lyme, qui est une maladie infectieuse qui peut toucher plusieurs systèmes (Sigal, 2006). La maladie de Lyme a été décrite pour la première fois dans une étude d'arthrite juvénile dans le Connecticut en 1977 (Steere, 1977) et ce jusqu'à l'identification de l'arthrite de Lyme. On dénombre 11 géno-espèces différentes de *Borrelia burgdorferi* regroupées sous le terme *B. burgdorferi sensu lato*².

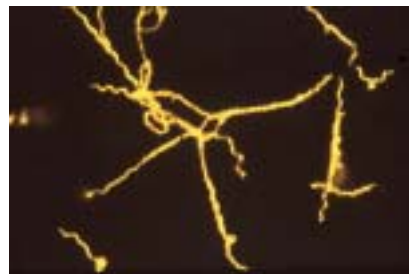


fig 7. *Borrelia Bugdorferi sensu lato*³

2.4.2. Répartition géographique de *Borrelia Burgdorferi sensu lato*

Il faut savoir que la répartition géographique de ces 11 géno-espèces varie d'un continent à l'autre. En Europe, on peut en trouver 5 et seules 3 d'entre elles sont actuellement reconnues comme pathogènes pour l'Homme. Il s'agit de *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, de *Borrelia garinii* et de *Borrelia afzelii*. Deux autres, *Borrelia valaisiana* et *Borrelia lusitaniae*, ont certainement un rôle pathogène pour l'Homme mais cela n'a pas encore été totalement clarifié. Aux Etats- Unis, il semblerait que la seule géno-espèce responsable de la maladie de Lyme soit *Borrelia burgdorferi sensu stricto*. La distribution géographique de ces espèces varie d'un continent à l'autre⁴.

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Borrelia_burgdorferi (consulté le 12.01.2007).

² http://lyon-sud.univ-lyon1.fr/bacterio-viro/DESLYON/Fiches/chapitre1/Borreli_burgdo.html (consulté le 26.12.2006).

³ Photo VILJANEN, K. M. <http://www.punkki.net/mikroskuva.html> (consulté le 03.01.2007).

⁴ Ryfel & al. (2000), Collares-Pereira & al. (2004) cités par Gern (2004).

2.4.3. Infection des tiques par *Borrelia burgdorferi* s.l.

Il faut tout d'abord préciser que les tiques peuvent être infectées par cette bactérie de 2 façons différentes:

a) Transmission par les hôtes réservoirs

La tique *Ixodes ricinus* a été observée sur plus de 300 espèces animales (Anderson cité par Lise Gern). Moins de 50 espèces animales ont le rôle d'hôte réservoir dit compétent, propageant la bactérie *B. burgdorferi* s. l. pendant les repas de sang. Parmi les hôtes réservoirs, on trouve des micromammifères, en particulier un Campagnol, le Mulot sylvestre à collier mais aussi l'Ecureuil roux. Le Hérisson a probablement un rôle important dans la propagation de la maladie de Lyme et même certains oiseaux¹ comme la Grive musicienne, le Merle, le Rouge-gorge. Ces hôtes réservoirs permettent la reproduction de l'agent pathogène et sont donc capables de retransmettre aux tiques la bactérie *B. burgdorferi* s. l. pendant une longue durée. On trouve aussi des animaux qui ne peuvent pas être infectés et qui sont incapables de transmettre la bactérie aux tiques. Ils sont dits incompetents^{2, 3}.

b) Transmission par co-feeding

Parfois, les tiques peuvent s'infecter par *co-feeding*, c'est-à-dire qu'elles peuvent s'infecter entre elles lors d'un repas sur un hôte sain. Cet hôte joue simplement le rôle de support à la transmission de la bactérie. Pendant leur repas, les tiques sont souvent les unes à côté des autres, il suffit que l'une d'entre elles soit infectée par la bactérie *Borrelia burgdorferi* s.l. pour que toutes les autres soient contaminées à leur tour (Gern, 2004).

2.5. Manifestations cliniques de la maladie de Lyme

Les manifestations cliniques de la maladie de Lyme se divisent en trois catégories (Sigal, 2006):

a) Manifestations précoces

Chez 90 % des patients, le premier symptôme de la maladie de Lyme est l'apparition d'un érythème migrant apparaissant dans le mois qui suit la morsure de la tique infectée. L'érythème migrant (figure 8) est une tache rouge pouvant avoir le centre clair. Parfois, cette tache peut être uniformément rouge. Elle se propage de façon centrifuge d'où le terme migrant.

