



REPUBLIQUE ALGERIENNE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI



*Mémoire de fin de Cycle*  
*En vue de l'obtention d'un Diplôme de Master*

**Domaine** : *Science de la nature et de la vie*

**THEME** :

*Etat des connaissances sur les piqûres d'arthropodes parasites et vecteurs et les risques de transmission de pathogène.*

**Réalisé par** :

**OULD OUALI Farida et TEMMAR Hamid**

**Dirigé par** :

**PROMOTEUR : M. SIFER Kamal**

**CO-PROMOTEUR : Pr BOUKHEMZA Mohamed**

**Présidente du jury: Mme Mohamed sahnoun A**

**Examinatrice : Boukhemza-zemmouri N**

**Année** :

**2020 - 2021**



## **Remerciements**

A mon Promoteur,

Monsieur SIFER Kamal, pour m'avoir en partie inspiré ce sujet de mémoire lors de ses cours.

A mon Co-Promoteur,

Professeur BOUKHEMZA Mohamed, pour sa disponibilité et pour m'avoir fait l'honneur de m'avoir guidé pendant ce travail.

### **Mes remerciements respectueux aux membres du Jury...**

Mes remerciements vont également à :

**Mes parents,**

Pour leur soutien indéfectible tout au long de ces années de travail acharné.

**Mes Grands-parents,**

Pour leur soutien, leur bienveillance, tout au long de ce cursus.

**Ma sœur,**

Pour ses encouragements, son soutien et sa présence.

A tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la préparation de ce travail, en particulier mes amis, merci encore.

**Aux Absents...**

Vous me manquez...

## Table des matières

Liste des Figures

Liste des Tableaux

**Introduction**.....7

### **Chapitre I : Principaux arthropodes parasites et vecteurs**

1.1 Généralités sur les arthropodes.....	9
1.2 Notion de Parasite.....	10
1.2.1 Définition du Parasitisme.....	10
1.2.2 Les Parasites.....	12
1.2.3 Morphologie des Parasites.....	15
1.3 Notion de Vecteur.....	21
1.3.1 Types de Vecteurs.....	21
1.3.2 Caractéristiques des Principaux Vecteurs.....	22

### **Chapitre II : Principales piqûres d'arthropodes parasites et vecteurs et mécanismes de transmission de pathogènes.**

2.1 Notion de nuisance.....	35
2.2 Mode d'hématophages.....	35
2.3 Mécanisme de piqûres et pathogénicité et transmission de pathogènes.....	36
2.3.1 Choix de l'hôte et d'un site de piqûre.....	36
2.3.2 Clinique de piqûre de moustiques.....	38
2.3.3 Transmission de pathogènes (Moustiques).....	39
2.3.4 Clinique de piqûres de Mouches.....	43
2.3.5 Transmission de pathogènes (Mouches).....	44
2.3.6 Clinique de piqûre du Phlébotome.....	48
2.3.7 Transmission de pathogènes du au phlébotome.....	48
2.3.8 Piqûre de Punaises.....	49
2.3.9 Transmission de pathogènes dûs aux punaises.....	52
2.3.10 Piqûre de Puces.....	52
2.3.11 Maladies transmises par les puces.....	53
2.3.12 Clinique de piqûres de Poux.....	55
2.3.13 Maladies transmises par les poux.....	56
2.3.14 Stratégies alternatives.....	57
2.3.15 Clinique de la morsure de Tique.....	57
2.3.16 Transmission de pathogènes causé par les tiques.....	58
2.4 Lutte antivectorielle.....	63
2.4.1 Définition d'un répulsif.....	63
2.4.2 Protection personnelle contre les vecteurs.....	64

2.4.3 Lutte Mécanique.....	66
2.4.4 Lutte Biologique.....	67
2.5 Défenses Immunologiques.....	68

**Chapitre III : Mise en Place d'un Protocole de Surveillance des risques de transmission de pathogènes.**

3.1 Inventaire de parasites et vecteurs.....	72
3.2 Surveillance des Services Epidémiologiques .....	72
3.3 Contrôle des Services de Transites.....	74
3.3.1 Identification des principaux problèmes qui se posent aux points d'entrées.....	75
3.3.2 Etablissement d'un plan de surveillance.....	75

<b>Conclusion.....</b>	<b>78</b>
------------------------	-----------

<b>Bibliographie.....</b>	<b>79</b>
---------------------------	-----------

<b>Résumé .....</b>	<b>90</b>
---------------------	-----------

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Fossile d'un trilobite .....	9
<b>Figure 2</b> : Forme Promastigote .....	16
<b>Figure 3</b> : Forme Amastigote.....	16
<b>Figure 4</b> : Dessin de <i>Sarcoptes scabiei</i> mâle et femelle.....	17
<b>Figure 5</b> : Transformation d'une larve d' <i>Onchocerca volvulus</i> .....	19
<b>Figure 6</b> : <i>Onchocerca volvulus</i> adultes.....	20
<b>Figure 7</b> : Phlébotome.....	23
<b>Figure 8</b> : Simulie.....	24
<b>Figure 9</b> : Cératopogonide.....	25
<b>Figure 10</b> : Représentation de quelques espèces d'Anoploures.....	28
<b>Figure 11</b> : La Puce.....	30
<b>Figure 12</b> : Triatome.....	31
<b>Figure 13</b> : piqûre de Moustique.....	39
<b>Figure 14</b> : piqûre de taon.....	43
<b>Figure 15</b> : Des signes cliniques modérés de la fièvre catarrhale ovine.....	46
<b>Figure 16</b> : Malformations congénitales associées au SBV.....	47
<b>Figure 17</b> : Piqûre du Phlébotome.....	48
<b>Figure 18</b> : Séquences de la piqûre de la punaise de lit.....	50
<b>Figure 19</b> : Lésion cutanée typique de la piqûre de la punaise de lit chez l'homme.....	51
<b>Figure 20</b> : symptôme de piqûre de puces.....	53
<b>Figure 21</b> : Zone des lésions retrouvées en cas de pulicose.....	53
<b>Figure 22</b> : Éruption de la nuque correspondant à la présence de poux.....	56
<b>Figure 23</b> : piqûre de puces.....	58
<b>Figure 24</b> : Moustiquaire rectangulaire.....	66

## Liste des Tableaux

<b>Tableau I</b> : Tableau récapitulatif des différentes classes d'arthropodes.....	10
<b>Tableau II</b> : Taxonomie de la leishmania.....	16
<b>Tableau III</b> : Taxonomie du sarcopte.....	18
<b>Tableau IV</b> : Taxonomie des onchocerca.....	20
<b>Tableau V</b> : Taxonomie des phlebotomes.....	23
<b>Tableau VI</b> : Taxonomie des Simulies.....	24
<b>Tableau VII</b> : Taxonomie du moustique tigre.....	26
<b>Tableau VIII</b> : Taxonomie de la mouche tsé-tsé.....	27
<b>Tableau IX</b> : Taxonomie des Poux.....	29
<b>Tableau X</b> : Taxonomie des Puces.....	30
<b>Tableau XI</b> : Taxonomie des Punaises de lit.....	31
<b>Tableau XII</b> : Taxonomie des Tiques.....	33
<b>Tableau XIII</b> : Rappel du comportement trophique des différents diptères.....	37
<b>Tableau XIV</b> : Principaux intervenants des réactions immunitaires cutanées.....	68
<b>Tableau XV</b> : Classification de Gell et Coombs .....	70

## Introduction

Au cours de dizaines de millions d'années les arthropodes d'une part, les virus, bactéries et parasites d'autre part ont eu tout le loisir de se côtoyer et de nouer des relations de nature variées. Au fil de l'évolution des uns et des autres, certaines de ces relations ont abouti à la constitution des « systèmes vectoriels » impliquant des vertébrés, des arthropodes (insectes, acariens) et des micro-organismes. Dans le cadre de ces systèmes biologiques complexes (RODHAIN, 2015), l'arthropode joue le rôle de « vecteur » en assurant la transmission des micro-organismes d'un vertébré à un autre. D'autres ne transmettent pas d'agents pathogènes, mais se comportent eux même en parasites, c'est le cas des ectoparasites tels que les punaises du lit, les poux, les tiques, les puces et les acariens, il ya aussi des arthropodes qui injectes une substance toxiques c'est le cas des araignées, des scorpions, des guêpes...(BOUBROUTA et IGUERNLALA, 2015)

Les arthropodes d'importance médicale sont particulièrement nombreux et variés, les entomologistes estiment environ 14600 d'espèces d'arthropodes hématophages, effectuant plus ou moins régulièrement des repas de sang sur des vertèbres (BOUBROUTA et IGUERNLALA, 2015). Les maladies parasitaires et virales à transmission vectorielle sont de nos jours une grande cause de mortalité (MOUCHET *et al.*, 1995). Ces maladies sont notamment humaines mais également la production animale est souvent affectée par ces transmissions, elles ont aussi des effets sur le développement socio-économique des pays touchés (OMS, 2001). La connaissance de ces vecteurs et leurs piqûres est évidemment essentielle pour la compréhension de ces pathologies. Le présent travail est une synthèse bibliographique sur l'état des connaissances sur les piqûres d'arthropodes parasites et vecteurs et les risques de transmission d'agents pathogènes, l'objet de nos travaux consistera dans un premier temps à présenter les principaux arthropodes parasites et vecteurs sur plusieurs aspects, de leurs morphologies jusqu'à la classification en allant par les types des espèces.

Puis dans la deuxième partie nous allons voir les principales piqûres causée par ces différents vecteurs et parasites, les types de ces piqûres mais aussi comment les prévenir avec des méthodes diverses, et comment le corps réagit immunologiquement une fois piqué. En fin nous allons mettre en place un protocole de surveillance des risques de transmission de pathogène.

# **CHAPITRE I**

## *Principaux arthropodes parasites et vecteurs*

---

### **1.1 Généralités sur les arthropodes:**

Les arthropodes du grec (arthron=articulation) et (podos=pied) sont des invertébrés. Ce groupe a été créé en 1845 par Siebold et Stannius. Ils constituent l'un des embranchements les plus importants du règne animal (RODHAIN ET PEREZ, 1985). Ils représentent 80 à 85% des espèces animales connues (PAROLA, 2005).

Sur le plan morphologique le corps des arthropodes est formé de segments (ou métamères) articulés, recouverts d'une cuticule rigide chitineuse qui constitue le squelette externe, cette cuticule constituée de couches alternées et d'une protéine hydrosoluble dénommée arthropodine. La présence de ces membranes articulaires assure la mobilité des différents segments du corps, ainsi qu'à l'articulation des divers segments des appendices: pièces buccales, pattes locomotrices ou préhensibles, gonopodes (RODHAIN et PEREZ, 1985). La croissance est discontinue, elle se fait par mues, le système nerveux est constitué d'un cerveau et d'une chaîne nerveuse ventrale portant des ganglions. Généralement les yeux sont composés, la circulation est plus ou moins lacunaire (MATHISON et PRITT, 2014). Ils sont constitués de quatre sous phylums: les Crustacées, les Myriapodes, les Chélicérates et les Hexapodes (GIRIBET et RIBERA, 2000). Le sous phylum des Chélicérates contient la classe des Arachnides (tiques) tandis que les Hexapodes comprennent la plus grande classe des Insectes (moustiques) avec plus d'un million d'espèces. Les trilobites, à carapace dorsale divisée en trois régions par deux sillons longitudinaux, n'ont pas dépassé l'ère secondaire, ils étaient tous marins, possédaient des antennes préorales et leurs appendices ventraux presque tous semblable étaient du type biramé (RONALD et MAX, 2021).



*Figure 1:* Fossile d'un trilobite ayant vécu au début du dévonien

Tableau I : Tableau récapitulatif des différentes classes d'arthropodes.

<b><i>Insectes</i></b>	<b><i>Ptérygotes</i></b>	Oligonéoptères	<u>Mécoptéroïdes</u> : Phryganes <u>Papillons diptères</u> (Mouches, Taons, Moustiques), <u>Coléoptères</u> (Hannetons, doryphores, Coccinelles)
			<u>Hyménoptéroïdes</u> Abeilles, Guêpes, Fourmis
			<u>Névroptéroïdes</u>
			<u>Aphaniptéroïdes</u>
		(Autres groupes) <u>Paléoptères</u> : éphémères, libellules <u>Polynéoptères</u> : blattes, mantes, termites, perce-oreilles, sauterelles, grillons. <u>Paranéoptères</u> : poux, pucerons, punaises.	
	<b><i>Aptérogygotes</i></b>	(Quatre ordres) <u>Thysanoures</u> : poisson d'argent Collemboles. Protoures. Diploures.	
<b><i>Crustacés</i></b>	Homard, langouste, crevette, crabe		
<b><i>Myriapodes</i></b>	<u>Chilopodes</u> (Mille-pattes, scolopendre)		
	<u>Diplopodes</u> (iule)		
	<u>Pauropodes</u>		
<b><i>Chélicérates</i></b>	<u>Arachnides</u> (acariens, sarcoptes, tiques, araignées)		
	<u>Mérostomés</u> . <u>Limules</u> (Gigantostacés fossiles)		
	<u>Pycnogonides</u> (araignées de mer)		
<b><i>Fossiles</i></b>	Trilobitomorphes, Merellomorphes		

## 1.2 Notion de parasite:

**1.2.1 Définition du parasitisme**: Le parasitisme est parfois décrit comme un phénomène de « micro-prédation », où le parasite serait le prédateur et l'hôte la proie. Par définition, le parasite vit aux dépens de son hôte qui lui fournit des ressources utiles en termes:

## *Mémoire de Parasitologie*

- d'habitat – l'hôte fournit un environnement plus stable et un abri contre le milieu extérieur et représente un site de reproduction.

- de trophisme – le parasite se nourrit des tissus, du sang ou des nutriments de son hôte.

- de machinerie – le parasite utilise la machinerie cellulaire et/ou physiologique pour se multiplier (ex : les virus à ARN comme les virus rabiques qui, après pénétration dans les cellules cibles, utilisent les organites de ces cellules infectées pour répliquer leur génome ; les ténias qui se développent dans la lumière du tube digestif et détournent une partie du bol alimentaire de leur hôte).

- de mobilité (transport et dispersion) – le parasite utilise la mobilité de son hôte pour parcourir des distances que sa propre mobilité ne permettrait pas (ex : les tiques).

- de comportement – certains comportements de l'hôte sont utilisés par le parasite (ex : le coucou qui, en déposant son œuf dans le nid d'autres oiseaux, utilise le soin au jeune que prodiguent ces oiseaux à leur progéniture).

Par leur mode de vie, les parasites influencent l'endocrinologie, le développement, la reproduction et le comportement de leurs hôtes. Leur impact est généralement négatif sur l'hôte car le parasitisme induit souvent une réduction de la survie et de la fécondité, mais provoque aussi des réponses immunitaires ou comportementales coûteuses en protéines et énergie. Les effets délétères, comme la spoliation des ressources et/ou les dommages aux tissus de l'hôte, sont accentués par une forte charge parasitaire et varient en fonction de la diversité spécifique parasitaire présente chez l'hôte. Néanmoins, le parasitisme ne se restreint pas seulement aux impacts d'un parasite sur un individu hôte, mais relève davantage d'un ensemble complexe d'interactions agissant au niveau des populations d'hôtes et de parasites. COMBES (1995) définit le parasitisme comme une interaction durable entre deux organismes, ou l'un des protagonistes (le parasite) exploite le milieu de vie (ressources et habitats) que représente le second (l'hôte) pour sa propre reproduction et sa survie, au détriment de la valeur sélective de l'hôte. Dans cette définition, il faut comprendre que la valeur sélective – c'est-à-dire la capacité d'un individu à transmettre ses gènes avec plus ou moins de succès – d'un parasite est complètement dépendante de son succès d'infestation et de sa reproduction dans l'hôte. A l'inverse, le parasitisme n'est pas une obligation pour un organisme hôte bien qu'il soit très fréquent. La plupart du temps, l'hôte « tolère » le parasitisme en le limitant à un niveau acceptable pour maximiser sa valeur sélective, c'est-à-dire trouver un équilibre avantageux entre le coût énergétique et nutritionnel lié à la présence du parasite et celui lié à la mise

en place et au maintien d'un système immunitaire efficace. Les interactions hôte-parasites se font à plusieurs niveaux d'organisation allant de l'échelle moléculaire – armement génétique et bataille moléculaire (immunitaire) entre les deux protagonistes – à l'échelle des populations – structuration des communautés de parasites et richesse spécifique, comportement social et de reproduction de l'hôte. Ces interactions varient aussi dans le temps, allant d'une courte échelle de temps comme l'histoire de vie d'un individu parasite ou d'un hôte ou le temps d'une épidémie, jusqu'à une coexistence endémique ou l'échelle de la coévolution. La diversité des niveaux d'interactions tant sur le plan organisationnel que temporel positionne les relations hôte-parasite comme des interactions durables, installées dans le temps, fruit d'une évolution commune entre les deux protagonistes (SEVILA, 2015).

### **1.2.2 Les parasites:**

Il existe une multitude d'organismes parasites, qui appartiennent à différents groupes phylogénétiques et qui se différencient par leurs tailles, leurs cycles, leurs spectres d'hôte, leurs voies de transmission ainsi que leurs conséquences sur l'hôte (SEVILA, 2015).

#### a) Microparasites et macroparasites:

Sur la base de leur taille, les parasites peuvent être distingués en deux principaux groupes: les microparasites et les macroparasites, qui partagent cependant des caractéristiques communes comme le site de développement dans l'hôte par exemple.

Les microparasites incluent les bactéries, les virus, les protozoaires et les champignons. On dit des microparasites qu'ils infectent leur hôte. Ils ont le plus souvent plusieurs stades infectieux et leur reproduction dans l'hôte est rapide. Leur temps de génération est court, de sorte que les populations de parasites augmentent rapidement au sein de leur hôte menant soit à la mort de l'hôte, soit au développement d'une immunité. Les antigènes parasitaires sont généralement simples et l'immunité de l'hôte souvent persistante dans le temps. Du fait notamment de leur petite taille qui les rend difficilement observable de façon directe, leur présence dans l'hôte est souvent mesurée par des méthodes indirectes, qui mesurent la réponse de l'hôte à l'infection (le plus souvent réponse immunitaire humorale ou sérologique). Les macroparasites sont des organismes pluricellulaires. Ils comprennent notamment les helminthes (vers) et les arthropodes (insectes et acariens). Pour les macroparasites, on parle d'infestation et non d'infection. Ce sont des espèces de parasites présentant le plus souvent un seul stade infectieux (ou forme infestante), qui est présent dans l'environnement. Ils ont de longues durées de génération, et sont caractérisés par une grande diversité d'antigènes liés à la succession de stades parasitaires chez l'hôte. De ce fait l'immunité de l'hôte est transitoire et

elle est fonction de l'histoire de l'infestation pour les macroparasites. Les infestations ont tendance à être chroniques, induisant de la morbidité plutôt que de la mortalité. La compréhension des systèmes macroparasite-hôte est principalement basée sur le nombre de parasites par hôte, et l'intensité de ces infestations (SEVILA, 2015).

b) Cycle de transmission parasitaire:

Les cycles de vie parasitaire composés d'un seul hôte réceptif sont appelés cycles **holoxènes**. Les cycles comportant plusieurs hôtes sont appelés **hétéroxènes**. Dans ce cas on différencie deux types d'hôtes: l'hôte définitif, dans lequel a lieu la reproduction sexuée du parasite ; et l'hôte intermédiaire, dans lequel le parasite ne se reproduit pas mais peut parfois se multiplier. Parmi les espèces et familles d'espèces hôte intervenant dans les cycles parasitaires, certaines sont qualifiées « d'hôte obligatoire ». En leur absence, le cycle de transmission parasitaire ne peut pas être maintenu. L'environnement peut aussi faire partie intégrante du cycle de vie des parasites et être le lieu de modification de leur état (ex : vers gastro-intestinaux qui changent de stade larvaire dans l'environnement. La phase du cycle où les parasites sont dans l'environnement est appelée phase libre. Celle où les parasites sont chez (ou associés à) l'hôte définitif ou intermédiaire, est appelée phase parasitaire. Il est important de noter que si le milieu (hôte ou environnement) dans lequel les parasites évoluent peut varier au cours de leur vie, il est souvent hostile, du fait du système immunitaire de l'hôte, et/ou des fluctuations de l'environnement (SEVILA, 2015).

c) Voies de transmission:

Les parasites peuvent aussi être distingués selon leur mode de transmission d'un hôte à l'autre, un même parasite pouvant au cours de son cycle de vie utiliser plusieurs types de transmission. On distingue deux types de transmission : la transmission directe et la transmission indirecte (SEVILA, 2015).

❖ **La transmission directe:** Elle peut elle-même être de deux types: -*Horizontale*: dans ce cas, la transmission a lieu de proche en proche, le plus souvent via des excréta tels que la salive ou les mucosités (ex : virus de la rage, bacille de la tuberculose humaine). Parmi les contacts directs le contact vénérien désigne une transmission lors de contacts sexuels, il est fortement lié au comportement de reproduction des espèces hôtes (ex : le VIH). - *Verticale*: qui correspond la transmission d'une femelle à sa descendance. Elle peut alors être placentaire, trans-ovarienne, ou encore par voie d'allaitement (ex : pestivirus de la diarrhée virale bovine)

❖ **La transmission indirecte:** Ce mode de transmission implique un intermédiaire : -  
*L'environnement* : dans ce cas, des éléments parasitaires sont excrétés dans le milieu extérieur et y restent jusqu'à la rencontre d'un nouvel hôte. La rencontre peut être active (ex : les tiques en tant que parasite, qui se déplacent dans l'environnement pour se positionner à l'affût d'un hôte) ou passive (ex : les salmonelles). L'environnement peut participer à la dispersion du parasite par exemple via le vent (ex : *Coxiella burnetti*, agent de la fièvre Q) ou l'eau (ex : *Vibrio cholerae*, agent du choléra).

❖ **Les modèles de transmission:** La transmission est la force motrice dans la dynamique d'une maladie infectieuse. Elle peut être définie comme la vitesse à laquelle les hôtes réceptifs sont « convertis » en hôtes infectés par un contact infectieux. Un hôte est dit « réceptif » lorsqu'il est susceptible d'être infesté/infecté par une espèce parasite. Cette réceptivité est variable entre les espèces hôtes et dépend de l'histoire évolutive entre l'espèce parasite et l'espèce hôte.

d) Spectre d'hôtes:

Une espèce parasite possède une gamme restreinte d'hôtes réceptifs, appelée le spectre d'hôte. En 1980, Euzet et Combes ont proposé de symboliser les mécanismes responsables de la restriction du spectre d'hôte par des filtres. En anglais, ce terme a été repris par Holmes (1987) sous le terme *screens*. Le filtre de rencontre détermine si un parasite peut entrer en contact physique avec son hôte. Il est composé du filtre de biocénose et du filtre éthologique. Le filtre de biocénose définit si le parasite et l'hôte vivent dans le même écosystème et sont susceptibles de se rencontrer. Le filtre éthologique définit si le comportement de l'hôte est favorable à une possible contamination. Le filtre biologique détermine si le parasite peut « capturer » une espèce, c'est-à-dire faire d'une espèce animale son hôte. Il dépend de l'existence ou non des composantes de l'environnement nécessaires à la survie du parasite (parfois aussi appelé « angle d'exigence » du parasite) et de la tolérance immunitaire de l'hôte au parasite (« angle d'évasion parasitaire »). L'addition du filtre de rencontre au filtre biologique limite le nombre et le type d'hôtes potentiels d'une espèce parasite.

