



HAL
open science

La punaise de lit : un parasite en pleine recrudescence

Alban Begin

► **To cite this version:**

Alban Begin. La punaise de lit : un parasite en pleine recrudescence. Sciences pharmaceutiques. 2016.
hal-01734443

HAL Id: hal-01734443

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734443v1>

Submitted on 14 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE
2016

FACULTE DE PHARMACIE

THESE

Présentée et soutenue publiquement

Le 29 Juin 2016 sur un sujet dédié à :

La punaise de lit : un parasite en pleine recrudescence

pour obtenir

le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

par Alban Begin

né le 26 février 1989 à Epinal

Membres du Jury

| | | |
|----------------------|-----------------------|--|
| Président du jury : | M. Joel Coulon | Maitre de Conférences, Faculté de pharmacie de Nancy |
| Directeur de thèse : | Mme Sandrine Banas | Maitre de Conférences, Faculté de pharmacie de Nancy |
| Juges : | Mme Isabelle Bertrand | Maitre de Conférences, Faculté de pharmacie de Nancy |
| | Mme Julie Vernier | Docteur en pharmacie |

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année universitaire 2015-2016

DOYEN

Francine PAULUS

Vice-Doyen

Béatrice FAIVRE

Directeur des Etudes

Virginie PICHON

Conseil de la Pédagogie

Président, Brigitte LEININGER-MULLER

Collège d'Enseignement Pharmaceutique Hospitalier

Président, Béatrice DEMORE

Commission Prospective Facultaire

Président, Christophe GANTZER

Vice-Président, Jean-Louis MERLIN

Commission de la Recherche

Président, Raphaël DUVAL

Responsable de la filière Officine

Responsables de la filière Industrie

Responsable de la filière Hôpital

Responsable Pharma Plus ENSIC

Responsable Pharma Plus ENSAIA

Responsable de la Communication

**Responsable de la Cellule de Formation Continue
et individuelle**

**Responsable de la Commission d'agrément
des maîtres de stage**

Responsables des échanges internationaux

Responsable ERASMUS

Béatrice FAIVRE

Isabelle LARTAUD,

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Béatrice DEMORE

Jean-Bernard REGNOUF de VAINS

Raphaël DUVAL

Marie-Paule SAUDER

Béatrice FAIVRE

Béatrice FAIVRE

Bertrand RIHN

Mihayl VARBANOV

DOYENS HONORAIRES

Chantal FINANCE

Claude VIGNERON

PROFESSEURS EMERITES

Jeffrey ATKINSON

Jean-Claude BLOCK

Max HENRY

Gérard SIEST

Claude VIGNERON

PROFESSEURS HONORAIRES

Roger BONALY

Pierre DIXNEUF

Marie-Madeleine GALTEAU

Thérèse GIRARD

Michel JACQUE

Pierre LABRUDE

Vincent LOPPINET

MAITRES DE CONFERENCES HONORAIRES

Monique ALBERT

Mariette BEAUD

Gérald CATAU

Jean-Claude CHEVIN

Jocelyne COLLOMB

Bernard DANGIEN

Marie-Claude FUZELLIER

Janine SCHWARTZBROD
Louis SCHWARTZBROD

Françoise HINZELIN
Francine KEDZIEREWICZ
Marie-Hélène LIVERTOUX
Bernard MIGNOT
Jean-Louis MONAL
Blandine MOREAU
Dominique NOTTER
Christine PERDICAKIS
Marie-France POCHON
Anne ROVEL
Maria WELLMAN-ROUSSEAU

ASSISTANTS HONORAIRES

Marie-Catherine BERTHE
Annie PAVIS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

| | | |
|--------------------------------|----|---|
| Danièle BENSOUSSAN-LEJZEROWICZ | 82 | <i>Thérapie cellulaire</i> |
| Jean-Louis MERLIN | 82 | <i>Biologie cellulaire</i> |
| Alain NICOLAS | 80 | <i>Chimie analytique et Bromatologie</i> |
| Jean-Michel SIMON | 81 | <i>Economie de la santé, Législation pharmaceutique</i> |
| Nathalie THILLY | 81 | <i>Santé publique et Epidémiologie</i> |

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

| | | |
|-------------------------------|----|---|
| Christine CAPDEVILLE-ATKINSON | 86 | <i>Pharmacologie</i> |
| Joël DUCOURNEAU | 85 | <i>Biophysique, Acoustique, Audioprothèse</i> |
| Raphaël DUVAL | 87 | <i>Microbiologie clinique</i> |
| Béatrice FAIVRE | 87 | <i>Biologie cellulaire, Hématologie</i> |
| Luc FERRARI | 86 | <i>Toxicologie</i> |
| Pascale FRIANT-MICHEL | 85 | <i>Mathématiques, Physique</i> |
| Christophe GANTZER | 87 | <i>Microbiologie</i> |
| Frédéric JORAND | 87 | <i>Eau, Santé, Environnement</i> |
| Isabelle LARTAUD | 86 | <i>Pharmacologie</i> |
| Dominique LAURAIN-MATTAR | 86 | <i>Pharmacognosie</i> |
| Brigitte LEININGER-MULLER | 87 | <i>Biochimie</i> |
| Pierre LEROY | 85 | <i>Chimie physique</i> |
| Philippe MAINCENT | 85 | <i>Pharmacie galénique</i> |
| Alain MARSURA | 32 | <i>Chimie organique</i> |
| Patrick MENU | 86 | <i>Physiologie</i> |
| Jean-Bernard REGNOUF de VAINS | 86 | <i>Chimie thérapeutique</i> |
| Bertrand RIHN | 87 | <i>Biochimie, Biologie moléculaire</i> |

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

| | | |
|-----------------|----|--|
| Béatrice DEMORE | 81 | <i>Pharmacie clinique</i> |
| Julien PERRIN | 82 | <i>Hématologie biologique</i> |
| Marie SOCHA | 81 | <i>Pharmacie clinique, thérapeutique et biotechnique</i> |

MAITRES DE CONFÉRENCES

| | | |
|-------------------|----|--|
| Sandrine BANAS | 87 | <i>Parasitologie</i> |
| Xavier BELLANGER | 87 | <i>Parasitologie, Mycologie médicale</i> |
| Emmanuelle BENOIT | 86 | <i>Communication et Santé</i> |
| Isabelle BERTRAND | 87 | <i>Microbiologie</i> |
| Michel BOISBRUN | 86 | <i>Chimie thérapeutique</i> |
| François BONNEAUX | 86 | <i>Chimie thérapeutique</i> |
| Ariane BOUDIER | 85 | <i>Chimie Physique</i> |

| | | |
|-------------------------|-------|--|
| Cédric BOURA | 86 | Physiologie |
| Igor CLAROT | 85 | Chimie analytique |
| Joël COULON | 87 | Biochimie |
| Sébastien DADE | 85 | Bio-informatique |
| Dominique DECOLIN | 85 | Chimie analytique |
| Roudayna DIAB | 85 | Pharmacie galénique |
| Natacha DREUMONT | 87 | Biochimie générale, Biochimie clinique |
| Florence DUMARCAY | 86 | Chimie thérapeutique |
| François DUPUIS | 86 | Pharmacologie |
| Adil FAIZ | 85 | Biophysique, Acoustique |
| Anthony GANDIN | 87 | Mycologie, Botanique |
| Caroline GAUCHER | 86 | Chimie physique, Pharmacologie |
| Stéphane GIBAUD | 86 | Pharmacie clinique |
| Thierry HUMBERT | 86 | Chimie organique |
| Olivier JOUBERT | 86 | Toxicologie, Sécurité sanitaire |
| Alexandrine LAMBERT | 85 | Informatique, Biostatistiques |
| Julie LEONHARD | 86/01 | Droit en Santé |
| Christophe MERLIN | 87 | Microbiologie environnementale |
| Maxime MOURER | 86 | Chimie organique |
| Coumba NDIAYE | 86 | Epidémiologie et Santé publique |
| Francine PAULUS | 85 | Informatique |
| Caroline PERRIN-SARRADO | 86 | Pharmacologie |
| Virginie PICHON | 85 | Biophysique |
| Sophie PINEL | 85 | Informatique en Santé (e-santé) |
| Anne SAPIN-MINET | 85 | Pharmacie galénique |
| Marie-Paule SAUDER | 87 | Mycologie, Botanique |
| Guillaume SAUTREY | 85 | Chimie analytique |
| Rosella SPINA | 86 | Pharmacognosie |
| Gabriel TROCKLE | 86 | Pharmacologie |
| Mihayl VARBANOV | 87 | Immuno-Virologie |
| Marie-Noëlle VAULTIER | 87 | Mycologie, Botanique |
| Emilie VELOT | 86 | Physiologie-Physiopathologie humaines |
| Mohamed ZAIYOU | 87 | Biochimie et Biologie moléculaire |
| Colette ZINUTTI | 85 | Pharmacie galénique |

PROFESSEUR ASSOCIE

| | | |
|--------------------|----|------------|
| Anne MAHEUT-BOSSER | 86 | Sémiologie |
|--------------------|----|------------|

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

| | | |
|-----------------|----|---------------------------------|
| Alexandre HARLE | 82 | Biologie cellulaire oncologique |
|-----------------|----|---------------------------------|

PROFESSEUR AGREGE

| | | |
|--------------------|----|---------|
| Christophe COCHAUD | 11 | Anglais |
|--------------------|----|---------|

***Disciplines du Conseil National des Universités :**

80 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

81 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

82 : Personnels enseignants et hospitaliers de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

85 ; Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences physico-chimiques et ingénierie appliquée à la santé

86 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences du médicament et des autres produits de santé

87 : Personnels enseignants-chercheurs de pharmacie en sciences biologiques, fondamentales et cliniques

32 : Personnel enseignant-chercheur de sciences en chimie organique, minérale, industrielle

11 : Professeur agrégé de lettres et sciences humaines en langues et littératures anglaises et anglo-saxonnes

« LA FACULTE N'ENTEND DONNER AUCUNE APPROBATION, NI IMPROBATION AUX OPINIONS EMISES DANS LES THESES, CES OPINIONS DOIVENT ETRE CONSIDEREES COMME PROPRES A LEUR AUTEUR ».

SERMENT DES APOTHICAIRES



Je jure, en présence des maîtres de la Faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

Ɔ' honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

Ɔ'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

Ɔe ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



REMERCIEMENTS

À ma famille et en particulier à ma mère et ma grand-mère qui n'est plus-là.

À mes amis Geoffrey, Julian, JD, Vivien. On reste en contact.

À mes potes de fac Mathilde, Clément, Christophe, Saber pour ces bonnes soirées passées ensemble.

À mes copains du COS VILLERS TT pour m'avoir fait découvrir tous ces bons pinards.

À Sylvia pour ton soutien et tes conseils, tu m'as fait aimer ce métier.

Aux membres du jury pour avoir accepté de juger mon travail.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 14 |
| 1 HISTORIQUE DES PUNAISES DE LIT | 15 |
| 1.1 L'évolution du parasitisme | 15 |
| 1.2 La cohabitation dans le temps avec l'homme | 15 |
| 1.2.1 De la préhistoire à l'empire romain | 15 |
| 1.2.2 Du Moyen Âge au 19 ^{ème} siècle | 16 |
| 1.2.3 Du 19 ^{ème} au 20 ^{ème} siècle | 17 |
| 1.2.4 De la seconde guerre mondiale à nos jours | 18 |
| 2 ENTOMOLOGIE DES PUNAISES DE LIT | 19 |
| 2.1 Classification du parasite | 19 |
| 2.2 Morphologie du parasite | 21 |
| 2.2.1 Morphologie externe | 21 |
| 2.2.1.1 La tête | 21 |
| 2.2.1.2 Le thorax | 21 |
| 2.2.1.3 L'abdomen | 22 |
| 2.2.2 Morphologie interne | 22 |
| 2.2.2.1 Cavité générale et musculature | 22 |
| 2.2.2.2 Appareil digestif | 22 |
| 2.2.2.3 Appareil circulatoire | 22 |
| 2.2.2.4 Appareil respiratoire | 23 |
| 2.2.2.5 Appareil excréteur | 23 |
| 2.2.2.6 Appareil nerveux | 23 |
| 2.2.2.7 Appareil reproducteur | 23 |
| 2.2.2.7.1 Mâle | 23 |
| 2.2.2.7.2 Femelle | 24 |
| 2.2.2.8 Les mycétomes | 24 |
| 2.2.2.9 Glande odoriférante | 24 |
| 2.3 Espèces d'intérêt médicale | 25 |
| 2.3.1 Espèces majeures | 25 |
| 2.3.2 Autres espèces | 26 |
| 3 BIOLOGIE DES PUNAISES DE LIT | 29 |
| 3.1 Cycle de développement | 29 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.1.1 | Les œufs..... | 30 |
| 3.1.2 | Les juvéniles | 31 |
| 3.1.3 | Le phénomène de mue..... | 31 |
| 3.2 | L'insémination traumatique | 32 |
| 3.2.1 | Facteurs influençant le développement..... | 33 |
| 3.2.1.1 | La température..... | 33 |
| 3.2.1.2 | L'humidité..... | 34 |
| 3.3 | L'alimentation de l'insecte | 35 |
| 4 | ÉCOLOGIE DES PUNAISES DE LIT | 35 |
| 4.1 | Habitat du parasite..... | 35 |
| 4.2 | Comportement de l'insecte..... | 35 |
| 4.2.1 | L'activité nocturne..... | 35 |
| 4.2.2 | La communication entre individus | 36 |
| 4.2.2.1 | Les sensilles | 36 |
| 4.2.2.2 | Les phéromones | 37 |
| 4.3 | Modes de propagation | 37 |
| 4.3.1 | Déplacement actif | 37 |
| 4.3.2 | Déplacement passif | 38 |
| 5 | RÔLE PATHOGÈNE DES PUNAISES DE LIT | 38 |
| 5.1 | Conséquences cliniques des piqûres..... | 38 |
| 5.1.1 | Intensité de la réaction..... | 39 |
| 5.1.2 | Clinique de la réaction..... | 39 |
| 5.1.3 | Rôle des immunoglobulines | 40 |
| 5.1.4 | Le traitement des lésions | 40 |
| 5.2 | Conséquences des piqûres répétées..... | 41 |
| 5.2.1 | L'anémie | 41 |
| 5.2.2 | La thrombopénie | 42 |
| 5.3 | Conséquences psychiques..... | 42 |
| 5.4 | Risque de transmissions infectieuses..... | 43 |
| 5.4.1 | Rôle de vecteur..... | 43 |
| 5.4.2 | Organismes potentiels..... | 43 |
| 5.4.3 | Exemple de <i>Trypanosoma cruzi</i> | 44 |
| 5.4.3.1 | La maladie de Chagas | 44 |
| 5.4.3.2 | Les punaises de lit et <i>T cruzi</i> | 44 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.4.4 | Le virus de l'hépatite B | 45 |
| 5.4.5 | « L'effet cafard »..... | 46 |
| 6 | ÉPIDÉMIOLOGIE ET IMPACT ÉCONOMIQUE DES PUNAISES DE LIT | 46 |
| 7 | LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES PUNAISES DE LIT | 47 |
| 7.1 | Détecter puis identifier l'insecte | 48 |
| 7.1.1 | L'inspection visuelle | 48 |
| 7.1.2 | Piéger les punaises de lit | 51 |
| 7.1.2.1 | Les pièges passifs..... | 51 |
| 7.1.2.2 | Les pièges actifs..... | 52 |
| 7.1.3 | La détection canine | 54 |
| 7.1.4 | Identifier une punaise de lit | 54 |
| 7.1.4.1 | Diagnostic différentiel | 55 |
| 7.2 | Évaluer le degré d'infestation et la répartition géographique..... | 57 |
| 7.2.1 | L'interrogatoire des victimes..... | 57 |
| 7.2.2 | L'état des lieux clinique | 57 |
| 7.2.3 | L'évaluation des zones infestées | 57 |
| 7.3 | La lutte mécanique..... | 58 |
| 7.3.1 | Brosser/laver/aspirer | 58 |
| 7.3.2 | Suppression des éléments infestés | 59 |
| 7.3.3 | Le chauffage | 59 |
| 7.3.4 | La congélation | 60 |
| 7.3.5 | Atmosphères particulières | 61 |
| 7.3.6 | La terre de Diatomée..... | 61 |
| 7.3.7 | Autres pistes à développer..... | 62 |
| 7.3.7.1 | Les prédateurs des punaises de lit | 62 |
| 7.3.7.2 | Les feuilles de haricot vulgaire | 64 |
| 7.4 | La lutte chimique..... | 65 |
| 7.4.1 | Les insecticides | 67 |
| 7.4.2.1 | Classes chimique | 67 |
| 7.4.2.1.1 | Les organochlorés | 68 |
| 7.4.2.1.2 | Les organophosphorés | 68 |
| 7.4.2.1.3 | Les carbamates..... | 68 |
| 7.4.2.1.4 | Les pyréthrinoides..... | 69 |
| 7.4.2.1.5 | Les inhibiteurs de croissance | 70 |

| | | |
|------------------------|--|-----------|
| 7.4.2.2 | Précautions d'emploi et intoxication | 71 |
| 7.4.2.3 | Les résistances aux insecticides..... | 72 |
| 7.4.2 | L'ivermectine | 73 |
| 7.5 | Évaluation du traitement | 74 |
| 7.6 | Prévention d'une future infestation..... | 74 |
| CONCLUSION..... | | 76 |
| RÉFÉRENCES..... | | 77 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1: première gravure sur bois de punaises de lit, 1568 | 16 |
| Figure 2 : Poudre de pyrèthre | 18 |
| Figure 3: Fumigation d'une baraque de soldats au cyanure d'hydrogène, (Potter, 2011) | 18 |
| Figure 4: Affiche de sensibilisation..... | 19 |
| Figure 5: Poudre de DTT à 10% | 19 |
| Figure 6: Vues ventrale et dorsale de <i>C lectularius</i> | 21 |
| Figure 7: <i>C lectularius</i> adulte femelle et mâle..... | 25 |
| Figure 8: Comparaison de la tête de <i>C lectularius</i> à gauche et <i>C hemipterus</i> à droite | 26 |
| Figure 9: <i>Cimex pilosellus</i> | 26 |
| Figure 10: <i>Cimex pipistrelli</i> | 27 |
| Figure 11: Comparaison de <i>C adjunctus</i> et <i>C lectularius</i> au microscope électronique à balayage | 27 |
| Figure 12: <i>Cimex hirundinis</i> et <i>Oeciacus vicarius</i> | 28 |
| Figure 13: Cycle de développement de la punaise de lit..... | 29 |
| Figure 14: <i>C lectularius</i> , stade œuf..... | 30 |
| Figure 15: Schématisation de l'éclosion de <i>C lectularius</i> | 30 |
| Figure 16: <i>C lectularius</i> , stade juvénile..... | 31 |
| Figure 17: Exuvies de <i>C lectularius</i> aux six stades | 31 |
| Figure 18: Insémination traumatique de <i>C lectularius</i> | 32 |
| Figure 19: Activité de <i>C lectularius</i> pendant 24 heures..... | 36 |
| Figure 20: tête de <i>C lectularius</i> et détail d'une antenne | 36 |
| Figure 21: piqûres typiques de punaises de lit..... | 38 |
| Figure 22: différentes zones à prospecter..... | 49 |
| Figure 23: Déjection de punaises de lit sur une latte de lit..... | 50 |
| Figure 24: taches de sang sur un drap..... | 50 |
| Figure 25: Différents pièges à punaise de lit | 51 |
| Figure 26: ClimbUp®insect interceptor | 52 |
| Figure 27: piège maison à base de glace sèche..... | 52 |
| Figure 28: Le NightWatch © et le CDC 3000 © | 53 |
| Figure 29: Morphologie d'une puce | 55 |
| Figure 30: Morphologie d'un pou..... | 56 |
| Figure 31: Morphologie d'une tique | 56 |
| Figure 32: Chelifère cancroïde | 62 |
| Figure 33 : Réduve masquée jeune à gauche, adulte à droite | 63 |
| Figure 34: Scutigère véloce | 63 |
| Figure 35: <i>Pyemontes ventricosus</i> | 64 |
| Figure 36: <i>Myrmica rubra</i> | 64 |
| Figure 37: Punaise de lit piégée sur une feuille de haricot (a), patte arrière d'une punaise de lit prise dans les trichomes (b) | 65 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Sous famille et genres de Cimicidés | 20 |
| Tableau 2: Données biologiques de la punaise de lit..... | 29 |
| Tableau 3: lieux type des infestations par des punaises de lit en Australie et aux Etats Unis..... | 47 |
| Tableau 4: Insecticides utilisables dans la lutte chimique contre les punaises de lit. | 67 |

INTRODUCTION

Le terme punaises de lit englobe deux espèces *Cimex lectularius* et *Cimex hemipterus*. Ce sont des ectoparasites hématophages que nos grands-parents connaissaient bien, il est prouvé que les punaises de lit infestent nos habitations depuis des milliers d'années.