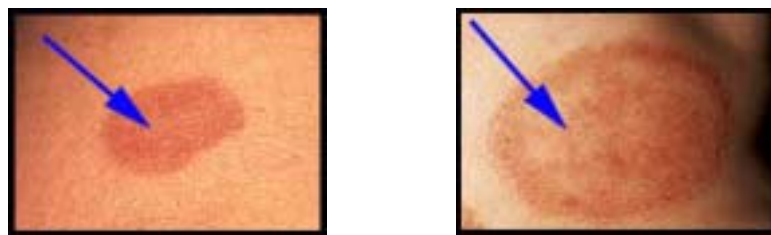


fig 8. Erythèmes migrants⁴

L'érythème migrant se trouve souvent sous les aines, sur les cuisses, derrière les genoux, sur le tronc ou à l'endroit de la piqûre. En principe, cette lésion n'est pas douloureuse, mais elle peut tout de même parfois brûler ou piquer (Sigal, 2006). La plupart du temps, cet érythème disparaît spontanément au bout de quelque temps, mais il faut tout de même consulter un médecin (Gern, 2004).

¹ Humair & al. (1993b), (1998) ; Humair (2002) cités par Gern (2004).

² Texte inspiré de Gern (2004).

³ Texte inspiré de: Les Tiques (modifié en 2004).

http://www.pan-belgium.be/1_decouvrir/alternatives_tiques_3.htm (consulté le 28.12.2006).

⁴ *Borrelia* (modifié le 09.05.2003). <http://www.microbes-edu.org/etudiant/Borrelia.html> (consulté le 22.10.06)

b) Manifestations intermédiaires

Ces manifestations se déclarent après quelques semaines voire plusieurs mois après la piqûre. A ce stade, la maladie de Lyme peut occasionner des problèmes cutanés tels que des érythèmes migrants multiples. Il peut y avoir des manifestations cardiaques (péricardite ou myocardite), plus rarement des problèmes oculaires, des manifestations rhumatologiques comme des arthrites. La maladie de Lyme peut aussi entraîner à ce stade des problèmes neurologiques du cerveau et des nerfs¹.

c) Manifestations tardives

Les manifestations tardives peuvent apparaître plusieurs mois voire plusieurs années après la piqûre de la tique. Ces manifestations peuvent être d'ordres cutanés, rhumatologiques et neurologiques.

A tous les stades, la maladie de Lyme peut se présenter sous la forme des symptômes généraux tels que la fatigue, des malaises, des maux de tête, des douleurs musculaires, des arthrites. Ces atteintes non spécifiques peuvent être confondues avec les symptômes d'autres maladies comme ceux de la grippe par exemple.

Il faut savoir qu'on ne peut pas mettre en évidence la bactérie *B. burgdorferi* dans le sang humain, il est donc parfois difficile de diagnostiquer la maladie de Lyme (Sigal, 2006). On doit recourir à des tests sanguins très sophistiqués hors de propos dans mon travail^{2, 3}.

2.5.1. Prévention et traitements de la maladie de Lyme

Il n'existe pas réellement de traitement prophylactique efficace contre la maladie de Lyme. Le vaccin a été retiré en raison de complications médicales. Un moyen simple de diminuer les risques de piqûre de tiques pendant les promenades en forêt est d'éviter au maximum la végétation sur laquelle les tiques attendent leurs hôtes (en particuliers les hautes herbes). Il est important de porter des habits recouvrant le corps, si possible de couleur claire afin de pouvoir mieux détecter les tiques de couleur foncée. Il est aussi possible d'utiliser des produits répulsifs comme des anti-tiques pour éviter les piqûres (Exopic[®]). Il est très important d'examiner régulièrement ses vêtements et les parties découvertes de son corps pendant et après la promenade pour ôter d'éventuelles tiques avant qu'elles ne piquent. Chez les adultes, les tiques vont plutôt piquer dans les parties humides et où la peau est la plus fine comme derrière les genoux et sous les aisselles. Chez les enfants, il est important de vérifier la tête, les tiques ayant tendance à piquer dans les cheveux.

Le traitement de la maladie de Lyme se fait par antibiotiques. Suivant le stade de la maladie, les antibiotiques sont pris par voie orale ou par voie intraveineuse. La durée du traitement est elle aussi déterminée suivant le stade de la maladie et la tolérance du traitement. On utilise comme antibiotique la *doxycycline* (200mg/jour pendant 2 semaines). Chez l'enfant, l'*amoxicilline* est utilisé (50mg/kg/jour pendant 2 semaines). Si la maladie est à un stade avancé, la *ceftriaxone* sera prescrite (2g/jour pendant 3 semaines). On utilise aussi d'autres antibiotiques comme l'*azithromycine*^{4, 5}.