Du fait de la coévolution des relations hôte-parasites, deux principales stratégies adaptatives ont été mises en place par les parasites: la spécialisation et le généralisme. Les parasites généralistes infestent un large spectre d'hôtes, à l'inverse des parasites spécialistes qui n'en infestent qu'un seul type spécifique (une seule espèce, un seul genre etc.). Les avantages des uns sont les inconvénients des autres. En effet, une espèce parasite spécialiste est par exemple bien adaptée à son hôte et notamment à échapper à son système immunitaire, néanmoins sa dispersion dépendra fortement de la présence et de la distribution de son hôte. A l'inverse, un parasite généraliste peut

souffrir des stratégies immunitaires de ses divers hôtes, néanmoins sa dispersion sera facilitée par la distribution d'un plus grand nombre d'hôtes (SEVILA, 2015).

### **1.2.3 Morphologie des parasites:**

#### a) Les protozoaires:

Les protozoaires sont des organismes microscopiques, unicellulaires dont certains sont adaptés au parasitisme. Ils ont une structure qui se rapproche de celle de la cellule eucaryote et contiennent tous les organites observés chez les métazoaires (noyau, réticulum endoplasmique, ribosomes, mitochondries, centrioles, appareil de Golgi, microtubules, flagelles, cils et lysosomes).

Certains groupes possèdent en plus des organites typiques (Ex: axostyle et blépharoplaste chez les flagelles). La reproduction est en générale asexuée souvent par division binaire (BENOUIS, 2012).

- Morphologie des Leishmanies:

Les leishmanies sont des parasites endocellulaires dimorphes se présentant à leur hôte successif sous une forme particulière:

- en culture et chez le vecteur: la forme **promastigote** extracellulaire mobile vivant dans le tube digestif de phlébotome vecteur (*Figure 2*). Son corps plus ou moins fuselé de 5 à 20  $\mu\text{m}$  de long et 1 à 4  $\mu\text{m}$  de large est prolongé au pôle antérieur par un flagelle pouvant atteindre jusqu'à 20  $\mu\text{m}$  de long. Le kinétoplaste se situe entre le noyau et le flagelle.
- en lésion chez le sujet parasité: la forme amastigote intracellulaire dans les macrophages des mammifères au sein de vacuoles parasitophores (*Figure 3*). Son corps, beaucoup plus ramassé mesure 4  $\mu\text{m}$  de long et 2  $\mu\text{m}$  de large et est muni d'un flagelle intracytoplasmique très réduit (le rhyzoplaste). Le kinétoplaste est juxtanucléaire (MELLANO, 2016).



Figure 2: Forme Promastigote

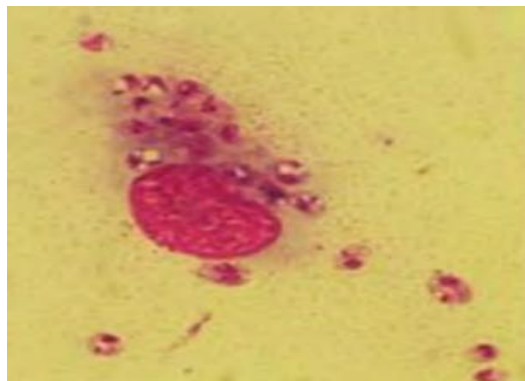


Figure 3: Forme Amastigote

➤ Systematique:

Tableau II: Taxonomie de la leishmania (LEVINE *et al.*, 1980)

Règne	Protista
Sous-règne	Protozoa
Embranchement	sarcomastigophora
Sous-embranchement	Mastigophora
Classe	Zoomastigophorea
Ordre	Kinetoplastida
Famille	Trypanosomatidae
Genre	<i>Leishmania</i>

b) Les Acariens:

Les acariens sont de très petite taille, il en existe plusieurs milliers d'espèces dont beaucoup vivent sur les animaux. Les acariens ont huit pattes et un corps non ou peu segmentés. Les acariens peuvent provoquer une nuisance importante pour l'homme et les animaux.

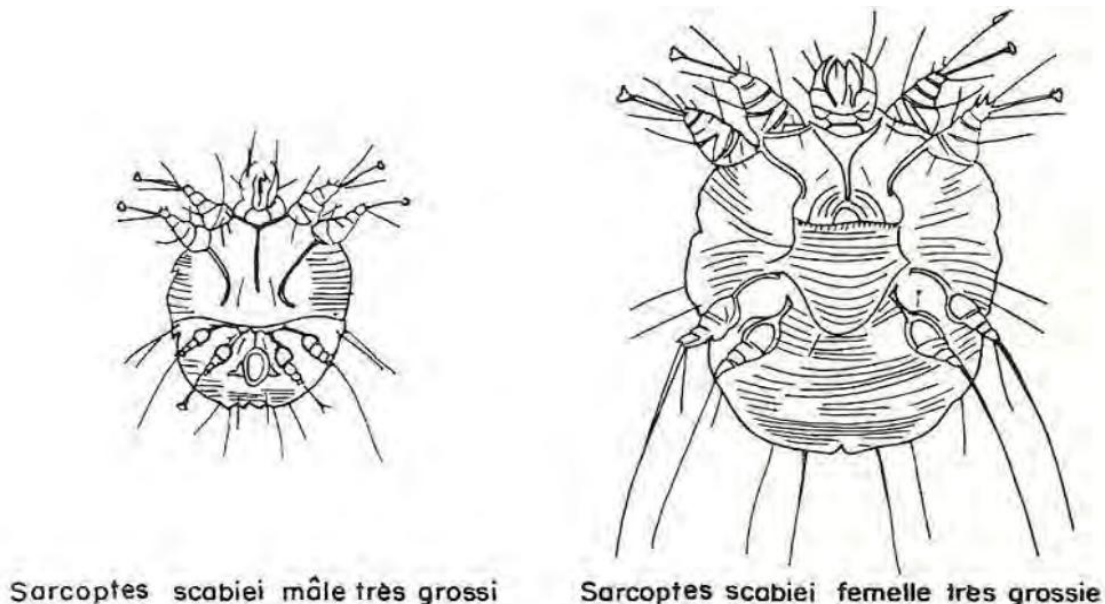
De nombreuses personnes sont allergiques au contact ou aux piqûres d'acariens. L'un d'eux le sarcopte de l'homme, est responsable de la gale humaine (ORKIN et MAIBACH, 1993).

• Morphologie du sarcopte:

*Sarcoptes scabiei* recouvre plusieurs sous-espèces d'ectoparasites dont une seule cosmopolite est spécifique de l'homme *Sarcoptes scabiei var hominis*. Les autres sous espèces sont susceptibles de passer sur l'homme, d'amorcer leur développement sans pouvoir s'y maintenir (OUSTRIC, 2014).

○ **Le Corps:**

Le Sarcopte de la gale humaine est un acarien de très petite taille. Il présente un corps globuleux avec une fusion du céphalothorax et de l'abdomen (*Figure 4*). La femelle mesure environ de 0,30 mm à 0,40 mm et le mâle est légèrement plus petit, de 0,15 à 0,20 mm. Il est donc impossible de voir le Sarcopte à l'œil nu. La couleur des adultes est de gris à brun (OUSTRIC, 2014).



*Figure 4:* Dessin de *Sarcoptes scabiei* mâle et femelle

○ **Les pattes:**

Les deux premières paires sont dirigées vers l'avant et présentent à leur extrémité un ambulacre à ventouse. Elles permettent au parasite de se fixer sur son support. Les 2 paires postérieures se terminent chez la femelle par de longues soies (poils), alors que chez le mâle, au niveau de la 4ème paire, nous pouvons observer un ambulacre à ventouse. Les deux paires de pattes antérieures encadrent un rostre trapu dont les dents de scie déchirent l'épiderme. L'orientation générale vers l'arrière de tous les ornements tégumentaires et de ceux des pattes ne permet pas à l'acarien de rebrousser chemin et l'oblige à avancer constamment dans la galerie qu'il creuse dans les téguments de l'Homme (OUSTRIC, 2014).

○ **L'appareil buccal:**

Les pièces buccales sont situées sur la partie antérieure du corps globuleux. Elles représentent une pièce bien distincte du reste du corps, le rostre ou gnathosoma. Ces pièces buccales sont

constituées de deux chélicères (partie dorsale) et de deux pédipalpes (partie ventrolatérale). Les chélicères sont mobiles d'avant en arrière. Ils sont allongés et terminés par deux doigts: un fixe et un mobile permettant de fonctionner comme une pince coupante. Ces doigts sont courts, épais et armés de fortes dents. Les palpes sont essentiellement des organes sensoriels. Le Sarcopte femelle est cytophage, il se nourrit de lymphes et de cellules kératinocytaires les plus superficielles, dont il aspire le cytoplasme grâce à ses pièces buccales (OUSTRIC, 2014).

○ **La respiration:**

Le Sarcopte ne possède pas de trachées, la respiration est assurée par diffusion à travers la cuticule.

○ **La cuticule ou le tégument:**

Sur la face dorsale, on distingue trois paires d'épines courtes et épaisses au niveau du céphalothorax et au niveau de l'abdomen sept paires d'épines plus longues et minces. La cuticule présente à ce niveau de nombreuses striations (OUSTRIC, 2014).

➤ **Systematique:**

*Tableau III:* Taxonomie du sarcopte (PICOT, 2015)

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Sous-embranchement	Chélicérates
Classe	Arachnides
Ordre	Acarien
Sous-ordre	Acaridés
Famille	Sarcoptidés
Genre	<i>Sarcoptes</i>
Espèce	<i>S. Scabiei</i>

La variété hominis est la seule qui est spécifique de l'Homme. Il existe d'autres variétés telles que la variété canis chez le chien qui est potentiellement transmissible à l'Homme mais de façon temporaire.

c) Les helminthes:

Les helminthes ou vers parasites sont des métazoaires triblastiques dépourvus de coelome véritable. Les helminthes comprennent trois embranchements : les plathelminthes, les acanthocéphales et les némathelminthes (TAMSSAR, 2006).

L'embranchement des nématodes regroupe les vers ronds (non segmentés).

Ce sont des métazoaires triploblastiques pseudocoelomates, donc:

- Ce sont des animaux pluricellulaires
- Composés de 3 feuillettes: ectoderme, endoderme, mésoderme
- Possédant une cavité interne entre le tube digestif et la paroi du corps, non entièrement fermée par le mésoderme (reliquat du blastocœle embryonnaire)

Cette cavité renferme un plasma contenant des cellules amiboïdes et des substances toxiques hémolytiques pour l'hôte. Leur corps est cylindrique, à symétrie bilatérale et effilé à ses deux extrémités, recouvert d'une épaisse cuticule externe qui impose des mues successives pour permettre la croissance (LEPORI, 2013). Les nématodes ne possèdent pas d'appareil circulatoire ni d'appareil respiratoire, la respiration va se dérouler par diffusion au travers des pores perçant la cuticule (HAJJI, 2003).

• Morphologie de l'onchocerca:

✓ Microfilaires:

Les microfilaires (stade L1), dépourvus de gaine, mesurent 250 à 300 µm de long sur 5 à 9 µm de large. Très mobiles, elles se déplacent en effectuant de brusques mouvements de contorsion. Leur extrémité antérieure est légèrement dilatée en « baguette de tambour » et leur extrémité caudale est courbée et effilée. Elles se raccourcissent et s'épaississent pour devenir des larves L2, puis doublent de longueur et deviennent robustes et très actives : ce sont les larves infectantes L3 (Figure 5) (LEPORI, 2013)



Figure 5: transformation d'une larve d'*Onchocerca volvulus*: passage du stade L2 au stade L3

✓ Adultes: Recouverts d'une cuticule lisse, les onchocerques adultes sont longs et minces, avec des extrémités non pointues (*Figure 6*) :

- Les mâles mesurent entre 2 et 4 cm de long pour une largeur de 130 à 210  $\mu\text{m}$
- Les femelles sont plus grandes et plus larges que les mâles, mesurant 35 à 70 cm de long pour 270 à 400  $\mu\text{m}$  de large; elles vivent pelotonnées dans les nodules cutanés (LEPORI, 2013).



*Figure 6: Onchocerca volvulus* adultes

a) Onchocerque adulte observé au microscope

b) Onchocerques adultes extraits de nodules cutanés: femelle à gauche et mâle à droite

Les vers adultes n'ont pas de capsule buccale. La bouche est entourée de 2 cercles constitués chacun de 4 papilles mais elle est dépourvue de lèvres. L'œsophage n'est pas divisé. L'extrémité postérieure des mâles est recourbée ventralement et porte 6 à 8 paires de papilles postanales et 4 paires de papilles anales. Chez les femelles, la vulve se trouve directement derrière l'extrémité postérieure de l'œsophage (LEPORI, 2013)

Systematique:

Tableau IV: Taxonomie des onchocerca (PION, 2004).

Embranchement	Nemathelminthes
Classe	Nematoda
Sous-classe	Phasmidia
Ordre	Spirurida
Sous-ordre	Spirurina
Super-famille	Filarioidea
famille	Onchocercidae
Sous-famille	Onchocercinae
Genre	<i>Onchocerca</i>
Espece	<i>O. Volvulus</i>

### **1.3 Notion de Vecteur:**

Un vecteur est un arthropode hématophage qui permet la transmission active ou biologique d'un agent pathogène d'un vertébré à un autre. Il existe des vecteurs mécaniques, qui assurent uniquement le transport de l'agent infectieux, et des vecteurs biologiques qui en assurent en plus la multiplication et la ré-excrétion. Le vertébré source doit présenter une phase pendant laquelle l'agent infectieux se trouve dans la circulation sanguine. Puis celui-ci doit être transféré au vecteur, survivre en son sein et se multiplier. Enfin il est transmis à un vertébré cible, via la salive, les régurgitations, le liquide coxal, les déjections ou parfois par ingestion du vecteur. Deux notions sont importantes pour caractériser la transmission d'un agent pathogène dans le cadre des maladies vectorielles, il s'agit de la capacité et de la compétence vectorielle. La compétence vectorielle correspond à l'aptitude d'un arthropode à ingérer un agent pathogène, en assurer la multiplication et/ou le développement et le transmettre à un hôte vertébré. Elle est donc propre à un couple vecteur-agent pathogène et dépend du degré de compatibilité entre ces deux acteurs. La capacité vectorielle quant à elle est l'aptitude d'une population de vecteurs à transmettre un agent pathogène dans un environnement et une période donnée. Elle dépend donc de la compétence vectorielle mais prends en plus en compte l'environnement biotique et abiotique de celui-ci, conditionnant la densité de population de celui-ci, son activité et sa longévité (GUILLOT, 2017 ; TOMA *et al.*, 2010).

#### **1.3.1 Types de Vecteurs:**

a. Vecteurs actifs (biologique): la transmission d'agents pathogènes par des arthropodes est dite biologique lorsqu'il y a au sein du vecteur, soit la réalisation d'une phase d'un cycle évolutif d'un parasite (protozoaire, helminthe), soit la multiplication de l'agent pathogène (virus, bactérie), voire les deux en même temps. Donc dans le cadre d'un schéma de transmission classique par un vecteur biologique, le système vectoriel comprend trois phases successives:

- L'infection du vecteur à l'occasion d'un repas de sang
- La multiplication et/ou la transformation du parasite chez le vecteur
- la transmission du parasite à l'hôte par le vecteur infectant (transmission par régurgitation, par la salive, par les déjections...).

Ainsi, le système vectoriel sera efficace si les 3 étapes citées ci-dessus sont réalisées.

Parallèlement à ce schéma de transmission classique par un vecteur biologique où une phase de multiplication et/ou de transformation du parasite a lieu dans l'insecte vecteur (ROUET, 2011).

b. Vecteurs passifs (mécanique): La transmission par vecteur mécanique est le transfert d'agents pathogènes d'un hôte infecté ou d'un substrat contaminé à un hôte sensible sans que l'agent pathogène ne se développe ni se multiplie dans l'organisme vecteur. Cette absence d'évolution dans l'organisme de l'arthropode explique que l'on n'observe dans ce cas aucune « spécificité parasitaire », et qu'au moins en théorie, n'importe quel microorganisme présent dans le sang puisse être transmis mécaniquement par n'importe quel insecte hématophage.

Quand l'agent pathogène est transféré directement entre deux hôtes, on parle de transmission mécanique directe, et quand l'agent est transféré d'un substrat inerte contaminé par des excréments ou des sécrétions de l'hôte infecté à un hôte sensible, on parle alors de transmission mécanique indirecte. Les insectes hématophages mais aussi les insectes non piqueurs attirés par les plaies ou diverses sécrétions sont impliqués dans la transmission mécanique directe.

Ce mode de transmission peut cependant revêtir une importance épidémiologique considérable (RHODAIN et PEREZ 1985 ; FOIL, 1989; FOIL et ISSEL, 1991, 2000 ; DESQUESNES et LAMINE, 2003, 2004). En effet, lorsque le vecteur mécanique partage la même aire de distribution que le vecteur biologique et que sa densité est nettement supérieure, le rôle de la transmission mécanique peut devenir considérable. Associée à la transmission classique par un vecteur biologique, cette composante «mécanique» rend le système vectoriel plus performant et augmente donc la probabilité de transmettre l'agent pathogène (ROUET, 2011)

### **1.3.2 Caractéristiques des principaux vecteurs:**

Les arthropodes vecteurs se répartissent en deux groupes principaux: Les acariens (les tiques) et les insectes (Diptères, puces, punaises, poux) (VERWOERD, 2015).

#### **a. Les Diptères:**

Parmi les insectes, l'ordre des diptères est numériquement très important. Il rassemble quelque 120000 espèces décrites. Celles de ces espèces qui, en raison de leur hématophagie, sont susceptibles de servir de vecteurs pour des agents infectieux sont réparties dans sept groupes (Phlébotomes, simulies, moustiques, culicoïdes, taons, glossines, pupipares) (RODHAIN, 2015).

##### **▪ Les Phlébotomes:**

Les phlébotomes adultes sont des insectes de très petite taille (1 à 4 mm), de couleur pâle, velus, d'aspect bossu. Ils sont, en outre, caractérisés par leurs pièces buccales piqueuses formant une trompe assez courte, leurs ailes de forme lancéolée et dépourvues de nervures transversales

mais couvertes de soies, leurs pattes longues et grêles, et par le grand développement des organes génitaux externes des mâles (RODHAIN, 2015). Les espèces connues de phlébotomes sont au nombre de 700 environ. L'identification des phlébotomes est souvent délicate, d'autant plus qu'il existe des complexes d'espèces jumelles qui ne peuvent être distinguées sur des caractères morphologiques, cependant, les compétences vectorielles peuvent s'avérer fort différentes.

Plusieurs classifications ont été proposées (*Tableau V*). La plupart des espèces d'importance médico-vétérinaire sont réparties dans les genres *Phlebotomus* (*Figure 7*) (vecteurs notamment des leishmanioses eurasiatiques et africaines) et *Lutzomyia* (vecteurs des leishmanioses américaines) (RODHAIN, 2015).



*Figure 7*: Phlébotome

➤ Systematique:

*Tableau V*: Taxonomie des phlébotomes (ALLAL-IKHLEF, 2018).

Règne	Animalia
Phylum	Arthropoda
Sous-phylum	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Super-Ordre	Endopterygota
Ordre	Diptera
Famille	Psychodidae
Sous-Famille	Phlebotominae
Genre	<i>Phlebotomus</i>

▪ Les simulies:

Les simulies adultes sont des insectes de petite taille (1 à 6 mm), d'aspect trapu et de couleur habituellement sombre (*Figure 8*). Les yeux sont très volumineux, jointifs chez les mâles, séparés chez les femelle. Bien que courtes, les antennes sont constituées, dans la plupart des cas, de 11 segments cylindriques, et les pièces buccales piqueuses forment une trompe courte. Le thorax, très développé, donne insertion à une paire d'ailes assez courtes mais larges, soutenues par un nombre réduit de nervures et à des pattes courtes et fortes. L'abdomen, comportant 10 segments, est court lui aussi, les deux derniers segments constituent les organes génitaux.

On connaît environ 1 700 espèces de simulies, réparties en quelque 25 genres. Dans la famille des Simuliidae ont été reconnus de nombreux complexes d'espèces-jumelles, c'est en particulier, le cas du complexe *Simulium damnosum* qui pourrait regrouper une quarantaine d'espèces (RODHAIN, 2015).



Figure 8: Simulie

➤ Systematique:

Tableau VI: Taxonomie des Simulies (PHILIPPON, 1978).

Classe	Insecta
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematosera
Famille	Simuliidae
Sous-Famille	Simuliinae
Genre	<i>Simulium</i>
Sous-Genre	Edwardsellum

▪ Les Cératopogonides:

Les Cératopogonides adultes, qui ont une taille de 0,6 à 5 mm, présentent une trompe courte, des pattes courtes et trapues, des ailes souvent tachetées (*Figure 9*). Les larves, aquatiques ou semi-aquatiques, sont vermiformes, avec une capsule céphalique bien sclérifiée à pièces buccales broyeuses. La nymphe est munie de deux cornes respiratoires prothoraciques, Répandue dans le monde entier, la famille des Ceratopogonidae est vaste et complexe. On compte plus de 4 000 espèces, réparties en une soixantaine de genres (ZIMMER *et al.*, 2013).



Figure 9: Cératopogonide

▪ Les Culicidae (moustiques):

Les moustiques adultes sont des insectes ailés, longs de 3 à 20 mm, caractérisés notamment par des pièces buccales piqueuses formant une longue trompe protégée, au repos, dans une gaine souple, le labium. La tête, globuleuse, porte aussi deux yeux composés, une paire de palpes maxillaires, une paire d'antennes. Sur le thorax s'insèrent une paire d'ailes membraneuses, une paire de balanciers (deuxième paire d'ailes vestigiales) et les trois paires de pattes. L'abdomen, quant à lui, comporte dix segments, dont les deux derniers sont morphologiquement modifiés pour constituer les organes génitaux externes. Chez les mâles, les derniers segments abdominaux présentent une morphologie très complexe utilisée en taxinomie

La famille des Culicidae regroupe quelque 3 600 espèces connues. On a l'habitude de subdiviser cette famille en trois sous-familles: les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae au sein desquelles sont individualisés une quarantaine de genres, comme les Culex, les

*Aedes* (*Tableau VII*), les *Ochlerotatus*, les *Mansonia*, les *Anopheles*, les *Toxorhynchites* (RODHAIN, 2015).