Les piqûres de punaises de lit provoquent des lésions dermatologiques avec des réactions allergiques variables et des troubles psychiques associés très importants.

Les infestations étaient communes jusqu'à la seconde guerre mondiale et l'arrivée de puissants insecticides. Or depuis le début des années 1990 les infestations sont en hausse constante. Tous les pays développés sont concernés et particulièrement les grandes villes avec des flambées épidémiques. Le manque d'information de la population rend souvent les traitements hasardeux qui, la plupart du temps, propagent l'infestation au lieu de l'éradiquer.

Dans un premier temps nous allons rappeler l'origine des punaises de lit depuis la préhistoire. Par la suite *Cimex lectularius* et *Cimex hemipterus* seront étudiées avant que la biologie et le comportement des punaises de lit soient traités.

Dans une autre partie, les piqûres seront détaillées comme la capacité de l'insecte à transmettre des micro-organismes pathogènes. Nous ferons aussi le point sur les récentes données épidémiologiques du moment.

Pour finir une dernière partie présentera la stratégie de lutte contre les punaises de lit et les difficultés associées à celle-ci.

1 HISTORIQUE DES PUNAISES DE LIT

La punaise de lit a toujours cohabité avec l'homme. C'est un parasite connu depuis des milliers d'années, des spécimens retrouvés dans des tombes égyptiennes en témoignent (Delaunay et al, 2011).

Jusqu'à la seconde guerre mondiale, les infestations étaient communes, les traitements étaient mal maîtrisés et très dangereux pour l'insecte comme pour l'homme.

La mise sur le marché du DDT pendant la seconde guerre mondiale révolutionna les traitements insecticides. Les punaises de lit disparurent de notre quotidien dès le début des années 1950 et pendant cinquante ans les infestations furent exceptionnelles (Delaunay et al, 2011). Or, depuis le début des années 1990 les infestations explosent au niveau mondial. L'augmentation des voyages internationaux, la limitation d'utilisation d'insecticides rémanents, les phénomènes de résistance sont des facteurs évidents participant à la recrudescence de ces parasites.

1.1 L'évolution du parasitisme

Les punaises de lit n'étaient peut-être pas à l'origine des parasites hématophages humains. Initialement elles étaient probablement des parasites phytophages se nourrissant au dépend des plantes. Dans un deuxième temps, elles auraient évoluées vers un parasitisme envers les insectes invertébrés se trouvant dans les nids de ces mammifères, puis vers les oiseaux et les chauves-souris eux-mêmes.

Il y aurait ensuite eu une évolution par un parasitisme humain. Durant la préhistoire quand l'homme vivait encore dans des cavernes, les punaises des chauves-souris se seraient mises à changer d'hôte par besoin, pour aller piquer l'homme (Potter, 2011).

Anthocoris Nemorum est la punaise des peupliers, elle est un exemple de cette évolution. Elle parasite d'autres insectes mais occasionnellement elle peut piquer des animaux et l'homme (Fisher et al, 1999).

1.2 La cohabitation dans le temps avec l'homme

1.2.1 De la préhistoire à l'empire romain

Lors de la préhistoire, les tribus nomades se sont mises à découvrir et coloniser des cavernes. Ces grottes abritaient déjà des chauves-souris parasitées par des punaises de lit (Maestre, 2011).

Pendant cette période l'homme était parasité de manière intermittente, c'est lorsqu'il quitta les cavernes pour aller apprendre l'agriculture et construire des villages pour s'y loger dans des maisons que les infestations devinrent courantes et normales.

A cette époque quand une infestation était détectée, les objets étaient brûlés ou jetés en dehors du village, ce qui ne faisait qu'écarter les parasites pour qu'ils puissent se diffuser par la suite.

Le premier traitement chimique consistait à enduire les pieds du lit d'huile pour empêcher l'ascension des punaises sur le lit. Les lits de l'époque passèrent du simple matelas de paille à même le sol à une plateforme surélevé avec des pieds (Maestre, 2011).

Le développement des transports de marchandises permit aux punaises de lit de conquérir de nouveaux territoires, Rome fut par conséquent durement touché par ces infestations.

Les Romains les nommèrent en premier « Cimex », ce nom deviendra plus tard leur nom de genre (Maestre, 2011).

Les punaises de lit étaient considérées comme des nuisibles mais aussi bien comme remède pour de nombreuses maladies. Les romains pensaient qu'une cure de punaises de lit pouvait soigner une piqure de serpent (Potter, 2011).

1.2.2 Du Moyen Âge au 19^{ème} siècle

Durant le Moyen Âge, les punaises de lit faisaient partie intégrante de la vie de la population, même la chambre du roi était régulièrement infestée par ces parasites.

Les premiers écrits européens mentionnant les punaises de lit datent du 11^{ème} siècle en Allemagne, du 13^{ème} siècle en France et de 1583 en Angleterre, une gravure sur pierre datant de 1586 en témoigne (Figure 1).

Les punaises de lit furent souvent accusées à tort d'être vecteur de la peste noire qui a ravagée l'Europe au 14^{ème} siècle, les puces étaient alors les responsables (Usinger, 1966).

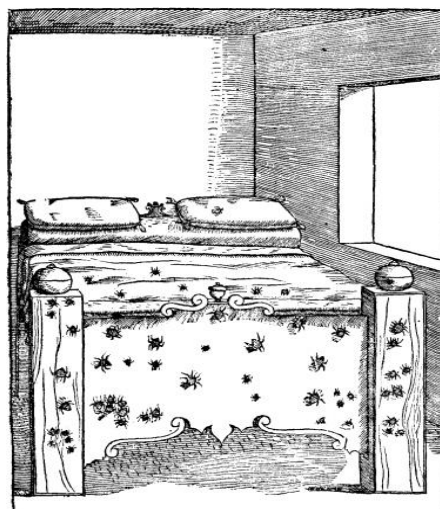


Figure 1: première gravure sur bois de punaises de lit, 1568 (Usinger, 1966)

Au 17^{ème} siècle le terme « Cimices » fut utilisé pour les désigner puis « bedbug » avec « Bug » dérivant du mot « bogy », on les surnommait aussi à l'époque « mahogany flat » ou « wall louse » (Maestre, 2011).

Dans la conquête du continent américain, les colons transportèrent les punaises de lit parmi eux, grâce aux navires. Les Amérindiens ne semblaient pas connaître ces parasites. Un explorateur de l'époque Kahn écrit en 1748 que les punaises de lit étaient abondantes dans les colonies anglaises et au Canada mais absentes chez les Amérindiens (Maestre, 2011)

1.2.3 Du 19^{ème} au 20^{ème} siècle

À cette époque chaque habitation possédait une cheminée comme seule source de chaleur pour l'homme et les punaises de lit. Ce parasite ne peut pas réguler sa température, par conséquent avec la baisse des températures en hiver les punaises de lit ralentissaient leur métabolisme et se cachaient. Les infestations étaient donc un problème saisonnier ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

Le printemps passé il était assez commun d'utiliser de l'eau bouillante sur le mobilier pour essayer de détruire les punaises de lit qui pouvaient vivre à l'intérieur.

À partir du début du 20^{ème} siècle la banalisation du chauffage central permit aux punaises de lit de se développer (Potter, 2011).

Il était commun de se fournir chez un apothicaire qui fournissait des mélanges de métaux lourds comme de l'arsenic ou du mercure. Les occupants devaient les mélanger à de l'eau ou de la térébenthine afin de les appliquer à l'aide d'une brosse ou d'une plume sur les lieux de passage des punaises pour tenter de les exterminer (Potter, 2011).

Du chlorure de mercure était utilisé par le grand public et les entreprises spécialisées de l'époque.

Cette poudre était mélangée à du blanc d'œuf puis appliquée à l'aide d'une plume au niveau des fissures. Malheureusement la grande toxicité de ce produit provoquait de nombreux accidents (Potter, 2011).

De l'huile, du kérosène ou d'autres liquides inflammables étaient aussi utilisés pour réaliser des fumigations pour combattre les infestations (Maestre, 2011).

À la fin du 19^{ème} siècle de la poudre de pyrèthre issue de fleurs de chrysanthèmes séchées était utilisée, c'est encore aujourd'hui l'un des plus sûrs et écologiques insecticides. Cette poudre était commercialisée sous le nom « powder insect persian » (figure 2) (Potter, 2011).

Le pyrèthre étant rare et onéreux d'autres molécules firent leur apparition comme la roténone, le crésol ou le naphthalène (Maestre, 2011).

Des protocoles de désinfection stricte commencèrent à se développer partout en Europe pour minimiser le transport des punaises de lit dans les maisons neuves. En 1934, les vêtements et la literie devaient être régulièrement nettoyés par passage dans des étuves à vapeur ou aspergés de cyanure d'hydrogène (figure 4) (Potter, 2011).

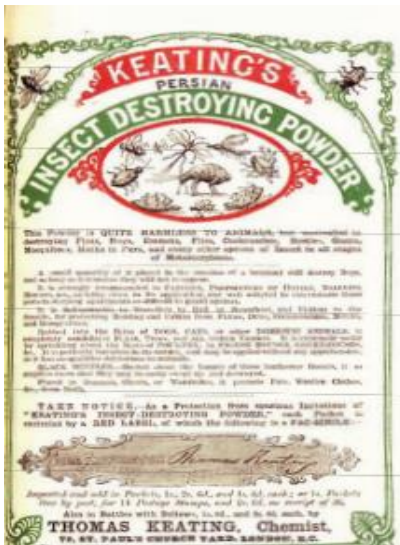


Figure 2 : Poudre de pyrèthre (Potter, 2011)



Figure 3: Fumigation d'une baraque de soldats au cyanure d'hydrogène (Potter, 2011)

On estime qu'en 1930 à Londres la moitié de la population ou approximativement quatre millions d'habitants étaient parasités. Ce pourcentage était similaire pour les grandes capitales européennes (Usinger, 1966).

1.2.4 De la seconde guerre mondiale à nos jours

Les punaises de lit étaient un problème récurrent sur le front de guerre. Les casernes, les vaisseaux de guerre, les tranchées jusqu'aux vêtements et casques des soldats étaient infestés de punaises de lit (Maestre, 2011).

Lors de la seconde guerre mondiale il était souvent ordonné de faire des fumigations complètes de casernes de soldats de l'US armée (figure 3 et 4) à l'aide de cyanure d'hydrogène ou gaz zyklon (Potter, 2011).

En 1944 le DDT, un insecticide extrêmement rémanent, fut découvert et vendu comme un insecticide sans danger et économique (Potter, 2011).

Deux formes étaient disponibles, le spray à 5% ou de la poudre à 10% (figure 5), à disperser sur le mobilier de la maison. L'efficacité a été immédiate sur les punaises de lit et les autres insectes.

Dès 1948, deux scientifiques Johnson et Hill notaient des résistances au DDT. Sur la base de Pearl Harbor, à plusieurs reprises, quelques punaises de lit survivantes étaient présentes après contrôle d'infestations au DDT. (Maestre, 2011)



Figure 4: Affiche de sensibilisation
(Potter, 2011)

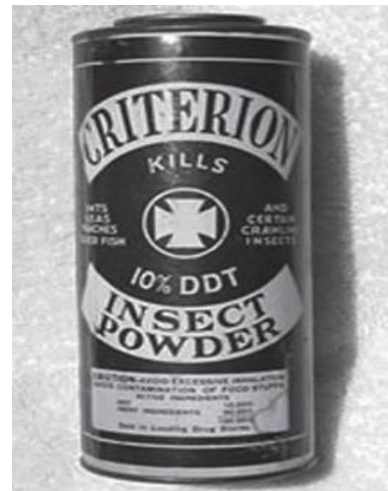


Figure 5: Poudre de DDT à 10%
(Maestre, 2011)

En 1956 il était préconisé l'utilisation de Malathion sous forme de spray à 2% en cas de résistance au DDT. En 1972 le DDT fut interdit d'utilisation aux États Unis après des preuves de sa rémanence dans l'environnement et la chaîne alimentaire, de plus sa toxicité s'est avérée trop importante.

Dans les années 1990, les organophosphorées et les carbamates étaient les insecticides les plus utilisés car bien que rémanents et peu onéreux, ils sont néanmoins toxiques pour l'homme.

Aujourd'hui les programmes de gestion des infestations ne sont plus centrés sur les traitements chimiques, l'utilisation d'insecticides est à éviter au maximum et aucun traitement à l'aveugle ne doit être initié. La lutte anti punaises de lit est plutôt centrée sur l'élimination par des moyens physiques naturels après avoir identifié les parasites avec certitude et ciblé les zones à traiter.

2 ENTOMOLOGIE DES PUNAISES DE LIT

2.1 Classification du parasite

Plus de 40000 espèces de punaises sont identifiées. Certaines sont carnivores, d'autres sont phytophages ou hématophages.

La punaise de lit commune *Cimex lectularius* appartient à :

- L'embranchement **ARTHROPODE** : Le corps d'un arthropode est fait de segments articulés protégés par un exosquelette

- La classe **INSECTE**: Trois structures composent le corps d'un insecte : la tête, le thorax et l'abdomen. Des pièces buccales externes sont présentes.
- L'ordre **HEMIPTÈRE** : Les pièces buccales d'un hémiptère sont transformées en un rostre piqueur-suceur (Berenger, 1991).
- Le sous-ordre **HETEROPTÈRE** : Les hétéroptères ont une paire d'ailes antérieures ou hémélytres mi sclérifiée et mi membraneuse. Des glandes odoriférantes sont présentes (Berenger, 1991).
- La famille **CIMICIDÉ** : Les cimicidés sont des ectoparasites temporaires de petite taille, cosmopolites et hémato-phages aux dépend des animaux à sang chaud.

La famille des cimicidés compte une centaines d'espèces regroupées en plus de six sous-familles et vingt-trois genres. Cette famille est regroupée dans ce tableau. Seuls les genres *Cimex*, *Oeciacus* et *Leptocimex* peuvent piquer l'homme (Delaunay et al, 2011).

Tableau 1 : Sous familles et genres de Cimicidés (Delaunay et al, 2011)

| Sous-familles | Genres | Nombre d'espèces | Hôtes principaux | Répartition des sous-familles |
|--------------------------|---|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| AFROCIMICINAE | <i>Afrocimex</i> | 3 | Chauves-souris | Afrique |
| LATROCIMICINAE | <i>Latrocimex</i> | 1 | Chauves-souris | Néotropicale |
| PRIMICIMICINAE | <i>Bucimex</i> <i>Primicimex</i> | 2 | Chauves-souris | Néotropicale, Sud des Etats-Unis |
| CIMICINAE | <i>Bertilia</i> <i>Cimex</i> <i>Oeciacus</i> <i>Paracimex</i> <i>Propicimex</i> | 39 | Chauves-souris, oiseaux, homme | Mondiale (<i>Cimex</i> cosmopolite) |
| CACODMINAE | <i>Aphrania</i> <i>Cacodmus</i> <i>Crassicimex</i> <i>Leptocimex</i> <i>Loxaspis</i> <i>Passicimex</i> <i>Stricticimex</i> | 39 | Chauves-souris | Afrique et Asie |
| HAEMATOSIPHONINAE | <i>Camincimex</i> <i>Cimexopsis</i> <i>Haematosiphon</i> <i>Hesperocimex</i> <i>Ornithocoris</i> <i>Psitticimex</i> <i>Synxenoderus</i> | 10 | Oiseaux | Néarctique Néotropicale |

2.2 Morphologie du parasite

2.2.1 Morphologie externe

La punaise de lit est un insecte sans ailes fonctionnelles, de couleur brun à rougeâtre. Elle peut mesurer de 5 à 8mm à l'âge adulte, son corps est aplati dorso-ventralement, de forme arrondie en forme de confetti.

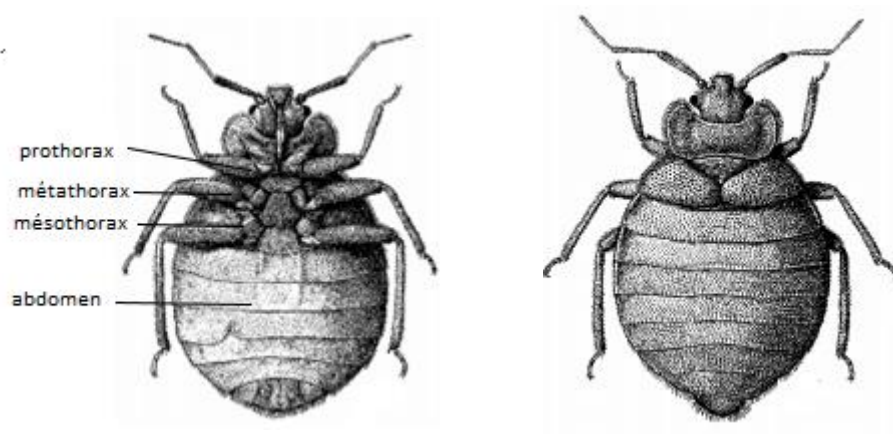


Figure 4: Vues ventrale et dorsale de *C lectularius*
(Robinson, 2005)

2.2.1.1 La tête

La tête de la punaise de lit est pyramidale, ses yeux sont bien visibles, ses antennes sont minces et ses pièces buccales sont repliées au repos. On reconnaît la punaise de lit par son col Médicis typique, c'est une échancrure du bord latéral du thorax faisant jonction avec la tête.