3. Partie pratique (*extrait*)

Afin de mener à bien l'étude sur la densité et la prévalence du taux d'infection de ces tiques dans les deux forêts, nous avons procédé en plusieurs étapes:

¹ Texte inspiré de: Maladie de Lyme, <http://www.snof.org/maladies/lyme.html> (consulté le 28.12.06)

² Texte inspiré de: Maladie de Lyme, <http://www.snof.org/maladies/lyme.html> (consulté le 28.12.06)

³ Texte inspiré Gern (2004).

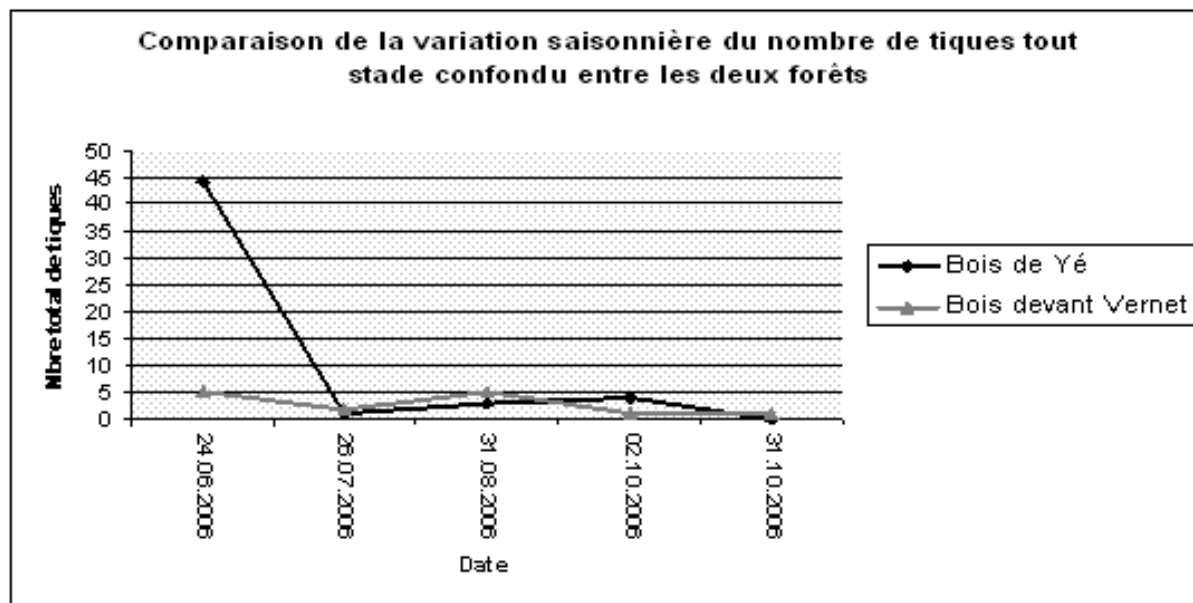
⁴ *Borrelia* (modifié le 09.05.03). <http://www.microbes-edu.org/etudiant/Borrelia.html> (consulté le 09.01.07)

⁵ Texte inspiré de Gern (2004).

- a) Récolte régulière des tiques grâce à la méthode du drapeau¹.
- b) Mise en culture des tiques.
- c) Observation au microscope, de la présence ou de l'absence de *Borrelia burgdorferi s. l.*

4. Analyse des résultats et discussion (*extrait*)

4.1. Variation du nombre de tiques libres récoltées sur la végétation



Graphique 1. Comparaison de la variation saisonnière du nombre de tiques tous stades confondus.