➤ Systematique:

Tableau VII: Taxonomie du moustique tigre (BOCQUEHO, 2018).

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Sous-embranchement	Antennates/Mandibulates
Classe	Insectes
Sous-classe	Ptérygotes
Ordre	Diptères
Sous-Ordre	Nématocères
Famille	Culicidés
Sous-famille	Culicidés
Genre	<i>Aedes</i>
Espèce	<i>Aedes albopictus</i>

▪ Les Tabanidae (Taons):

Les taons adultes sont des insectes diptères d'assez grande taille (5 à 25 mm de long). Ils ont un aspect de grosses mouches de couleur sombre. Leur tête porte de gros yeux parfois ornés de bandes vivement colorées. Les pièces buccales forment une trompe courte et robuste, du moins chez les espèces hématophages. Les ailes sont hyalines, entièrement transparentes ou ornées de taches brunes.

Beaucoup de Tabanides sont des vecteurs mécaniques de différents trypanosomes de mammifères, en particulier *Trypanosoma evansi*, responsable du « surra » des chevaux, des camélidés, et d'autres animaux en Afrique, en Asie tropicale, et introduit en Amérique du Sud. Ils transmettent également mécaniquement *Besnoitia besnoiti*, agent de la besnoitiose (souvent appelée anasarque), différentes bactéries comme des *Anaplasma*, ou *Francisella tularensis* (agent de la tularémie) et sans doute l'agent du charbon. Les taons transmettent aussi des rétrovirus comme le

virus de l'anémie infectieuse des équidés. Enfin, cette famille comprend des vecteurs biologiques de différentes filaires de mammifères ainsi que *Loa loa*, filaire africaine pathogène pour l'homme (RODHAIN, 2015).

▪ Les glossines (Mouche tsé-tsé):

Les glossines adultes sont des insectes piqueurs de 6 à 16 mm de long, elles ont l'aspect d'une mouche de couleur brune ou grise. On peut néanmoins facilement les reconnaître à leurs antennes munies d'une soie plumeuse, à la nervation particulière de leurs ailes et surtout à leurs pièces buccales formant une trompe longue, dirigée vers l'avant au repos. Les glossines, ou mouches tsé-tsé, constituent un petit groupe de Diptères aux caractères morphologiques et biologiques très particuliers et homogènes (certains entomologistes estiment d'ailleurs justifier d'individualiser pour ces insectes une famille des Glossinidae). On en connaît 31 espèces ou sous-espèces, toutes regroupées au sein du genre *Glossina*, et propres à l'Afrique sub-saharienne (deux ou trois espèces existent aussi dans une petite zone de la péninsule arabe) à l'exception du sud, tempéré, du continent, et bien sûr, des zones d'altitude, trop froides. On reconnaît classiquement trois sous-genres au sein du genre *Glossina* (*Nemorhina*, *Glossina*, *Austenina*) (RODHAIN, 2015).

➤ Systématique:

Tableau VIII: Taxonomie de la mouche tsé-tsé (BITOME ESSONO, 2015).

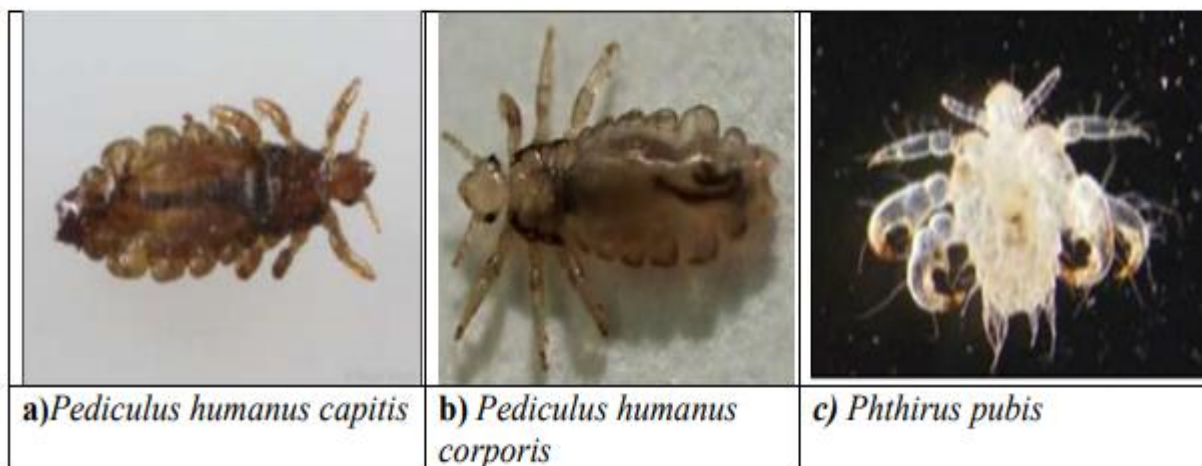
Règne	Animale
Embranchement	Arthropodes
Classe	insectes
Ordre	Diptères
Sous-Ordre	Brachyceres
Super-famille	Muscoidae
Famille	Glossinidae
Genre	<i>Glossina</i>
Espèce	<i>G. palpalis palpalis</i>

b. Les Poux:

L'aspect général des Anoploures est celui que chacun connaît pour le pou de l'homme: insecte aptère, de couleur grise ou brune, aplati dorso-ventralement, long de 0,5 à 8 mm. Leurs

pièces buccales piqueuses constituent une trompe courte et rétractable, leurs pattes présentent des tarsi munis de fortes griffes qui leur permettent de s'accrocher aux poils ou aux cheveux. Les pattes sont trapues, le tibia portant sur son bord interne une forte dent qui forme, avec la griffe tarsale puissante, une pince très efficace. L'abdomen présente neuf segments dont sept seulement sont distincts. Les Anoploures sont des insectes hétérométaboles, hémaphages à tous les stades et dans les deux sexes (*Figure 10*). Le sous-ordre des Anoploures regroupe plus de 500 espèces, habituellement réparties en trois familles (ou davantage selon certains auteurs): les **Pediculidae** qui comportent les parasites de l'homme, les **Hematopinidae** (parasites de différents mammifères) et les **Haematomyzidae** (parasites des éléphants et des rhinocéros).

Chez l'homme, les poux de corps, *Pediculus humanus* (*Tableau IX*), sont les vecteurs des bactéries responsables du typhus exanthématique à *Rickettsia prowazekii*, de la fièvre des tranchées à *Bartonella quintana* et ses nombreux aspects cliniques (transmission par les déjections des poux) ainsi que de la fièvre récurrente cosmopolite à *Borrelia recurrentis* (transmission par issue d'hémolymphe) (RODHAIN, 2015). On distingue ainsi, dans la famille Pediculidae, le pou de corps *Pediculus humanus humanus* (également appelé *Pediculus humanus corporis*) et le pou de tête *Pediculus humanus capitis* ; et dans la famille Phthiridae, le pou pubien *Phthirus pubis* communément appelé morpion (OUIS, 2016).



*Figure 10*: Représentation de quelques espèces d'Anoploures.

➤ Systematique:

Tableau IX: Taxonomie des Poux (MAITRE, 2017).

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Phthiraptères
Sous-Ordre	Anoploures
Famille	Pediculidae
Genre	<i>Pediculus</i>
Espèce	<i>Humanus</i>

c. Les Puces:

La puce, de couleur brune, est un insecte de petite taille mesurant de 1,5 à 4 mm, dépourvu d'ailes. Son corps est aplati, très chitinisé et muni de formations (peignes, cténidies, soies, épines...) (*Figure 11*) favorisant l'accrochage de la puce dans la fourrure et le plumage des hôtes ainsi que son déplacement sur l'épiderme (SIMON, 2009).

Chez les puces adultes, les deux sexes sont hématophages, piquant des homéothermes, principalement des mammifères (rongeurs, carnivores, lagomorphes, chauves-souris), parfois des oiseaux. Le rythme des repas sanguins varie, selon les espèces, de quatre par jour pour les espèces vivant sur hôte à un repas tous les quatre jours pour celles qui sont inféodées à un terrier ou un nid. Elles peuvent jeûner durant plusieurs mois si la température et l'humidité s'abaissent ou en l'absence de l'hôte adéquat. La longévité moyenne des adultes est de l'ordre de dix mois. Il est vraisemblable qu'en région de climat tempéré, il n'existe qu'une génération annuelle (RODHAIN, 2015).



Figure 11: La Puce

➤ Systematique:

Tableau X: Taxonomie des Puces (SIMON, 2009).

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Ordre	Siphonaptères
Famille	Pulicides
Genre	<i>Pulex</i>
Espèce	<i>P. irritans</i>

d. Les Punaises:

La grande majorité des insectes de l'ordre des Hétéroptères sont des suceurs de sève (ils peuvent ainsi transmettre des virus de végétaux). D'autres sont des prédateurs. Trois familles comportent cependant des espèces hématophages susceptibles de piquer l'homme et les animaux: les *Cimicidae*, les *Polyctenidae* (ectoparasites permanents de chauves-souris, sans rôle médical connu) et les *Reduviidae*. De plus, certaines punaises aquatiques, appartenant notamment à la famille des *Belostomatidae*, ont été soupçonnées de jouer un rôle dans la circulation de mycobactéries. Les triatomes adultes sont des punaises de grande taille (de 5 à 45 mm selon les espèces), de couleur brune avec des taches rouges ou jaunes sur le thorax et l'abdomen. Leurs pièces buccales piqueuses constituent une trompe allongée, qui, au repos, est repliée à la face inférieure du corps. Sur le thorax s'insèrent deux paires d'ailes, les antérieures présentant une partie basale coriacée et une partie apicale membraneuse, les postérieures sont, elles, entièrement

membraneuses. Les pattes sont longues: ces insectes sont surtout coureurs et volent assez mal. L'abdomen est aplati chez l'insecte à jeun mais se distend pour prendre une forme globuleuse chez l'animal gorgé. En Amérique tropicale, cette famille de punaises comporte les vecteurs de *Trypanosoma cruzii*, l'agent de la redoutable maladie de Chagas, ou trypanosomose humaine américaine (transmission par les déjections des insectes). À cet égard, trois genres sont particulièrement importants pour la transmission de ce parasite: **Panstrongylus**, **Triatoma** et **Rhodnius**. Les espèces selvatiques peuvent néanmoins assurer la circulation de trypanosomes parmi les nombreux vertébrés réservoirs et avoir ainsi un rôle épidémiologique non négligeable. Certains *Rhodnius* sont également impliqués dans la transmission de *Trypanosoma rangeli*, un parasite, non pathogène semble-t-il, de mammifères sauvages et domestiques (RODHAIN, 2015).



Figure 12: Triatome (*Rhodnius prolixus* mutant aux yeux rouges)

➤ Systématique:

Tableau XI: Taxonomie des Punaises de lit (BEGIN, 2016).

Embranchement	Arthropode
Classe	Insecte
Ordre	Hémiptère
Sous-Ordre	Hétéroptère
Famille	Cimicidé
Sous-Famille	Cimicinae
Genre	<i>Cimex</i>

e. Les Acariens(Tiques):

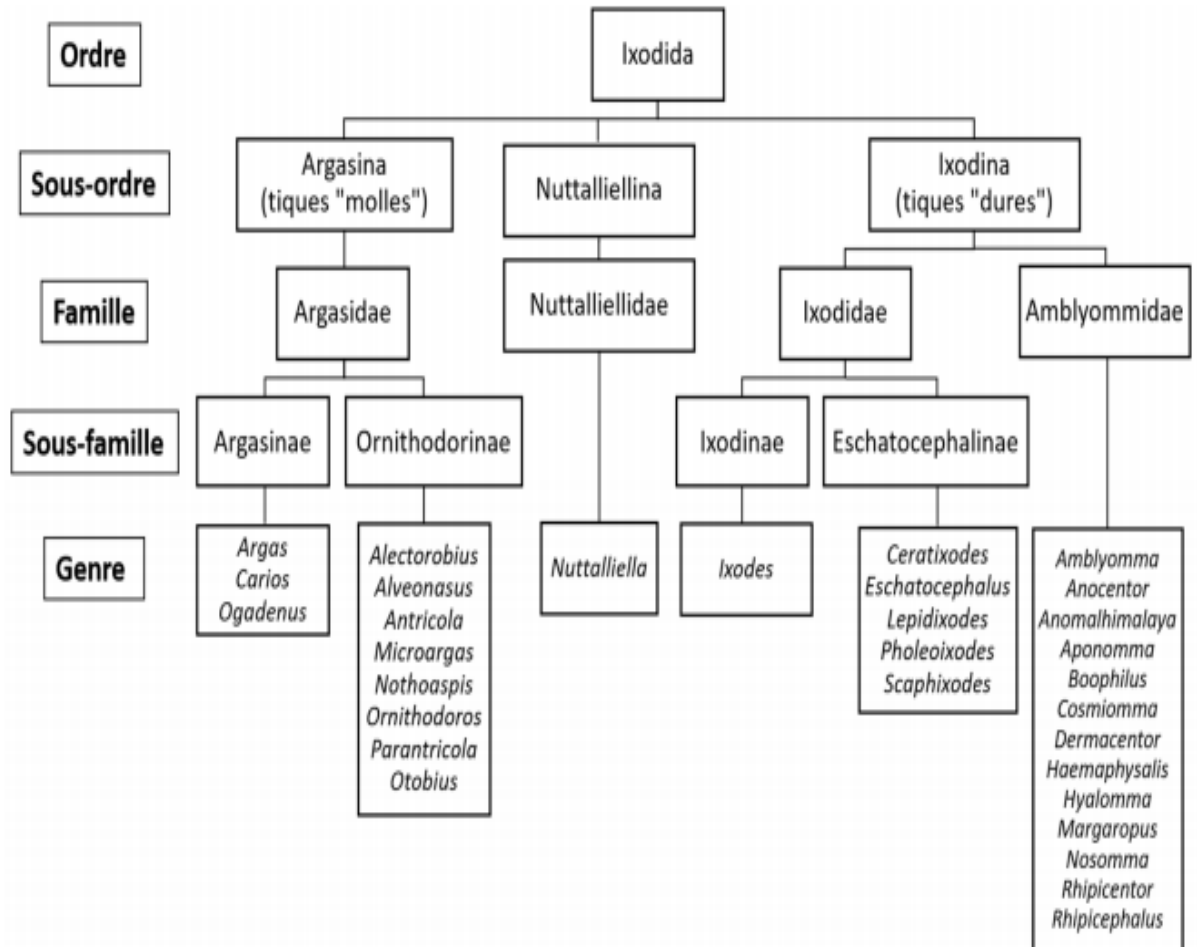
Les tiques sont des acariens hématophages qui s'attaquent à l'homme comme aux animaux. On les trouve partout dans le monde et elles constituent des vecteurs importants d'un grand nombre de maladies. Parmi celles qu'elles transmettent à l'Homme, les plus connues sont la récurrente à tiques, la fièvre pourprée des montagnes rocheuses, la fièvre Q et la maladie de Lyme. Les tiques sont également importantes en tant que vecteur de maladies des animaux domestiques et peuvent occasionner de lourdes pertes économiques. On distingue deux grandes familles de tiques: les tiques dures (Ixodidés) qui comptent environ 650 espèces et les tiques molles (Argasidés) qui en comptent environ 150. Les tiques sont des acariens qui se distinguent facilement par la présence de quatre paires de pattes chez l'adulte et l'absence d'une segmentation claire du corps.

Les tiques molles sont de forme ovale aplatie et ont un corps coriace et ridé. Les pièces buccales sont situées sous le corps et invisibles du dessus. La ponte se fait dans les lieux de repos des adultes, par exemple les fissures et anfractuosités des murs et du sol des maisons et le mobilier.

Les tiques dures adultes sont de forme ovale aplatie et mesurent de 3 à 23mm de long, selon les espèces. Les pièces buccales sont visibles à l'avant du corps, en forme de rostre, ce qui les distingue des tiques molles, de même que la présence d'un écusson dorsal, derrière la tête, et d'une nymphose à une seule stase (SCHRECK *et al.*, 1980).

➤ Systematique:

Tableau XII: Taxonomie des Tiques de lit (DROUIN,2018).



## **CHAPITRE II**

*Principales piqûres d'arthropodes parasites et  
vecteurs et mécanismes de transmission de  
pathogènes.*

---

## **2.1 Notion de nuisance:**

La notion de nuisance englobe et dépasse la dimension de l'inconfort. Les arthropodes hématophages, par les piqûres ou les morsures qu'ils occasionnent, sont ressentis comme des nuisances. C'est également le cas pour tous les arthropodes non hématophages qui posent des problèmes en pathologie humaine (Arthropodes venimeux, vulnérants, urticants, allergisants).

Beaucoup d'arthropodes nuisants sont hématophages et en cas de forte agressivité, la quantité prélevée de sang peut se révéler importante, renouvelée de jour en jour, cette spoliation sanguine peut entraîner une anémie.

Une autre conséquence de l'hématophage est l'injection de salive est ordinairement inflammatoire et immunogène, elle peut déclencher des réactions plus ou moins fortes allant jusqu'aux allergies sévères. (FONTENILLE *et al.*, 2009)

## **2.2 Modes d'hématophagie:**

On distingue deux modes essentiels de l'hématophage:

### a) Solénophagie:

Du grec (Solen=Tuyau) et (Phagien=Manger) où l'animal perce la peau grâce à une trompe longue, perforante et cathétérissant les capillaires veineux (d'où le terme anglais 'Capillary feeding'). Les arthropodes à piqûre solénophage regroupent les punaises, les culicidés et les poux (AURELIE, 2008).

La réalité d'une solénophagie stricte est cependant discutée. L'existence d'un stade dermique dans la transmission du parasite *Plasmodium spp.* (Agent du paludisme) par un moustique *Anopheles* (considéré comme solénophage) a en effet été confirmée il ya une vingtaine d'années (PONNUDURAI *et al.*, 1991) et observée récemment par des techniques d'imagerie (AMINO, 2007). La salive ainsi que les parasites ne sont pas directement induits dans un vaisseau sanguin mais en grande partie dans le derme, au cours de la phase de 'probing', c'est à dire parallèlement à la recherche du vaisseau. Un microhématome se forme et un peu de sang est absorbé par les pièces buccales, il s'agit donc en partie de télmophagie.

b) Télmophagie:

Du grec (Télma =Marécage) et (Phagien=Manger), l'animal lacère le derme afin de créer un microhématome, une mare de sang (d'où le terme anglais 'Pool feeding') dont il aspire le contenu. Ce groupe d'arthropodes à piqûre télmophage regroupe les taons, les simulies, les cératopogonidés, les phlébotomes et les tiques. Ce processus permet également le prélèvement d'agents infectieux se trouvant hors du sang circulant au niveau du derme (AURELIE, 2008).

**2.3 Mécanisme des Piqûres et pathogénicité et transmission de pathogènes:**

Pour la plupart des arthropodes, seules les femelles adultes sont hématophages : ce sont donc les seules qui piquent. En effet, une fois les femelles fécondées, elles sont à la recherche de protéines présentes dans le sang des vertébrés y compris l'homme, pour la maturation de leurs œufs. (GUILLAUMOT, 2009 ; ANONYME, 2012).

Chez les moustiques la piqûre comprend 4 phases qui ont bien été décrites par CLEMENTS en 1992: La première phase correspond à l'exploration, c'est la période entre le moment où la femelle se pose sur la peau et le moment où le stylet commence à entrer dans la peau. La deuxième phase correspond au sondage c'est-à-dire à la pénétration du stylet et à l'apparition du sang dans le stylet. L'ingestion correspond à la troisième phase et s'étend de la première apparition du sang à l'arrêt du gorgement. Enfin la dernière phase est la phase de retrait pendant laquelle les pattes antérieures vont se raidir, les palpes vont redevenir mobiles. Elle s'achève par le retrait complet des fascicules (BECHINI, 2017).

A. Les Diptères:

2.3.1 Choix d'un hôte et d'un site de piqûre:

La piqûre de diptère ne se fait pas au hasard : une espèce donnée présentera souvent des préférences de moment de piqûre (crépuscule, diurne ou nocturne) et de zone d'action (espèces rurales ou urbaines, endophiles ou exophiles). Ces caractéristiques ont été résumées dans le tableau suivant:

Tableau XIII: Comportement trophique des différents diptères ( ROZENDAAL, 1999)

Diptère piqueur	Endophile (I) ou Exophile (E)	Pique le jour (J) ou la nuit (N)
Genre <i>Aedes</i> (moustique)	I/E	J
Genre <i>Culex</i> (moustique)	I/E	N
Genre <i>Anopheles</i> (moustique)	I/E	N
Genre <i>Culicoides</i> (cératopogonidés)	I/E	J/N
Genre <i>Simulium</i> (simulies)	E	J
Genre <i>Phlebotomus</i> (phlébotomes)	I/E	J/N
Genre <i>Tabanidés</i> (taons)	E	J
Genre <i>Stomoxys</i> (stomoxes)	E	J

Les diptères présentent également des préférences trophiques plus ou moins marquées: le choix d'un hôte varie en fonction de son accessibilité et des différentes substances odorantes ou non qui émanent de lui et auxquelles ils sont sensibles. L'orientation des moustiques est à la fois visuelle et chimique, à une distance maximale de 20 mètres, variable selon les espèces. Les mécanismes mis en jeu dans la recherche d'un hôte ont été particulièrement étudiés chez les moustiques notamment *Aedes aegypti* et les mouches Tsé-tsé. Les palpes maxillaires présents à la base des maxilles ainsi que les antennes possèdent des structures chémosensibles permettant le repérage des hôtes. Le dioxyde de carbone, l'acide lactique (produit lors d'une activité musculaire), l'1-octen-3-ol (produit par les mammifères) et certaines autres substances odorantes émanant de la peau des hôtes telles que les acides gras produits par la flore bactérienne commensale sont véhiculés par la colonne d'air chaud et humide qui s'élève au dessus de l'hôte. Ces substances peuvent être détectées jusqu'à 60 mètres pour certaines espèces de moustiques (souvent entre 7 et 30 mètres, moins de 15 mètres généralement). L'acide lactique, l'1-octen-3-ol, certains acides aminés (lysine, méthionine, alanine), les oestrogènes et les autres substances ne sont détectés qu'en présence de dioxyde de carbone: ils augmentent l'attraction des insectes mais ne sont pas suffisants seuls. Chaque substance stimulante agit au niveau de récepteurs différents. Chez les simulies, l'association entre dioxyde de carbone et urine serait particulièrement attirante (KETTLE, 1995)

Le choix de la zone à piquer sur un hôte se fait en fonction de son accessibilité: les zones glabres sont d'accès facile. Elles sont par ailleurs souvent plus vascularisées pour compenser les pertes de chaleur. Les femelles présentent souvent une préférence pour certaines parties du corps telles que la tête ou les pattes. Certaines expériences mettent en évidence des préférences de sites de piqûre par des moustiques chez les humains: *Aedes aegypti* préfère les épaules et la tête, tandis

qu'*Anopheles gambiae* préfère les pieds. Ces résultats suggèrent une prise en compte des sécrétions bactériennes dans le choix du site de piqûre. La présence de parasites (plasmodium) chez le diptère piqueur modifierait également le choix du site: elle stimulerait le comportement de recherche d'un hôte et raccourcirait la durée du repas (KETTLE, 1995). La vision est également un moyen non négligeable de détection d'un hôte, en particulier pour les espèces diurnes. Les éléments sombres (bleu, noir, rouge), contrastés et en mouvement sont particulièrement attirants pour les femelles moustiques. Les couleurs claires de haute intensité telles que le blanc et le jaune semblent peu attirantes (ALLAN *et al.*, 1987). L'inhibition de la recherche de l'hôte chez *Aedes aegypti* serait déterminée par un neuropeptide (head peptide 1) qui désensibiliserait les récepteurs sensoriels. D'autres facteurs endogènes tels que l'état nutritionnel, l'âge de l'insecte, le nombre de cycles gonotrophiques réalisés ou la libération de substances produites lors de la maturation des œufs joueraient ce rôle (KLOWDEN, 1996). Chez les simulies, l'hôte est également repéré par l'intermédiaire des molécules odorantes qu'il émet, véhiculées par le vent. C'est ensuite le dioxyde de carbone produit par la respiration de l'hôte qui guide la femelle diptère. À une distance d'environ 2 m, l'hôte est repéré à la vue: la couleur, la forme et la taille de l'hôte sont des critères majeurs de sélection d'un hôte par la femelle similie. *Simulium venustum* est attiré par le bleu, *Simulium vittatum* est plutôt attiré par le noir, le rouge et le bleu mais pas par le jaune (DAVIES, 1978 ; KETTLE, 1995). Les femelles tabanidés semblent détecter leurs hôtes par des moyens visuels et olfactifs. La couleur, la forme et les mouvements de l'hôte influent sur le choix de la femelle. Les hôtes sombres (bleus, noirs, rouges) ou noir et blanc attirent les femelles tabanidés. Des études récentes ont également mis en évidence l'attraction des tabanidés par la lumière polarisée horizontale qui stimule les organes visuels ventraux. Cette particularité, unique parmi les diptères et les insectes hématophages permet d'envisager la création de nouveaux moyens de capture (HORVATH, 2008). Le dioxyde de carbone est reconnu comme attractant pour les tabanidés (ROBERTS, 1977) et agit en synergie avec l'octenol, l'ammoniac ou les phénols. *Stomoxys calcitrans* localise ses hôtes grâce au dioxyde de carbone émis ainsi qu'à l'octenol (HOLLOWAY ET PHELPS, 1991).