2.2.1.2 Le thorax

Le thorax se compose d'un prothorax, mésothorax et d'un métathorax (figure 6). La tête et une paire d'ailes réduites à de simples écailles qui s'insèrent sur le prothorax (Moulinier, 2002).

Le mésothorax et le métathorax sont plus petits que le prothorax. L'abdomen s'insère sur le métathorax (Usinger, 1966).

Trois paires de pattes s'articulent sur le thorax. Une patte se compose de cinq articles qui sont la hanche, le trochanter, le fémur, le tibia et enfin le tarse. Le tarse se

décompose en cinq sous structures, la dernière sous structure portant deux griffes (Moulinier, 2002).

Les griffes sont adaptées à la marche, elles permettent aux punaises de lit de grimper sur des surfaces rugueuses ou sur les vêtements des humains très facilement.

2.2.1.3 L'abdomen

L'abdomen d'une punaise de lit est large et ovale, il est constitué de onze segments (figure 6). L'abdomen porte aussi des stigmates respiratoires du 2^{ème} ou 8^{ème} segments, et des appendices génitaux externes.

Le spermalège se trouve sur chez la femelle au niveau du 5^{ème} segment au niveau ventral, c'est une poche copulatrice fermée où le mâle dépose le sperme en perforant la cuticule (Moulinier, 2002).

Lors du repas sanguin l'abdomen est capable de s'élargir de manière considérable (Usinger, 1966).

2.2.2 Morphologie interne

2.2.2.1 Cavité générale et musculature

La cavité générale de la punaise de lit est appelée l'hémocèle, elle est composée d'hémolymphe où baignent les viscères et la musculature.

Les muscles sont insérés sur des expansions internes de la cuticule. Ils assurent la mobilisation des appendices comme les pattes, antennes, les pièces buccales et aussi celle des segments métamériques de l'abdomen (Moulinier, 2002).

2.2.2.2 Appareil digestif

Le sang passe par le système de succion de la punaise de lit pour arriver jusqu'à l'œsophage. Des muscles latéraux permettent de pomper correctement le sang de l'hôte.

La digestion se poursuit par l'acheminement du sang dans un premier ventricule considéré comme l'estomac de l'insecte. Par la suite le sang passe alors dans un 2^{ème} ventricule puis un 3^{ème} ventricule pour au final arrive au rectum.

2.2.2.3 Appareil circulatoire

L'appareil circulatoire d'une punaise de lit se compose d'un vaisseau dorsal modifié en un organe pulsatile qui est le cœur.

Le cœur est composé de ventriculites séparées par des valvules. Il communique avec la cavité générale par des ostioles qui s'ouvrent et se ferment grâce à des faisceaux musculaires. Le cœur est prolongé vers l'avant par une aorte qui s'ouvre au niveau de ganglions cérébroïdes (Mouliner, 2002).

2.2.2.4 Appareil respiratoire

La respiration est trachéale, la trachée débouche à l'extérieur au niveau des téguments par des orifices latéraux appelés stigmates. Après des ramifications successives le calibre des trachées se réduit et l'air aboutit à une cellule trachéolaire d'où partent de nombreuses trachéoles. Ces trachéoles aboutissent aux cellules de l'organisme (Mouliner, 2002).

2.2.2.5 Appareil excréteur

La punaise de lit est dotée de Tubes de Malpighi qui flottent dans l'hémocèle et débouchent dans le tube digestif. Ces tubes de Malpighi ont le même rôle que les reins des mammifères et permettent l'excrétion de l'eau et des déchets organiques captés dans l'hémocèle, mais aussi la réabsorption d'eau et de substances pour éviter à la punaise de lit une déshydratation (Mouliner, 2002).

2.2.2.6 Appareil nerveux

L'appareil nerveux de la punaise de lit est composé d'un ganglion cérébroïde qui fait office de cerveau, d'une masse ganglionnaire sous oesophagienne, d'une chaîne nerveuse ventrale et d'un système neurosympathique.

Le ganglion cérébroïde innerve les yeux, les centres olfactifs, les antennes, le labre. Le ganglion sous-oesophagien innerve les pièces buccales, les glandes salivaires, les muscles et téguments de la tête. Le système sympathique innerve le vaisseau dorsal cardiaque, le tube digestif, les Tubes de Malpighi, les muscles et les viscères (Mouliner, 2002).

2.2.2.7 Appareil reproducteur

2.2.2.7.1 Mâle

L'appareil reproducteur mâle se compose de deux testicules, deux canaux déférents, deux vésicules séminales, deux mésadènes, d'un canal éjaculatoire et d'un pénis.

Chaque testicule est formé de sept follicules s'ouvrant sur le canal déférent. Plus loin ce canal déférent s'élargit pour former la vésicule séminale puis les deux vésicules fusionnent pour donner le canal éjaculatoire.

Le mésadène est une glande sexuelle accessoire qui produit des sécrétions qui se mélangent au sperme lors de l'éjaculation (Usinger, 1966).

2.2.2.7.2 Femelle

L'appareil reproducteur femelle est doté de deux ovaires formées de sept ovarioles où sont générées les ovocytes qui se développeront en ovules.

Les ovules sont évacués par deux oviductes qui fusionnent plus loin pour créer l'utérus et le vagin. Un réceptacle séminal est relié au vagin, il a pour rôle de recevoir les sécrétions des glandes accessoires (Mouliner, 2002).

2.2.2.8 Les mycétomes

De chaque côté du thorax entre le 4^{ème} et 5^{ème} segment au niveau d'invaginations de l'intestin grêle se trouvent les mycétomes, ils sont présents chez la plupart des insectes.

Ces mycétomes hébergent des bactéries essentielles. Pour le moment seuls deux types de bactéries sont identifiées : des bactéries du genre *Wolbachia* et une gamma-protéobactérie appelée BLS (BEV-Like Symbiot) (Sakamoto et al, 2006).

Les endosymbiotes ont un rôle important dans la digestion du sang, dans le développement et la reproduction des punaises de lit.

Une suppression de ces bactéries par la chaleur ou un traitement antibiotique provoque une diminution des œufs pondus. Perturber le fonctionnement des punaises de lit par élimination des bactéries symbiotiques pourrait donc être une piste de traitement prometteuse afin de les rendre stérile et perturber leur cycle de développement (Sakamoto et al, 2006).

2.2.2.9 Glande odoriférante

Située au niveau du métathorax, elle est composée de deux glandes couplées reliées par un réservoir central. Cette glande couplée sécrète des phéromones qui permettent aux punaises de lit de communiquer entre elles (Usinger, 1966).

2.3 Espèces d'intérêt médicale

2.3.1 Espèces majeures

Le terme « punaise de lit » englobe deux espèces, *C lectularius* retrouvée en zone tempérée et *C hemipterus* plutôt en zone tropicale. De nos jours on retrouve l'introduction des deux espèces dans l'une ou l'autre de ces zones (Delaunay et al, 2011).

Cimex lectularius :

C lectularius est un ectoparasite exclusivement hémaphage qui se nourrit au dépend de l'homme. Pour survivre *C lectularius* peut se nourrir aux dépens de chauves-souris, de volailles ou d'animaux domestiques.

Cette espèce est distribuée dans les régions tempérées comme l'Europe, la Russie, ou l'Amérique du Nord. De nos jours l'introduction de cette espèce dans des régions plus tropicales est fréquemment observée, au Brésil par exemple (Robinson, 2005).



Figure 5: *C lectularius* adulte femelle et mâle
(Usinger, 1966)

Cimex hemipterus :

C hemipterus est une espèce tropicale. Elle se retrouve en Amérique centrale, Asie et en Afrique. De nos jours on retrouve fréquemment l'introduction de *C hemipterus* en Europe.

Cette espèce s'attaque aussi à la volaille mais rarement aux chauves-souris.

Cette espèce est très proche morphologiquement de *C Lectularius*. On les différencie seulement par la forme du pronotum ou col de Médicis (figure 8). En effet la marge latérale

de *C hemipterus* est concave, celle de *C lectularius* est plus large et incurvée (Robinson, 2005).



Figure 6: Comparaison de la tête de *C lectularius* à gauche et *C hemipterus* à droite (Robinson, 2005)

On constate de nos jours des hybridations entre ces deux espèces. Néanmoins lorsqu'un mâle *C hemipterus* féconde une femelle *C lectularius* la femelle meurt conséquence d'une fécondation inadaptée. Un accouplement entre un mâle *C lectularius* et une femelle *C hemipterus* est toutefois possible (Robinson, 2005).

2.3.2 Autres espèces

Ces espèces n'ont pas comme hôte primaire l'homme. Elles piquent des animaux à sang chaud comme les pigeons, les chauves-souris ou les poulets. Elles peuvent néanmoins piquer l'homme pour survivre, si leur hôte est amené à disparaître.

- « Bag bugs », Les punaises des chauves-souris :

Cimex pilosellus et *Cimex adjunctus* :

Ce sont des espèces américaines. *C pilosellus* est une espèce que l'on trouve dans l'Ouest des États Unis (figure 9) et *C Adjunctus* dans l'Est des États Unis (Robinson, 2005).



Figure 7: *Cimex pilosellus*
(Cranshaw et al, 2016)

Cimex pipistrelli et *Leptocimex boueti* :

Cimex pipistrelli est une espèce européenne (figure 10) alors que *Leptocimex Boueti* est une espèce vivant en Afrique de l'Ouest. Ces punaises vivent et se reproduisent en colonies dans les niochirs des chauves-souris. Des piqures sur l'homme par ces punaises ont déjà été rapportées, si les chauves-souris sont amenées à disparaître par délogement ou lors d'une période migratoire elles peuvent parasiter l'homme.



Figure 8: *Cimex pipistrelli*
(Goddard, 2009)

La punaise des chauves-souris est très proche à l'œil nu de la punaise de lit. Le microscope permet de détecter quelques différences morphologiques (figure 11).

Les yeux de la punaise des chauves-souris sont moins protubérants que ceux de la punaise de lit, la punaise des chauves-souris est aussi plus pubescente (Goddard, 2009).

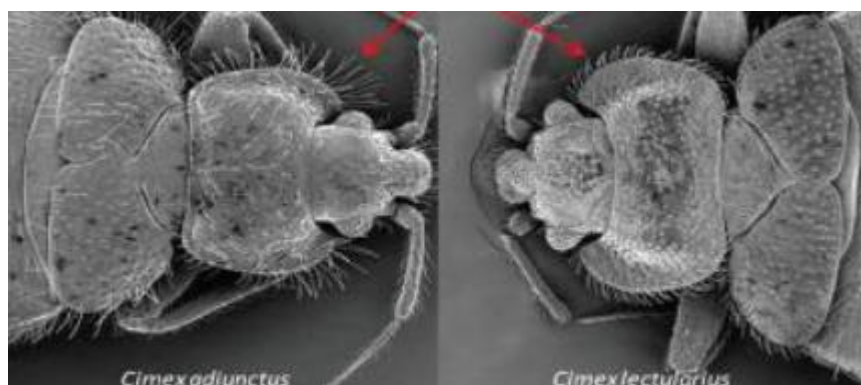


Figure 9: Comparaison de *C adjunctus* et *C lectularius* au microscope électronique à balayage
(Goddard, 2009)

- La punaise des oiseaux :

Oeciacus hirundinis et *Oeciacus vicarius* :

Oeciacus hirundinis est une espèce européenne et *Oeciacus vicarius* est américaine (figure 12). Ces punaises parasitent les hirondelles et d'autres oiseaux. Elles occupent le nid des hirondelles pendant toute l'année. Durant l'hiver quand le nid des hirondelles est vacant, elles peuvent piquer l'homme.

Leurs piqûres sont réputées plus douloureuses que celles de *Cimex lectularius* (Usinger, 1966).



Figure 10: *Oeciacus hirundinis* et *Oeciacus vicarius*
(Pericart, 1972)

Cimex columbarius :

C'est une espèce européenne qui parasite les pigeons.

Ces punaises sont semblables à *Cimex lectularius*, elles sont plus petites avec des antennes légèrement plus courtes (Robinson, 2005).

- « Poultry bug », la punaise des volailles :

Haematosiphon inodorus :

Haematosiphon inodorus est une espèce que l'on retrouve plutôt dans le sud et l'ouest des Etats Unis et en Amérique centrale.

Cette espèce se nourrit au dépend de la volaille, Elle se fait appelée souvent « the mexican chicken bug » (Robinson, 2005).

3 BIOLOGIE DES PUNAISES DE LIT

3.1 Cycle de développement

Le développement des punaises de lit se fait à travers cinq étapes entrecoupées d'une mue à chaque fois (figure 13). Les juvéniles doivent se nourrir une fois pour passer au stade suivant, les adultes peuvent se nourrir de nombreuses fois avec un temps variable qui alterne de trois à quinze jours en moyenne et jusqu'à deux ans en cas de famine (Tableau 2).

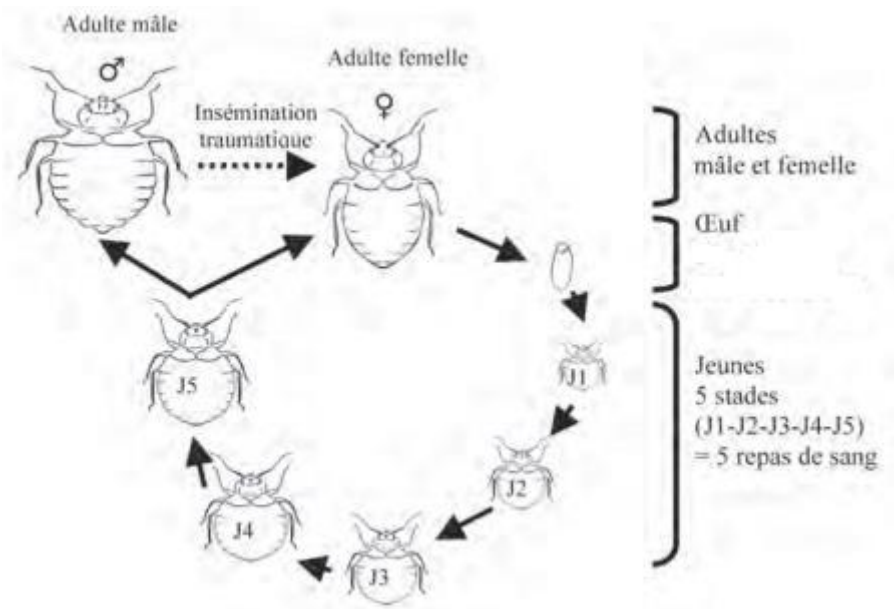


Figure 11: Cycle de développement de la punaise de lit (Delaunay et al, 2011)

Tableau 2: Données biologiques de la punaise de lit (Delaunay et al, 2011)

| Quelques données de biologie | |
|--|--------------------|
| Temps d'un repas sanguin | 10 - 20mn |
| Temps entre 2 repas, extrêmement variable (jusqu'à 2 ans) | 3 - 15 jours |
| Espérance de vie d'un adulte | 6 - 24 mois |
| Nombre total d'œufs pondus par une femelle adulte | 200 - 500 œufs |
| Rythme de ponte d'une femelle adulte | 5 - 15 œufs / jour |
| Temps du Cycle de vie (œuf à œuf) | 40 - 70 jours |
| Délai de ponte après fécondation | 3 - 10 jours |
| Temps d'éclosion des œufs | 7 - 15 jours |
| Temps entre 2 stades larvaires (repas sanguin obligatoire) | 3 - 15 jours |

3.1.1 Les œufs

La ponte intervient deux à trois à dix jours après la fécondation si les conditions sont favorables (tableau 2).

Un œuf de punaise de lit est de forme ovale avec un opercule à l'extrémité. Il mesure approximativement 1mm de long et 0.5mm de large, il est blanchâtre et légèrement opaque ce qui laisse apercevoir seulement les yeux rouges de l'embryon (figure 14) (Delaunay et al, 2011). Ils sont pondus individuellement puis regroupés et collés en amas grâce à un substrat sécrété par des glandes annexes de l'appareil génital femelle. Une femelle peut pondre de cinq à quinze œufs par jour et au total de deux cent à cinq cent dans sa vie (tableau 2).



Figure 12: *C lectularius*, stade œuf (Delaunay et al, 2011)

De sept à quinze jours après la ponte les œufs éclosent (tableau 2). L'opercule est d'abord forcé par l'embryon (figure 15) puis grâce à un mouvement de péristaltisme et la pénétration d'air, l'embryon peut s'extirper de l'œuf (Usinger, 1966).

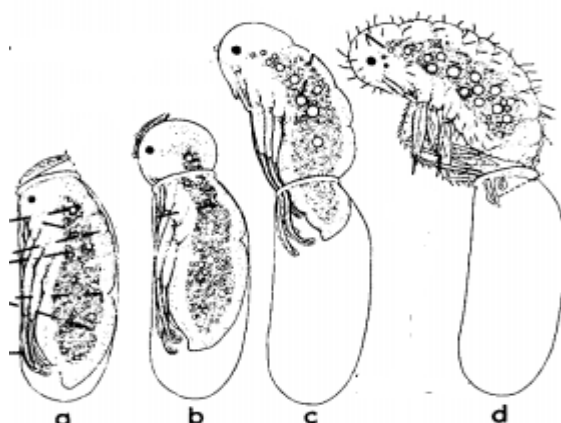


Figure 13: Schématisation de l'éclosion de *C lectularius* (Usinger, 1966)

3.1.2 Les juvéniles

Les juvéniles ou nymphes ressemblent aux adultes (figure 16). Les ailes vestigiales ne sont pas encore développées et les organes génitaux sont immatures, la cuticule est-elle plus fine que celle des adultes.

Le développement des juvéniles se décompose en cinq stades successifs entrecoupés d'une mue. La dernière nymphe donne seulement naissance à l'adulte sexué, deux mois après la ponte. Un repas sanguin est indispensable pour passer au stade suivant. (Delaunay et al, 2011).



Figure 14: *C lectularius*, stade juvénile
(Delaunay et al, 2011)

La première juvénile J_1 mesure 1,5 mm et la dernière juvénile J_5 mesure de 4 à 5 mm, elles sont de couleur claire ce qui les rend parfois peu visible lorsqu'elles sont à jeun.

Le col Medicis des J_1 est difficile à visualiser ce qui rend leur identification compliquée, aux stades supérieurs, il est nettement plus visible.