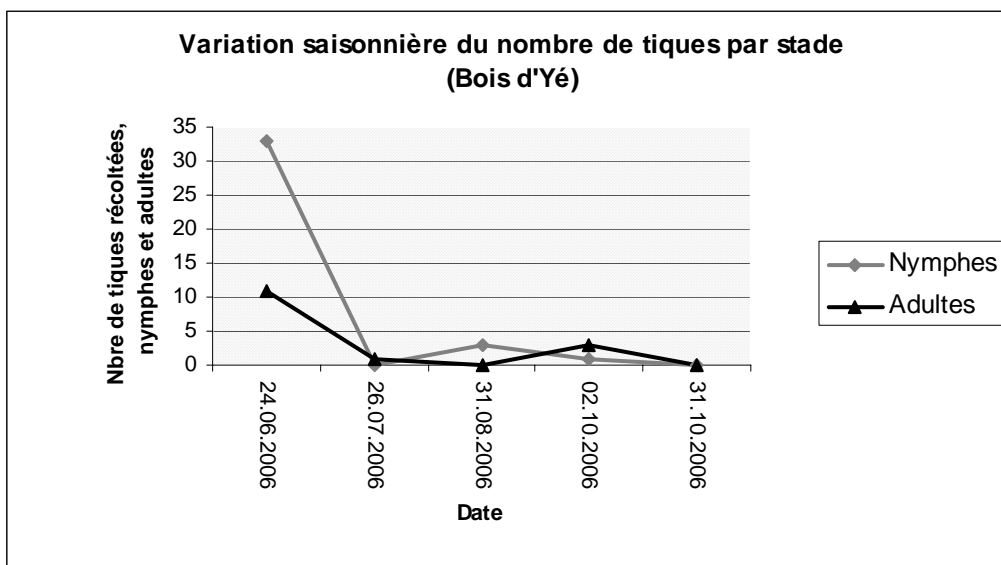
Pour le *Bois d'Yé*, le pic de densité de tiques par 100 m² se situe très nettement au mois de juin. En ce qui concerne le *Bois devant Vernet*, on trouve un nombre presque identique de tiques de juin à octobre. A partir d'octobre, nous ne trouvons quasiment plus de tiques dans les deux forêts (graphiques 1).

Lorsque nous comparons les deux forêts, nous observons une baisse de population globale (nymphe et adulte) nette de juin à juillet. Le nombre augmente légèrement en août pour rechuter à partir du mois de septembre (graphique 1). Pour les nymphes, nous constatons que leur nombre est élevé en juin, plus particulièrement dans le *Bois d'Yé*. Ce nombre chute en juillet pour augmenter très légèrement en août. Au-delà, la récolte de nymphes diminue et à partir d'octobre, nous n'en avons plus retrouvé dans les deux forêts (graphiques 2 et 3).

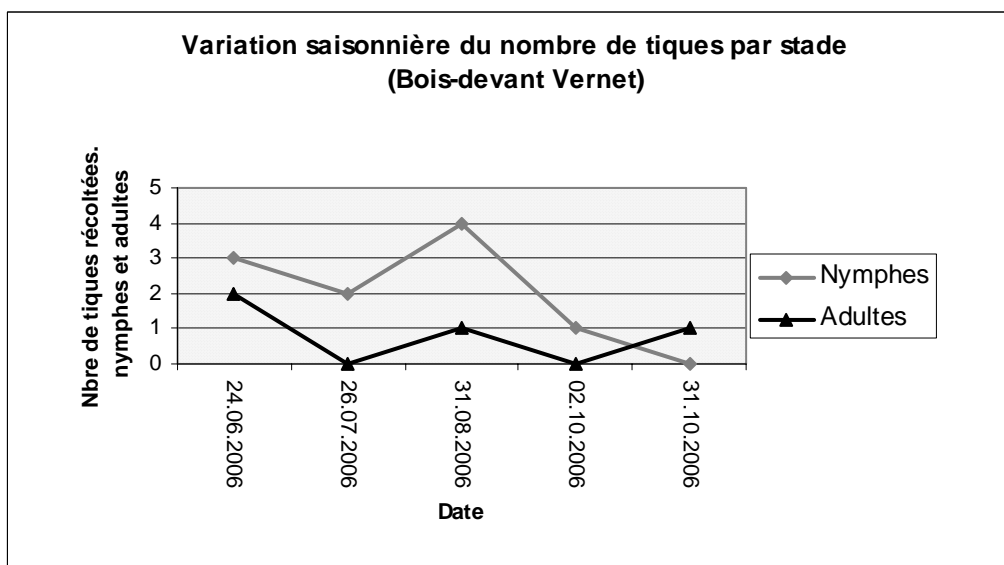
Pour les deux forêts, la majorité des tiques libres se trouve au stade de nymphe: 37 individus pour le *Bois d'Yé* et 10 pour le *Bois devant Vernet*. En ce qui concerne la population de tiques libres adultes, 15 adultes ont été récoltés pour le *Bois d'Yé* et 4 adultes, pour le *Bois devant Vernet*.

Il est tout de même important de souligner que le faible nombre de tiques récoltées ne nous permet pas de tirer de véritables conclusions sur leur variation saisonnière. Pour cela, il serait intéressant de mener l'étude sur une plus grande surface ou plusieurs zones de la même forêt. Nous pourrions également répéter la récolte sur plusieurs années.