### 2.3.2 Clinique de piqûres de moustiques:

Une réaction locale est une réaction immédiate qui associe prurit, érythème, papule au point de piqûre (*Figure 13*). Ces symptômes correspondent à la triade de Lewis. Le prurit se produit immédiatement après la piqûre et la papule est de taille modérée et disparaît en quelques heures. Cette réaction est normale et directement liée à la salive du moustique, la présence d'anticoagulants, de facteurs antiplaquettaires et de vasodilatateurs. Elle est également liée à la libération locale de

substances qui vont agir sur les mastocytes sans mécanisme allergique. C'est une réaction d'ordre histaminique uniquement (BECHINI, 2017).



Figure 13: piqûre de Moustique

### 2.3.3 Transmission de pathogènes:

#### ○ Cas de *Culex pipiens*:

La nuisance de *Culex pipiens* est liée à la transmission de maladies. Le moustique se contamine au cours du repas sanguin sur un hôte infecté. L'agent pathogène va alors subir un cycle de maturation et sera transmis au cours du repas suivant sanguin. On distingue 2 types d'agents pathogènes transmis par les *Culex*:

#### - Des virus:

- ✓ De la famille des *Bunyaviridae* genre *Phlebovirus*, comme le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift, zoonose dont l'espèce cible principale est le bétail.
- ✓ De la famille des *Flaviviridae* genre *Flavivirus*:
  - Le West Nile atteint les oiseaux mais peut aussi toucher l'homme
  - L'encéphalite de Saint Louis atteint également l'oiseau et l'homme.
  - L'encéphalite japonaise humaine a pour réservoirs le porc et les oiseaux sauvages.
  - Le virus de la dengue atteint exclusivement l'homme.
  - La fièvre jaune peut se transmettre aux singes et à l'homme.

**- Des parasites:**

- ✓ *Dirofilaria immitis*, responsable de la dirofilariose cardio-pulmonaire du chien. Ce parasite vit essentiellement dans le cœur droit et l'artère pulmonaire. Il entraîne des troubles cardiaques décomposés en 2 phases. Lors de la première, dite phase de compensation, le chien souffre de toux chronique, de dyspnée, de tachycardie, d'anémie et éventuellement d'hémoptysie. Un souffle cardiaque est audible. La fonction cardiocirculatoire se dégrade petit à petit, et le chien entre alors dans la deuxième phase, celle de décompensation : il souffre d'insuffisance cardiaque droite avec hépatomégalie, ascite, œdèmes souscutanés et insuffisance rénale. Le pronostic varie selon l'avancée des signes cliniques et la précocité du traitement. Plus rarement, l'animal peut développer un syndrome veine cave, caractérisé par un choc cardiogénique avec tachycardie, arythmie, tachypnée, dyspnée. La survie n'est que de quelques heures. D'autres espèces peuvent néanmoins être atteintes : le chat, les canidés sauvages et même l'homme.
- ✓ *Dirofilaria repens*, agent de la filariose sous-cutanée chez le chien, mais aussi chez le chat et l'homme. L'adulte se développe dans le tissu conjonctif sous-cutané. Cliniquement, des nodules de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre apparaissent. Ils sont indolores, prurigineux et localisés préférentiellement en région postérieure du corps.
- ✓ *Wuchereria bancrofti*, responsable de la filariose lymphatique de l'homme.

Le nombre d'agents transmis, le nombre d'espèces atteintes dont l'Homme justifient les campagnes de lutte contre les moustiques (RESSEGUIER, 2011).

○ **Cas d'*Aedes albopictus*:**

Le moustique-tigre transmet plusieurs maladies dont:

a. **La maladie 'Zika':**

On retrouve cette maladie surtout en Asie et en Afrique, avec une récente émergence en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Le virus est pour la première fois détecté chez le singe en Ouganda en 1947 puis les premiers cas humains sont identifiés dans les années 1970 en Afrique (Ouganda, Tanzanie, Egypte, République centrafricaine, Sierra Leone, Gabon, Sénégal) ainsi qu'en Asie (Inde, Malaisie, Philippines, Thaïlande, Vietnam, Indonésie).

Par la suite, la maladie tombe un peu dans l'oubli, puis revient sur le devant de la scène par des épidémies en Micronésie (Ile de Yap, dans le Pacifique) et Polynésie Française respectivement

en 2007 et 2013-2014. L'épidémie se propage dans d'autres îles du Pacifique: en Nouvelle-Calédonie, dans les îles Cook et Rapa Nui (île de Pâques).

L'expansion de cette maladie est permise par des moustiques du genre *Aedes*, le plus fréquent étant *Aedes aegypti* bien qu'*Aedes albopictus* soit également en mesure de transmettre le virus, ce dernier est un arbovirus appartenant à la famille des *Flaviridae* du genre *flavivirus*. Les symptômes de la maladie se manifestent après 3 à 12 jours d'incubation. La maladie se présente sous forme asymptomatique dans 74 à 81% des cas, cependant de nombreux signes ont été observés, proches d'un syndrome pseudo-grippal: asthénie, arthralgies, céphalées, myalgies, conjonctivite ou hyperhémie conjonctivale, et plus tardivement un œdème des extrémités. Il a également été rapporté des cas de fièvre ou plutôt fébricule mais cette dernière apparaît peu élevée et transitoire. Finalement les symptômes retenus comme suspects sont un exanthème maculo-papuleux avec ou sans fièvre, associé à au moins deux signes parmi l'hyperhémie conjonctivale, l'arthralgie et la myalgie en l'absence d'autres étiologies (BOCQUEHO, 2018).

b. La Dengue:

Aujourd'hui considérée comme une maladie ré-émergente. Elle est présente sur tous les continents de la planète.

A ce jour on recense environ 50 millions de cas de Dengue 'grippe tropicale' par an dans le monde, 1%, soit 500000 cas sont de forme hémorragique.

*albopictus* et *A. aegypti* sont essentiellement les deux espèces en cause de la transmission de la maladie. Il s'agit d'un arbovirus (virus transmis par les insectes) appartenant à la famille des *Flaviridae* et au genre *flavivirus*.

On distingue deux formes de Dengue: la forme classique et la forme hémorragique.

**-La forme classique** se manifeste de manière brutale après une incubation de courte durée (deux à sept jours). Les signes remarquables sont une forte fièvre souvent accompagnée de maux de tête, de nausées, de vomissements, de douleurs articulaires et musculaires ainsi qu'une éruption cutanée proche de la rougeole en aspect.

Une rémission est observée au bout de deux à trois jours puis les symptômes évoqués ci-dessus s'amplifient et de nouveaux apparaissent: hémorragies conjonctivales, épistaxis (saignements de nez) ou des ecchymoses. Ces signes régressent en une semaine, cependant malgré une guérison, la convalescence dure une quinzaine de jours. Malgré son aspect invalidant ce type de Dengue n'est pas considéré comme sévère contrairement à la forme hémorragique (PANT, 1979).

**-La forme hémorragique** ne représente qu'1% des cas de Dengue dans le monde mais est extrêmement sévère provoquant rapidement le décès de la personne atteinte.

Dans cette forme la fièvre est persistante, il n'y a pas de régression au bout de 2-3 jours comme dans la forme classique, de plus on observe des hémorragies multiples (gastro-intestinales, cutanées, cérébrales sont les plus fréquentes). L'âge est un facteur de risque, chez les enfants de moins de 15 ans le risque de décès est plus élevé. La raison pour laquelle certaines personnes développent la forme hémorragique et d'autres non n'est pas précisément connue, mais il semblerait qu'il y ait un lien entre dengue hémorragiques et infections: la répétition des infections favoriseraient le risque de développer une dengue hémorragique (PANT, 1979).

c. Le Chikungunya:

La maladie du Chikungunya est due à un arbovirus de la famille des *Togaviridae*. Cet alpha virus est initialement originaire d'Afrique, suite à une épidémie en Polynésie il s'est disséminé dans les Caraïbes, aux Etats-Unis et au Brésil. En 2013 il est repéré à St Martin. Le Chikungunya peut évoluer vers des formes chroniques. Ainsi, chez 13 à 70% des patients les douleurs articulaires sont persistantes plusieurs mois après l'infection.

Comme pour les autres pathologies virales, un dispositif de déclaration obligatoire de tous les cas confirmés de Chikungunya est mis en place tout au long de l'année. L'infection reste asymptomatique dans 5 à 25% des cas. Le diagnostic est fait sur un faisceau d'arguments cliniques et biologiques (BOCQUEHO, 2018).

d. La Fièvre jaune:

Il s'agit d'une maladie virale décrite pour la première fois au milieu du XVIème siècle au Yucatan (Mexique). Le virus fut isolé en 1927 simultanément au Ghana et au Sénégal, à l'institut Pasteur de Dakar. Aujourd'hui, la maladie est endémique en Afrique et a refait son apparition en Amérique du sud. A ce jour il y a 200000 cas de fièvre jaune par an, dont 30000 décès. Il s'agit d'une maladie d'importation, des touristes non vaccinés peuvent s'infecter en zone d'endémie et développer la maladie à leur retour.

La maladie est transmise par piqûre de moustique, les genres incriminés sont *Aedes* et *Haemagogus*. Il s'agit d'un arbovirus: le virus amaril. Il existe deux formes de la maladie:

**-la Fièvre jaune selvatique:** l'homme se contamine lors des activités forestières (abattage d'arbres) lorsque les moustiques y prolifèrent à la saison des pluies. Les singes jouent le rôle d'amplificateur (cycle singe-moustique-homme).

-la **Fièvre jaune urbaine**: les moustiques anthropophiles (piquant préférentiellement l'homme) prennent le relais, les hommes sont des amplificateurs (cycle homme moustique-homme) (BOCQUEHO, 2018).

○ **Cas des Anophèles:**

Les parasites du genre *Plasmodium* sont des protozoaires intracellulaires au cycle complexe qui exigent pour leur transmission d'un vertébré à l'autre, **le passage obligatoire par un moustique du genre *Anophèles*** chez lequel a lieu la reproduction sexuée. Le cycle des *Plasmodium* humains, tels que *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* et *P. ovale*, se décomposent en deux phases : une phase asexuée chez l'homme (hôte intermédiaire) et une phase sexuée qui débute chez l'homme par la formation des gamétocytes mâles et femelles et qui se réalise chez l'*Anopheles* (hôte définitif). *Plasmodium knowlesi* est responsable d'une zoonose particulièrement prévalente chez les singes, mais qui est également responsable de paludisme chez l'homme, ce qui a récemment attiré l'attention des chercheurs (CHUNG, 2014).

2.3.4 **Clinique de piqûre de mouche:**

Certaines espèces de mouches, comme la mouche charbonneuse, peuvent piquer. La piqûre est très douloureuse, comme celle du taon (*Figure 14*). La zone piquée peut être légèrement gonflée et devenir chaude et démanger. Généralement, le gonflement et la démangeaison disparaissent rapidement. Si la douleur provoquée est particulièrement vive, elle aussi est transitoire et ne dure pas plus de quelques heures (IGLESIAS, 2020).



*Figure 14:* piqûre de taon

2.3.5 Transmission de pathogènes:

○ Cas des Taons:

Les taons transmettent une maladie causée par une filaire appelée *Loa loa*, elle se limite aux bois et aux forêts de l'Afrique occidentale, du Bénin à l'Ouganda et au sud du Soudan.

Le ver adulte vit dans les tissus sous-cutanés. Lorsqu'il se déplace sous la peau, il provoque des picotements et des démangeaisons.

Aussi la Tularémie est une affection bactérienne causée par *Francisella tularensis* transmise par la piqûre de taons du genre *Chrysops*, elle est essentiellement observée chez l'animal, qui peut être transmise accidentellement à l'homme (KNUDSEN, 1970).

Cette maladie a une présentation clinique et une gravité variable selon la voie d'infection et la sous-espèce bactérienne en cause.

○ Cas des Glossines:

La mouche tsé-tsé transmet essentiellement la trypanosomose humaine africaine ou maladie du sommeil qui est une maladie parasitaire qui pose un véritable problème de santé publique. La THA est due à deux espèces protozoaires flagellées sanguinolentes: *Trypanosoma brucei gambiense* (parties occidentale et centrale d'Afrique) et *Trypanosoma brucei rhodesiense* (partie orientale d'Afrique) (SHOLDT *et al.*, 1975).

On distingue deux stades de l'évolution clinique de la maladie, le stade méningo-encéphalitique ou stade de polarisation nerveuse. C'est au cours de ce stade que l'on observe des signes neurologiques: troubles du sommeil, trouble de la sensibilité subjective, troubles des fonctions endocriniennes. Puis la maladie évolue vers un stade de démyélinisation terminale conduisant à la mort des patients (SHOLDT *et al.*, 1975).

○ Cas des Simulies:

Les Simulies ou mouches noires sont des Diptères piqueurs redoutés, en particulier certaines espèces qui causent des ravages parmi les humains, les bovins et les oiseaux. Ce sont les femelles hématophages de ces espèces qui représentent une véritable nuisance et qui causent d'importantes

pertes parmi les animaux domestiques. D'autres espèces sont vectrices de l'onchocercose dans les régions tropicales d'Amérique et d'Afrique. La filaire de l'onchocercose est essentiellement transmise par les espèces du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'ouest et par l'espèce *S. naevi* à l'est et au sud de l'Afrique (CHAOUI BOUDGHENE- BENDIOUIS, 2016).

○ **Cas des Ceratopogonidae:**

A l'état sauvage, les *ceratopogonidae* s'infectent par des arbovirus uniquement lors des repas de sang sur un hôte vertébré, et parmi les maladies qu'ils transmettent:

✓ **La fièvre catarrhale ovine ou Bluetongue :**

La fièvre catarrhale ovine (FCO) est une maladie des ruminants causée par le virus de la fièvre catarrhale (BTV pour le virus de BlueTongue ou de la langue bleue), c'est une arbovirose non contagieuse à transmission vectorielle.

Seuls les ruminants sont sensibles à l'infection notamment les bovins, les ovins, les cervidés, les caprins et les camélidés. Généralement, les signes cliniques de la maladie sont très peu visibles (*Figure 15*), mais dans certains cas et en fonction de l'espèce animale affectée, les signes peuvent inclure : hyperthermie, abattement, boiterie, œdèmes des lèvres, de la langue et de la tête, conjonctivite, salivation excessive, l'écoulement nasal, douleur au niveau des jonctions cutanéomuqueuses telles que la gencive et de la vulve, avortement chez les femelles gestantes et enfin dans de rare cas, la mort. Le symptôme de la « langue bleue » dont la maladie doit son nom, ne se voit que rarement et dans les cas cliniques les plus graves. La race peut aussi jouer un rôle important dans la gravité des symptômes, en effet, des signes cliniques graves sont souvent observés dans les races améliorées de moutons. Les animaux survivants, peuvent également présenter un certain nombre de séquelles, telles que la baisse de la production laitière et l'état d'embonpoint, mauvaise qualité de laine et une infertilité transitoire (ZIANI HADJ-HENNI, 2014).



*Figure 15:* Des signes cliniques modérés (à droite) et sévères (à gauche) de la fièvre catarrhale ovine

✓ *Virus de Schmallenberg (SBV):*

Le SBV est transmis par les Culicoides. Il a été mis en évidence chez des ovins, des caprins et des bovins en Allemagne, aux Pays-Bas, en Belgique, au Royaume-Uni et en France, chez une chèvre en Italie, chez des agneaux et des veaux au Grand-Duché de Luxembourg et chez un agneau en Espagne. Bien que d'autres Orthobunyavirus aient été identifiés en Europe par l'analyse de pools de moustiques (cas du virus Batai en Allemagne), ou lié à une présence endémique (cas du virus Tahyna), il s'agit, dans le cas de SBV, de la première occurrence de circulation autochtone d'un Orthobunyavirus du sérotype Simbu en Europe occidentale. Les manifestations cliniques chez les bovins adultes se caractérisent principalement par une baisse de la production laitière, fièvre, diarrhées et parfois avortement. Chez les agneaux, les veaux et les chevreaux, des malformations congénitales ont été rapportées, ces malformations sont le plus souvent de type arthrogrypose/hydranencéphalie (ZIANI HADJ-HENNI, 2014).



**Figure 16:** Malformations congénitales associées au SBV. a) arthrogrypose chez un agneau et un veau. (b), c) malformations de la colonne vertébrale chez un veau et d) hydranencéphalie et hypoplasie cérébelleuse chez un veau.

✓ La Mansonellose:

Les *ceratopogonidae* du genre *Culicoides* transmettent aussi la Mansonellose qui est une filariose due à des filaires parasites de l'Homme appartenant au genre *Mansonella*. *Mansonella ozzardi* se rencontre au Mexique, au Panama, aux Antilles et en Amérique du sud. Elle est très répandue chez les indiens d'Amérique. Elle est généralement considérée comme bénigne, mais on fait état de certains symptômes tels que des douleurs articulaires. *Mansonella perstans* est répandue dans certaines régions d'Amérique du sud et d'Afrique, *M. streptocerca* dans quelques pays d'Afrique occidentale et centrale.

La filaire adulte vit dans les cavités du corps ainsi que dans le mésentère ou il ne semble pas qu'elle cause de pathologie chez son hôte humain. Les larves sont présentes dans la peau et le sang (RUTLEDGE *et al.*, 1983)

### 2.3.6 Clinique de la piqûre du phlébotome:

La piqûre du phlébotome est assez douloureuse puisque il pratique une phlébotomie qui s'accompagne souvent d'une coupure des nerfs sensitifs. Lors des périodes de pullulations, elle peut être une véritable nuisance pour les populations locales. L'intensité des réactions observées (douleur, apparition de papules ou tache hémorragique (Figure 17) varie selon l'espèce en cause de la sensibilité individuelle des victimes. Celles-ci peuvent se sensibiliser progressivement et présenter des réactions anaphylactiques plus ou moins violentes avec prurit, exanthème étendu, œdèmes, trouble généraux (fièvre, nausées, malaises, troubles du rythme cardiaque). Chez l'homme, ce sont les parties découvertes du corps qui sont exposées aux piqûres (visage, cou, mains, pieds). Chez les autres mammifères, ce sont les zones les moins velues (museau, oreilles) (NEVEU-LEMAIRE, 1938 ; ABONNENC, 1972 ; DEPAQUIT et LEGER, 2017)



*Figure 17:* Piqûre du Phlébotome.

### 2.3.7 Transmission de pathogène dû au Phlébotome:

Selon Sergent (1905), l'intérêt que suscitent les phlébotomes tient à leur implication d'abord suspectée puis prouvée dans la transmission de maladies humaines et vétérinaires, au premier rang desquelles se trouvent les leishmanioses suivies des arboviroses et d'infections bactériennes. Les leishmanioses sont des parasitoses communes à l'homme et aux animaux. Elles sont dues à des protozoaires flagellés, du genre *Leishmania*, (LEGER *et al.*, 1996). Ce sont des maladies émergentes et étroitement liées à l'état de l'environnement.

On distingue deux formes cliniques de la maladie : les leishmanioses viscérales et les leishmanioses cutanées ou cutanéomuqueuses (DEDET, 2003)

**La leishmaniose viscérale(LV)**, également connue sur le sous-continent indien sous son nom hindi de kala-azar, est provoquée par *Leishmania donovani*, *L.infantum* ou *L. chagasi*; c'est une affection qui intéresse les organes internes et dont l'issue est souvent fatale si on ne la traite pas. Elle est endémique en Afrique de l'est, sur le sous-continent indien et en Amérique du sud. Elle sévit sporadiquement en Chine, dans la région méditerranéenne, en Asie du sud-est et dans les pays qui forment le sud de l'ex URSS. La phase d'état comprend une fièvre irrégulière associée à une anémie responsable d'une pâleur extrême et à un syndrome spléno – hépato-ganglionnaire. Les formes atypiques sont fréquentes (gastro- intestinales, respiratoires ou cutanées), en particulier chez les sujets immunodéprimés (DEDET, 2003).

**La leishmaniose cutanée(LC)** est connue sous des noms divers tels que bouton d'Orient, clou de Biskra, bouton d'Alep, ulcère de Bahia, ulcère du chiclero. Elle est causée, entre autres espèces, par *Leishmania major*, *L. tropica*, *L. aethiopica*, ainsi que par des espèces appartenant aux complexes *braziliensis* et *mexicana*. Elle se traduit par des ulcérations de la peau. Il s'agit de la forme de leishmaniose la plus courante (DEDET, 1990).