3.1.3 Le phénomène de mue

Lors de la mue il y a d'abord un gonflement hydrique puis une turgescence des cellules épidermiques, les enzymes des cellules épidermiques s'activent et la cuticule se décolle.

Une nouvelle cuticule est alors sécrétée par l'épiderme, une enveloppe de mue est constituée à partir de l'ancienne cuticule décollée (figure 17).

L'insecte peut enfin se dégager au niveau de zones fragilisées de l'ancienne cuticule, ce phénomène se nomme exuviation. La nouvelle cuticule se mélanise et devient scléreuse (Moulinier, 2002).



Figure 15: Exuvies de *C lectularius*
[www.pestwest.com]

3.2 L'insémination traumatique

L'accouplement de la punaise de lit est atypique et primitif, c'est une insémination traumatique.

Elle consiste à de multiples perforations de l'appareil génital mâle au niveau d'une zone spécifique de l'abdomen de la femelle pour tenter d'y injecter les spermatozoïdes (figure 18a).

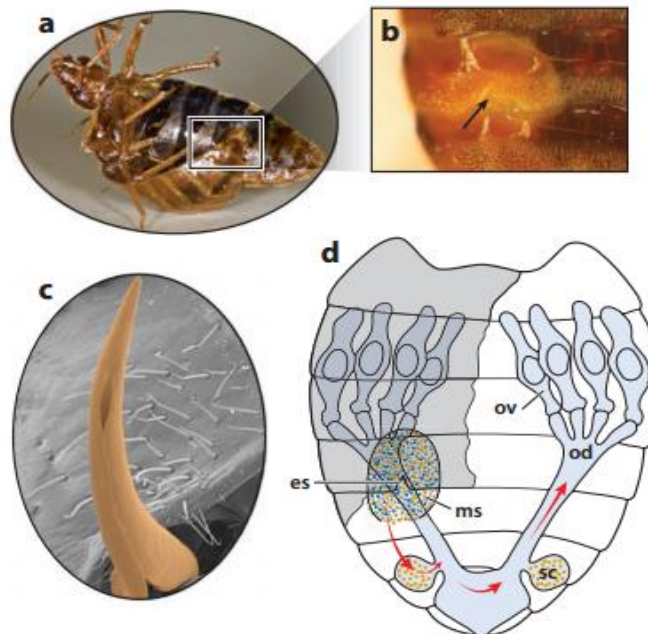


Figure 16: Insémination traumatique de *C lectularius* (Tatarnic et al, 2014)

a : l'accouplement, b : l'ectospermalège d'une femelle inséminée, c : appareil génital male, d : cheminement des spermatozoïdes après insémination, es :ectospermalège, ms :mésospermalège, sc : réceptacle séminal, od :oviducte, ov : ovariole.

La femelle possède un appareil génital normal délaissé par le mâle lors de l'accouplement, il est seulement utilisé pour la ponte (CNEV, 2015). Le spermalège est utilisé pour la fécondation, c'est une zone fermée destinée au traumatisme recouverte d'une cuticule épaissie visualisable ou « petit V » (figure 18b). En dessous de cette zone se trouve une poche copulatrice qui est très souvent bouchée.

Le mâle possède lui à l'extrémité de son abdomen un organe perforant sous la forme d'une aiguille courbée (figure 18c).

Lors de l'accouplement le mâle perce la cuticule de la femelle au niveau d'une zone précise appelée l'ectospermalège, les spermatozoïdes y sont déversés. Cette cible est souvent manquée par le mâle, mais cela n'a pas d'importance sur la réussite de l'insémination. En effet le mâle insémine la femelle à de nombreuses tentatives, les spermatozoïdes sont

envoyés dans le corps de la femelle mais ils ne sont pas détruits. Un système de drainage, le mesospermalège les achemine jusqu'à une zone de stockage et de concentration : le spermathèque.

Les spermatozoïdes peuvent alors gagner les oviductes au besoin, puis pénétrer dans les ovaires par voie transpariétale (figure 18d) (Delaunay et al, 2011).

Cette insémination traumatique est très violente pour la femelle, après le passage du mâle la cuticule peut être lésée, le liquide interne de la punaise appelé l'hémolymphe peut s'évacuer vers le milieu extérieur, le risque infectieux est très important. La mortalité secondaire post insémination est élevée.

Les punaises de lit peuvent avoir un comportement homosexuel, un individu gorgé peut attirer un autre mâle. Pour empêcher toute fécondation, les mâles, les jeunes ou certaines femelles utilisent des phéromones d'alerte pour les éloigner (CNEV, 2015).

Il est toutefois possible que deux mâles se fécondent, les spermatozoïdes du premier se mêleront à ceux du 2^{ème} pour une prochaine insémination, ce phénomène permet un brassage génétique.

Une étude s'est intéressée au spermalège et aux dégâts de l'insémination traumatique.

Il en ressort que l'espérance de vie des femelles est fonction de différents paramètres : la contamination potentielle de l'appareil sexuel mâle, l'insémination traumatique, le site de reproduction et le nombre d'actes sexuels.

Il en ressort que l'espérance de vie de la punaise de lit femelle est plus importante si la femelle ne subit pas de traumatisme ou le moins possible. Sur le terrain la femelle a bien compris ce phénomène, elle s'adapte pour sa survie et après un acte sexuel réussi elle aura tendance à fuir les mâles à proximité durant le reste de sa vie. La femelle conserve une réserve de spermatozoïdes stockée dans le spermathèque qu'elle peut utiliser durant sa vie au besoin.

Le spermalège a aussi un rôle protecteur indéniable. Une insémination en dehors du spermalège provoque une diminution de l'espérance de vie et une production d'œufs à la baisse, malgré un taux d'insémination faible (Morrow et al, 2003).

3.2.1 Facteurs influençant le développement

3.2.1.1 La température

La température est le facteur le plus important dans le développement des punaises de lit, à tous les stades d'évolution. À une température inférieure à 13°C il n'y a pas de développement, les femelles cessent de pondre et les œufs ne peuvent pas éclore.

Il est estimé qu'à une température supérieure à 44°C les punaises de lit meurent. Néanmoins à partir de 35°C et après une exposition prolongée il y a déjà une mortalité et une baisse de

fécondité importante, les bactéries symbiotiques sont aussi durement touchées (Usinger, 1966).

Le temps de développement de *C lectularius* et *C Hemipterus* a été analysé en fonction de différentes températures. La température idéale de développement de *C lectularius* se situe entre 27 et 30°C. *C lectularius* se développe plus rapidement que *C Hemipterus*, ce phénomène est encore plus flagrant aux températures limites de 18 et 33°C. *C Hemipterus* est une espèce tropicale mal adaptée aux températures extrêmes (Usinger, 1966).

Une autre expérience a été consacrée au temps de développement dans une atmosphère où la température est constante ou variable. Les œufs de *C lectularius* à 18°C, avec une fluctuation journalière de 9,9°C se développent en 14 jours contre 21 jours si la température ambiante est constante. *C lectularius* se serait adaptée aux variations de températures des climats tempérés (Usinger, 1966).

3.2.1.2 L'humidité

L'humidité relative influe peu sur le développement des punaises de lit. Des nymphes de *C lectularius* exposées à des taux d'humidité de 10 à 70% se développent de la même manière. Un taux d'humidité extrême, c'est-à-dire inférieur à 10% ou supérieur à 90% n'est pas approprié à *C lectularius*, alors que *C hemipterus* y résiste beaucoup mieux (Usinger, 1966). La cuticule protectrice est essentielle, elle protège les punaises de lit de la déshydratation. Grâce à elle la transpiration est très faible, elles peuvent éliminer jusqu'à 30 à 40% de leur poids en eau (Usinger, 1966).

La résistance des punaises de lit a été testée en les enfermant sous une atmosphère de 0% d'humidité relative, sans accès à de l'eau ni à de la nourriture. Deux semaines après il y avait encore des survivants (Usinger, 1966).

Les nymphes semblent plus sensibles que les adultes face au manque d'eau, elles contiennent plus d'eau dans leur corps et elles auront tendance à la perdre plus rapidement. Leur cuticule est moins épaisse. Une punaise de lit adulte a donc des besoins en eau plus faible et une résistance à la dessiccation plus importante.

La punaise de lit a la capacité de se mettre au repos, elle peut se cacher et se regrouper avec ses congénères. Cette agrégation leur permet de résister beaucoup mieux à la déshydratation.

3.3 L'alimentation de l'insecte

Les jeunes et les adultes sont hématophages chez les deux sexes. Un repas est nécessaire pour effectuer la mue et passer au stade supérieur.

Un repas dure en moyenne de cinq à vingt minutes (tableau 2). Une nymphe peut se nourrir 24 heures après sa mue, les nymphes ont un intervalle de temps pour se nourrir plus court que les adultes.

La punaise de lit doit se nourrir tous les trois à quinze jours en moyenne, cette durée est variable en fonction du temps de digestion, de la ponte et des conditions de température et d'humidité et de la disponibilité de l'hôte. Cette durée peut aller jusqu'à un voire deux ans (tableau 2).

4 ÉCOLOGIE DES PUNAISES DE LIT

4.1 Habitat du parasite

Les punaises de lit vivent toujours à proximité de l'homme. Elles se cachent, digèrent, se reproduisent au même endroit, dans des lieux à l'abri de la lumière et difficile d'accès. Elles peuvent se cacher dans les cordons de matelas, dans les structures du lit (lattes, sommier), dans des fentes de bois (plinthes, mobiliers) ou bien encore en hauteur (cadres de tableau, prise électriques) (Delaunay et al, 2011).

Les punaises se regroupent entre elles en étant en contact les unes avec les autres. Dans cette zone se mêle déjections, coquilles vides et exuvies. Les punaises de lit apprécient les surfaces sèches, rugueuses et sombres. Elles choisissent leur cachette en fonction de ces critères (Usinger, 1966).

Les lieux infestés n'ont aucun rapport avec le niveau social des victimes, à l'exception des grosses infestations. Les sites contaminés vont des établissements de luxe ou appartements les plus dégradés (Delaunay et al, 2011).

Dans les grosses infestations, le même profil de victime est souvent retrouvé. Ce sont des personnes qui vivent seules et qui cohabitent avec ces insectes depuis longtemps, sans avoir pris de mesures nécessaires d'éradication. Ce sont les plus gros propagateurs et aussi les personnes les plus difficiles à cibler.

4.2 Comportement de l'insecte

4.2.1 L'activité nocturne

Les punaises de lit sont actives la nuit. Elles fuient la lumière qu'elle soit naturelle ou artificielle, néanmoins si elles sont affamées elles peuvent se nourrir à la lumière du jour.

Une étude a voulu préciser l'activité des punaises de lit en fonction des heures de la journée. Les punaises de lit sont plus actives après trois heures du matin (figure 19). Une lumière présente pendant toute la nuit réduit l'activité des punaises mais ne la stoppe pas alors qu'une obscurité totale pendant 45 heures ne modifie pas ce rythme d'activité (Usinger, 1966).

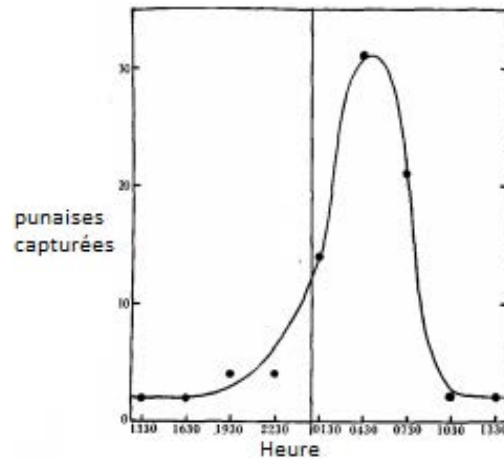


Figure 17: Activité de *C lectularius* pendant 24 heures (Usinger, 1966)

4.2.2 La communication entre individus

4.2.2.1 Les sensilles

Les punaises de lit sont dotées d'organes sensoriels appelés sensilles regroupés sur les antennes (figure 20). Ce système olfactif est très développé, des milliers de micro-capteurs y sont disséminés (Week et al, 2010).

De la soie recouvre le reste des antennes. Elle contient de nombreux chémorécepteurs et mécanorécepteurs. Ces récepteurs ont un rôle dans la perception de la température, l'humidité ambiante et dans les contacts (Week et al, 2010).

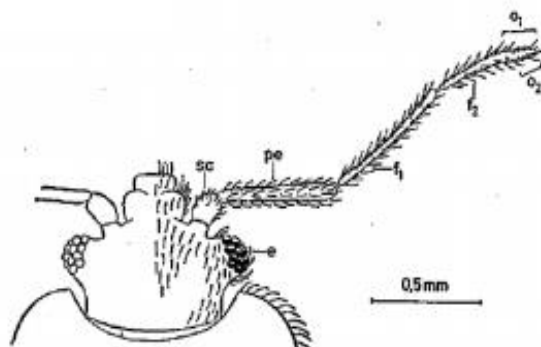


Figure 18: tête de *C lectularius* et détail d'une antenne (Levinson et al, 1974)

Sc :scape, pe :pédicelle, f₁ et f₂ : segments flagellés, o₁ et o₂ :régions olfactives, e :œil.

Chaque antenne est formée de quatre structures : le scape, le pédicelle et un flagelle terminal segmentés en deux. Le flagelle terminal à un rôle sensoriel primordial avec une grande diversité de sensilles sur celui-ci (Week et *al*, 2010).

4.2.2.2 Les phéromones

A l'heure actuelle des phéromones d'alarme, d'agrégation et de contact sont connues. Il n'y a pas de preuves de l'existence de phéromones sexuelles (Week et *al*, 2010).

Ces sécrétions se composent de dix molécules dont deux aldéhydes sont majoritaires : le 2-hexenal et le 2-octenal (Week et *al*, 2010).

Il n'y a pas de traces de 2-decenal et de composés carbonyl responsables de l'odeur malodorante des punaises à bouclier de la famille des pentatomidea (Usinger, 1966).

Ces signaux sont vraisemblablement répulsifs ou attractifs en fonction de l'émission des deux aldéhydes. Un signal d'alarme en cas de danger est plutôt composé de 2-hexenal et 2-octenal en majorité alors qu'un signal d'agrégation si il y a reconnaissance d'un refuge est composé de ces deux molécules à des concentrations plus faibles (Week et *al*, 2010).

4.3 Modes de propagation

4.3.1 Déplacement actif

Le déplacement actif correspond à la recherche de l'hôte par le parasite. C'est un déplacement local du lieu de vie vers le lieu de repas. Cela peut représenter quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

Instinctivement une punaise de lit retourne vers son lieu de repos initial. Il est possible qu'elle découvre un nouveau lieu de repos sur son chemin surtout si l'infestation est importante. Elle s'isole dans cette nouvelle cachette pour digérer, changer de stade ou pondre, cette zone sera alors colonisée. Ce comportement explique le « déplacement passif » (Delaunay et *al*, 2011).

Ce problème concerne particulièrement les hôtels, les foyers d'hébergement, les maisons de retraite, les trains de nuit ou bien encore les prisons (Delaunay et *al*, 2011).

Les punaises de lit peuvent ainsi infester de nouveaux appartements ou d'autres chambres d'hôtels par ce procédé. Ces insectes sont très petits, ils peuvent découvrir facilement de nouveaux territoires en pénétrant à travers les murs par des conduits d'aération ou par des circuits électriques (Davies et *al*, 2012).

4.3.2 Déplacement passif

Le déplacement passif est un déplacement involontaire du parasite d'un lieu de vie initial vers un nouveau lieu de vie allant de quelques kilomètres à plusieurs milliers de kilomètres si la personne est amenée à voyager. Plus le nombre de personnes hébergées et le rythme d'hébergement est important plus le risque est élevé (Delaunay et *al*, 2011).

Le déplacement passif se produit lorsque les occupants laissent par mégarde des vêtements, du linge par terre ou des valises ouvertes lors d'un séjour dans un hôtel ou un hébergement contaminé. Des punaises de lit peuvent s'y cacher par hasard. La victime peut ainsi les transporter vers un nouvel habitat pour propager l'infestation.

Des victimes n'ayant pas de domicile fixe peuvent aussi propager les infestations, ce sont des personnes à l'hygiène précaire qui ont l'habitude de vivre avec des punaises de lit. Ces personnes pourront facilement propager des infestations dans des lieux de passage comme des centres d'hébergement temporaire ou des centres de soins.

5 RÔLE PATHOGÈNE DES PUNAISES DE LIT

5.1 Conséquences cliniques des piqûres

La punaise de lit pique sa victime lors du repas sanguin. Trois protéines salivaires sont déjà identifiées, elles jouent un rôle dans la réponse immunologique de l'hôte.

La nitrophorine est une protéine composée d'oxyde nitrique NO lié à un ion fer Fe^{3+} . L'oxyde nitrique est relargué dans le sang de l'hôte pour provoquer une vasodilatation et augmenter le débit sanguin. La nitrophorine est aussi un ligand de l'histamine, c'est la protéine est la plus immunogène.

La seconde protéine est un inhibiteur du facteur X (glycoprotéine participant à la coagulation) qui a une action anticoagulante.

La dernière protéine est une apyrase, enzyme avec une action anti agrégeant plaquettaire (Goddard, 2009).



Figure 19: piqûres typiques de punaises de lit (Delaunay et *al*, 2011)

La punaise pique souvent en plusieurs fois, les lésions sur les parties découvertes se présentent souvent en quatre ou cinq piqures caractéristiques (figure 21). On parle parfois du « petit déjeuner/repas/dîner ». Il est supposé qu'elles piquent de cette manière pour avoir un débit maximum avec un effet anticoagulant optimal, une autre hypothèse estime que le but est l'émission de phéromones attractives pour appeler des congénères.

5.1.1 Intensité de la réaction

On estime que 20% des victimes de piqures ne développent pas de réaction allergique. Si elle a lieu, la réaction est immédiate ou retardée de plusieurs jours, des lésions peuvent être observées de cinq heures jusqu'à quinze jours après la piqure.

Le réflexe immunologique contre ces protéines salivaires varie d'un organisme à un autre. Une sensibilisation aux piqures est présente, la réaction allergique est plus importante après de multiples piqures (Mc Kenzie et *al*, 2012).

Une étude a été menée pour mesurer la réaction allergique et cette sensibilisation.

Une première expérience s'est consacrée à un premier échantillon de vingt-quatre personnes n'ayant jamais été piqué, après piqures onze n'ont pas développé de réaction allergique soit 45% (Mc Kenzie et *al*, 2012).

Une seconde expérience s'est intéressée à dix-neuf personnes qui avaient déjà été piqué dans le passé, après piqures dix-huit ont développés une réaction allergique soit 94% (Mc Kenzie et *al*, 2012).

Cette étude confirme que la réaction allergique n'est pas systématique après une première piqure et qu'il y a bien une sensibilisation après des piqures répétées.