¹ Aeschlimann (1972) cité par Loubry (2003). La technique consiste à passer à plat sur la végétation un linge éponge de 1 m². Celui-ci est retourné environ tous les 20 mètres (25 pas), puis examiné afin de récolter à l'aide de brucelles toutes les tiques accrochées à sa surface. Les tiques ont été soigneusement comptées en tenant compte de leur stade et du sexe pour les adultes. L'opération se répète 5 fois pour atteindre les 100 m².



Graphique 2. Variation saisonnière du nombre de tiques récoltées par stade dans le Bois d'Yé.



Graphique 3. Variation saisonnière du nombre de tiques récoltées dans le Bois devant Vernet.

4.2. Comparaison des résultats avec d'autres régions du canton

Plusieurs études menées dans le canton et ailleurs en Suisse ont montré que les conditions climatiques et météorologiques des différentes saisons ont une influence très importante sur la variation annuelle du nombre de tiques. Leur activité et leur densité maximale dépend de la température qu'il fait pendant les trois premiers mois de l'année¹. L'activité des tiques commence au printemps (février - mars) et se termine en automne (octobre -novembre). Le plus souvent, on peut constater un pic de fréquence au printemps, la densité et la date dépendant de la température des premiers mois de l'année. Le pic printanier est en principe le plus important. Puis un deuxième pic survient en automne, dépendant des températures de mars à juin.

La densité des tiques lors du pic printanier peut atteindre plus de 300 tiques /100 m² dans certaines forêts du Plateau suisse. Une étude faite en Suisse dans différentes forêts du Plateau,

¹ Perret (2003) cité par Gern (2004).

de la vallée du Rhône et au pied des Préalpes a montré que la densité de tiques lors du printanier pouvait fortement varier d'une année et d'une région à l'autre¹.

Nos résultats du mois de juin pourraient donc correspondre à un pic printanier. Ce pic est clairement marqué pour le *Bois d'Yé*, alors qu'il est inexistant dans l'autre forêt. Par rapport à d'autres études menées sur le Plateau qui ont observé des pics en avril, le pic dans cette étude semble survenir plus tardivement. Ce fait peut s'expliquer par la différence d'altitude (en moyenne 740 m) des deux forêts étudiées par rapport au Plateau. Une autre explication simple semble être en relation avec le temps particulier que nous avons eu en 2006. L'hiver y a été rigoureux avec des températures basses et d'abondantes chutes de neige. Cependant, notre étude a débuté tardivement dans la saison (juin) et un pic survenu avant ne peut pas être exclu. La récolte des mois de juillet et août a été faible. Ces deux périodes ont présenté une forte variation climatique, un mois de juillet très chaud avec peu de pluie, suivi d'un mois d'août très froid. Ces conditions ont pu nuire à la vie des tiques. Le pic d'automne est presque absent, nous pourrions même douter de sa présence en raison de la faible récolte. Les importantes variations climatiques de l'été 2006 ont peut-être supprimé le pic d'automne.

Si nous comparons nos résultats avec ceux d'autres études menées dans les régions du bas du canton, nous remarquons que le pourcentage de nymphes et d'adultes récoltés par rapport au total de tiques est très proche. Un travail mené dans le *Bois de l'Hôpital* et sur le site de *Tête Plumée* en 2002 par Ilona Loubry (Loubry, 2003) montrent que le taux de nymphes récoltés est de 74.7 % pour le *Bois de l'Hôpital* et de 71.1 % pour *Tête Plumée*. Les résultats trouvés dans le *Bois d'Yé* et le *Bois devant Vernet* sont très proches avec respectivement 71.2 % et 71.4 %. Cette particularité se répète pour le pourcentage d'adultes récoltés par rapport aux nombres de tiques total avec 16.2 % d'adultes trouvés dans le *Bois de l'Hôpital* et 26.8 % à *Tête Plumée* contre 28.8% dans le *Bois d'Yé* et 28.6 % dans le *Bois devant Vernet*. Ces chiffres montrent que le taux d'adultes et de nymphes est à peu près constant dans des forêts situées à des altitudes différentes. Par ailleurs, le taux d'adultes est systématiquement plus faible que le taux de nymphes en raison d'une mortalité plus importante².

Si nous prenons les chiffres bruts, nous remarquons que le nombre de tiques total trouvées dans le *Bois de l'Hôpital* ou à *Tête Plumée* est beaucoup plus important que le nombre de tiques trouvées dans le *Bois d'Yé* et dans le *Bois devant Vernet*. Cette différence s'explique par la différence d'altitude et les conditions atmosphériques qui sont différentes entre le bas et le haut du canton. De plus, le climat durant l'année 2006 a été particulier avec un hiver long et froid, un début d'été très chaud suivi d'un mois d'août froid. Or, les conditions climatiques de début d'année ont un rôle primordial sur le développement des tiques, des températures inférieures à 7 C⁰ empêchent la montée des tiques sur la végétation³.