**La leishmaniose cutanéomuqueuse(LCM)**, c'est une affection de la peau et des muqueuses nasale et buccale qui peut provoquer des lésions très déformantes. Est principalement due à *Leishmania braziliensis* Elle sévit en Amérique centrale et en Amérique du sud; la leishmaniose oronasale, due à d'autres espèces de leishmanies, a été observée en Ethiopie et au Soudan (DEDET, 1990).

### 2.3.8 Piqûre de Punaises:

Lorsque la pénétration débute, l'insecte serre la peau de l'hôte avec ses griffes tarsales et contracte son corps jusqu'à obtenir une position avec un « thorax bossu ». Les stylets sont ensuite projetés d'avant en arrière à travers les tissus (*Figure 18*) tandis que l'insecte décrit un mouvement de balancier. Toutes les pattes sont utilisées pour permettre l'adhérence lors de la poussée en avant.

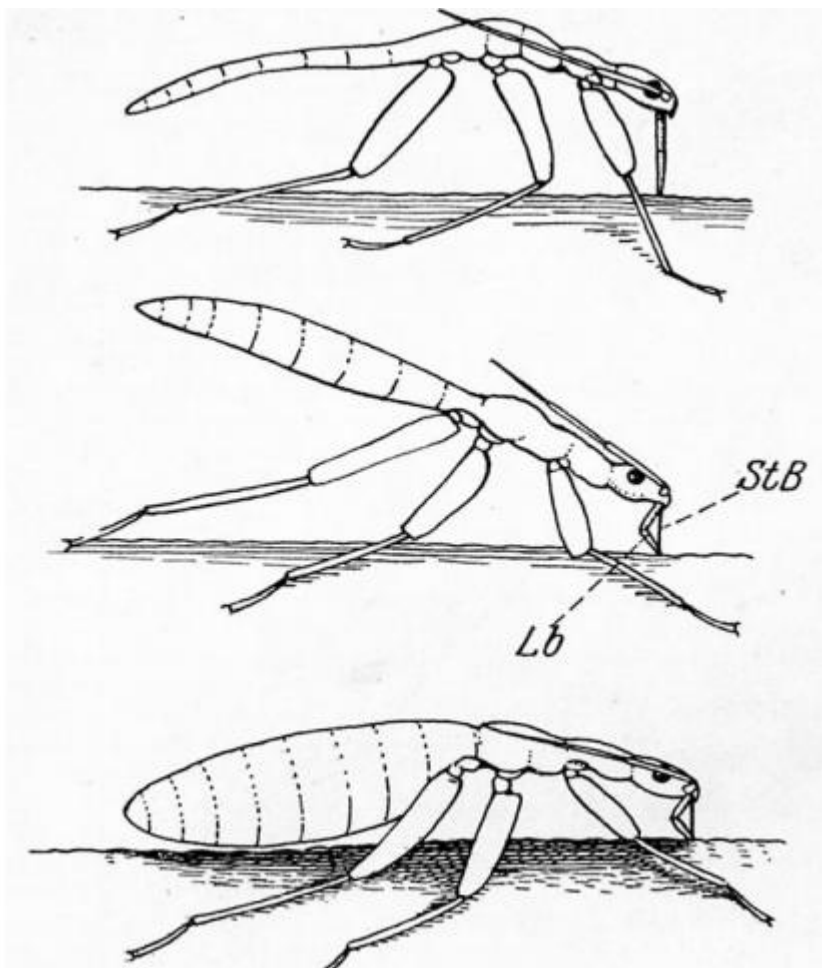


Figure 18: Séquences de la piqûre de la punaise de lit (HASE, 1917)

- Stb : stylets
- lb : labium

Quant l'insecte est gorgé, il retire ses stylets et du sang se répand des vaisseaux lacérés provoquant une hémorragie privative. Si les stylets sont profondément insérés, la dentelure des mandibules, ancrée fermement dans les tissus, peut être un frein momentané au retrait car les extrémités crénelées y sont alors positionnées à contre-courant. L'émergence des stylets hors des chairs est facilitée par la souplesse du rostre ce qui permet sa rentrée, puis le rostre est rabattu sous la tête. Les punaises sont prudentes au début et à la fin de chaque piqûre, mais en cours de gorgement elles peuvent être touchées, et même tournées autour de leur rostre comme autour d'un axe, sans interrompre pour autant leur repas.

Selon DOGETT et RUSSELL (2008), un repas complet demande de 10 à 20 minutes chez les adultes, et seulement quelques minutes chez les jeunes. Une punaise « affamée » est capable d'aspirer un volume de sang entre 130 à 200% de son poids corporel initial. Le temps écoulé entre

deux repas est extrêmement variable : de 3 à 15 jours en conditions expérimentales, les punaises sont capables d'attendre jusqu'à un an. En comparaison avec d'autres arthropodes hématophages, les punaises de lit prennent des repas sanguins conséquents jusqu'à 13,9 mg de sang (soit 13,2 mL en prenant une densité sanguine de 1,0506 à 37°C) avec un repas moyen de 7,81 mg (soit 7,4 mL) pour une femelle adulte.

Les piqûres sont souvent indolores et ne sont généralement ressenties qu'après plusieurs heures car la salive contient des composés anesthésiques (LEHANE *et al.*, 1995). D'autres composés sont aussi injectés, dénommés au début du siècle « constituants xénogéniques de la salive de punaise » (HECHT, 1930) : des facteurs anticoagulants (inhibiteur facteur X), des substances vasodilatatrices (comme l'oxyde nitrique) et des enzymes protéolytiques (comme l'apyrase). Ce sont ces substances qui par la suite participent aux réactions d'hypersensibilité (GODDARD et EDWARDS, 2013).

La lésion cutanée typique est une papule maculeuse érythémateuse et prurigineuse de 5 mm. à 2 cm. de diamètre surmontée d'une croûte hémorragique ou d'une vésicule sur le site de piqûre comparable à d'autres piqûres d'arthropodes (DELAUNAY *et al.*, 2011). D'autres formes atypiques peuvent exister : purpura, lésions bulleuses ou vésiculaires (DELAUNAY *et al.*, 2001). La distribution des piqûres suit généralement une ligne ou une courbure sur les zones découvertes (*Figure 19*). Ces lésions se résolvent spontanément au bout de 2 à 6 semaines à l'exception de lésions d'hyperpigmentation post-inflammatoires permanentes (HEUKELBACH *et al.*, 2009).



Figure 19: Lésion cutanée typique de la piqûre de la punaise de lit chez l'homme (DELAUNAY *et al.*, 2011).

### 2.3.9 Transmission de pathogène dû aux punaises:

Les blessures dues aux piqûres peuvent être une porte d'entrée pour des infections secondaires (TER POORTEN et PROSE, 2005). Les punaises de lit sont capables de transporter les agents pathogènes à l'origine du typhus, du kala-azar, de l'anthrax, de la fièvre récurrente, de la peste, de la tularémie, de la fièvre Q, du virus de l'hépatite B et du sida (BURTON, 1963 ; USINGER, 1966 ; RYCKMAN, 1979). Les virus du sida et de l'hépatite B sont capables de persister dans les intestins de la punaise de lit pendant plusieurs semaines, aucune répllication virale ne s'y produit et de ce fait, aucun signe d'infectiosité n'a été trouvé (REINHARDT *et al.*, 2009 ; DELAUNAY *et al.*, 2011). Silverman en 2001 conclut, grâce à des techniques moléculaires sensibles, qu'il est très improbable que *Cimex lectularius* soit un vecteur de ces virus. Par contre il a été suggéré en 2011 que les punaises de lit pourraient être un réservoir et/ou seraient vectrices de *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline et d'entérocoques résistants à la vancomycine (LOWE et ROMNEY, 2011). La mortalité de l'espèce *Oeciacus vicarius*, la punaise des passereaux, n'est pas liée aux virus qu'elle peut héberger mais cette punaise peut être vectrice d'arbovirus (BROWN et BROWN, 2002). Les Cimicidés peuvent aussi abriter des trypanosomes (y compris *Trypanosoma cruzi* responsable de la maladie de Chagas) (CHANG et CHAO, 1999) et bien qu'elles soient capables de les transmettre aux chauves-souris (USINGER, 1966), les punaises de lit n'en sont pas capables et quand la transmission est possible, aucune répllication des trypanosomes dans l'hôte n'a été observée (BOWER et WOO, 1981).

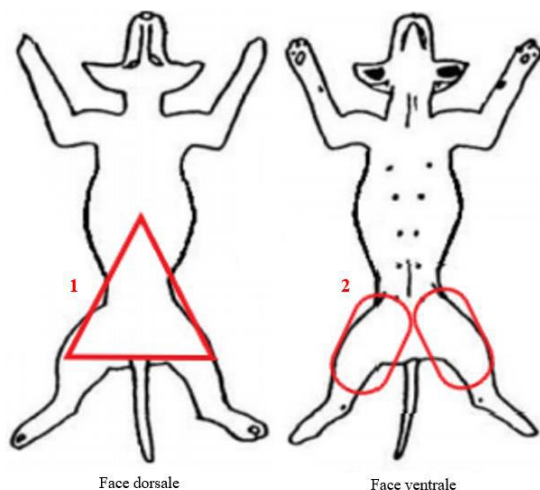
### 2.3.10 Piqûre de Puce:

Les Pucés ont un rôle pathogène direct par les nuisances qu'elles créent par leurs piqûres. Ces nuisances peuvent même toucher l'homme lors d'infestation massive (HODOUL, 1994). La piqûre de puce se caractérise par une petite tache rouge avec un point de couleur plus vive en son centre, accompagne de démangeaisons. La piqure est généralement multiple et se situe le plus souvent au niveau des chevilles et des jambes (*Figure 20*). Des taches de sang sur les vêtements et la literie peuvent être le signe d'une infestation de pucés (SHEIN et HAUSCHILD, 1995)



*Figure 20:* symptôme de piqûre de puces

Les puces provoquent aussi une pulicose qui est la première cause de prurit sur les chiens et les chats. L'intensité du prurit est en regard du niveau d'infestation : plus il y a de puces, plus l'hôte est amène à se gratter. Les lésions observées sont des papules et un léger squameuses au niveau du triangle dorso-lombaire, en région périnéale et sur les cuisses (*Figure 21*). En cas de chronicité, une légère alopecie et une coloration du poil a cause du léchage répété peuvent être observées (ECKSTEIN et HART, 2000).



*Figure 21:* Zone des lésions retrouvées en cas de pulicose.

1 : Triangle thoraco-lombaire

2: Cuisses

### 2.3.11 Maladies transmises par les puces:

- La peste:

La peste est une maladie provoquée par un bacille, *Yersinia pestis*. Elle frappe principalement des animaux sauvages, par exemple le rat et d'autres rongeurs. La peste a autrefois provoqué des épidémies catastrophiques. Elle reste dangereuse du fait de sa présence fréquente dans les

populations dérangeurs. La peste rurale ou selvatique peut être contractée dans l'ouest des Etats-Unis d'Amérique, en Amérique du Sud, en Afrique, en ex-URSS, dans certaines régions de la Méditerranée orientale, ainsi qu'en Asie centrale et en Asie du Sud-est. La peste est fréquente chez l'homme dans plusieurs pays d'Afrique, en Bolivie/Brésil du Nord-est, en Equateur, au Myanmar, au Pérou et au Viet Nam. L'homme contracte la peste rurale lorsqu'il vient s'installer dans une région rurale et manipule des animaux sauvages. Les personnes les plus exposées sont les chasseurs qui risquent d'être piqués par une puce infectée lorsqu'ils manipulent un animal qu'ils viennent de tuer. La peste urbaine peut sévir lorsque des rats qui vivent à l'intérieur et autour des habitations sont infectés. Quand des rongeurs infectés par le bacille pesteux meurent, les puces s'en éloignent et risquent alors de s'attaquer à l'homme et de le contaminer. D'autres puces, par exemple celle de l'Homme, peuvent ensuite assurer la transmission interhumaine. Du point de vue clinique, on distingue trois formes de peste: (BUTLER, 1989)

Peste bubonique: Des tuméfactions (bubons) remplies de bacilles se développent dans les ganglions lymphatiques, spécialement au niveau de l'aisselle et de l'aîne. Cette forme est normalement transmise à l'homme par des puces infectées. En l'absence de traitement, elle est mortelle dans environ 50% des cas.

Peste pulmonaire: Il s'agit d'une forme secondaire comportant une atteinte pulmonaire. Elle est extrêmement contagieuse du fait de la transmission de bacilles d'un individu à l'autre par l'intermédiaire des crachats et des gouttelettes de Pflügge émises par un malade lorsqu'il tousse ou éternue. La peste pulmonaire a provoqué des épidémies au cours des siècles passés, faisant des millions de victimes. En l'absence de traitement, elle est très souvent mortelle.

Peste septicémique: L'invasion du flux sanguin par le bacille de Yersin entraîne la mort du sujet avant que l'une des deux formes précédentes de peste ait le temps de se développer.

○ Typhus murin:

Le typhus murin est provoqué par *Rickettsia typhi* et sévit de façon sporadique dans les populations de rats et de souris. Sa transmission est assurée principalement par la puce du rat et la puce du chat, de sorte que l'homme peut se contaminer lorsqu'il entre en contact avec les déjections de puce desséchées ou des puces écrasées. Le typhus murin est cosmopolite et s'observe là où l'homme et le rat vivent dans les mêmes bâtiments. Ses symptômes sont analogues à ceux du typhus exanthématique mais de moindre gravité. (SHEIN et HAUSCHILD, 1995)

○ Autres maladies:

Les puces transmettent occasionnellement d'autres maladies bactériennes ou parasitaires des animaux à l'homme, par exemple la tularémie provoquée par le bacille *Francisella tularensis* et les ténias du chien et du chat. Les enfants qui jouent avec des animaux de compagnie peuvent se contaminer en avalant des puces qui hébergent des vers au stade infectieux. (SHEIN et HAUSCHILD, 1995)

2.3.12 Clinique de la piqure des poux:

Les poux se gorgent de sang plusieurs fois par jour, de sorte qu'une infestation massive peut déterminer une irritation et un prurit intenses. Des réactions toxiques à la salive injectée dans la peau peuvent se manifester par un état de lassitude et une sensation de malaise général.

- a) **La piqûre de poux de Corps:** Peut provoquer de petits trous rouges de la taille d'une tête de pingle sur la peau. Les personnes touchées ont des marques de grattage, de l'urticaire ou en cas de grattage intense, une infection bactérienne des lésions cutanées, ces symptômes sont particulièrement courants sur les épaules, les fesses et l'abdomen (JAMES et DINULOSH, 2020).
- b) **La piqûre de poux pubiens:** peut également induire l'apparition de taches gris bleuté sur le torse, les fesses et les cuisses. Les ganglions lymphatiques peuvent gonfler. Les poux qui ont infesté les cils provoquent des démangeaisons, une brûlure et une irritation oculaire. (JAMES et DINULOS, 2020)
- c) **La piqûre de poux de tête:** provoque un prurit qui est dû à une réaction hypersensibilité à la salive libérée par le pou lors du repas sanguin qui peut s'établir entre 4 à 6 semaines lors de la première infestation mais qui peut se développer en moins de 48h en cas de ré-infestation, selon les personnes il est plus ou moins intense. Il concerne tout le cuir chevelu avec cependant des zones de prédilection au niveau temporal et occipital. Si l'infestation est importante, le prurit peut s'étendre vers la nuque (*Figure 22*), la région dorsale et entre les omoplates (CLERE, 2013). Le prurit peut perturber les nuits de sommeil. Ainsi on observe un enfant parfois fatigué, peu attentif voire anxieux. ce prurit va occasionner des lésions de grattage ayant la forme de stries excoriées souvent impétiginisées, et des adénopathies occipitales. (MOSTINXKS *et al.*, 2004).



Figure 22: Éruption de la nuque correspondant à la présence de poux.

### 2.3.13 Maladies transmises par les poux:

Des trois espèces, c'est le pou de Corps qui possède le rôle pathogène le plus important notamment en tant que vecteur de maladies (CHABASSE, 2001). Il intervient dans la transmission de :

#### **Typhus exanthématique:**

Cette maladie provoquée par une rickettsie, *Rickettsia prowazekii*, constitue une affection aiguë hautement infectieuse réalisant un tableau de céphalées, frissons, fièvre et algies généralisées. En l'absence de traitement, elle peut être mortelle dans 10 à 40% des cas. Ce typhus se rencontre sur tous les continents sauf en Australie. Il est très répandu dans les régions relativement froides où l'on porte des vêtements épais et où la présence du vecteur est la plus fréquente. Autrefois, cette maladie sévissait particulièrement en temps de guerre et de famine. De nos jours, les foyers de transmission sont situés dans les régions montagneuses d'Amérique du Sud et d'Afrique centrale et orientale, ainsi que dans l'Himalaya. (SINNIAH *et al.*, 1983)

#### **Fièvre Récurrente à poux:**

Cette récurrente est provoquée par un spirochète, *Borrelia recurrentis*. En général, 2 à 10% des sujets atteints succombent en l'absence de traitement, ce taux de létalité pouvant monter jusqu'à 50% lors d'une épidémie. La maladie est cantonnée à des régions limitées d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie. (TALPHIN *et al.*, 1986)

### **Fièvre des tranchées:**

Cette rickettsiose est provoquée par *Rochalimaea quintana* et se manifeste par une fièvre intermittente et des douleurs dans tout le corps et donne lieu à des rechutes fréquentes. L'infection est rarement mortelle. On peut sans doute observer des cas de «fièvre quintane» partout où l'on traite les poux du corps. On en a effectivement observé en Bolivie, au Burundi, en Ethiopie, au Mexique, en Pologne, en ex-URSS et en Afrique du Nord. Les épidémies qui ont sévi au cours de la Première et de la Seconde Guerre mondiale chez les soldats et les prisonniers vivant dans des conditions d'entassement et de manque d'hygiène expliquent le nom de fièvre des tranchées. (SINNIAH *et al.*, 1983)

#### 2.3.14 Stratégies alternatives:

La notion de pique ou de morsure, pour décrire l'attachement de la tique à son hôte vertébré, peut n'être qu'une question de sémantique. Si on se place sur le plan des chélicérates, groupe auquel appartiennent les tiques, on parlera effectivement de morsure.

#### 2.3.15 Clinique de la morsure de tiques:

Dans la plupart des cas, la morsure de tiques ne provoque pas de douleurs mais elle est facilement identifiable sur la peau car elle peut entraîner une rougeur autour de la morsure (*Figure23*). Dans les heures qui suivent, des démangeaisons peuvent survenir. Une à deux semaines après, certaines personnes peuvent présenter des symptômes évocateurs d'une grippe comme des maux de tête, une fièvre ou des troubles articulaires. **Pour la plupart des personnes ces symptômes disparaissent au bout de quelques jours** mais d'autres peuvent présenter des complications plusieurs semaines après la morsure comme une atteinte du système nerveux central, une raideur de la nuque, des maux de tête violents, des troubles de la parole, de la marche ou de la concentration... Une analyse du sang par un médecin permet de poser le diagnostic. Dans les formes les plus graves, des paralysies des bras, des jambes ou des nerfs faciaux peuvent survenir. (IGLESIAS, 2020)



*Figure 23: piqûre de puces*

#### 2.3.16 Transmission de pathogènes causé par des tiques:

Les tiques sont des acariens hématophages qui se nourrissent du sang de mammifères, d'oiseaux, de reptiles, voire d'anoures. Chaque repas sanguin est l'occasion d'échanger des micro-organismes avec leur hôte, c'est-à-dire de s'infecter, de transmettre des agents infectieux, ou les deux à la fois. Certaines espèces, comme les tiques du complexe *Ixodes ricinus*, parasitent une grande variété d'hôtes et tiennent une place importante dans le passage de la barrière d'espèce, la transmission des zoonoses et l'émergence de certains agents infectieux.

Les tiques possèdent un rôle pathogène à la fois direct (spoliation sanguine, paralysie, toxicose, dyshidrose tropicale, réactions allergiques, plaies pouvant ensuite être surinfectées) et indirect par la transmission d'agents infectieux à leurs hôtes vertébrés. Elles représentent les vecteurs qui transmettent la plus grande variété d'agents infectieux au monde, et le second vecteur après les moustiques concernant la santé publique humaine (TOLEDO *et al.*, 2009). Elles sont impliquées dans la transmission d'agents pathogènes aussi bien aux hommes qu'aux animaux. Il est important de savoir qu'il n'existe pas de tique spécifique de l'homme, celui-ci s'infecte toujours accidentellement lorsqu'il partage le biotope d'autres animaux et des tiques qui leur sont associées.