5.1.2 Clinique de la réaction

La clinique de la piqure est variable, elle va de l'absence de réaction allergique à une réaction cutanée, dans les cas les plus graves une réaction généralisée peut être observée.

- La réaction cutanée :

La piqure se retrouve en général sous la forme d'une lésion maculopapuleuse, érythémateuse avec prurit. Elle mesure de 5mm à 2cm de diamètre avec un point hémorragique central ou une vésicule similaire à toute piqûre d'arthropodes. La démangeaison est intense le matin et s'améliore le soir. Si la victime ne se gratte pas la lésion s'estompe d'elle-même en une semaine.

Le diagnostic clinique d'une piqure par des punaises de lit se révèle compliqué, les piqures et les symptômes sont proches d'une piqure de puce ou de moustique (Delaunay et *al*, 2011).

Des observations rapportent des cas d'urticaires centrés sur la piqure, des urticaires diffus survenant quelques jours après la piqure. Des cas de surinfections ont déjà été rapportés,

après grattage intense les papules peuvent s'infecter et évoluer en nodules puis en impétigo, nécessitant plusieurs semaines avant une guérison totale. Des infections secondaires peuvent aboutir en folliculite ou dermatite eczémateuse (Goddard, 2009).

- La réaction généralisée :

L'allergie après une piqure de punaises de lit peut aller dans des cas extrêmes de l'urticaire généralisée jusqu'au choc anaphylactique. Des œdèmes de Quincke et de l'asthme ont déjà été décrits.

Un témoignage illustre cette diversité de la réaction allergique. Lors d'un séjour dans un hôtel, un homme ressentit de sévères démangeaisons au niveau des bras et des jambes. Des punaises de lit ont été découvertes alors dans sa chambre. Il a alors développé un angioedème et de l'urticaire ce qui força son hospitalisation. Un examen à l'électrocardiogramme montra de plus une ischémie transitoire. Huit mois plus tard cet homme fut piqué une seconde fois par des punaises de lit, il a alors développé une papule érythémateuse sur le site de piqure avec des démangeaisons insupportables. Une injection d'épinéphrine permit d'estomper la douleur (Goddard, 2009).

5.1.3 Rôle des immunoglobulines

Les immunoglobulines sont des glycoprotéines ayant un rôle important dans la réaction allergique.

Une étude s'est intéressée aux différents anticorps dirigés contre les protéines des glandes salivaires de punaises de lit (*C lectularius*), moustiques (*Culex Pipiens*) et de puces (*Pulex irritans*). Des immunoglobulines ont été retrouvées dans le sérum de papules après piqures par ces insectes. L'étude montre la formation d'immunoglobulines G après piqures de punaises de lit et de puces, et d'immunoglobulines G et E après piqures de moustiques.

Le rôle de ces anticorps dans la formation de la réaction allergique reste à préciser et il faudra encore des études supplémentaires dans l'éventuelle fabrication d'un vaccin contre la réaction d'hypersensibilité (Abd-Naser et al, 2006).

5.1.4 Le traitement des lésions

Le traitement est purement symptomatique. Les symptômes s'estompent rapidement en moins d'une semaine en général.

Il est toujours conseillé de désinfecter les lésions avec un antiseptique local. En complément il est possible de soulager les symptômes inflammatoires et de démangeaison avec une crème corticoïde topique. Il est recommandé de ne jamais toucher ou arracher les lésions, cette attitude amplifie l'inflammation et les démangeaisons par stimulation des fibres nerveuses, de plus il y a le risque d'infection secondaire (Mc Kenzie et al, 2012).

En cas de réaction plus grave le traitement est différent. En cas de surinfection une crème antibiotique topique est à appliquer sur la zone infectée en complément de la désinfection, l'antibiothérapie orale peut être envisagée mais elle est réservée aux cas graves. En cas d'allergie importante ou généralisée un antihistaminique par voie orale peut être délivré. (Mc Kenzie et *al*, 2012).

Un choc anaphylactique est une urgence médicale. L'adrénaline est le traitement de référence d'une réaction généralisée type choc anaphylactique. C'est un alpha mimétique stimulant les récepteurs alpha adrénergiques du système nerveux sympathique. Elle permet de diminuer l'urticaire, le prurit et surtout l'angio-œdème. Elle se présente sous la forme d'un stylo injectable. L'injection se fait en général par voie intra-musculaire (Richard, 2015).

5.2 Conséquences des piqûres répétées

5.2.1 L'anémie

Dans les logements fortement infestés, les victimes peuvent être piquées lourdement. Ces piqûres répétées peuvent donc entraîner une anémie ferriprive dues à des pertes excessives. Ce risque est encore plus important chez les enfants et chez des personnes avec une maladie mentale ou toxicomane.

L'anémie par carence martiale ou ferriprive est la plus fréquentes des anémies. Elle est due soit à un manque d'apport ou un défaut d'absorption dans l'organisme, ou soit à des pertes excessives. Le manque d'apport est surtout un problème des pays sous-développés alors que dans les pays développés un excès de perte est à envisager [www.medecine.ups-tlse.fr].

La biologie révèle que l'hémogramme comprend une ferritine en baisse, c'est le fer de réserve de l'organisme. L'hémoglobine est aussi en baisse, il y a anémie si elle est inférieure à 13g/dl chez l'homme et 11,5g/dl chez la femme. On retrouve aussi à terme des globules rouges de plus petite taille ou microcytaire, et des globules rouges moins colorés à cause de la baisse d'hémoglobine, on parle d'hypochromie.

La clinique se manifeste par une fatigue chronique, une pâleur cutanéomuqueuse, des vertiges et céphalées [lyon-sud.univ-lyon.fr].

Un cas pratique est cité dans une étude de Pritchard et *al* de 2009. C'est l'exemple d'un homme de soixante ans instable mentalement, hospitalisé à un mois d'intervalle à cause d'une fatigue importante due à une anémie. A la première admission un sel de fer et de l'acide folique lui a été prescrit sans succès. À sa deuxième admission une transfusion sanguine a même été nécessaire. Après sa troisième hospitalisation et une nouvelle transfusion sanguine sa famille a révélé que son appartement était infesté par des centaines de punaises de lit, l'appartement de la victime fut donc désinsectisé. Ce patient continua à prendre ce sel de fer pendant six mois. Au bout d'un mois, le taux d'hémoglobine était redevenu normal (Pritchard et *al*, 2009).

Le traitement d'une anémie se décompose en plusieurs parties :

Il faut supprimer la cause de la perte de fer, c'est la présence de punaises de lit. La désinfection des locaux est bien sûr indispensable. Il faut assurer un apport alimentaire en fer suffisant (viande rouge, poisson, légumes et fruits secs, œufs), une prescription d'un sel ferreux pour recharger les réserves en fer peut être envisagée, le traitement doit être long, de 4 à 6 mois pour s'assurer que la ferritine soit redevenue normale [www.medecine.ups-tlse.fr].

5.2.2 La thrombopénie

Un grand nombre de piqûres peut entraîner une thrombopénie correspondant à une quantité anormalement faible de plaquettes sanguines. Les plaquettes sont des constituants du sang participant à la coagulation, elles permettent la formation d'un thrombus qui a pour but d'arrêter un saignement. Il y a thrombopénie lorsque que le nombre de plaquettes est inférieur à $1,5 \cdot 10^6 \mu\text{L}$ [www.medecine.ups-tlse.fr]

La clinique révèle un purpura (taches hémorragiques pourpres non effaçable lors d'une pression) lorsque que les plaquettes sont inférieures à 50000/microlitre. En dessous de 20000/microlitre on observe des hémorragies à tous les niveaux avec un risque potentiellement mortel [www.medecine.ups-tlse.fr].

5.3 Conséquences psychiques

Une infestation par des punaises de lit peut toucher toute sorte de catégorie de population, aussi bien des personnes en bonne santé que des populations plus vulnérables. L'impact psychologique résultant est probablement sous-évalué (Dogget et *al*, 2012).

Une infestation est source de troubles anxigènes variés. Cela peut générer de l'anxiété, des angoisses, une dépression, des troubles somatiques ou psychotiques. Des cas de suicides ou d'hospitalisations ont été rapportés (Dogget et *al*, 2012).

De nouveaux patients se mettent à consulter et des patients stabilisés sous traitement peuvent rechuter.

Une étude a voulu citer des cas extrêmes de malades qui ont consulté pour une infestation.

Le cas le plus extrême est celui d'une patiente de 21 ans sans antécédents de maladies mentales, après la découverte d'une infestation de punaises de lit dans son appartement elle s'est mise à développer une addiction à l'alcool. Au final elle s'est présentée aux urgences après une tentative de suicide après intoxication par ingestion massive de médicaments anti douleur.

Un second cas est celui d'un homme de 35 ans, dépressif. Ce malade s'est mis à se persuader que son appartement était infesté malgré l'absence de piqûres sur lui. La visite d'un exterminateur a confirmé l'absence de punaises de lit. Ce malade s'est alors mis à s'isoler socialement par peur d'exposer d'autres personnes (Cassels, 2011).

L'isolation sociale et la stigmatisation sont bien réelles. Il n'est pas rare d'associer encore maintenant une infestation à la pauvreté et l'hygiène douteuse.

Une personne constatant une infestation est souvent horrifiée et extrêmement gênée, elle voudra souvent traiter l'habitation seule sans en parler à son entourage pour ne pas être jugée. Le traitement est la plupart du temps hasardeux et inefficace et l'infestation prend de l'ampleur, cela crée un repli social et une perte d'estime de soi (Dogget et al, 2012).

5.4 Risque de transmissions infectieuses

5.4.1 Rôle de vecteur

Un vecteur est un arthropode hématophage permettant la transmission biologique active ou passive d'un agent pathogène comme des virus, bactéries ou parasites d'un vertébré à un autre vertébré.

Le vecteur s'infeste en prélevant l'agent pathogène sur un animal ou un homme porteur. Après une période d'incubation de cinq à quinze jours où l'agent se réplique et se transforme, le vecteur peut alors transmettre l'agent pathogène au nouvel hôte.

Le mode de transmission est la plupart du temps la pique comme pour le paludisme mais aussi via des déjections (maladie de Chagas) ou par régurgitations (peste) [cnev.fr].

Deux facteurs influencent la bonne transmission des agents pathogènes.

Le premier facteur est la symbiose ou chacune des deux parties tire des bénéfices de l'association. Par exemple le paludisme se transmet par l'intermédiaire d'un parasite du genre *Plasmodium* et par des piqûres du moustique appelé anophèle. Le *plasmodium* se développe de manière symbiotique dans l'estomac pour finalement migrer dans les glandes salivaires. Il est probable que si cette symbiose n'a pas lieu le parasite ne peut pas se développer de manière efficace dans l'hôte.

Le second facteur est la compétence vectorielle. C'est la capacité d'un hôte à être infestant en transmettant un agent infectieux envers un hôte réceptif. Le parasite doit pouvoir se développer et se répliquer convenablement dans l'organisme, idéalement par symbiose.

5.4.2 Organismes potentiels

45 organismes présents dans les punaises de lit sont suspectés dont des bactéries, virus, parasites ou des champignons (Burton, 1963).

Parmi les bactéries: *Bacillus anthracis* (anthrax), *Mycobacterium leprae* (lèpre), *Mycobacterium tuberculosis* (tuberculose), *Rickettsia* (rickettsioses), *Yersinia pestis* (la peste), *Salmonella typhi* (fièvre typhoïde), *Coxiella burnetii* (fièvre Q) ...

Parmi les virus: *VHB* (hépatite B), *VHC* (hépatite C), *VIH*(SIDA), *virus Amaril* (fièvre jaune), *Poxvirus* (variole), *Poliovirus* (poliomyélite) ...

Parmi les parasites : *Leishmania* (leishmanioses), *Trypanosoma cruzi* (maladie de Chagas), *Wuchereria bancrofti* (filariose lymphatique), *Plasmodium* (paludisme)...
Parmi les champignons : *Aspergillus flavus*, *Penicillium* (Burton, 1963).

Des expériences menées en laboratoire ont permis la transmission de pathogènes de la punaise de lit vers l'homme de manière bidirectionnelle. On peut citer *T cruzi*, *C burnetii* ou *Leshmania*. D'autres pathogènes ont déjà été retrouvés dans des punaises de lit sauvage, sans preuves formelles qu'elles ont la capacité de les transmettre. On peut citer *W bancrofti*, *T cruzi* (Burton, 1963).

5.4.3 Exemple de *Trypanosoma cruzi*

5.4.3.1 La maladie de Chagas

Cette maladie est provoquée par un protozoaire, *Trypanosoma cruzi*.

La transmission de la maladie s'effectue par l'intermédiaire de déjections infectées d'un triatome, un réduve hématophage. La victime se grattant fait pénétrer les parasites au niveau d'une lésion, des yeux ou de la bouche. Des aliments contaminés peuvent aussi permettre la transmission du trypanosome. Une contamination par transfusion sanguine est aussi possible [www.who.int].

La maladie se décompose en deux phases, une première phase aigüe avec des symptômes comme de la fièvre, des céphalées ou des douleurs musculaires ou respiratoires. Un nodule cutané au point de pique peut être observé. La deuxième phase chronique apparaît des années après la contamination, elle se manifeste par des symptômes digestifs et cardiaques, qui peuvent à long terme causer le décès par insuffisance cardiaque [www.who.int].

5.4.3.2 Les punaises de lit et *T cruzi*

Le triatome est le vecteur de cette maladie qui demeure un problème majeur de santé public surtout en Amérique latine. La punaise de lit et le triatome partagent beaucoup de similitudes autant morphologiques que comportementales. La ressemblance entre ces deux insectes est frappante. Ils font partie du même ordre des hémiptères, ils se dissimulent dans les mêmes endroits en attendant la nuit pour aller parasiter l'homme, leur repas est exclusivement sanguin. Il paraîtrait logique de penser que la punaise de lit est un vecteur de la maladie de Chagas (Salazar et al, 2015).

La capacité des punaises de lit à pouvoir transmettre *T cruzi* donc été mesurée.

Une première expérience confirme la transmission de *T cruzi* de souris contaminées à des punaises de lit saines. *T cruzi* est détecté rapidement dans l'intestin de punaises de lit.

Une deuxième expérience confirme la transmission de *T cruzi* de punaises de lit contaminées à des souris saines. Les résultats sont néanmoins mitigés. Après douze jours d'expérimentation *T cruzi* est détecté dans 17% des souris mais avec une parasitémie inexistante dans le sang. Après un mois *T cruzi* est détecté dans 58% des souris avec cette fois une forte parasitémie.

Une troisième expérience confirme la transmission transcutanée de *T cruzi* par des déjections de punaises de lit contaminées à des souris saine par contact direct via une plaie (50% des souris) ou par injection (50% des souris). *T cruzi* est détecté dans 40% des punaises, une parasitémie est détectée dans 60% des punaises qui ont subis l'injection et 20% des souris ayant subis l'effraction de la peau (Salazar et al, 2015).

Cette étude montre bien la transmission potentiel de *T cruzi* d'une punaise de lit à son hôte, de manière bi directionnelle mais dans des conditions favorable en laboratoire. Dans la nature, cette compétence vectorielle reste à prouver.

La punaise de lit pourrait représenter un risque dans la transmission de la maladie de Chagas, des études complémentaires sont à réaliser pour éclaircir ce point. Néanmoins au vu des conditions requises et des connaissances actuelles ce risque de transmission semble faible et théorique (Salazar et al, 2015).

5.4.4 Le virus de l'hépatite B

L'hépatite B est causée par un virus de la famille des *Hepadnavirus* qui provoque une inflammation du foie. La maladie peut se présenter sous une forme aiguë ou chronique. La forme aiguë est la plupart du temps asymptomatique, certaines personnes peuvent présenter des symptômes de type ictère, grande fatigue, nausée. Dans 10% des cas la maladie aboutie à une forme chronique grave avec risque de cirrhose ou de cancer du foie. La transmission est possible par contact avec le sang ou le fluide corporel d'une personne infectée, c'est-à-dire de la salive, des sécrétions vaginales ou séminales [www.who.int].

Des chercheurs ont voulu savoir quel est le rôle des punaises de lit dans la transmission du VHB.

Lors d'une première expérience, des punaises de lit ont été prélevées dans des huttes de zones endémiques au Sahara, en Afrique du Sud et Égypte. Des protéines du VHB ont été observées dans le corps et le sang des punaises de lit récoltées. Le virus serait capable de persister jusqu'à sept semaines dans le corps d'une punaise de lit mais sans réplication possible.

Une autre expérience a été réalisée en Gambie, après éradication complète des punaises de lit d'un village. Les données épidémiologiques recueillis montrent que pendant l'infestation

et deux ans après l'éradication des punaises de lit le taux d'infection par VHB n'avait pas diminué (Goddard, 2009).

Une dernière expérience réalisée sur des chimpanzés sains mis en contact avec des punaises de lit contaminées par le VHB n'a montrée aucune séroconversion de chimpanzés.

Ces expériences prouvent que les punaises de lit ne sont sans doute pas douées de compétence vectorielle dans la transmission de l'hépatite B (Goddard, 2009).

5.4.5 « L'effet cafard »

Les punaises de lit ne sont probablement pas des vecteurs de pathogènes mais il est certain qu'elles peuvent transmettre des bactéries par contact comme tous les autres insectes rampants. Elles peuvent transporter des champignons comme (*Aspergillus*, *Penicillium*) et des bactéries (*staphylococcus*, *streptococcus* ou *entérocooccus*). Ce transport de bactéries pathogènes peut être problématique car source de maladies nosocomiales.

Des punaises de lit porteuses de bactéries résistantes ont déjà été détectées au Canada. Ce sont des staphylocoques dorés résistants à la methicilline (SARM) et des entérocoques résistants à la vancomycine (ERV).

La portée d'entrée de ces bactéries dans notre organisme est encore méconnue, elles sont peut-être transmises via le contact ou lors d'un repas sanguin par effraction cutanée.

Les punaises de lit sont donc des vecteurs de bactéries résistantes dans l'environnement, ceci pourrait causer de gros problèmes surtout en milieu hospitalier. (Lowe et al, 2011).

6 ÉPIDÉMIOLOGIE ET IMPACT ÉCONOMIQUE DES PUNAISES DE LIT

Les infestations sont en augmentation constante partout dans le monde, aucun continent n'est épargné. Des infestations aux États Unis, au Canada, au Japon, en Afrique et dans toute l'Europe sont observées. Le gouvernement australien chiffrait par exemple le taux d'intervention à 158 en 2000 et à 2425 en 2006. Le NPMA chiffrait lui aux États Unis 29 interventions dans 18 états en 2001 et plus de 600 dans 49 états quelques années plus tard (Davies et al, 2012).

Les grandes villes sont particulièrement touchées. Aux États Unis, des flambées épidémiques ont été décrites à New York mais aussi à San Francisco ou Miami. En Europe les capitales sont durement touchées, A Berlin il était recensé cinq cas d'infestations en 1992 pour 76 cas en 2004, à Londres l'augmentation des interventions est estimée à plus de 24% par an entre 2000 et 2006 (Davies et al, 2012).