4.3. Taux de prévalence saisonnier de *Borrelia Burgdorferi sensu lato* des tiques récoltées

Depuis le mois de juin jusqu'au mois d'octobre, seuls 29 nymphes et 14 adultes ont été examinés sur une récolte totale de 66 tiques tous stades confondus. 23 tiques n'ont pas été mises en culture. Dans les études de prévalence d'infection, l'échantillon mis en culture ne dépasse pas en général 20 individus pour les nymphes et pour les stades adultes. Ainsi, 13 nymphes sur les 33 capturées au mois de juin dans le *Bois d'Yé* ont été écartées. 10 autres individus répartis sur les autres mois et les deux forêts n'ont pas été mis en culture, car ils étaient morts.

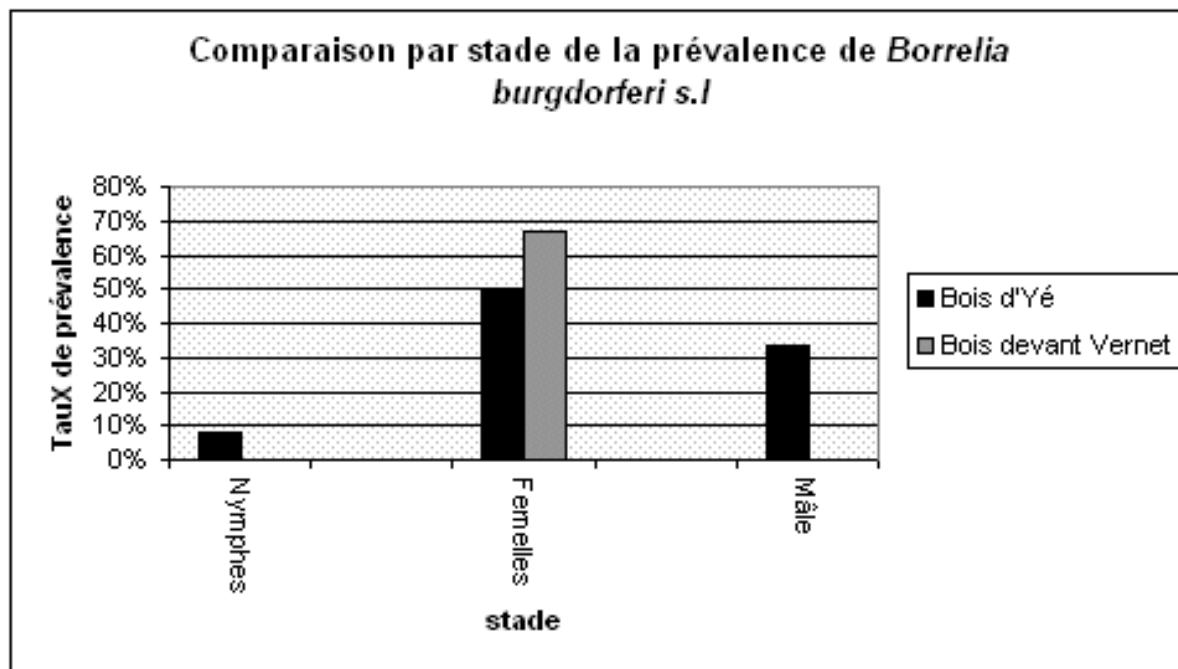
La prévalence d'infection chez les nymphes est basse, 8,3% pour le *Bois d'Yé* et pour le *Bois devant Vernet*. Pour les formes adultes, cette prévalence augmente fortement, à 40 % pour le *Bois d'Yé* et à 50 % pour le *Bois devant Vernet* (graphique 4). La différence de prévalence

¹ Jouda & al. (2004) cité par Gern (2004).

² Perret & al. (2000) cité par Gern (2004).

³ Perret & al. (2003) cité par Gern (2004).

d'infection entre les nymphes et les adultes peut s'expliquer. En effet, après le repas de sang, si les nymphes sont contaminées par la bactérie, elles le resteront sur une longue durée, y compris lors de leur passage au stade adulte. Au stade adulte, pour les individus encore sains, une occasion supplémentaire de contamination existe après un autre repas de sang.



Graphique 4. Comparaison par stade de la prévalence de *Borrelia burgdorferi s.l.* entre le Bois d'Yé et le Bois devant Vernet

Le taux moyen d'infection sur la période de 5 mois est pour le *Bois d'Yé* de 17,6 % et pour le *Bois devant Vernet* de 22,2 %.