A. **Infections bactériennes transmises par les tiques:**

- a) **Borréliose de Lyme:** Les bactéries responsables de la maladie de Lyme sont des spirochètes appartenant au groupe *Borrelia burgdorferi* avec 20 espèces identifiées à ce jour. L'homme ou les animaux sont contaminés lors de la morsure d'une tique infectée. Les borrelies ne sont pas transmises dès le début du repas sanguin : elles sont localisées dans l'intestin de la tique et doivent migrer via l'hémolymphe dans les glandes salivaires. Elles seront co-inoculées avec la salive de la tique aux propriétés anti coagulantes, anti-inflammatoires et immuno-modulatrices. Selon les espèces de borrelies, la transmission à l'hôte se fait plus ou moins rapidement ; pour *B. burgdorferi sp*, elle ne se produit qu'au bout de 48 heures de fixation de la tique, mais en condition de laboratoire *B. afzelii* peut être transmise au bout de 12 heures d'attachement de la tique (PIESMAN ET GERN, 2004 ; GERN, 2009).
- b) **Rickettsioses:** Le genre *Rickettsia* est composé d'un ensemble de petites bactéries à Gram négatif, parasites stricts des cellules eucaryotes, et non cultivables sur milieux inertes. Il existe une grande diversité d'espèces dans ce genre, la plupart associées aux arthropodes et jouant un rôle d'endosymbiotes (WEINERT *et al.*, 2009). Seule une partie de ces rickettsies est associée aux tiques (DERGOUSSOFF *et al.*, 2009) dont certaines espèces sont responsables des rickettsioses. Chez l'homme, les fièvres pourprées partagent une grande partie de leur symptomatologie avec la fièvre boutonneuse méditerranéenne qui se manifeste par une fièvre d'installation brutale, supérieure à 39 °C, associée à des frissons, des myalgies et des céphalées. à ce stade le diagnostic peut être orienté par l'observation d'une escharre d'inoculation au point de morsure de la tique (tache noire). Vers le 5e jour après infection, apparaît une éruption maculo-papuleuse qui se généralise à tout le corps en moins de trois jours, seule la face est épargnée. Une guérison spontanément favorable est habituelle, cependant 6 % des malades développent des formes sévères, mortelles dans le tiers des cas.
- c) **Anaplasmose:** La famille des *Anaplasmataceae* (ordre des *Rickettsiales*) regroupe des bactéries à Gram négatif des genres *Anaplasma*, *Ehrlichia*, *Neorickettsia* et *Wolbachia* qui sont des organismes intracellulaires stricts, obligés de se multiplier au sein de vacuoles dans le cytoplasme des cellules eucaryotes (DUMLER *et al.*, 2001). Parmi ces bactéries, nous nous intéresserons à celles des genres *Anaplasma* et *Ehrlichia* vectorisées

par des tiques dures. La période d'incubation est comprise entre 1 et 3 semaines après la morsure de tique infectée (Pusterla et al., 1998). Chez l'homme, la maladie se manifeste par une fièvre, fréquemment accompagnée de frissons, d'un état de malaise ou d'un syndrome polyalgique associé à des céphalées et myalgies. Le plus souvent, il n'y a pas d'autre point d'appel clinique, cependant certains symptômes peuvent apparaître : signes digestifs (nausées, douleurs abdominales), signes respiratoires (pneumopathie), rash cutané. Globalement, la gravité de l'anaplasmose est faible. Il existe cependant des formes sévères avec des atteintes multiviscérales: détresse respiratoire, insuffisance rénale, coagulation intravasculaire disséminée (CIVD), myocardite (LOTRIC-FURLAN *et al.*, 2006 ; REBAUDET et BROUQUI, 2008).

d) **Fièvre Q:** La fièvre Q est une zoonose dont l'agent causal *Coxiella burnetii* est une bactérie à Gram négatif intracellulaire stricte capable de former des pseudo-spores résistantes dans le milieu extérieur. Chez l'homme, l'infection demeurerait asymptomatique dans 60 % des cas, autrement elle se déclare après une incubation moyenne de 9 à 21 jours (MAURIN et RAOULT, 1999). La maladie se manifeste alors par un syndrome grippal avec une fièvre qui peut durer jusqu'à deux semaines, une hépatite ou une pneumopathie atypique s'y associent souvent ; de multiples complications moins fréquentes sont possibles (méningites, encéphalites, endocardites, arthrites, etc.). La maladie est en général spontanément résolutive au prix d'une longue convalescence, cependant de sévères complications nécessitent l'hospitalisation de 4 % des infections aiguës (MAURIN et RAOULT, 1999). Des formes chroniques sont possibles, graves, voire fatales, en particulier chez des patients prédisposés, ayant des lésions valvulaires cardiaques ou une immunodépression. La grossesse représente aussi un facteur aggravant de la maladie (CARCOPINO *et al.*, 2009).

e) **Tularémie:** La tularémie est une zoonose rencontrée presque exclusivement dans l'hémisphère Nord, provoquée par *Francisella tularensis*, un petit coccobacille aérobique, à Gram négatif, qui résiste mal aux températures supérieures à 0 °C dans le milieu extérieur. Deux sous-espèces infectent l'homme, le biovar *tularensis* américain qui est le plus virulent, et le biovar *holarctica* surtout eurasiatique qui est moins agressif (ELLIS *et al.*, 2002). En Europe, la tularémie humaine connaît deux

pics annuels d'incidence, l'un estival lié à l'activité des tiques, l'autre hivernal lié à la chasse. Après une incubation variant selon la voie de contamination, la maladie débute brusquement par un intense syndrome grippal, souvent associé à une hépatosplénomégalie puis, en fonction de la voie de contamination et de la virulence de la souche, elle évolue classiquement sous six formes cliniques (TARNVIK, 2007) : ulcéro-ganglionnaire la plus fréquente (45-88 %), ganglionnaire (5 à 18 %), typhoïde, oculaire (syndrome oculo-glandulaire de Parinaud), pharyngo-ganglionnaire et respiratoire. Le taux de mortalité globale des infections par le biovar *holarctica* est d'environ 0,1 % ; il avoisine les 5 % pour le biovar *tularensis*, la mort survient principalement à l'occasion de complications pulmonaires (FELDMAN *et al.*, 2001 ; DEMBEK *et al.*, 2003).

- f) **Bartonelloses**: Les bactéries du genre *Bartonella* à Gram négatif infectent de nombreuses espèces de mammifères et certaines d'entre elles sont responsables de maladies chez l'homme et l'animal. Depuis le début des années 2000, de nombreuses preuves indirectes laissent supposer que les tiques pouvaient transmettre certaines espèces de *Bartonella*, en particulier *B.henselae*. Chaque espèce de *Bartonella* est responsable de différents symptômes et cela en fonction de l'état immunitaire de la personne (ou de l'animal) infectée et de la voie d'inoculation.

## B. **Infections Virales transmises par les tiques**:

- a) **Encéphalite à tique**: Le virus de l'encéphalite à tique (Tick-Borne Encephalitis Virus, TBEV), qui appartient à la famille des *Flaviviridae* et au genre *Flavivirus* (THIEL *et al.*, 2005), est l'agent étiologique de l'encéphalite à tique. Les tiques acquièrent le virus lors de repas sanguin sur un hôte vertébré en phase de virémie et le retransmettent à leur hôte lors du repas suivant. L'infection peut être asymptomatique. L'incubation est comprise entre 1 et 4 semaines. Dans sa forme classique, on note une première phase de 2 à 7 jours, avec un syndrome pseudo-grippal. Après une amélioration transitoire de quelques jours, peuvent survenir inconstamment des signes méningés accompagnés, chez 50 % des patients, de signes d'encéphalite (états confusionnels ou somnolence, troubles de l'équilibre, tremblements, troubles de la coordination motrice, etc.) ou, dans moins de 10 %, de signes de myélite. La mortalité

est comprise entre 0,5 et 3 % pour les sous-types européen et sibérien, mais atteint 35 % pour le sous-type extrême-oriental. Les séquelles neurologiques sont présentes dans 10 % des cas pour le sous-type européen, mais sont plus élevées pour les autres sous-types. Le risque de séquelles et la mortalité augmentent avec l'âge des patients (DONOSO *et al.*, 2008).

b) **Fièvre hémorragique de Crimée-Congo**: Cette maladie a été décrite pour la première fois dans les années 1940 dans la péninsule de Crimée lors d'une épidémie de fièvres hémorragiques sévères (CHUMAKOV *et al.*, 1968). Le virus fut nommé virus de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo (CCHFV) suite à l'isolement en 1956 du virus Congo antigéniquement identique (CASALS, 1969). Il appartient à la famille des *Bunyaviridae* et au genre *Nairovirus*. Après une incubation de 1 à 9 jours, les symptômes cliniques initiaux sont représentés par de la fièvre accompagnée d'arthro-myalgies, de céphalées. Parfois sont décrits des troubles digestifs à type de nausées, des douleurs abdominales, voire des diarrhées ou une hypotension, une conjonctivite ou une éruption cutanée. Entre le 3<sup>e</sup> et le 5<sup>e</sup> jour de fièvre, peut survenir un syndrome hémorragique lié à des troubles de la coagulation, voire un état de choc avec un important risque vital (ERGONUL, 2006). Le taux de mortalité est compris entre 5 et 80% selon les pays (YEN *et al.*, 1985 ; YILMAZ *et al.*, 2008).

C. **Infections Parasitaires transmises par les tiques**: Les tiques sont également vectrices de parasites, protistes et helminthes. Les helminthes qui s'y développent sont des nématodes tissulaires, des filaires. La première description a été faite par Londoño en 1976 avec l'observation de *Dipetalonema viteae* (*Filarioidea*) chez les tiques molles. Puis, d'autres descriptions de filaires suivront chez les tiques dures du genre *Ixodes*, *Rhipicephalus* et également *Amblyomma americanum* (BEAVER et BURGDORFER, 1984 ; ZHANG *et al.*, 2011; BRIANTIET *et al.*, 2012). Le risque pour l'homme ne semble pas clairement établi et le domaine des interactions tiques-nématodes est encore peu exploré.

## **2.4 Lutte antivectorielle (Biologique, physique, chimique, protection personnel):**

### **2.4.1 Définition d'un répulsif:**

L'adjectif répulsif provient du latin repulsus : qui exerce une répulsion (LAROUSSE, 2012). De manière plus précise, un répulsif ou insectifuge est une substance, appliquée sur la peau ou les vêtements, capable de repousser les insectes (moustiques, mouches, simulies, moucheron, taons, tiques, puces, etc.), sans les tuer. Cette définition oppose les répulsifs aux substances insecticides, qui tuent l'insecte. Cette action nécessite un contact avec le produit : les substances n'ayant qu'une action insecticide n'empêchent donc pas la piqûre (InVS, 2012b). Notons que certains répulsifs présentent une action insecticide, et que certains insecticides sont également répulsifs.

Les répulsifs cutanés, appliqués sur les parties découvertes du corps, présentent une protection de durée variable (de l'ordre de quelques heures). La durée d'efficacité varie en effet avec de nombreux facteurs : la concentration en substance répulsive, la formulation du produit répulsif, la nature de la molécule répulsive, le volume appliqué et le rythme des applications, la température extérieure, la sudation, l'application simultanée d'un protecteur solaire, ou encore la baignade .

L'efficacité des répulsifs anti-insectes a été principalement évaluée sur les moustiques, mais leur mécanisme d'action est applicable à tous les arthropodes. Ils sont cependant inefficaces sur les hyménoptères (abeilles, guêpes, etc.) (GOISLARD, 2012)

Le répulsif idéal serait efficace contre une large variété d'arthropodes hématophages et à durée d'action prolongée. Un point important serait son absence de toxicité : son utilisation pourrait ainsi être généralisée à tout type de population (enfants, femmes enceintes, etc.). D'autres caractéristiques pourraient augmenter sa durée d'efficacité comme la stabilité chimique, la résistance à la transpiration, au lavage et au frottement, ainsi que l'absence d'absorption cutanée (absence de toxicité et plus grande partie disponible à l'évaporation). Concernant la notion de volatilité, les répulsifs doivent en effet s'évaporer pour maintenir une vapeur de concentration suffisante à la surface de la peau, permettant ainsi à la substance active répulsive d'interagir avec le système olfactif de l'insecte (KARR *et al.*, 2012).

Puis, pour favoriser l'observance des applications cutanées régulières et donc garantir l'efficacité répulsive, un répulsif idéal doit avoir des caractéristiques organoleptiques rendant son application agréable (formulation adaptée) : non irritant pour la peau, non gras, peu ou pas odorant, inerte vis-à-vis des matériaux de contact (pas de dégradation des fibres de vêtements ni des

plastiques par exemple), etc. Un autre point utile pour compléter cette liste serait un coût relativement faible. Ce paramètre est important pour la protection des populations vivant en zones endémiques pour certaines maladies vectorielles (GOISLARD, 2012)

#### **2.4.2 Protection personnelle contre les vecteurs**

La PPAV est définie par une stratégie de protection contre les piqûres d'arthropodes potentiellement vecteurs de maladie au niveau individuel. Pour lutter contre les moustiques, la PPAV utilise différents moyens de protection :

- Des répulsifs cutanés, qui repoussent les moustiques en modifiant leur perception olfactive,
- Des moustiquaires imprégnées d'insecticide (de type pyréthrianoïde), qui protègent de la piqûre des vecteurs à activité nocturne principalement,
- Des vêtements couvrants et tissus imprégnés de produits insecticides ou répulsifs, en complément de l'utilisation des répulsifs cutanés pour les zones découvertes,
- Et éventuellement des mesures insecticides d'appoint : aérosols, diffuseurs électriques, serpentins fumigènes, etc.

L'utilisation de moustiquaires et de dispositifs de diffusion à l'intérieur du domicile confère également une protection collective au niveau familial (SMV et SFP, 2010).

#### **Exemple de matériel à utiliser**

**La savonnette répulsive** : Il est préparé à l'aide de produits utilisés en savonnerie, comme l'huile de coprah et contient 20% de deet et 0,5% de perméthrine. Pour l'appliquer, il faut humidifier la savonnette ou la peau et frotter jusqu'à obtention d'une mousse avec laquelle on masse les parties exposées du corps. Pour la protection du visage, on applique la mousse sur le front, le cou et les oreilles. Après l'application, il subsiste sur la peau une pellicule blanche qui disparaît assez vite. Cette pellicule a une consistance visqueuse que l'on peut trouver désagréable. Elle ne s'en va pas facilement par contact avec les vêtements mais on peut l'éliminer en frottant sous un courant d'eau. Le produit est sans danger mais il faut éviter les parties sensibles lorsqu'on l'applique sur l'épiderme d'enfants en bas âge. Dans l'attente de tests d'innocuité en bonne et due forme, l'OMS n'en recommande pas l'usage quotidien pendant de longues périodes. L'application doit se faire au coucher du soleil pour assurer une protection pendant la soirée. En fonction d'un certain nombre de facteurs et notamment des espèces de moustiques locales, la savonnette répulsive peut protéger pendant 4 à 8 heures. Dans des conditions optimales, l'effet protecteur peut même durer jusqu'à 12 heures. Cet effet est plus ou moins marqué et dure plus ou moins longtemps selon les conditions d'utilisation et les espèces en cause.

**Vêtements protecteurs :** Les vêtements peuvent assurer une protection contre les piqûres d'insectes s'ils sont suffisamment épais et d'une texture qui s'oppose à la pénétration de l'aiguillon ou des pièces buccales. Les insectes sont généralement moins attirés par les couleurs claires que par les teintes foncées. Le port de bottes ou de chaussures montantes permet de se protéger les chevilles. On peut également se protéger à ce niveau en portant des chaussettes épaisses et des pantalons longs et en veillant à bien engager le bas du pantalon dans la chaussette. Les chemises à manches longues, les résilles, voilettes, foulards et chapeaux fournissent aussi une certaine protection. Certains insectes parviennent toutefois à piquer à travers l'étoffe d'un vêtement et des chaussettes en particulier; pour se prémunir contre ce risque, on peut traiter les vêtements avec un insecticide ou un répulsif.

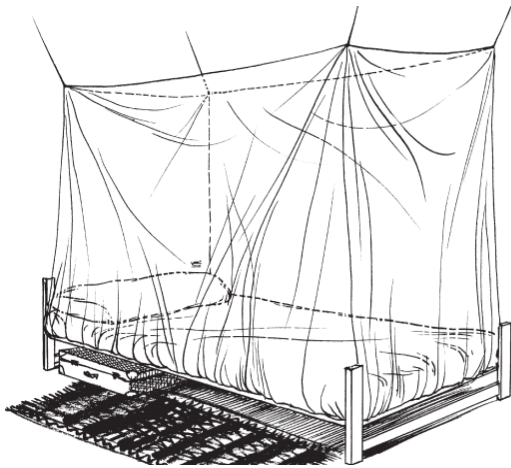
Les cératopogonides, les phlébotomes et les simulies, qui sont de petite taille, sont incapables de piquer à travers les vêtements, même si le tissu est fin. Pour les personnes qui ont à faire durant la journée, la meilleure solution consiste à porter des vêtements légers couvrant le plus possible le corps et à s'appliquer un répulsif sur les parties découvertes. Contre les essaims de cératopogonides, les répulsifs n'offrent qu'une protection partielle. On peut obtenir une bonne protection avec des résilles ou des vestes à capuchon munies de voilettes à larges mailles et imprégnées de répulsifs (RESSEGUIER, 2011).

**Vestes imprégnées en gaze à larges mailles :** Des vestes spéciales faites d'une gaze ou d'un tulle à larges mailles et munies d'un capuchon protecteur peuvent assurer une protection suffisante contre les insectes piqueurs lorsqu'elles sont imprégnées de deet ou d'un autre répulsif. Ces vestes sont très commodes pour les personnes qui se rendent pour un court laps de temps dans des zones infestées par de grandes quantités de moustiques ou autres insectes piqueurs, par exemple le nord de la Sibérie, de la Scandinavie ou de l'Alaska. L'avantage de cette gaze est de pouvoir être utilisée avec ou sans autres vêtements et de ne pas tenir trop chaud.

Elle a en revanche l'inconvénient de s'emmêler facilement dans la végétation dense, aussi convient-elle mieux aux zones où la végétation est clairsemée. Le matériau utilisé est un coton résistant à larges mailles, un mélange de polyester et de coton ou du nylon. On en trouve au Canada et aux Etats-Unis qui consistent en un treillis de polyester à larges mailles avec des brins de coton. L'adjonction de coton est nécessaire pour permettre une imprégnation à la dose recommandée de 0,25g de deet par gramme d'étoffe (10–15g par m<sup>2</sup>). Ces vestes doivent être rangées dans des sacs hermétiques en plastique.

### **2.4.3 Lutte Mécanique**

**Moustiquaires:** On utilise des moustiquaires (*Figure 24*) depuis fort longtemps pour se protéger contre les insectes hématophages pendant la nuit. Elles assurent également une protection contre d'autres animaux comme les araignées, les blattes, les coléoptères, les lézards, les serpents et les rats. Lorsqu'elles sont coupées dans un tissu opaque suffisamment épais, elles protègent également du froid et de la poussière, les moustiquaires sont généralement confectionnées avec une gaze ou un tulle dont les mailles ont 1,2 à 1,5mm de côté, ce qui est suffisant pour empêcher la pénétration des moustiques. Les très petits insectes, comme par exemple les phlébotomes ou les cératopogonides, peuvent cependant passer à travers les mailles. Seul un tissu opaque, par ex. un jersey à très fines mailles (moins de 0,2mm), une gaze ou un tulle imprégnés peuvent assurer une protection suffisante dans ce cas. Sous les climats chauds, ces tissus à fines mailles ont le sérieux inconvénient de ne pas procurer une bonne aération. Plus les mailles sont larges, plus l'aération est efficace, mais si elles dépassent 2mm, elles ne pourront pas empêcher la pénétration des moustiques.



*Figure 24:* Moustiquaire rectangulaire.

**Grillage anti-moustiques :** La pose de grillages au niveau des portes, fenêtres et autres ouvertures empêche la pénétration des insectes, tout en maintenant une certaine aération. Pour faire obstacle à la plupart des espèces de moustiques, les mailles ne doivent pas dépasser 1,5mm. Elles doivent être encore plus petites pour s'opposer au passage des phlébotomes ou des cératopogonides. Souvent, ces grillages ne conviennent pas du fait qu'ils réduisent l'aération. Il n'empêche qu'on les utilise couramment dans les régions où sévissent tout au long de l'année des maladies transmises par des moustiques et où l'on peut assurer une ventilation artificielle.

On peut utiliser soit des grillages permanents, soit des protections amovibles constituées de grillages fixés sur un cadre. Ce dernier type est plus coûteux et nécessite un ajustage minutieux. (GOISLARD, 2012)

Il faut vérifier périodiquement qu'il n'y a ni trous ni déchirures dans le grillage.

#### **2.4.4 Lutte Biologique**

La lutte biologique contre les moustiques et autres espèces nuisibles consiste à introduire dans leurs biotopes des espèces qui sont leurs ennemis naturels, par exemple, des parasites, des micro-organismes pathogènes ou des prédateurs. Il peut s'agir d'insectes, de virus, de bactéries, de protozoaires, de champignons, de végétaux divers, de nématodes ou de poissons. Pour pouvoir utiliser ces agents biologiques de manière efficace, il faut une bonne connaissance de la biologie et du comportement des insectes à combattre ainsi que des conditions locales. C'est probablement lorsqu'elles sont utilisées conjointement à d'autres que ces méthodes donnent les meilleurs résultats, par exemple, parallèlement à un aménagement de l'environnement ou à l'épandage de larvicides dépourvus de toxicité pour les agents de lutte biologique.

Un certain nombre d'organismes se sont révélés efficaces contre les larves de moustiques.

Les plus importants sont les suivants:

- poissons qui se nourrissent de larves de moustiques (poissons larvivores);
- moustiques prédateurs du genre *Toxorhynchites*, dont les larves se nourrissent des larves d'autres moustiques;
- libellules dont les larves se nourrissent de larves de moustiques;
- copépodes cyclopoïdes: petits crustacés qui s'attaquent aux larves de moustiques du premier et du deuxième stade;
- nématodes qui parasitent les larves de moustiques;
- champignons qui se développent dans l'organisme des larves de moustiques;
- larvicides bactériens, qui sont des toxines produites par *Bacillus thuringiensis* et par *B. sphaericus*;
- l'huile de neem, extraite du neem, un arbre dont le nom scientifique est *Azadirachta indica*. Elle est dotée de propriétés larvicides;
- *Azolla*, une fougère flottante, qui peut recouvrir des plans d'eau entiers, les rendant impropres à la reproduction des moustiques. (GOISLARD, 2012)

## **2.4 Défenses immunologiques :**

### **A. Principaux acteurs immunitaires cutanés :**

La peau constitue une barrière de protection mécanique. C'est également un organe immunitaire à part entière, nommé « tissu lymphoïde associé à la peau » (en anglais « skin associated lymphoid tissue » ou SALT). Il est organisé autour de trois secteurs principaux : l'épiderme qui est la zone de contact avec les antigènes extérieurs, le derme et ses vaisseaux permettant la réaction inflammatoire et les nœuds lymphatiques régionaux. La réaction immunitaire de la peau est de type spécifique et non spécifique, cellulaire et humoral. L'immunité non spécifique correspond à l'ensemble des actions cellulaires et humorales mises en jeu vis-à-vis de tout antigène exogène, indépendamment de sa nature. Les acides gras cutanés, l'acide lactique, les sécrétions sébacées et la flore bactérienne commensale sont des moyens non spécifiques de protéger la peau des nombreuses attaques de micro-organismes. L'immunité spécifique permet de lutter contre les antigènes exogènes ayant échappé aux mécanismes non spécifiques. Elle est dirigée contre un antigène précis (WIKEL, 1996). Le tableau 12 recense les acteurs immunitaires spécifiques et non spécifiques intervenant au niveau cutané. La figure 17 représente les étapes de la mise en place des réponses immunitaires de type cellulaire et humoral, telle qu'elle a lieu dans tout l'organisme.

*Tableau XIV*: Principaux intervenants des réactions immunitaires cutanées de type cellulaire et humoral, spécifique et non spécifique (WIKEL, 1996)

	<b>Immunité innée = non spécifique</b>	<b>Immunité acquise = spécifique</b>
<b>Composante cellulaire</b>	kératinocytes - cellules endothéliales - éosinophiles - basophiles - mastocytes - NK	- macrophages - cellules de Langerhans - cellules dendritiques dermiques - lymphocytes B - lymphocytes T
<b>Composante humorale</b>	- molécules du complément - cytokines : interférons - eicosanoïdes	- cytokines - immunoglobuli

## **B. Déroulement de la réponse immunitaire cutanée :**

Comme toutes les réponses immunitaires, la réponse immunitaire cutanée est constituée de deux étapes : une réponse primaire correspondant au premier contact avec un antigène donné et une réponse secondaire correspondant aux contacts suivants avec cet antigène.