Plus récemment une grande étude internationale a été menée auprès de plus de 1000 entreprises de désinsectisation américaines et internationales. Dans 92 % des cas ces entreprises témoignent d'une intervention dans l'année, en comparaison en 2000 ce pourcentage était de 25% (Davies et al, 2012).

Les punaises de lit sont retrouvées dans des lieux variés. Deux études américaine et australienne ont voulu cibler ces différents endroits (tableau 3). Le punaises de lit se retrouvent particulièrement dans les maisons, les appartements, les chambres d'hôtels mais aussi dans les refuges et les auberges de jeunesse, les centres de santé et hôpitaux, les transports en commun.

Tableau 3: lieux type des infestations par des punaises de lit en Australie et aux États Unis (Davies et al, 2012)

| Rang | Australie 2007 | USA 2010 |
|------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | Motel | Appartement en copropriété |
| 2 | Auberge de jeunesse | Maison privée |
| 3 | Propriété en location | Hôtel |
| 4 | Train | Chambre étudiante |
| 5 | Auberge | foyer pour sans abris |
| 6 | Caravane | Hôpital |
| 7 | Bateau de voyage | Ecole |

L'impact économique dû aux punaises de lit est très important pour les particuliers, l'hôtellerie et les industriels de la volaille. Il se chiffre à des millions de dollars (Davies et al, 2012).

Pour les particuliers ces coûts résultent principalement des frais de désinsectisation, un seul traitement est estimé entre 250 à 800 euros en France (CNEV, 2015) Les frais de remplacement du mobilier contaminé, de la literie et de vêtements s'y ajoutent.

Les coûts pour l'hôtellerie sont bien plus importants. L'inoccupation des chambres infestées est un manque à gagner, la mauvaise publicité et certaines mises en justice sont très mauvaises pour la réputation et l'économie des établissements. En Australie, l'impact économique sur le tourisme est estimé à 75 millions de dollars par année (Davies et al, 2012).

Les espaces publics comme les écoles, les transports publics, les bureaux, les hôpitaux peuvent être touchés avec un coût estimé à plus de trente mille Dollars par infestation (Davies et al, 2012).

7 LA LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES PUNAISES DE LIT

La lutte contre les punaises de lit a évolué dans le temps. Avant les phénomènes avérés de résistance aux insecticides la lutte chimique était suffisante pour venir à bout d'une infestation. De nos jours la lutte chimique n'est plus exclusive, elle est combinée à la lutte mécanique et intégrée dans une gestion globale de l'infestation. L'objectif de la lutte est le « zéro punaise », il n'y a donc pas de niveau d'infestation tolérable (CNEV, 2015).

Cette lutte est un juste compromis entre les méthodes utilisées, la victime, l'environnement, le budget et le temps. Ce n'est toutefois pas un compromis avec le résultat qui doit être une éradication totale de l'insecte.

Cette démarche doit être menée en collaboration avec des entreprises de désinfection, ce sont les seuls connaissant réellement la biologie des punaises et les moyens de désinfection efficace.

Cette lutte intégrée se décompose en 6 axes:

- 1) Détection puis identification formelle de l'insecte
- 2) Évaluation du degré d'infestation et de la répartition géographique
- 3) La lutte mécanique
- 4) La lutte chimique
- 5) Évaluation du traitement
- 6) Prévention d'une nouvelle infestation

Bien souvent les deux premières étapes sont négligées par les particuliers qui préfèrent essayer par eux même d'éliminer les punaises à l'aide d'insecticides du commerce, le résultat étant une fuite des punaises vers de nouveaux territoire ce qui propage l'infestation. Cette lutte chimique précoce est à proscrire.

7.1 Détecter puis identifier l'insecte

Les punaises de lit sont difficiles à observer, elles évitent les sources de lumière naturelle ou artificielle. Cependant, elles sont attirées par des composés émis par l'homme comme le gaz carbonique, la chaleur et d'autres molécules chimiques (Anderson, 2009).

Elles vivent par groupe de cinq à quinze maximum, passé ce nombre elles vont chercher à explorer de nouveaux territoires. Elles se regroupent toujours à proximité des lieux de repos de l'occupant, c'est-à-dire son lit et son éventuel canapé.

L'infestation peut cibler une seule pièce, elle peut aussi s'élargir à plusieurs pièces ou à toute l'habitation si elle est plus grave.

La mise en évidence de l'insecte est indispensable avant la mise en place d'une stratégie de lutte pour gérer l'infestation, elle se fait par une inspection minutieuse de tous les lieux où elles pourraient se cacher. Plus cette inspection est faite tôt meilleur sera le succès, il est conseillé de faire appel à un professionnel formé pour qu'elle soit faite correctement (CNEV, 2015).

7.1.1 L'inspection visuelle

L'infestation peut être plus ou moins importante. Si elle est faible il est peu probable de visualiser des punaises de lit en mouvement, il est donc nécessaire de rechercher des taches de sang, des déjections, des exuvies de punaises. Si l'infestation est plus importante des punaises en mouvement peuvent être observées et une odeur âcre ressemblant à de la

coriandre peut être reconnaissable. Cette démarche s'effectue à l'aide d'une loupe et d'une lampe torche. Les lieux de repos des victimes sont à analyser (figure 22).

En général ce sont le lit et l'éventuel canapé qui sont en premier visés, les tissus du lit doivent aussi être vérifiés. Les draps, oreillers doivent être défaits. Le matelas et ses recoins, l'armature et les lattes du lit sont à observer.

Les punaises de lit peuvent se cacher à proximité du lit, l'arrière et le dessous de la table de chevet et des autres mobiliers sont à inspecter, comme le dressing et le radiateur. Il faut regarder l'état de la moquette, du canapé et il faut démonter les plinthes. Les vêtements des victimes, surtout s'ils se trouvent à terre peuvent abriter des punaises de lit. Les punaises de lit sont capables de se déplacer en hauteur, ainsi les détecteurs de fumée, les cadres de photos peuvent être contaminés (Delaunay et al, 2011) (CNEV, 2015).

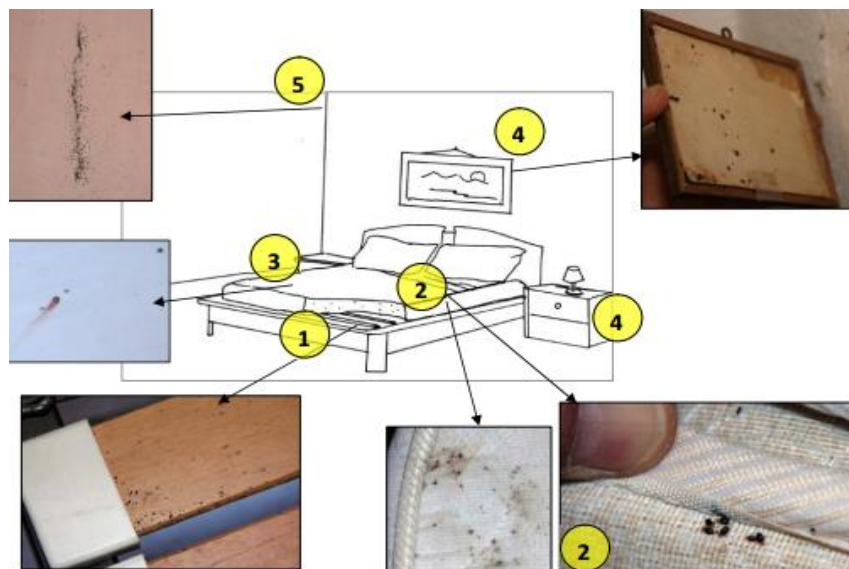


Figure 20: différentes zones à prospector
(ARS PACA)

1 : lattes, 2 : matelas, 3 : draps, 4 : mobiliers proches, 5 : angles du mur et plafond

Cette inspection doit être faite par un professionnel, elle est souvent longue et fastidieuse si elle est effectuée des sites étendues.

Le professionnel peut s'aider d'outils de détection comme de la lumière noire, une bombe répulsive ou un colorant fécal. Les protéines contenues dans le sang, les excréments, les exuvies ou dans les œufs sont fluorescents et sont détectables à la lumière noire. Les bombes répulsives à base d'insecticide sont utilisées pour chasser des punaises de leurs cachettes. Ces bombes sont équipées d'un embout long et au contact de l'insecticide les punaises de lit vont paniquer et se disperser dans l'environnement (CNEV, 2015).

Les punaises vivantes sont difficiles à observer mais il est bien plus facile de retrouver des œufs, des exuvies, des déjections, des traces de sang sur la literie ou des punaises mortes.

- Les œufs:

L'identification des œufs est assez facile avec un peu d'expérience, avant éclosion l'enveloppe est colorée et on observe une tache brune à l'extrémité, c'est l'opercule. Un œuf qui vient d'éclore est quant à lui transparent et cet opercule n'est plus visible.

- Les déjections :

La punaise de lit émet des déjections sous forme de taches noires un peu partout sur son chemin. Elles peuvent se retrouver sur les draps, matelas ou l'armature du lit (figure 23). La couleur peut varier, en effet celle-ci sera fonction de la concentration de sang ingérée. L'aspect dépendra du support. Si elle a été émise sur une surface absorbante comme un drap en tissu elle aura l'aspect du jet d'encre, sur une surface dure comme du bois vernis elles auront l'aspect de petit amas pâteux (Delaunay et *al*, 2011).



Figure 21: Déjection de punaises de lit sur une latte de lit (Delaunay et *al*, 2011)

- Taches de sang :

Le repas des punaises de lit est en moyenne de dix à vingt minutes ce qui est assez long dans le monde des insectes. C'est une période d'insécurité durant laquelle elles sont très vulnérables. Ainsi il n'est pas rare de retrouver de longues traces de sang sur les draps du lit (figure 24). La victime peut en écraser lors de mouvements pendant son sommeil (Delaunay et *al*, 2011).



Figure 22: taches de sang sur un drap (Delaunay et *al*, 2011)

7.1.2 Piéger les punaises de lit

L'inspection visuelle peut se révéler négative surtout en cas d'infestations débutantes. C'est pourquoi il peut s'avérer utile d'utiliser des pièges à punaises en vue d'en capturer pour les expertiser par la suite.

Ces pièges sont soit passifs, l'appât est la victime elle-même qui attire les punaises de lit en dormant. D'autres pièges sont actifs, ils émettent des leurre pour attirer les punaises de lit. Ces pièges sont à placer à des endroits de passage des punaises comme les pieds du lit, sous le canapé ou à proximité du mobilier (CNEV, 2015)

L'utilisation de pièges attractifs est intéressante dans la détection de punaises de lit dans de faibles infestations ou l'inspection visuelle ne révèle rien. L'utilisation de ces pièges dans de plus grandes infestations est aussi à envisager pour réduire le nombre d'individus et donc les piqûres engendrées.

7.1.2.1 Les pièges passifs

- Pièges à colle :

Ces pièges sont à disposer à proximité du lit et des cachettes des punaises de lit. Certains émettent un leurre en complément (figure 25). Au contact de ces dispositifs les punaises sont immobilisées. Leur efficacité est mitigée, les punaises de lit ont tendance à se faufiler par-dessous de plus leur sensibilité est trop faible pour détecter de faibles niveaux d'infestation (Week et *al*, 2010).



Figure 23: Différents pièges à punaise de lit
[acvcsd.org]

- Piège de type « Pitt-fall »:

Ce piège très répandu dans les pays anglo-saxon se sert du résident lui-même, qui en dormant dans son lit va servir d'appât. Deux bols en plastique sont à emboîter l'un dans l'autre avant d'être placés en dessous des pieds du lit (figure 26). La surface interne de chaque bol est à imprégner d'une substance empêchant la fuite des punaises de lit, par exemple le talc qui est un excellent lubrifiant.

Les punaises de lit voulant accéder au lit sont prisonnières au niveau du bol externe plus large et celles qui veulent retourner à leur refuge dans le bol interne plus petit. Ce système est très performant, écologique et bon marché mais il a la contrainte de cibler exclusivement le lit. De plus les pieds doivent être présents et d'une largeur adéquate, le lit doit être détaché du mur et les draps ne doivent pas traîner sur le sol (Wang et *al*, 2011).

Ce piège est commercialisé sous le nom ClimbUp® insect interceptor.



Figure 24: ClimbUp®insect interceptor
[insect-interceptor.com]

7.1.2.2 Les pièges actifs

Les punaises de lit sont attirées par le gaz carbonique, la chaleur et certains composés chimiques émis par l'homme. De nombreux pièges utilisant ces composés attractifs existent sur le marché.

- Piège au gaz carbonique :

Ce piège peut être réalisé facilement chez soi. Il utilise de la glace sèche qui en se réchauffant émet du CO₂. Sur le même principe il est possible d'utiliser de la levure de boulanger qui se mélange à de l'eau et du sucre pour émettre aussi du CO₂.

Il suffit de retourner une simple gamelle de nourriture pour chat enduite de talc au niveau du revêtement intérieur, la glace sèche est stockée dans un thermos au centre (figure 27).

Les punaises de lit attirées par le gaz carbonique émis sont piégées à l'intérieur de ce système par le talc qui les emprisonne (Wang et *al*, 2011).



Figure 25: piège maison à base de glace sèche
(Wang et *al*, 2011)

Ce système est efficace est peu onéreux. Il est toutefois recommandé d'être vigilant avec ce genre de système, une ingestion accidentelle de glace sèche est dangereuse.

- CDC 3000 © (Cimex Detection Case) et le NightWatch © (figure 28) :

Ces deux systèmes de détection sont disponibles à la vente. Ce sont des pièges actifs émettant du CO₂, de la chaleur et des composés chimiques comme attractif.

Ces appareils actifs doivent être branchés sur secteur. Ils ont un coût non négligeable, approximativement 350 dollars pour le NightWatch© et 1000 dollars pour le CDC3000©.



Figure 26: Le NightWatch © et le CDC 3000 ©
[acvcsd.org]

Wang et *al* en 2015 ont voulu tester l'efficacité de la glace sèche, de l'interceptor, du CDC3000 © et du NightWatch© par rapport à l'inspection visuelle.

Le déploiement de ces systèmes actifs dans des appartements faiblement contaminés montre une efficacité supérieure de la glace sèche et une équivalence du CDC3000© par rapport à l'inspection visuelle. Le NightWatch © est moins efficace sur une journée mais se relève plus efficace lors d'une utilisation continue.

Le résultat le plus étonnant est l'efficacité plus importante de la glace sèche par rapport à ses équivalents très coûteux, le CDC3000© ou le NightWatch© (Wang et *al*, 2011).

Des scientifiques ont testé la performance attractive de différents composés émis par l'homme. Ainsi des pièges émettant du CO₂, de la chaleur, de l'acide propionique et butyrique (acide saturé à courte chaîne) ont été testés en laboratoire et dans des appartements contaminés.

Les résultats montrent que le CO₂ est l'appât le plus efficace, l'ajout de chaleur et des deux acides ont un effet synergique. Le CO₂ est détecté à longue distance par les punaises de lit, elles y sont très sensibles.

La chaleur et les composés chimiques sont peu efficace et ne sont pas des attractifs à longue portée. En effet Les punaises de lit sont capables de détecter une élévation de température

de 1°C à plus de 5 cm, mais la température émise par l'homme se disperse rapidement dans l'environnement (Anderson, 2009).

Placer des pièges à punaise de lit est une méthode plus simple qu'une inspection visuelle minutieuse qui nécessite du temps, de la précision et de l'expérience. L'utilisation de ces outils est à étendre surtout dans des grands hôtels ou dans des immeubles avec beaucoup de chambres à inspecter.

Les punaises de lit se nourrissent toutes les semaines au maximum et une faible proportion recherche leur hôte chaque nuit. De plus des œufs prêts à éclore sont toujours présents dans l'environnement. Il est donc nécessaire d'utiliser ces pièges à punaises de lit pendant plusieurs jours consécutifs si la prise se révèle négative. Une association de piège actif avec des pièges passifs est conseillée (Wang et al, 2011).

7.1.3 La détection canine

Les punaises de lit émettent une odeur spécifique, le nez humain même entraîné peut difficilement détecter cette odeur mais le chien équipé d'un odorat très développé est capable de le faire. Des chiens sont donc dressés par des spécialistes pour détecter les punaises de lit, ils sont alors capables de différencier une punaise ou un œuf vivant à une punaise morte ou leur exuvie. Ils peuvent facilement détecter les zones infestées et celles qui ne le sont pas (CNEV, 2015).

Ce service est proposé aux particuliers et aux entreprises. Lors de l'intervention le maître-chien guide le chien dans les pièces en insistant sur des endroits stratégiques (lit, canapé). Lorsque le chien détecte quelque chose il s'assoit et montre avec sa truffe l'endroit où l'odeur est la plus importante, il est alors récompensé.

La sensibilité de détection par un chien dressé peut atteindre 95% contre 35% pour l'homme. Le gain de temps est considérable, particulièrement si la détection se fait dans un hôtel ou un building avec un nombre important de pièce à inspecter. Une détection canine peut se faire en quelques minutes contre plusieurs heures pour l'homme. La désinsectisation est alors mieux ciblée, plus efficace, plus écologique. Ce service est toutefois très coûteux.

Ce service est en pleine expansion aux États Unis, ce qui pose parfois problème au niveau du sérieux du dressage des chiens source d'erreur de détection, de faux positifs et de faux négatifs. En France il existe pour le moment quatre entreprises spécialisées localisées sur Paris et Toulouse qui peuvent intervenir en France ou même à l'étranger [www.punaise.info].

7.1.4 Identifier une punaise de lit

La présence de punaises de lit sur un lieu d'infestation est la preuve absolue justifiant un traitement. Il est néanmoins parfois difficile d'en identifier avec certitude. Elles sont confondues facilement avec d'autres insectes, parfois même avec une pièce de monnaie ou un pépin de pomme. Un diagnostic entomologique est obligatoire pour confirmer la présence de l'insecte.

Les punaises de lit ont certaines particularités à vérifier. L'aplatissement est dorso-ventral, l'appareil buccal est de type piqueur/suceur, il y a présence d'un col Médicis et de trois paires de pattes. Enfin les punaises de lit ne sautent pas, ne volent pas et se nourrissent exclusivement de sang.

7.1.4.1 Diagnostic différentiel

Une punaise de lit peut être confondu avec d'autres insectes comme une puce, une tique, un pou, un sarcopte, une blatte ou encore un aoutat.

- Les puces, *Ctenophalides sp*:

Ce sont des insectes aplatis de manière latérale pour pouvoir se déplacer facilement à travers les poils des animaux (figure 29). La présence d'animaux est un premier critère à vérifier, c'est un signe d'une infestation par des puces. Les puces sont des insectes marcheurs qui possèdent une paire de patte arrière très puissante qui leur permet de sauter, pour fuir si nécessaire (Caes, 2011).