4.4. Comparaison du taux de prévalence saisonnier de *Borrelia burgdorferi s.l.* avec d'autres régions du canton

Lorsque nous comparons les résultats totaux de prévalence de *Borrelia burgdorferi s.l.* avec l'étude menée par Jean-Luc Perret (Perret, 1998) dans le *Bois de l'Hôpital*, il trouve 28 % de nymphes, 51 % de mâles et 52 % de femelles infectés. Une autre étude menée en 1999 par Fabienne Gremion (Gremion, 2000) dans le même bois, montre aussi que les femelles sont les plus infectées (30 %) suivies par les mâles (21%) et les nymphes (14 %).

Nos résultats de prévalence de *Borrelia burgdorferi s.l.* sont pour le *Bois d'Yé* de 8.3 % de nymphes infectées, de 33.3% de mâles et de 50% de femelles infectées. Ce taux de prévalence est assez proche de celui de l'étude de Perret et de Gremion. Pour le *Bois devant Vernet* même si le nombre d'individus récoltés est faible, nous notons une tendance assez proche pour le taux d'infection des femelles qui s'élève à 66,7%. Nous ne pouvons pas tirer de conclusion pour les nymphes et les mâles en raison d'une récolte presque nulle.

Une étude¹ a associé la densité de tiques et le taux d'infection dans plusieurs régions de Suisse sur une période de 3 ans. Pour une forêt proche de Neuchâtel, le nombre de tiques infectées était de 69 pour 100 m². Dans notre étude, la densité de tiques dans la *Forêt d'Yé* est de 10.4 pour 100 m² et de 2.8 pour 100 m² dans le *Bois devant Vernet*. En reprenant le taux moyen d'infection (17,6 % pour le *Bois d'Yé* et 22.2 % pour le *Bois devant Vernet*) obtenu sur la période de 5 mois, nous trouvons 1.8 tiques infectées pour 100 m² dans le *Bois d'Yé* et 0.6 tiques infectées pour 100 m² dans le *Bois devant Vernet*. Le nombre de tiques infectées pour

¹ Jouda & al (2003) cité par Gern (2004).

100 m² est donc très inférieur à celui de la forêt proche de Neuchâtel. Nos résultats sont à prendre avec précaution en raison de la courte période d'étude, sur 5 mois d'une seule année, cette année ayant été marquée par des conditions météorologiques particulières.

5. Interprétation des résultats¹

5.1 Existe-t-il une ou des périodes de l'année qui présentent un plus grand risque de morsures de tiques et donc de transmission de la maladie de Lyme?

Hypothèse: Je dirais que certaines périodes de l'année telle que la période estivale est plus favorable aux tiques que la période printanière ou l'automne. Comme n'importe quel animal, je pense que l'activité des tiques est moins importante en automne (préparation pour l'hiver) qu'en été et au printemps où l'activité animale reprend gentiment. De plus, comme tous les autres animaux, je suppose que la reproduction doit se faire pendant les périodes plus chaudes. Donc, je dirais qu'il y a surtout un risque de morsure durant la période estivale et beaucoup moins durant l'automne et le printemps.

Résultat: Oui, j'ai remarqué un pic de densité de tiques au mois de juin, donc un risque de morsure augmenté à cette période. Contrairement à mon hypothèse, la période de l'année la plus favorable semble être fin juin. L'étude n'ayant pas débuté au printemps, un pic plus précoce est possible. Ce pic est peu probable en raison du retard de saison en altitude. En ce qui concerne l'automne, je n'ai pas non plus vérifié mon hypothèse.

5.2 Le nombre de tiques est-il équivalent entre les deux forêts?

Hypothèse: Je pense que le nombre de tiques entre les deux forêts va être à peu près le même si les conditions de vie dans chacune des forêts sont les mêmes. A mon avis, comme les forêts se trouvent à une même altitude et subissent les mêmes conditions climatiques, les résultats seront très proches.

Résultat: Non, le nombre de tiques n'est pas égal. Les deux forêts sont pourtant proches l'une de l'autre et situées à une même altitude. Les conditions locales des deux forêts sont par contre très différentes. Le Bois d'Yé est plus humide et présente une végétation plus abondante que le Bois devant Vernet. Ceci explique très probablement la différence de population.

5.3 Entre les deux forêts, le nombre de tiques infectées par la maladie de Lyme est-il équivalent? Pour quelles raisons est-il oui ou non équivalent?

Hypothèse: Si les forêts se trouvent dans de mêmes conditions (altitude, hôtes, température, conditions atmosphériques, végétation...), les résultats dans ces forêts seront probablement très proches les uns des autres. En revanche, si nous prenons des forêts se trouvant dans des conditions totalement différentes, le nombre de tiques infectées ne sera probablement pas le même.