### **1. Réponse primaire :**

Après avoir pénétré l'épiderme, l'antigène est phagocyté par des cellules présentatrices d'antigènes (CPA). Celles-ci présentent l'antigène apprêté aux LTh dans les noeuds lymphatiques locaux. Il s'ensuit une sélection clonale : les lymphocytes T qui reconnaissent cet antigène sont stimulés par l'interleukine 1 (Il-1) sécrétée notamment par les CPA et les kératinocytes. Le lymphocyte activé sécrète de l'Il-2, exprime des récepteurs pour cette interleukine à sa surface et se multiplie. La durée de la phase d'induction et la persistance de la sensibilisation sont très variables selon le type de la réponse (humorale ou cellulaire) et l'espèce.

### **2. Réponse secondaire :**

Lors d'une nouvelle intrusion, le système va répondre beaucoup plus vite, les lymphocytes T et B mémoires s'étant multipliés et exprimant des récepteurs pour les cytokines d'activation. Les lymphocytes B synthétisent des immunoglobulines et les lymphocytes T des cytokines ou agissent par cytotoxicité.

## **D. Dérèglement des réponses immunitaires cutanées : les hypersensibilités**

D'après ROITT (1997) la réponse immunitaire est un équilibre constant qui, lorsqu'il réagit de façon excessive, donne naissance à des phénomènes d'hypersensibilité.

L'hypersensibilité est une réaction immunitaire normale mais exacerbée qui peut alors avoir des effets néfastes pour l'organisme. Une réaction d'hypersensibilité nécessite au moins deux contacts avec l'antigène. Le premier contact avec l'antigène est dit *sensibilisant* et aboutit à la mise en place des outils de la réaction d'hypersensibilité sans manifestation clinique associée. Après un temps de latence variant de quelques semaines à quelques mois, un deuxième contact dit *déclenchant*, avec le même antigène, est à l'origine de signes cliniques plus ou moins importants. L'allergie, l'anaphylaxie, l'atopie, un antigène et un allergène sont définis dans le glossaire. Gell et

## *Mémoire de Parasitologie*

Coombs ont classé les quatre types d'hypersensibilité selon le temps écoulé entre le contact de l'antigène avec l'organisme et l'apparition des symptômes et les intervenants (Tableau 19). Cette classification qui date de 1963 est une représentation simplifiée de la réalité qui met souvent en jeu plusieurs types de réactions.

*Tableau XV*: Classification de GELL et COOMBS (ROITT *et al*, 1997)

<b>Type</b>	<b>Délai d'apparition des symptômes</b>	<b>Élément impliqué</b>
<b>HS I</b> : immédiate	10 heures	IgE
<b>HS II</b> : semi-retardée	Quelques heures	IgM /IgG
<b>HS III</b> : semi-retardée	Quelques heures	IgG
<b>HS IV</b> : retardée	12-24 heures	LT

## **CHAPITRE III**

*Mise en place d'un protocole de surveillance des  
risques de transmission de pathogènes*

---

### **3.1 Inventaire de parasites et vecteurs:**

Est défini comme **inventaire** un processus organisé d'acquisition de données de répartition d'espèces dans le temps et dans l'espace, caractérisé au minimum par les 5 éléments suivants :

- **un ensemble défini d'espèce(s)** ou de taxon(s), en général par groupe taxonomique ou fonctionnel
- **une couverture géographique**
- **une période**
- un processus de **validation** de données
- un ou plusieurs **niveaux de restitution** géographique(s) ou administratif(s)

L'inventaire est donc un projet, dont le but est d'établir une information synthétique de référence sur la répartition pour le groupe concerné. La validation finale définit une version de cet inventaire, en général associée à sa publication sous forme d'atlas.

Ces données récoltées à travers l'inventaire apportent une connaissance élémentaire et essentielle du patrimoine naturel: celle-ci constitue une base indispensable pour définir la rareté relative des espèces, évaluer leur risque de disparition mais aussi celles qui sont susceptible d'émerger, définir des « hotspots » de biodiversité, définir et évaluer la pertinence des réseaux d'espaces protégés, modéliser les effets des changements climatiques...etc. Leur analyse permet ainsi d'évaluer l'état du patrimoine naturel et donc d'orienter les politiques de gestion de la nature, tant au niveau régional que national (INPN, 2020)

Les informations recueillies concernent essentiellement les noms des espèces observées sur le territoire national, les lieux et dates d'observations de ces espèces ainsi que les noms des observateurs. Des informations complémentaires peuvent être également collectées facultativement (altitude d'observation, stade de développement, sexe, etc.). La collecte des données s'effectue lors d'opérations particulières d'inventaires, limitées dans le temps, mais qui peuvent être répétées régulièrement (INPN, 2020)

### **3.2 Surveillance des services épidémiologique:**

La surveillance épidémiologique en santé est une action utile pour la prévention, la détection et la gestion des risques. Elle sert à déclencher et orienter les actions et les interventions visant à

maîtriser certains facteurs environnementaux et risques d'exposition associés à des problèmes de santé. On identifie les objectifs suivant de la surveillance épidémiologique en santé :

- décrire, analyser et interpréter l'évolution de l'état de santé et facteur de risques environnementaux dans la population.
- détecter, et agir sur certains groupes d'individus, des facteurs sociaux ou comportements à risques particuliers, des facteurs de risque environnementaux et cas particuliers d'exposition et en protéger la population.
- établir les principaux points de référence et des normes concernant l'état de santé et les expositions aux facteurs de risque environnementaux.
- évaluer l'efficacité des actions de gestion entreprise dans un cadre de santé publique.
- d'un point de vue méthodologique, accroître la puissance statistique.

La surveillance épidémiologique correspond à une méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte (TOMA *et al.*, 2009).

Les types de cette surveillance sont multiples : Il peut s'agir d'une alerte précoce en cas d'apparition d'une maladie ou d'une nouvelle maladie ou du suivi de l'évolution de la situation épidémiologique d'une maladie déjà implantée sur le territoire de manière à pouvoir adapter les méthodes de lutte en fonction de leur impact, en fonction de ces objectifs il convient d'adapter les modalités de surveillance (DUFOUR et HENDRIKX, 2011).

a) surveillance évènementielle : (encore appelée surveillance passive)

Consiste en la détection de cas suspects par des praticiens qui effectuent des prélèvements pour confirmation au laboratoire. De nombreuses maladies sont surveillées de cette manière, (la fièvre aphteuse), maladies à transmission vectorielle (West Nile) ou maladies à transmission directe (brucellose). L'efficacité de ce type de surveillance repose sur la formation, la sensibilisation et la motivation des acteurs de terrain, il convient donc d'entretenir régulièrement cette motivation par une formation continue.

b) La surveillance programmée : (surveillance active)

Consiste à partir d'un échantillon préalablement choisi, dont on peut plus facilement assurer la représentativité, à effectuer des prélèvements et/ou des observations permettant en principe de connaître la prévalence de la maladie surveillée. Ce type de surveillance est forcément coûteux surtout quand la prévalence de la maladie surveillée est faible et conduit à sélectionner un échantillon de grande taille. Par ailleurs, elle ne permet pas la détection précoce des maladies dans la mesure où les prélèvements sont réalisés périodiquement (le plus souvent annuellement) (HENNING, 2004).

c) La surveillance Syndromique :

La surveillance syndromique mérite également d'être signalée car elle correspond à deux modalités différentes d'action : d'une part, elle est une partie de la surveillance événementielle dans laquelle le praticien ne surveille pas une maladie précise mais un syndrome, d'autre part elle consiste en un système de traitement automatisé d'un ensemble de données (pas forcément uniquement sanitaires) permettant, en principe en temps réel, de détecter des anomalies (excès de cas par rapport à une norme) et de signaler une situation méritant d'être approfondie (HENNING, 2004).

**3.3 Contrôle des services de transites** :

Les maladies à transmission vectorielle (comme le paludisme, la dengue, le chikungunya, la maladie à virus Zika ou la fièvre jaune) sont présentes dans plus de 100 pays et jusqu'à 60% de leur population est exposée au risque d'infection avec plus de 500 millions de cas signalés chaque année (OMS, 2014). Les voyages et les transports internationaux jouent un rôle important dans la propagation rapide de ces maladies dans l'ensemble du monde – à mesure que la porosité des frontières augmente et que les déplacements et le transport maritime se développent et s'accélèrent, il en va de même du risque de propagation des réservoirs et des agents pathogènes à l'origine de maladies à transmission vectorielle (PARMAKELIS *et al.*, 2008).

### **3.3.1 Identification des principaux problèmes qui se posent aux points d'entrée :**

On peut s'attendre à une très grande variabilité dans les programmes de surveillance des vecteurs et de lutte antivectorielle car ils doivent être adaptés et proportionnés à la situation locale de chaque point d'entrée. Pour cela, il est essentiel, pour chaque point d'entrée, de définir des mesures de surveillance et de lutte qui soient adaptées aux caractéristiques locales et aux points cruciaux concernant le risque d'importation ou d'exportation de vecteurs. Pendant au moins une année, il va falloir rassembler des informations sur les maladies à transmission vectorielle ou sur l'activité des vecteurs, notamment dans les territoires où celle-ci présente un caractère saisonnier marqué. Les données à recueillir devront porter sur les points suivants :

- description de l'environnement (naturel et urbain) du point d'entrée et dans un périmètre d'au moins 400 mètres tout autour ;
- situation entomologique locale ;
- contexte épidémiologique (présence d'endémies ou risques éventuels pour la santé liés à une invasion par des vecteurs).

Dans la mesure du possible, ces données devront être cartographiées pour une meilleure clarté et faciliter l'échange d'informations avec les différents acteurs. Cette première analyse cartographique permettra d'établir les mesures à prendre prioritairement. (OMS, 2005).

Les autorités ou les opérateurs présents aux points d'entrée ainsi que les exploitants de moyens de transport et les prestataires de services compétents doivent se charger de la surveillance et prendre les mesures sanitaires voulues pour maintenir la densité des vecteurs au-dessous du seuil fixé par les politiques et les pratiques nationales.

### **3.3.2 Etablissement d'un plan de surveillance :**

Le plan de surveillance va dépendre de la situation épidémiologique du moment et du risque actuel d'importation ou d'exportation de vecteurs et des agents pathogènes qui leur sont associés au point d'entrée.

- ✓ **Dans des circonstances normales** : établir un plan de surveillance systématique.
- ✓ **En cas d'épidémie ou de flambées** : établir un plan d'urgence pour la surveillance et une action rapide.

En pareilles circonstances, les points suivants sont essentiels :

- évaluation des conditions écologiques.
- évaluation du risque sur le plan épidémiologique.
- respect de la législation et de la réglementation locales et détermination des objectifs, des secteurs et des méthodes de la surveillance.
- élaboration d'un plan de surveillance (OMS, 2005)

a. **Opérations sur le terrain** : les mesures suivantes faciliteront l'élaboration d'un plan de surveillance :

- identification du vecteur visé et évaluation de l'ampleur de la menace pour la santé publique.
- évaluation de l'ampleur de l'invasion, de l'adaptation du vecteur, de sa prolifération et de sa capacité à s'établir au sein de l'écosystème local.
- propagation géographique dans l'environnement local.
- prélèvement d'échantillons sur le terrain.
- conservation des échantillons.
- transport des échantillons au laboratoire.
- identification des échantillons dans un laboratoire local ou expédition des échantillons à un laboratoire de référence désigné, soit dans le pays, soit à l'étranger (ou encore envoi d'images numérisées à un laboratoire désigné aux fins d'identification).
- plan de suivi pour la reprise de la surveillance ou une surveillance périodique (en précisant la fréquence).
- préparation d'un rapport de surveillance.
- discussion du rapport de surveillance et lancement d'opérations systématiques de lutte si les circonstances sont normales ou réaction et action rapides s'il y a urgence (OMS, 2005)

b. **Les facteurs entomologiques** de risque à prendre en considération au point d'entrée sont les suivants :

1. nombre d'espèces de vecteurs envahissantes porteuses d'une maladie déterminée.
2. potentiel de prolifération et croissance des populations.
3. préférence tropiques, c'est-à-dire anthropophile ou zoophilie.
4. facteurs environnementaux favorables à la croissance de la population vectorielle.
5. capacité vectorielle intrinsèque.
6. dispersion : distance de vol, transport passif d'ectoparasites, etc.
7. absence de surveillance des vecteurs et de mesures de lutte antivectorielle.

c. **Les facteurs épidémiologiques** de risque à prendre en considération au point d'entrée sont les suivants :

1. Virulence des agents pathogènes ou des parasites.
2. Statut immunologique de la population ou du réservoir (en cas de zoonose) et des hôtes humains présents sur les lieux.
3. Ampleur du réservoir local d'infection.
4. Facteurs environnementaux favorables à la transmission des maladies.
5. Fenêtre de transmission.
6. Sensibilité du ou des vecteurs et des agents pathogènes aux mesures de lutte et à l'arsenal antivectoriel utilisés localement (OMS, 2005).

## **Conclusion**

Nous avons pu décrire dans ce travail, que même les piqûres d'arthropodes les plus banales peuvent avoir des complications gravissimes si elles ne sont pas prises en charge de la bonne manière et à temps.

Il est donc essentiel de connaître les critères d'identification des piqûres pour adopter le bon comportement au bon moment, afin de prévenir et traiter la piqûre de manière optimale et adaptée, en tenant compte d'une part des antécédents de l'individu (allergies, état de santé, ...), et d'autre part des caractéristiques biologiques de l'espèce d'arthropode responsable de la piqûre.

Nous avons pu décrire dans ce mémoire l'importance de la lutte antivectorielle (Biologique, Chimique, Mécanique, Protection Personnelle) pour limiter le risque de piqûres et avec la transmission de pathogènes, et aussi la primordialité de mettre en place un protocole de surveillance au niveau des services de transit considéré comme un point délicat dans l'émergence des épidémies.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ABONNEC E.**, (1972) – Les phlébotomes de la région éthiopienne (Diptera: Psychodidae). *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. Parasitol*, (14): 69-77.
- ADLER S., THEODOR O.**, (1957) –Transmission of disease agents by phlebotomine sandflies. *Ann. Rev. Ent.*, (2): 203.
- ALLAL-IKHLEF A.B.**, ( 2018) – Contribution a l'étude du rôle vecteur des phlébotomes dans un foyer a leishmanioses a draa el mizan (Kabylie, Algerie). These .Université Oran 1 ; pp : 28-32.
- ALLAN S A., DAY J.F., EDMAN J D.**, (1987) –Visual ecology of biting flies. *Ann. Rev. Entomol.* **32**, 297-316.
- AMINO R., THIBERGE S., BLAZQUEZ S., BALDACCI P., RENAUD O., SHORTE S., MENARD R.**, (2007) – Imaging malaria sporozoites in the demis of the mammalian host, *Nature Protocols*, **2**, (7), 1705-1712.
- AURELIE B.**, (2008) –Modulation du comportement de recherche de l hôte chez les insectes hématophage : importance des facteurs endogènes ; Theses de doctorat en sciences de la vie .Université Francois Rabelais .145p
- BATTERY E.**, (2019) – analyse des performances de tests commerciaux pour le Depistage des anticorps au cours de la leishmaniose viscérale méditerranéenne. Thèse. Université Aix Marseille ; pp : 17-21.
- BEAVER P. C., BURGDORFER W.**, (1984) – A microfilaria of exceptional size from the ixodid tick, *Ixodes dammini*, from Shelter Island, New York. *Journal of Parasitology* : 963-966.
- BECHINI L.**, (2017) – Piqures de moustiques ,un risque sanitaire a ne pas negliger .These. Unniversité de MARSEILLE.27p.
- BEGIN A.**, (2016) – La punaise de lit : un parasite en pleine recrudescence. These. Université LORRAINE.
- BENNAI K.**, (2018) – Surveillance et contrôle des leishmanioses dans le nord de l'Algérie .Thèse1. Université M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES.100p.
- BERTHET-BEAUFILS A.**, (2010) manifestations dermatologique associées aux dipteres chez le chien et le chat. Thèse. École national veterinaire D'ALFORT ;pp : 30-33.
- BITOME ESSONO P.Y.**, (2015) –Identification, écologie et utilisation des diptères hématophages (glossine, stomoxe et tabanide) comme moyen d'échantillonnage non-invasif de la faune sauvage dans quatre parcs du Gabon.These. Université de Bourgogne ;pp :20-22.

**BOCQUEHO C.**, (2018) – Expansion d'*Aedes albopictus* : Problème de santé publique et moyens de prévention. Thèse. Université de Nantes; pp: 65-67.

**BOUBROUTA D., IGUERNLALA H.**, (2015) – Contribution à l'étude des arthropodes à intérêt médical et vétérinaire dans la réserve de chasse de Zéralda (RCZ). Thèse. Université de BLIDA1.55p.

**BOWER S.M., WOO P.T.K.**, (1981) – Development of *Trypanosoma (Schizotrypanum) hedricki* in *Cimex brevis* (Hemiptera: Cimicidae). *Can. J. Zool.* **59**, 546–54.

**BRIANTI E., OTRANTO D., DANTAS-TORRES F., WEIGL S., LATROFA M., GAGLIO G., NAPOLI E., BRUCATO G., CAUQUIL L., GIANNETTO S.**, (2012) – *Rhipicephalus sanguineus* (Ixodida, Ixodidae) as intermediate host of a canine neglected filarial species with dermal microfilariae. *Veterinar Parasitology*, 183: 330-337.

**BROWN C.R., BROWN M.B.**, (2002) – Ectoparasites cause increased bilateral asymmetry of naturally selected traits in a colonial bird. *J. Evol. Biol.*, **15**, 1067.

**BURTON G. J.**, (1963). Bedbugs in relation to transmission of human disease. *Public Health Rep.* **78**, 513–24.

**BUTLER T.**, (1989) – The Black Death past and present. 1. Plague in the 1980s. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 83: 458–460.

**CARCOPINO X., RAOULT D., BRETELLE F., BOUBLI L., STEIN A.**, (2009) – Q Fever during pregnancy: a cause of poor fetal and maternal outcome. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1166 : 79-89. regular insect vector species. *Chin. J. Entomol.*, **19**, 145-152.

**CASALS J.**, (1969) – Antigenic similarity between the virus causing Crimean hemorrhagic fever and Congo virus. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 131: 233-236.

**CHANG C., CHAO D.**, (1999) – Comparative study on the insect forms of a low virulence isolate of *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) developed in cimicid bugs and in its regular insect vector species. *Chin. J. Entomol.*, **19**, 145-152.

**CHAOUI BOUDGHENE- BENDIOUIS C.**, (2016) – Caractérisation et modélisation des habitats des *Simulies* (Diptera : Simuliidae) du bassin versant de la Tafna. Thèse. Université de Tlemcen. 17p.

**CHUMAKOV M. P., BUTENKO A. M., SHALUNOVA N. V., MART'IANOVA L. I., SMIRNOVA S. E., BASHKIRTSEV I. N., ZAVODOVA T. I., RUBIN S. G., TKACHENKO E. A., KARMYSHEVA V., REINGOL'D V. N., POPOV G. V., SAVINOV A. P.**, (1968) – New data on the viral agent of Crimean hemorrhagic fever. *Voprosy Virusologii*, 13 : 377.

**CHUNG T.**, (2014) – Capacité vectorielle des populations d'Anopheles dans la co-transmission de Plasmodium et Wuchereria bancrofti et biodiversité bactérienne de l'estomac des moustiques du centre-sud Vietnam. Thèse. Université Montpellier I. 15p.

**CLERE N.**, (2013) – la prise en charge des poux, toujours d'actualités à l'officine. Actualités pharmaceutiques .529.pp 38-40

**COMBES C .**, (1995) – Interactions durables écologie et évolution du parasitisme. Masson-Dunod, Paris, 524 p.

**DAVIES D.M.**, (1978) – Ecology and Behavior of Adult Blackflies (*Simuliidae*). A review, *Questiones Entomologica*, **14**, 3-12.

**DEDET JP.**, (1990) – Cutaneous leishmaniasis in French Guiana: a review. *American journal of tropical medicine and hygiene*, 43: 25–28.

**DEDET JP.**, (2003) – Leishmania (atteinte cutanée et cutanéomuqueuse du Nouveau Monde) ,Encycl Med Biol .Elsevier Paris.

**DELAUNAY P., BLANC V., DEL GIUDICE P., LEVY-BENCHETON A., CHOSIDOW O., MARTY P., BROUQUI P.**, (2011) –Bedbugs and infectious diseases. *Clin. Infect. Dis.*, **52** (2), 200-210.

**DEMBEK Z. F., BUCKMAN R. L., FOWLER S. K., HADLER J. L.**, (2003) – Missed sentinel case of naturally occurring pneumonic tularemia outbreak: lessons for detection of bioterrorism. *Journal of the American Board of Family Practice*, 16: 339-342.

**DEPAQUIT J., LEGER N.**, (2017) – Les phlébotomes (*Diptera : Psychodidae : Phlebotominae*). In : Duvallet G, Fontenille D & Robert V (Ed.), Entomologie Médicale et Vétérinaire : 295-320.

**DERGOSOFF S. J., GAJADHAR A. J., CHILTON N. B.**, ( 2009) – Prevalence of *Rickettsia* species in Canadian populations of *Dermacentor andersoni* and *D. variabilis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 75 : 1786-1789.

**DOGGETT S.L., RUSSELL R.C.**, (2008) – The resurgence of bed bugs, *Cimex* spp. (Hemiptera: Cimicidae) in Australia. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Urban Pests* . Veszprem, OOK-Press Kft. **6**, 243-256.

**DONOSO MANTKE O., SCHADLER R., NIEDRIG M.**, ( 2008) – A survey on cases of tick-borne encephalitis in European countries. *Euro Surveillance*, 13.

**DROUIN A.**, (2018) – Actualités en France et en Europe sur les maladies vectorisées par les tiques impliquant les animaux de production : vraies ou fausses émergences ?. Thèse. École nationale vétérinaire D'ALFORT ;pp : 54-59 .

**DUFOUR B., HENDRIKX P.**,(2011) – La surveillance épidémiologique en santé animale. 3ème édition Cirad ed: 341 pages.

**DUMLER J. S., BARBET A. F., BEKKER C. P. J., DASCH G. A., PALMER G. H., RAY S. C., RIKIHISA Y., RURANGIRWA F. R.**, (2001) – Reorganization of genera in the families

Rickettsiaceae and Anaplasmataceae in the order Rickettsiales: unification of some species of *Ehrlichia* with *Anaplasma*, *Cowdria* with *Ehrlichia* and *Ehrlichia* with *Neorickettsia*, descriptions of six new species combinations and designation of *Ehrlichia equi* and 'HGE agent' as subjective synonyms of *Ehrlichia phagocytophila*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51:2145-2165.

**ECKSTEIN R., HART BL.,** ( 2000) – Grooming and control of fleas in cats. In : Applied Animal Behaviour Science. 2000. Vol. 68, n°2, p. 141-150.