Figure 27: Morphologie d'une puce
(Caes, 2011)

- Les poux humains, *Pediculus humanus* :

Les poux humains sont des parasites permanents hématophages, des animaux à sang chaud. Ces parasites ont la particularité d'avoir trois paires de pattes robustes formant à leur extrémité une pince pour pouvoir s'accrocher aux cheveux ou poils humains (figure 30) (Gavinet, 2007).

Un autre type de pou existe, c'est le pou broyeur ou pou mallophage. Ces poux parasitent les oiseaux, les chiens ou les chats mais ils se nourrissent de débris de tégument et des phanères, ils ne sont pas hématophages. La tête est plus large que le thorax et les pièces buccales sont particulières, elles sont adaptées à la morsure et la mastication [www.oie.int].

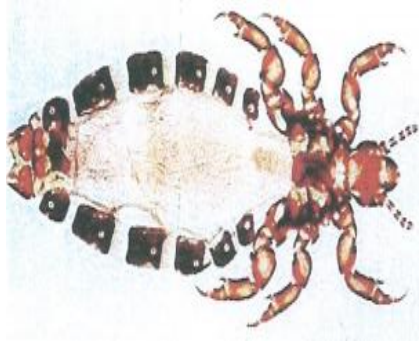


Figure 28: Morphologie d'un pou
(Gavinet, 2007)

- Les tiques humaines *Ixode ricinus* et les tiques molles *Argas reflexus*:

Les tiques humaines parasitent les vertébrés. Elles se nourrissent de sang et s'ancrent sur la peau grâce à un rostre puissant (Mougel, 2011).

Elles font partie de la classe des arachnides et de la sous classe des acariens. Elles possèdent par conséquent quatre paires de pattes et non trois comme les punaises de lit (figure 31).

Un autre type de tique existe, la tique molle dont fait partie *Argas reflexus*. Ces tiques s'attaquent aux pigeons (Villeneuve, 2012).



Figure 29: Morphologie d'une tique
(Mougel, 2011)

7.2 Évaluer le degré d'infestation et la répartition géographique

La deuxième étape de l'enquête consiste à comprendre et évaluer la répartition géographique des punaises de lit pour pouvoir préparer le terrain avant la lutte mécanique et chimique.

7.2.1 L'interrogatoire des victimes

Les victimes sont à questionner afin de rechercher une date approximative de début des piqûres et de début des nuisances. Une date de début des troubles récente orientera vers une infestation faible, une date plus ancienne orientera vers une infestation importante.

Il est nécessaire d'évaluer les habitudes des victimes et les lieux de repos. Il faut chercher à savoir si les personnes ont acquis récemment du vieux mobilier ou s'ils ont déménagé. La notion d'un voyage récent est à évoquer.

Après ce questionnaire il est alors possible de définir l'infestation comme « faible », « moyenne » ou « forte ».

Ce questionnement des occupants doit être pris avec du recul, il est souvent peu fiable car surévalué par les victimes à cause du manque de connaissances et l'angoisse engendrée (CNEV, 2015).

7.2.2 L'état des lieux clinique

Un état des lieux clinique des victimes est à réaliser pour localiser et évaluer la gravité des piqûres. Il faut aussi confirmer que les piqûres sont bien celles de punaises de lit.

L'organisme réagit face à des piqûres et se défend, il répond avec de l'inflammation. La peau peut démanger mais ce n'est pas toujours le cas.

Une piqûre de punaise de lit est proche d'une piqûre d'araignée, de puce ou de moustique. Les symptômes se ressemblent. Seul un professionnel formé est capable de les diagnostiquer correctement, ce travail peut être fait par un entomologiste, un parasitologue, un médecin ou pharmacien.

Après confirmation de ce point il est possible de cibler des foyers de punaises et l'intensité de l'infestation en fonction des piqûres visualisées. Des piqûres sur le bras droit orientent sur une infestation mineure avec des punaises de lit vivant probablement vers le côté droit du lit. Si les piqûres sont présentes partout c'est signe d'une infestation plutôt généralisée.

7.2.3 L'évaluation des zones infestées

La répartition précise des foyers infestés peut alors être faite. Le professionnel ou l'entomologiste cible les zones contaminées et celles indemne pour débiter correctement la lutte mécanique. Cette évaluation est à faire de manière centrifuge du site le plus contaminé vers le reste de la zone (CNEV, 2015).

7.3 La lutte mécanique

Cette étape est la plus importante, c'est une méthode écologique avec l'avantage de ne pas provoquer de résistances mais avec l'inconvénient d'engendrer aucune rémanence. L'objectif est l'extermination de 95% des punaises de lit avant la lutte chimique qui permettra d'éliminer les dernières punaises de lit survivantes.

7.3.1 Brosser/laver/aspirer

Cette étape doit être faite de manière intelligente et rigoureuse. Les sacs d'aspirateur doivent être mis dans des sachets convenablement fermés, les sachets doivent être étiquetés. Les meubles infestés ne doivent jamais être laissés à l'abandon dans la rue.

- Le brossage :

Il s'effectue à sec avec une brosse ou avec un produit nettoyant, les petits recoins et les tissus sont à nettoyer. Cela permet de détacher les œufs et les nymphes accrochés. Cette action peut disperser les œufs il est nécessaire d'y associer une aspiration.

- Le lavage :

Les murs, arrêtes des murs, plinthes sont à laver pour y déloger les œufs et les nymphes. Les draps, couvertures, couvre-lit et draps housse sont à nettoyer. Ce nettoyage minutieux est à réaliser à l'aide d'eau savonneuse.

- L'aspiration :

Elle est efficace sur les adultes mais beaucoup moins sur les œufs qui ont tendance à rester accrochés à leur support (CNEV, 2015).

L'aspiration doit être faite à l'aide d'un aspirateur équipé d'un embout fin. Les œufs, nymphes et adultes sont aspirés mais elles peuvent ressortir si le conduit d'aspirateur n'est pas nettoyé et si le sac n'est pas obturé et jeté. Il est conseillé d'aspirer un insecticide sous forme de poudre pour décontaminer le conduit et le sac. Ces insecticides se trouvent facilement dans le commerce. Le sac de l'aspirateur doit être changé immédiatement après utilisation et jeté. Il existe des aspirateurs sans sac, ils fonctionnent grâce au principe de centrifugation. L'air est accéléré, centrifugé puis évacué. Ce phénomène ne laisse aucune chance aux punaises de lit aspirées qui sont exterminées sur le coup.

Le matelas et le sommier et la structure sont à aspirer sans oublier les recoins, coutures, boutons, lattes. Les meubles de la pièce, les plinthes, la tapisserie, les rideaux et la moquette sont aussi à nettoyer.

7.3.2 Suppression des éléments infestés

La suppression d'un matelas ou d'un lit infesté ne doit pas être automatique. Trop souvent des particuliers jettent des lits neufs alors qu'ils peuvent être désinfectés ou isolés. Les punaises de lit ne peuvent pas percer un matelas, il y a donc toujours possibilités de pouvoir le nettoyer. En cas de doutes des housses anti punaises adaptable à un sommier ou matelas sont en vente (CNEV, 2015).

Un lit ou un meuble infesté ne doit jamais être abandonné pour éviter une contamination ultérieure. Des meubles infestés se retrouvent aussi parfois sur des vides greniers, ce comportement déplace une invasion.

Tous les meubles usagés et infestés sont à déposer dans une décharge avant destruction totale, en étant certain qu'il y a aucun risque d'être stocké ou réutilisé. Pour des objets plus petits, ils doivent être emballés dans des sacs hermétiquement fermés avant d'être jetés.

7.3.3 Le chauffage

Toute protéine du vivant se fragmente à partir de 50°C, ainsi sauf exception de certaines bactéries vivant à des températures extrêmes tout ce qui est vivant meurt à 60°C. Un chauffage à 60°C va donc tuer les punaises de lit. Le linge, les petits objets sont à laver à plus de 60°C en machine et la literie est à chauffer à l'aide d'un nettoyeur pour exterminer les punaises.

Il existe différents appareils pouvant chauffer à plus de 60°C.

- Des nettoyeurs à vapeur sèche et humide :

Ces appareils sont disponibles dans le commerce. Ils permettent de nettoyer efficacement tous les tissus d'ameublement comme les draps, oreillers, vêtements.

Un nettoyeur à vapeur sèche est plus performant et plus facile d'utilisation mais plus couteux qu'un nettoyeur à chaleur humide, il est capable de chauffer à plus de 180°C. Il faut compter entre 500 et 1000 Euros pour s'en procurer.

Un nettoyeur à vapeur humide est moins onéreux mais moins performant. Il a aussi le gros inconvénient de faire exploser le taux d'humidité d'une pièce. Il est important de ne pas projeter les punaises de lit trouvées, il faut donc bien passer le nettoyeur très lentement, à une distance de 2,5 à 4cm de la surface à désinfecter. Le maniement de ces appareils nécessitent pratique et prudence.

- Machine à laver et le sèche-linge :

La machine à laver s'utilise pour laver la literie et les vêtements infestés préalablement emballés dans des sacs hydrosolubles. Il est important de ne pas trop stocker la machine pour avoir une diffusion convenable de la température. L'utilisation du sèche-linge seul est possible après lavage ou directement, trente minutes d'utilisation est alors conseillé. L'assèchement augmente la létalité des punaises de lit (CNEV, 2015).

- Étuves et saunas :

Ils permettent de chauffer l'ameublement. Ce genre de matériel n'est pas utilisé dans la désinfection chez des particuliers. Ce sont plutôt les hôtels qui les utilisent, les lits y sont déposés à l'intérieur.

- Chauffage de l'habitation :

C'est un service proposé de plus en plus. C'est une solution écologique, à l'aveugle. Néanmoins l'organisation est complexe, le coût est élevé et un fort ampérage du système électrique est nécessaire, ainsi seuls les hôtels peuvent utiliser ce genre de système.

Les punaises de lit à la sensation de cette forte chaleur essayeront toujours de fuir et de se cacher dans endroits moins exposées comme des conduits d'aération ou sous les murs. Il est obligatoire de bloquer au préalable ces cachettes, cela demande expérience et préparation.

7.3.4 La congélation

Geler un organisme le tue instantanément, le gel vide la cellule de son eau par osmose et permet la formation de cristaux intracellulaire. Ces deux phénomènes provoquent une destruction de la paroi cellulaires et une mort cellulaire. Les punaises de lit à l'instar d'autres insectes ont un système d'antigel enzymatique pour pouvoir résister à la congélation. Par conséquent il est recommandé d'exposer à -1°C pendant au moins deux heures tous objets contaminés pour que la désinfection soit totale (CNEV, 2015).

Il existe deux types de congélation.

- La congélation flash :

Elle permet d'atteindre -180°C grâce à de l'azote liquide. Cette congélation est à proscrire, elle préserve les cellules, l'eau intracellulaire est préservée. L'antigel des punaises de lit leur permet de résister à ce type de congélation

- La congélation classique :

Cette congélation est à privilégier, il est conseillé d'y déposer les vêtements qui n'ont pas pu être lavés et les petits objets infestés comme les livres et des cadres photo. Il est conseillé de laisser les objets déposés pendant au moins trois jours pour atteindre de manière homogène cette température de -18°C.

7.3.5 Atmosphères particulières

- Vide en O₂ :

Le vide en oxygène étouffe les punaises de lit.

Des aspirateurs à vide permettent de réaliser cette condition. La literie à désinfecter doit être enfermée dans un sac hermétique puis vidée de l'oxygène présent.

Cette méthode est limitée, compliquée et peu pratique.

- Saturation en CO₂ :

Saturer l'atmosphère en CO₂ est une autre stratégie. La saturation en CO₂ doit être au moins de 80% pour exterminer les juvénile et de 100% pour les adultes. Cette méthode est à envisager pour des biens sensibles mais elle est dangereuse, elle est à envisagée que pour des situations particulière, par exemple pour désinfecter des conteneurs de marchandises (CNEV, 2015).

7.3.6 La terre de Diatomée

La terre de Diatomée ou diatomite est un silicate issu de fossiles d'algues millénaires. Cette algue unicellulaire forme une roche qui est broyée pour former une poudre abrasive insecticide ressemblant à du talc. Au niveau microscopique cette poudre est composée de microcristaux, elle a la capacité de cisailer le tégument des punaises de lit (CNEV, 2015).

Les punaises de lit qui se déplacent sur cette poudre auront donc des pattes cisillées, elles vont saigner, se déshydrater puis mourir. Parfois elles pourront même en disséminer jusqu'à leur gîte. Des particules peuvent aussi pénétrer au niveau du tractus digestif par respiration pour l'endommager (CNEV, 2015).

La terre de diatomée est dangereuse pour l'homme. En cas d'ingestion ou d'inhalation elle peut provoquer des lésions, il faut être prudent pendant son maniement. Un masque et des gants de protection sont à porter. Afin de limiter son inhalation de nouvelles formulations de terre de diatomée mélangée à une matrice sont proposées sur le marché. Elles ont une texture ressemblant à du gel ou de la peinture, ces formulations sont intéressantes et seront probablement privilégiées à l'avenir (CNEV, 2015).

La poudre de diatomée est à déposer sur les zones de passages des punaises de lit et sur les recoins inaccessible pour l'homme (tête de lit, plinthes, prises électriques). La quantité de terre à utiliser doit être minimale. La rapidité de la mort des punaises de lit dépend de la quantité de terre de diatomée utilisée, elle varie de cinq jours si la dose est importante à quinze jours si la dose est faible (CNEV, 2015).

Cette poudre, par son action mécanique et rémanente est un insecticide très efficace, écologique et bon marché. Une étude comparative avec des pyréthrinoides après quatre jours d'utilisation a montré un taux de mortalité de 50% (Anderson et *al*, 2012).

7.3.7 Autres pistes à développer

7.3.7.1 Les prédateurs des punaises de lit

Les punaises de lit ont naturellement des prédateurs qui pourraient intégrer la lutte contre les punaises de lit.

- Les arachnides :

Ce sont des prédateurs naturels des punaises de lit. Les araignées, pseudoscorpions et les solifuges font parties de ce groupe de chasseurs. *Chelifer cancroides* est un pseudoscorpion souvent mentionné (figure 32), quant à *Thanatus flavidus* c'est une araignée mangeuse de punaise de lit (Usinger, 1966).



Figure 30: Chelifère cancroïde
[Eurospider.com]

- Les réduves:

Certaines espèces de réduve sont hématophages comme le triatome, d'autres sont carnivores et se nourrissent aux dépens d'autres insectes dont les punaises de lit, ils sont considérés comme utiles.

Le réduve masquée *Reduvius personatus* est l'espèce la plus commune, les juvéniles secrètent une substance collante leur permettant de se camoufler (figure 33) (Brunet, 2006).



Figure 31 : Réduve masquée jeune à gauche, adulte à droite
[bugguide.net]

- La scutigère véloce :

La scutigère véloce *scutigera coleoptrata* est une centipède myriapode discret mesurant jusqu'à dix cm de long séjournant dans les endroits humides des habitations, particulièrement dans les salles de bain ou les toilettes. Elle se déplace la nuit et se nourrit d'autres insectes nuisibles (figure 34) (Usinger, 1966).



Figure 32: Scutigère véloce
[bugguide.net]

- L'acarien de la paille :

Pyemontes ventricosus est une espèce d'acarien que l'on retrouve en été dans le bois ou la paille (figure 35). Cet acarien se nourrit d'insectes, il se fixe sur sa proie pour y injecter une toxine paralysante avant de percer leur cuticule pour y aspirer l'hémolymphe. Ils peuvent s'attaquer exceptionnellement à l'homme en provoquant une dermatite atopique (Del giudice et al, 2008).



Figure 33: *Pyemontes ventricosus*
(Del giudice et al, 2008)

- La fourmi :

Certaines espèces de fourmi se nourrissent aux dépens des punaises de lit comme la fourmi pharaon *monomorium pharaonis*, la fourmi de feu tropicale *Solenopsis geminata*, la fourmi rouge *Myrmica rubra* (Figure 36). Néanmoins elles sont trop invasives pour espérer les intégrer à la lutte contre les punaises de lit (Usinger, 1966).



Figure 34: *Myrmica rubra*
[bugguide.net]

7.3.7.2 Les feuilles de haricot vulgaire

Dans le passé dans l'Europe de l'est les feuilles de haricot vulgaire *Phaseolus vulgaris* étaient utilisées et déposées dans les zones infestées pour capturer les punaises de lit (figure 37a) après utilisation les feuilles étaient détruites ou brûlées.

Une analyse plus précise par microscopie a révélé la présence de minuscules aiguilles effilées à la surface capables de transpercer le tégument des pattes des punaises de lit, ce sont les trichomes (figure 37b). L'emprisonnement et la mort des punaises est donc purement physique (Szyndler, 2013).

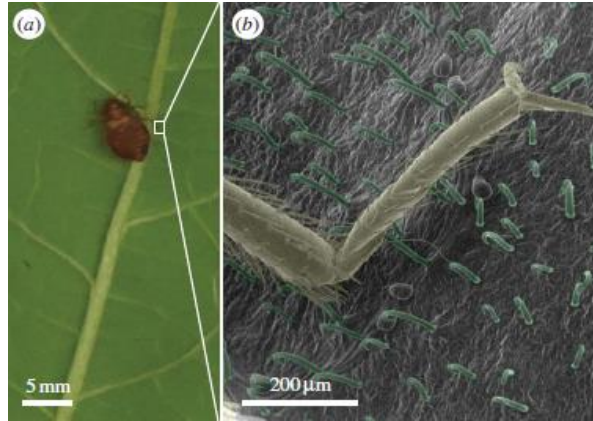


Figure 35: Punaise de lit piégée sur une feuille de haricot (a), patte arrière d'une punaise de lit prise dans les trichomes (b) (Szyndler, 2013)

Des chercheurs de Californie et du Kentucky ont cherché à imiter et fabriquer une surface polymérique identique aux trichomes.

Cette surface hybride se révèle moins efficace que les trichomes. Les punaises de lit sont gênées mais elles sont encore capables de se déplacer sur celle. Cette étude ouvre toutefois la voie de la fabrication de surfaces plus élaborées (Szyndler, 2013).

7.4 La lutte chimique

L'objectif est d'éliminer les dernières punaises et larves ayant résistés à la lutte mécanique. La mort des dernières punaises est provoquée par contact lors de son déplacement nocturne.

La lutte chimique peut être réalisée par l'occupant ou par une entreprise spécialisée.

- Par l'occupant lui-même :

Les infestations traitées par les particuliers sont souvent vouées à l'échec. Les méthodes utilisées sont aléatoires, la lutte mécanique préalable n'est pas réalisée.

Le résultat final est bien souvent une propagation de l'infestation par dispersion des punaises de leur lieu de repos vers de nouvelles zones. En cas d'échec il ne faut pas renouveler l'opération, il est obligatoire de faire appel à une entreprise 3D spécialisée.