Résultat: Oui, probablement, le nombre de tiques infectées pour 100 m² est proche dans les deux forêts en raison de leur proximité. Il faut préciser que la récolte dans le Bois devant Vernet a été très faible et que le résultat pourrait ne pas être fiable.

5.4 Peut-on faire une comparaison avec d'autres régions de Neuchâtel? Est-ce qu'il y a un risque plus élevé d'infection par les tiques dans le Val-de-Ruz que dans d'autres zones du bas du canton de Neuchâtel? Ainsi, devons-nous prendre les mêmes précautions lorsque nous nous rendons dans ces régions?

Hypothèse: A mon avis, il est tout à fait possible de faire des comparaisons avec d'autres régions du canton de Neuchâtel. Entre le haut et le bas du canton, il y a une différence de

¹ Avant de commencer son travail, l'auteure s'était proposée de répondre à 5 questions pour lesquelles elle avait formulé des hypothèses (ndlr).

température et de conditions météorologiques. Il est connu que les tiques sont en plus grande abondance en basse altitude qu'en haute altitude. C'est pour ces raisons que nous allons probablement observer une plus faible population de tiques dans le haut du canton que dans le bas. Effectivement, si le nombre de tiques infectées dans l'une ou l'autre des régions du canton est plus élevé, le risque d'infection par la piqûre d'une tique sera lui aussi plus élevé. Concernant les précautions, je pense qu'il faut en prendre d'autant plus que la région est située en basse altitude.

Résultat: Oui, j'ai pu comparer mes résultats avec une étude faite proche de la ville de Neuchâtel. La densité de tiques infectées dans le Val-de-Ruz est largement inférieure à celle de Neuchâtel. Ainsi, le risque de transmission de la maladie de Lyme est moins probable. En raison du réchauffement de la planète, la densité de tiques risque de s'accroître pour les régions situées à plus haute altitude. Ainsi, malgré ce faible taux actuel, je conseille de prendre des mesures simples telles que porter des habits appropriés, d'éviter le contact avec les herbes et de surveiller la peau après une promenade. Par chance, lors de mon étude, je n'ai jamais été piquée par une tique.

5.5 Y-a-t'il une différence de taux d'infection entre les nymphes et les adultes (mâles et femelles) dans les 2 forêts? Ainsi, le risque d'infection de la maladie de Lyme par une nymphe ou un adulte chez l'Homme est-il le même?

Hypothèse: Je pense que le taux d'infection dans chacun des stades du cycle de la tique doit être le même puisqu'elles se nourrissent de la même manière (sang des hôtes). Je ne pense pas non plus que le taux d'infection entre les mâles et les femelles soit différent s'ils sont soumis aux mêmes conditions de vie.

Résultat: Oui, il y a un taux d'infection différent entre les nymphes et les adultes dans les deux forêts. Je me base essentiellement sur les résultats du Bois d'Yé même si cette tendance est retrouvée dans le Bois devant Vernet. J'en conclus que le risque de transmission de la maladie de Lyme à l'Homme est moins fréquent avec les nymphes en raison d'un taux d'infection plus bas. Par ailleurs, le taux d'infection des mâles est plus faible que celui des femelles. Mes hypothèses se sont avérées fausses.

Afin de répondre plus précisément à mes questions, ce travail aurait dû se dérouler sur plusieurs années. A ma connaissance, aucune étude semblable n'a été publiée pour le Val-de-Ruz, il serait donc intéressant de poursuivre ce travail.

6. Bibliographie

Gern, L. (2004). Tiques et Borréliose de Lyme en Suisse occidentale, *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles*, 127 : 5-21.

Gremion, F. (2000). *Etude éco-épidémiologique de la Borréliose de Lyme dans le Bois de l'Hôpital (Neuchâtel) en 1999.*

Loubry, I. (2003). *Rôle des micromammifères et des lézards dans le maintien de Borrelia burgdorferi, dans la forêt de Chaumont (Neuchâtel, Suisse).*

Perret, J.-L. (1998). *Dynamique des agents de la maladie de Lyme dans le Bois de l'Hôpital (Neuchâtel, Suisse) en 1997.*

Sigal, L. H., MD (2006). *Clinical manifestations of Lyme disease*, UpToDate®, licensed to Hospital Pourtalès.

Steere, A. C. & al (1977). Lyme arthritis: An epidemic of oligoarticular arthritis in children and adults in three Connecticut communities. *Arthritis Rheum*, 20:7.