**ELLIS J., OYSTON P. C., GREEN M., TITBALL R.W.,** (2002) – Tularemia. *Clinical Microbiology Reviews*, 15 : 631-646.

**ERGONUL O.,** ( 2006) – Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Lancet Infectious Diseases*, 6 : 203-214.

**FELDMAN K. A., ENSCORE R. E., LATHROP S. L., MATYAS B. T., MCGUILL M., SCHRIEFER M. E., STILES-ENOS D., DENNIS D. T., PETERSEN L. R., HAYES E. B.,** ( 2001) – An outbreak of primary pneumonic tularemia on Martha's Vineyard. *New England Journal of Medicine*, 345 : 1601-1606.

**FOIL L.D., HOGSETTE J.A.,** (1994) – Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies. *Revue scientifique et technique de l'Office International des Epizooties*. **13**(4): 1125-1158.

**GERN L.,** (2009) – « Life cycle of *Borrelia burgdorferi* sensu lato and transmission to humans ». In Lipsker D., Jaulhac B (eds) : *Lyme Borreliosis: biological and clinical aspects*, Basel, Karger, 37 :18-30.

**GIRIBET G, RIBERA C.,** (2000) – A Review of Arthropod Phylogeny: New Data Based on Ribosomal DNA Sequences and Direct Character Optimization. *Cladistics*. 16:204-231.

**GODDARD J., EDWARDS K. T.,** (2013) – Effects of bed bug saliva on human skin. *J.A.M.A. Dermatol.*, **149** (3), 372-373.

**GUILLOT J.,** (2017) – Acarologie et entomologie vétérinaires - Définitions et généralités. Polycopié. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité de Parasitologie, Mycologie, Maladies parasitaires et fongiques, Dermatologie.

**HECHT O.,** (1930) – Skin Reactions to Insect Bites as Allergic Phenomena. *Zool. Anzeig.*, **87** (8), 145-157.

**HENNING K J.,** (2004) – Overview of syndromique surveillance. What is a syndromique surveillance? *Morb Mortal Wkly Rep (MMWR)* ; 53 Suppl: 5-11.

**HEUKELBACH J., HENGGE U. R.,** (2009) – Bed bugs, leeches and hookworm larvae in the skin. *Clin. Dermatol.*, **27** (3), 285-290.

**HODOUL J.,** (2019) – Etude bibliographique de la resistance des puces aux antiparasitaires utilisés en médecine vétérinaire. Thèse. Université PAUL-SBATIER de TOULOUSE .68p .

- HOLLOWAY M.T.P., PHELPS R.J.**, (1991) The responses of *Stomoxys spp.* (Diptera : Muscidae) to traps and artificial host odours in the field. *Bull. Entomol. Res.* **81**, 51-55.
- HORVATH G., MAJER J., HORVATH L., SZIVAK I., KRISKA G.**, (2008) – Ventral polarization vision in tabanids : horseflies and deerflies (Diptera : Tabanidae) are attracted to horizontally polarized light, *Naturwissenschaften*, **95**, 1093-1100.
- INVS., Institut de veille sanitaire.**, (2012b) –Recommandation sanitaires pour les voyageurs 2012. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* ; 20-21 ; 223-253.
- KARR J., SPEAKER T., KASTING G.**, (2012) –A novel encapsulation of N,N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET) favorably modifies skin absorption while maintaining effective evaporation rates. *Journal of Controlled Release* ; 160 (3) ; 502-508.
- KETTLE D.S.**, (1995) – *Medical and Veterinary Entomology, 2nd ed.* Wallingford : CAB International, 725p.
- KLOWDEN M.J.**, (1996) – Endogenous factors regulating mosquito host-seeking behavior, *Ciba Found Symp.*, **200**, 212-232.
- KNUDSEN AB.**, (1970) – *The biology and control of tabanids on the southeastern shore of the Great Salt Lake, Utah, with special reference to the deer fly, Chrysops discalis Williston* [Dissertation]. Salt Lake City, UT, University of Utah.
- LEGER N., BUFFET P., Carumes E.**, (1996) –Les leishmanioses. In : Nozais J.P., Dary A et Davis M. 1996. *Traité de parasitologie Médicale, Ed. Pradel, Paris* : 213-240.
- LEGER N., DEPAQUIT J.**, (2002). – Systématique et biogéographie des phlébotomes (Diptera : Psychodidae). *Ann. Soc. Entomol. France (NS)*, **38** (1-2), 163–175.08-713.
- LEHANE M. J.**, (2005) –*The biology of blood-sucking in insects.* Cambridge Univ. Press. **23**,120.
- LONDOÑO I.**, (1976) – Behavior of *Dipetalonema viteae* (Filarioidea) during escape from the vector tick, *Ornithodoros tartakowskyi* (Argasidae). *Journal of Parasitology*, 62 : 596-603.
- LOTRIC-FURLANS., ROJKOT., PETROVEC M., AVSIC-ZUPANCT., STRLEF.**, (2006) – Epidemiological, clinical and laboratory characteristics of patients with human granulocytic anaplasmosis in Slovenia. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 118 : 7
- LOWE C.F., ROMNEY M.G.**, (2011) – Bedbugs as vectors for drug-resistant bacteria. *Emerg. Infect. Diseases.*, **17** (6), 1132.
- MAITRE V.**, (2017) – Les poux de tête : enquête en officine pour définir les points de vigilances du pharmacien dans la lutte contre cette parasitose. Thèse. Université GRENOBLE ALPES ; pp : 33-38.

**MATHISON BA ., Pritt BS.,** (2014) – Laboratory identification of arthropod ectoparasites. *Clin Microbiol Rev.* 27:48-67.

**MAURIN M., RAOULT D.,** ( 1999) – Q fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 12 : 518-553.

**MELLANO S.,** (2016) – La leishmaniose canine et humaine à leishmania infantum en France. Thèse. Université TOULOUSE III PAUL SABATIER. Pp : 17-20.

**MOSTINXKS S., VAHOOTEGHEM O., HENRIJEAN A .,** (2004) –Pédiculose. *Annales de dermatologie et de vénéréologie.*131.pp 29-31.

**NEVEU-LEMAIRE M.,** (1938) – Sous-famille: Phlebotominae. *Traité d'entomologie médicale et vétérinaire. Edition Vigot- Frères, Editeurs, Paris.* 1050-1075.

**NGO C.T.,** (2014) – Capacité vectorielle des populations d'anophèle dans la co-transmission de Plasmodium et Wuchereria Bancrofti et biodiversités bactérienne de l'estomac des moustiques du centre –sud Vietnam. These .Université MONTPELLIER 1.

**OMS.,** (2001) –Les vecteurs de maladies – Partie I.*Relevé épidémiologique hebdomadaire.* Genève : L'Organisation ; 76 (25) : 189-94.

**OMS.,** (2005) – Mnuete de règlement sanitaire international.Surveillance des vecteurs et lutte antivectorielle dans les ports, les aéroportset aux postes-frontières.81p.

**OUIS I.,** (2016) – Détection moléculaire des Acinetobacter sp dans les poux de tête (Pediculus humanus capitis) chez les écoliers de Tlemcen- ouest. MEMOIR UNIVERSITE de TLEMEN 12-20.

**OUSTRIC E .,** (2014) – la gale sarcoptique humaine : maladie, epidimiologie, diagnostic, traitements et prise en charge a l'officine. Thèse .UNIVERSITE TOULOUSE III PAUL SABATIER. Pp : 20-30

**PANT CP.,** (1979) – *Control of vectors of Japanese encephalitis.* Genève, Organisation mondiale de la Santé, (document non publié WHO/VBC/79.733; disponible auprès de la Division de la Lutte contre les Maladies tropicales, Organisation mondiale de la Santé, 1211 Genève 27, Suisse).

**PARMAKELIS A., RUSSELLO MA., CACCONE A., MARCONDES CB., COSTA J., FORATTINI OP., et AL.,** (2008) – Historical analysis of a near disaster: *Anopheles gambiae* in Brazil. *Am JTrop Med Hyg.*78 (1):176-8.

**PAROLA P.,** (2005) –les arthropodes comme outils diagnostique et épidémiologie des maladies infectieuses et émergentes. *Med .Mal*, vol.35suppl.2, pp 41-3

**PHILIPPON B .,** (1978) – L'onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest : *Vecteurs, agent pathogène, épidémiologie, lutte.* Paris : ORSTOM . Initiations – Documentations techniques n°37. ISBN : 2-7099-0509-4

**PICOT C.**, (2015) – La gale dans les EHPAD : enquête auprès de trois établissements de Charente. These . Université Poitiers ; pp : 42-45.

**PIESMAN J., GERN L.**, (2004) – Lyme borreliosis in Europe and North America. *Parasitology*, 129 Suppl : S191-220.

**PION S.**, (2004) – contribution a la modilisation des Filarioses à *Onchocerca Volvulus* et à Loa Loa en Afrique centrale. Thèse. Université Paris .Val de Marne

**PONNUDURAI T., LENSEN A.H., VAN GEMERT G.J., BOLMER M.G., MEUWISSEN J.H.**, (1991) – Feeding behaviour and soporozoite ejection by infected *Anopheles stephensi*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, **85**, 175-180.

**PUSTERLA N., PUSTERLA J. B., BRAUN U., LUTZ H.**, (1998) – Serological, hematologic, and PCR studies of cattle in an area of Switzerland in which tick-borne fever (caused by *Ehrlichia phagocytophila*) is endemic. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 5 : 325-327.

**REBAUDET S., BROUQUI P.**, ( 2008) – Ehrlichioses et anaplasmoses humaines. *EMC – Maladies Infectieuses* : 1-20.

**REINHARDT K., KEMPKE D., NAYLOR R., SIVA-JOTHY M.T.**, (2009) – Sensitivity to bites by the bedbug, *Cimex lectularius*. *Med. Vet. Entomol.* **23** (2), 163-166.

**RESSEGUIER P.**, (2011) – Contribution à l'étude de repas sanguin Culex papiens. These . Université TOULOUSE ; pp : 15-20.

**ROBERTS R.H.**, (1977) –Attractancy of black decoys and carbon dioxyde to Tabanids. (Diptera Tabanidae). *Mosqu. News*, **37**, 169-172.

**RODHAIN F.**, (2015) –Les insectes comme vecteurs : systématique et biologie Académie nationale de médecine, Académie vétérinaire de France, *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 34 (1), 67-82

**RODHAIN F., PEREZ C.**, (1985) –précis d'entomologie médical et vétérinaire. Ed. Maloine, Paris, 323 p.

**ROITT I M., BROSTOFF J., MALE D.K.**, (1997) –Immunologie, 4ème edition, traduit de l'anglais par J.P. Revillard et W.H. Friedman, Deboeck et Larcier, Bruxelles, 406p.

**ROZENDAAL J.**, (1999) –La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire, *Organisation mondiale de la Santé*, Genève.

**RUTLEDGE L.C et AL.**, (1983) – Comparative sensitivity of representative mosquitoes (*Diptera: Culicidae*) to repellents. *Journal of medical entomology*, 5: 506–510.

**RYCKMAN R.E.**, (1979) –Host reactions to bug bites (Hemiptera): a literature review and annotated bibliography, part I. *Calif. Vector* **26**, 1–23.

**SCHEIN E., HAUSCHILD S.**, (1995) – Bekämpfung des Flohbefalls bei Hunden und Katzen mit dem Insekten-Entwicklungshemmer Lufenuron (Program®). Ergebnisse einer Feldstudie. [Lutte contre l'infestation des chats et des chiens par les puces au moyen d'un inhibiteur du développement des insectes, le lufenuron (Program®). Résultats d'une étude de terrain.] *Kleintierpraxis*, 40: 277–284.

**SCHRECK CE., SNODDY EL., MOUNT GA.**, (1980) – Permethrin and repellents as clothing impregnants for protection from the lone star tick. *Journal of economic entomology*, 73: 436–439.

**SCHRECK CE., SNODDY EL., SPEILMAN A.**, (1986) – Pressurized sprays of permethrin or deet on Military clothing for personal protection against *Ixodes dammini* (Acari: Ixodidae).

**SERGEANT E.**, (1905) – Bouton d'Orient et phlébotomes. *Comptes Rendus de la société de Biologie*, 57: 673.

**SEVILA J.**, (2015) – Relation entre comportement spatial et parasitisme chez le chevreuil en milieu anthropisé . these. Université Toulouse. 18-25.

**SHOLDT LL et al.** (1975) – Field studies using repellent-treated wide-mesh net jackets against *Glossina morsitans* in Ethiopia. *East African medical journal* 52: 277–283.

**SIMON M .**,( 2009) – Eradication des puces :de la biologie au traitement .These .Université HENRI POINCARÉ - NANCY 1 ;pp : 61-65.

**SINNIAH B., SINNIAH D., RAJESWARI B.**, (1983) – Epidemiology and control of human head louse in Malaysia. *Tropical and geographical medicine*, 35: 337–342.

**SMV., SFP.**, (2010) – Société de médecine des voyages et Société française de parasitologie.Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou Protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».

**TAMSSAR N.**, ( 2006) –Parasitisme helmenthique gastro-intestinal des moutons abattus aus abattoirs de dakar. These. Unniversité cheik anta diop. pp: 25-30.

**TAPLIN D et al.**, (1986) – Permethrin 1% crème rinse for the treatment of *Pediculus humanus* var. *capitis* infestation. *Pediatric dermatology*, 3: 344–348.

**TARNVIK A.**, (2007) –*WHO Guidelines on Tularaemia*. Geneva, World Health Organization, 125 p.

**TER POORTEN M. C., PROSE N. S.**, (2005) –The return of the common bedbug. *Ped. Dermatol.*, **22** (3), 183-187.

**THIEL H. J., COLLETT M. S., GOULD E. A., HEINZ F. X., HOUGHTON M., MEYERS G., PURCELL R. H., RICE C.,** (2005) – « Family Flaviviridae ». In Fauquet C. M., Mayo M. A., Maniloff J., Desselberger U., Ball L. A. (eds) : *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature, Eighth Report of the International Committee on the Taxonomy of Viruses*, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Elsevier Academic Press : 981-998.

**TOMA B., DUFOUR B., BENET JJ., SANAA M., SHAWA., MOUTOU F.,** (2009) – Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures, 3ème ed. Maisons-Alfort : Association pour l'étude de l'épidémiologie des maladies animales ; 600 pages.

**TOMA B., DUFOUR B., BENET J.-J., et al.,** (2010) – Épidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures.

**TOMA B., THIRY E.,** (2003) – Qu'est-ce qu'une maladie émergente. *Epidémiol Santé Anim* 44, 1-11.

**USINGER R.,** (1966) – Monograph of Cimicidae (Hemiptera, Heteroptera). College Park, MD. New York, *Entomol. Soc. Am.* 585 p.

**VALENZUELA J.G., WALKER F.A., RIBEIRO J.M.C.,** (1995) – A salivary nitrophorin (nitric-oxide-carrying hemoprotein) in the bedbug *Cimex lectularius*. *J. Exp. Biol.*, **198** (1519), 26.

**VERWOERD D.W.,** (2015) – **Définition d'un vecteur et d'une maladie à transmission vectorielle.** Faculty of Veterinary Science, University of Pretoria. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **34** (1), 33-35.

**WEINERT L. A., WERREN J. H., AEBI A., STONE G. N., JIGGINS F. M.,** (2009) – Evolution and diversity of *Rickettsia* bacteria. *BMC Biology*, **7**: 6.

**WIKEL S.K.,** (1996) – Immunology of the skin. In : *The immunology of host-ectoparasitic arthropod relationships*, CAB International, Wallingford, 1996, 1-29.

**YEN Y. C., KONG L. X., LEE L., ZHANG Y. Q., LI F., CAI B. J., GAO S. Y.,** (1985) – Characteristics of Crimean-Congo hemorrhagic fever virus (Xinjiang strain) in China. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **34** : 1179-1182.

**YILMAZ G. R., BUZGAN T., TORUNOGLU M. A., SAFRAN A., IRMAK H., COM S., UYAR Y., CARHAN A., OZKAYA E., ERTEK M.,** (2008) – A preliminary report on Crimean-Congo haemorrhagic fever in Turkey, March-June 2008. *Eurosurveillance*, **13**.

**ZHANG X., NORRIS D. E., RASGON J. L.,** (2011) – Distribution and molecular characterization of *Wolbachia* endosymbionts and filarial nematodes in Maryland populations of the lone star tick (*Amblyomma americanum*). *FEMS Microbiology Ecology*, **77** : 50-56.

**ZIANI HADJ-HENNI L.**, (2014) – Taxonomie intégrative des Culicoides (Diptera : Ceratopogonidae) de la région Champagne-Ardenne. These. Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE ; pp 28-30.

**ZIMMER J.-Y., LOSSON B., SAEGERMAN C., HAUBRUGeE E., FRANCIS F.**, (2013). – Breeding sites and species association of, the main bluetongue and Schmallenberg virus vectors, the *Culicoides* species (Diptera: Ceratopogonidae) in northern Europe. *Ann. Soc. Entomol. France (NS)*, **49** (3), 335–344.

**Webographie :**

**ANNABELLE I.**, (2020) – Comment distinguer les différentes piqûres d’insectes ?;pp :1-13.[En ligne]. <https://www.doctissimo.fr/sante/diaporamas/reconnaitre-piqure-d-insecte-symptomes-cutanes> Consulté le 25/07/2021.

**BENOUIS A.**, (2012) –Etude épidémiologique des parasitoses intestinales humaines dans la région d’Oran, Apport de techniques complémentaires à l’examen coprologique pour la confirmation de diagnostic, Mémoire de Magister. Université d’Oran .5p. [En ligne]. <https://theses.univ-oran1.dz>, consulté le 16/06/2021

**COMBES C.**, (1995) – Interactions durables écologie et évolution du parasitisme. Masson-Dunod, Paris, 524 p

**FONTENILLE D et al.**, (2009) –La lutte antivectorielle en France . France .IRD édition ; pp : 255-263 .[En ligne].<https://books.openedition.org>. Consulté le 3/7/2021 ;

**GUILLAUMOT L.**, (2009) –Les moustiques et la dengue. [En ligne].<http://www.institutpasteur.nc/spip.php?article160#generalites>, consulté le 5/06/2021.

**HAJJI T.**, (2003) –Biologie Animale .Cours niveau L1. Sidi Thabet : Institut supérieur de biotechnologique, Université de la Manouba, [En ligne]. . <https://fr.scribd.com/doc/77505756/BIOLOGIE-ANIMALE-cours> Consulté le 24/07/2021.

**INPN ( inventaire national du patrimoine naturel)**, (2020) – Inventaire. 1p. [En ligne].<https://inpn.mnhn.fr/programme/inventaires-especes> Consulté le 25/07/2021.

**JAMES G.H.DINULOS.**, (2020) –MD, Giesel School of Medicine at Dartmoth. Infestation par les poux (pediculosis). Manuels MSD pour le grand public. [En ligne]:<https://www.msdmanuals.com>. Consulté le 13.07.2021

**LEPORI A.**, (2013) –L’onchocercose : données actuelles et nouvel horizon thérapeutique le rôle de doxycycline dans le traitement de L’onchocercose. Thèse pour obtenir le Diplôme d’Etat de Docteur en Pharmacie .Faculté de pharmacie LORRAINE.42p. [En ligne].<https://hal.univ-lorraine.fr> Consulté le 16/06/2021

**RONALD L., MAX V.**, (2021) –Arthropodes, classification, Encyclopaedia Universalis [En ligne].<https://www.universalis.fr/Encyclopaedie/arthropodes> Consulté le 08/06/2021

**ROUET D.**, (2011) –Dynamique des populations de *Stomoxys calcitrans* dans un site urbain, l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. THESE. l'Université Paul-Sabatier de Toulouse. 116p. [en ligne] .[https:// oatao.univ-toulouse.fr Eprints ED :4970](https://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ED:4970) consulté le 15/09/2021

## **Résumé**

Beaucoup d'arthropodes parasites, piqueurs ou suceurs sont vecteurs de maladies à transmission vectorielle. La grande famille des arthropodes inclut les insectes et les tiques. Ces vecteurs hébergent des organismes microscopiques responsables des maladies et les transmettent aux humains et aux animaux lorsqu'ils les piquent. Les piqûres ou les morsures qu'ils occasionnent, sont ressentis comme des nuisances et peuvent déclencher des réactions plus ou moins fortes allant jusqu'aux allergies sévères. Plusieurs types de réactions peuvent être observés. Les réactions immédiates peuvent rester locales ou devenir systémiques. Il s'agit d'une réaction d'irritation ou d'inflammation se traduisant par la formation d'une papule plus ou moins prurigineuse, une douleur transitoire, une chaleur, un érythème au site de piqûre. Les réactions tardives se présentent généralement comme un suintement et un érythème d'apparition progressive au site de piqûre. Il est donc fondamental d'essayer de prévenir ces piqûres pour limiter la propagation de ces différents agents pathogènes à travers diverses mesures (Porter des vêtements qui couvrent complètement les parties du corps, Garder les fenêtres et les portes fermées la nuit...etc). Parmi tous les vecteurs dont il y a lieu de se préoccuper, les plus importants sont les moustiques, les puces, les phlébotomes, et les mouches ; ils font l'objet d'un traitement particulier, parallèlement aux différentes méthodes de lutte, les points importants qui sont abordés à cet égard portent entre autres sur le rôle et les responsabilités des autorités concernées aux points d'entrée, qui consistent notamment à prendre conscience de la menace que constituent les maladies à transmission vectorielle, à mettre en place des dispositifs de surveillance des vecteurs en ces points, à élaborer des stratégies de lutte contre les vecteurs fondées sur des éléments d'appréciation factuels pour éviter la propagation des maladies qu'ils transmettent.

**Mots Clé** : Arthropodes, Parasites, Vecteurs, Transmission Vectorielle, Piqûres, Nuisance, Réaction, Agents Pathogènes, Lutte, Surveillance, Propagation.

## **Abstract**

Many parasitic, biting or sucking arthropods are vectors of vector-borne diseases. The large family of arthropods includes insects and ticks. These vectors harbour microscopic disease-causing organisms and transmit them to humans and animals when bitten. The bites or stings they cause are experienced as a nuisance and can trigger reactions of varying degrees of severity, including severe allergies. Several types of reactions can be observed. Immediate reactions may remain local or become systemic: an irritation or inflammation reaction resulting in the formation of a more or less pruritic papule, transient pain, heat and erythema at the site of the sting. It is therefore essential to try to prevent these bites in order to limit the spread of these different pathogens through various measures (wear clothes that completely cover the parts of the body, keep the windows and doors closed at night).

Of all the vectors to be concerned about, the most important are mosquitoes, fleas, sandflies, and flies; Of all the vectors of concern, the most important are mosquitoes, fleas, sandflies, and flies; these are dealt with in a special way, along with the various control methods, and the important points addressed in this regard include the role and responsibilities of the relevant authorities at points of entry, including awareness of the threat of vector-borne diseases, the establishment of vector surveillance systems at these points, and the development of evidence-based vector control strategies to prevent the spread of the diseases they transmit.

**Key Words** : Arthropods, Parasites, Vectors, Vector transmission, Stings, Nuisance, reaction, Pathogens, struggle, Surveillance, Propagation.