L'OMS conseille l'utilisation de spray ou de poudre insecticide. Il est possible de traiter le sol ou les murs mais c'est souvent inutile, il est important de cibler les zones de cachette des punaises (lit, canapé, fissure, plinthe).

Les zones traitées ne doivent pas être nettoyées après désinfection, cela risquerait d'annuler la rémanence. Si la désinfection se fait de manière minutieuse une seule désinfection est

nécessaire. Les fissures et fentes sont à retraiter un mois plus tard pour exterminer les œufs qui auraient pu éclore entre temps (OMS, 2006).

Ces insecticides utilisés sont principalement des pyréthrinoides qui tuent tous les insectes, les autres animaux. Ils peuvent être mortels pour les poissons et les chats. Il faut être très vigilant.

Au vue de la toxicité des produits utilisés des précautions de sécurité sont à prendre. Les occupants et animaux domestiques doivent quitter les lieux pendant l'application des insecticides pendant au moins dix heures, le logement doit bien être aérer après désinfection .La personne appliquant les produits doit bien se protéger avec des gants, masques, lunettes, vêtements adaptés.

Ces produits associent souvent des pyréthrinoides avec une association d'un insecticide choc et d'un insecticide rémanent.

Des insecticides grand public non professionnels sont disponibles en pharmacie.

L'APAR ©, Oméga Pharma France : C'est un spray est utilisé pour désinfecter literie et vêtements. Il associe deux Pyréthrinoides, du néopynamine avec un effet choc associé à de la sumithrine plus rémanent. La mort de l'insecte est provoquée par contact direct.

ECO-LOGIS©, Biocanina: Cet insecticide est utilisé pour désinfecter objets et surfaces. Il associe de la perméthrine et du (S)-Methoprène. La perméthrine est un pyréthrinoides choc et le (S)-Methoprène est un inhibiteur de croissance toxique sur les nymphes et sur la fécondité des femelles.

Les bombes aérosols type « fogger » sont à proscrire, elles sont inefficaces la plupart du temps sauf en fin de désinfection éventuellement. Ces produits créent un brouillard de microparticules liquides qui sédimentent, elles n'atteignent jamais les cachettes des punaises comme les petits recoins ou les lattes de lit.

- Par une entreprise 3D :

Ces entreprises 3D (Désinfection/Désinsectisation/Dératisation) sont spécialisées dans la lutte contre les nuisibles dont les punaises de lit.

Ces entreprises utilisent des insecticides plus toxique et plus rémanent que les produits grand public, sous forme sèche ou liquide.

Le professionnel doit au minimum intervenir deux fois à quinze jours d'intervalle. Le deuxième passage tuera les juvéniles qui auraient pu se développer entre temps, les rares adultes non ciblés par le premier passage. L'appartement doit être laissé libre dix heures après désinsectisation (Delaunay et al, 2011).

7.4.1 Les insecticides

Les insecticides sont des substances ayant la capacité de repousser et de tuer des insectes mais aussi leurs nymphes et leurs œufs. Ils font partie des pesticides.

Les insecticides ont malheureusement une toxicité pour les organismes non ciblés et après multiples utilisations des insectes résistants se développent. L'utilisation de ces produits doit être limitée au maximum en cas d'infestation par des punaises de lit.

7.4.1.1 Classes chimique

Les pyréthrinoides de synthèse sont les insecticides les plus utilisés pour lutter contre les punaises de lit. Il est avéré que cette classe d'insecticide provoque des résistances mais les alternatives sont peu nombreuses. Les organochlorés, les organophosphorés et les carbamates ne sont plus recommandés, seuls les régulateurs de croissance sont une bonne solution à condition d'être associés à d'autres insecticides.

L'OMS a répertoriée une liste d'insecticides recommandés utilisables dans la lutte contre les punaises de lit (tableau 4).

Tableau 4: Insecticides utilisables dans la lutte chimique contre les punaises de lit. (OMS, 2006)

IGR : Régulateur de croissance, U : pas de danger, II : Danger moyen, III : Dangereux

| Insecticide | Classe chimique | Formulation | Concentration (g/L) | Risque chimique |
|-------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|-----------------|
| Bendiocarbe | Carbamate | Spray, Poudre | 2,4-4,8 | II |
| Flufénoxurone | IGR | Spray | 0,3 | U |
| Méthoprène | IGR | Spray, aérosol | 0,9 | U |
| Chlorpyrifos | Organophosphoré | Spray, aérosol, poudre | 2-5 | II |
| Malathion | Organophosphoré | Spray, poudre | 20 | III |
| Primiphos-methyl | Organophosphoré | Spray, poudre | 10 | II |
| α -cyperméthrine | Pyréthrinoides | Spray | 0,3-0,6 | II |
| β -cyfluthrine | Pyréthrinoides | Spray | 0,25-0,5 | II |
| Bifenthrine | Pyréthrinoides | Spray | 0,48-0,96 | II |
| Cyfluthrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 4 | II |
| Cyperméthrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 0,5-2 | II |
| Cyphénothrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 0,5-1 | II |
| Déltaméthrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 0,3 | II |
| λ -cyhalothrine | Pyréthrinoides | Spray, | 0,03 | II |
| Perméthrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 1,25 | II |
| D-phénothrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 1,0-2,0 | U |
| Resméthrine | Pyréthrinoides | Poudre | 3 | III |
| Tétraméthrine | Pyréthrinoides | Spray, aérosol, poudre | 1-2 | U |

7.4.1.1.1 Les organochlorés

Les organochlorés sont les plus anciens insecticides et aussi les plus puissants et toxiques. Ils furent utilisés de manière très importante à partir de la seconde guerre mondiale jusqu'à leur interdiction au début des années 1970.

Le célèbre DDT, le lindane font partie de ce groupe d'insecticides.

Ils sont toxiques sur le système nerveux des insectes à très faible dose par blocage des canaux GABA. Ces substances persistent des années dans la nature et dans les tissus biologiques. Leur utilisation est interdite en France [Invs.com].

7.4.1.1.2 Les organophosphorés

Les organophosphorés se sont développés comme alternative aux organochlorés trop toxique et rémanent après leur interdiction dans les années 1970.

Ils bloquent de manière irréversible une enzyme hydrolysant l'acétylcholine, l'acétylcholinestérase. L'acétylcholine, neurotransmetteur important va ainsi s'accumuler dans la plaque motrice. L'influx nerveux finit par être totalement bloqué (Testud, 2007).

Ces produits ont une faible rémanence, ils se dégradent rapidement dans la nature. L'impact environnemental est assez faible [Invs.com].

Ces substances ont une toxicité aigüe plus importante que les organochlorés. Ces produits ne restent pas plus de deux jours dans l'organisme mais la pénétration est possible par voie digestive, respiratoire et percutané. Le risque d'empoisonnements graves chez l'homme avec ce genre de produits est bien réel.

La trop forte toxicité de ces produits ont conduit à leur substitution dans les pays développées par d'autres insecticides (Testud, 2007).

L'OMS recommande encore l'utilisation du chlorpyriphos, le malathion, le primiphos-methyl dans la lutte contre les punaises de lit (OMS, 2006).

7.4.1.1.3 Les carbamates

Les carbamates ont été mis sur le marché à partir des années 1950. Ils possèdent le même mécanisme d'action que les organophosphorés, c'est à dire l'inhibition de l'acétylcholinestérase.

Ce sont des insecticides destinés principalement au traitement des cultures. Ils ont disparu des formulations à usage ménager (Testud, 2007). Seul le bendiocarbe est recommandé dans la lutte contre les punaises de lit (OMS, 2006).

7.4.1.1.4 Les pyréthrinoides

- Pyréthrinoides naturels :

Ces pyréthrinoides naturelles sont issues des fleurs chrysanthème ou *chrysanthemum cinerariaefolium*. Six alcaloïdes actifs insecticides sont extraits de cette fleur, les pyréthrines I et II, les cinérines I et II, la jasmoline I et II (Delhay, 2008).

C'est un insecticide historique encore utilisé de nos jours, des traces de son usage en Chine dès le premier siècle de notre ère sont prouvées. Avant de l'utiliser les feuilles sont séchées puis broyées en poudre fine, ce produit final est appelé pyrèthre.

Le pyrèthre était fortement utilisé jusqu'à la mise sur le marché de produits de synthèse dès 1940. La demande est toutefois encore présente de nos jours, c'est pourquoi le chrysanthème est encore cultivée en masse au Kenya et en Tanzanie.

Ces alcaloïdes sont toxiques pour le système nerveux central des insectes, mais aussi pour celui des animaux à sang froid. Leur toxicité pour l'homme est beaucoup plus faible.

Ce sont des produits naturels biodégradables. Ils sont rapidement inactivés à la lumière, leur efficacité est donc assez limitée, ils provoquent aussi des résistances (Testud, 2007).

Le Pyrèthre se retrouve encore aujourd'hui dans des insecticides BIO sous forme de poudre sèche ou associé à d'autres composants comme l'huile essentielle de lavande (Testud, 2007).

- Pyréthrinoides de synthèse :

Ce sont des analogues des alcaloïdes retrouvés naturellement dans les feuilles de chrysanthème. La forte toxicité des organophosphorés, organochlorés et carbamates ont favorisé le développement de ces nouvelles molécules dès le début des années 1960.

Leur efficacité à faible dose, leur faible toxicité pour les mammifères et leur absence de persistance dans la nature les ont placés comme référence.

Les pyréthrinoides de synthèse sont divisés en deux catégories.

D'abord Les pyréthrinoides de type I de première génération sans groupement alpha cyané, la perméthrine et la tétraméthrine en font partie.

Le deuxième groupe est celui des pyréthrinoides de type II de deuxième génération avec un groupement alpha-cyané, la fluméthrine et la deltaméthrine en font partie (Delhay, 2008).

Ces insecticides agissent par contact et ingestion provoquant une paralysie de l'insecte puis sa mort. Certaines molécules provoquent en plus une inhibition de la ponte et de la prise de nourriture.

Une hyperexcitabilité neuronale est générée par ces produits. Ils interagissent avec les canaux sodiques plus sensibles chez les insectes ce qui provoquent une modification de la conformation de ces canaux.

Le canal sodique reste ouvert longtemps, la repolarisation des membranes ne se fait plus ce qui engendre une libération de neurotransmetteur (dopamine, acétylcholine noradrénaline) bloquant la conduction nerveuse.

Certaines molécules possèdent des effets anti-GABAergique provoquant une inhibition des ions chlore dans la cellule, une action sur les canaux calciques ou sur les adénosines triphosphatases (Testud, 2007).

La toxicité des pyréthrinoides de synthèse est peu importante. En effet la biodisponibilité des molécules est faible quelle que soit la voie d'exposition.

La pénétration cutanée est comprise entre 0,1 et 1% et au niveau respiratoire elle est de 1% de la fraction pénétrante cutanée, déjà très faible. Après ingestion les pyréthrinoides sont rapidement métabolisés en métabolites inactifs par des estérases digestives avant d'être excrétés par voie urinaire. La fraction finale absorbée au niveau de l'organisme se distribue dans tous les tissus avant que le foie les transforme en métabolites inactifs avant excrétion dans les urines et dans les selles (Testud, 2007). La plupart des molécules n'irritent et ne sensibilisent pas la peau, elles ne sont pas génotoxiques et ne seraient pas cancérogènes (Testud, 2007).

Aujourd'hui on retrouve ces molécules dans la plupart des insecticides domestiques et professionnelles, à des concentrations comprises entre 0,01 et 2,5 %.

Le pipéronyl-butoxyde ou PBO est un synergisant, c'est un inhibiteur des oxydases des insectes qui détoxifient les insecticides. Le PBO augmente donc l'efficacité et la durée d'action de l'insecticide (Testud, 2007).

L'efficacité des pyréthrinoides de type I et II n'est pas la même.

Une expérience a été réalisée sur des punaises de lit sensibles aux pyréthrinoides, une forte dose d'insecticide a été utilisée pendant trois jours.

Les résultats ont montré une mortalité de plus de 80% après utilisation des pyréthrinoides de type II (cyfluthrine, deltaméthrine) et une mortalité très faible de moins de 5% après utilisation de pyréthrinoides de type I, la mortalité étant de 23% pour la perméthrine (Anderson et al 2012).

7.4.1.1.5 Les inhibiteurs de croissance

Les inhibiteurs de croissance des insectes sont des insecticides en plein essor depuis plusieurs années. Ces insecticides étaient plutôt utilisés dans la lutte contre les puces et les blattes avec de bons résultats. Ils sont amenés à encore se développer en alternative ou en complément des pyréthrinoides de synthèse de moins en moins efficace.

Ces molécules sont aussi appelés IGR ou « Insect Growth Regulator ». Cette classe est représentée par les analogues de l'hormone juvénile et les inhibiteurs de la synthèse de la chitine non utilisés dans la lutte contre les punaises de lit.

Les analogues de l'hormone juvénile miment son action. Après avoir été absorbée l'IGR inhibe l'activation de gènes responsables du développement normal des organes et des tissus de l'insecte. Les IGR n'ont pas d'effets sur le système nerveux des insectes. L'effet insecticide est à retardement, certains œufs ne pourront pas éclore, certaines larves ne pourront pas muer ni se reproduire. Ces molécules ont un effet toxique sur les larves et les œufs des punaises de lit. La toxicité semble absente chez l'homme et chez les animaux à sang chaud. Le Méthoprène et Pyriproxifène représentent cette famille.

Naylor en 2008 s'est intéressé à l'efficacité du (S)-Méthoprène sur les punaises de lit.

Une exposition à cet insecticide provoque des malformations des nymphes. La cuticule est souvent irrégulière avec des prolapsus intestinaux sur la paroi abdominale. Certaines nymphes ont aussi un appareil génital non fonctionnel mal formé. L'efficacité est importante à tous les stades larvaires, particulièrement sur le cinquième. Les adultes sont peu touchés, et certaines nymphes peuvent survivre pour encore se nourrir même s'ils sont stériles.

C'est pourquoi pour maximiser les dégâts sur les punaises de lit il est judicieux d'y associer en complément un insecticide choc neurotoxique faiblement rémanent type pour exterminer le maximum d'adulte (Naylor, 2008).

Une seconde exposition a été faite sur des punaises de lit résistantes aux pyréthrinoides avec de bons résultats. L'utilisation du (S)-Méthoprène dans la lutte insecticide est prometteuse (Naylor, 2008).

7.4.1.2 Précautions d'emploi et intoxication

Les insecticides sont responsables d'intoxications aiguës et chroniques. Une mauvaise utilisation ou une application excessive de l'insecticide peut entraîner une intoxication aiguë chez l'utilisateur et son entourage.

Une étude épidémiologique américaine a relevé le nombre d'intoxications causées par un insecticide, leur gravité et les symptômes associés de 2003 à 2010.

Il en ressort que dans 99% des cas un pyréthroïde de synthèse ou du pyrèthre sont responsables des intoxications. Plus d'une centaine de symptômes ont été relevés dont 81% étaient de faible gravité, une seule intoxication mortelle étant observée. Les symptômes décrits sont variables suivant la voie d'exposition, des simples troubles digestifs (nausées, vomissements) aux troubles respiratoires (toux, irritations, dyspnées). Des conjonctivites et des érythèmes de contact ont été observés.

Si l'intoxication est plus grave des symptômes neurologiques peuvent apparaître avec douleurs et vertiges.

La seule intoxication mortelle impliquait une femme d'une soixantaine d'années qui, après avoir constatée l'infestation a utilisée neuf bombes fogger dans la même journée. L'obligation d'aérer la pièce après son utilisation n'étant pas respectée. Par la suite elle a aspergée son lit à l'aide d'un autre insecticide. Elle s'est ensuite aspergée le corps et les cheveux d'un avec un troisième insecticide avant de perdre connaissance (CDC, 2011). L'étude souligne aussi le fait que dans la grande majorité des cas c'est un particulier qui s'intoxique.

7.4.1.3 Les résistances aux insecticides

Les pyréthrinoides représentent la grande majorité des insecticides utilisés dans la lutte chimique contre les punaises de lit mais ils deviennent de moins en moins efficaces avec le temps, Les punaises de lit s'adaptent et développent des résistances par plusieurs mécanismes.

- Une activité enzymatique renforcée:

L'activité des estérases, de la glutathione S-transférase et du cytochrome P450 semble être amplifiés, la détoxification puis l'élimination des insecticides seraient plus importante et rapide (Li *et al*, 2007).

- Des mutations sur le gène Kdr:

Deux mutations importantes V419L et L925L sur le gène appelé Kdr ou « *knockdown resistance* » sont identifiés (Yoon *et al*, 2008).

Ces mutations sont en lien avec les canaux sodiques des insectes. Elles provoquent une perte de sensibilité des canaux sodiques avec l'insecticide pour but de diminuer la fixation de l'insecticide à la sous unité alpha des canaux sodiques (Doon, 2007).

Ces mutations procurent d'autres spécificités aux punaises de lit.

En laboratoire il apparait que ces lignées mutantes avec les mutations V419L et L925L se développent plus rapidement que les lignées classiques mais elles sont plus vulnérables face à une absence de nourriture (Polanco *et al*, 2011b). La mortalité des punaises de lit résistantes est aussi 33 à 50% plus importante tout stades confondus par rapport à la lignée non résistante (Polanco *et al*, 2011a).

- Un tégument modifié :

Le tégument des insectes est constitué en majeure partie de protéines cuticulaires. C'est la première ligne de défense face aux insecticides. Des gènes codant les protéines cuticulaires seraient impliqués et seraient plus exprimés chez les lignées résistantes. La cuticule modifiée des punaises de lit résistantes serait ainsi moins perméable à la pénétration des insecticides (Zhu et *al*, 2013).

- Des transporteurs ABC plus nombreux :

Ce sont des protéines transmembranaires impliquées dans le transport de molécules à travers la cellule. Elles sont chargées d'éliminer les insecticides de la cellule.

Les gènes codant ces transporteurs semblent être plus exprimés chez les lignées résistantes pour favoriser l'élimination des insecticides. (Zhu et *al*, 2013)

7.4.2 L'ivermectine

L'ivermectine est un antiparasite commercialisé en France sous la spécialité stromectol® (laboratoire Msd). Cette molécule possède une forte affinité avec les canaux chlorure glutamate-dépendants des insectes, son assimilation provoque une paralysie neuromusculaire puis la mort de l'insecte.

Cette spécialité possède une autorisation de mise sur le marché actuellement pour le traitement de la gale sarcoptique, de l'anguillulose et la microfilarémie [www.vidal.com].

L'ivermectine est bien tolérée chez l'homme car il ne possède pas de canaux chlorure glutamate-dépendants, les effets secondaires sont donc rares. La demi-vie de la molécule est plutôt longue, le pic plasmatique se situe 4h après l'assimilation et la demi-vie se situe autour de 18 heures avec des effets anti parasite persistant plus longtemps (Sheele et *al*, 2013). Traiter directement un patient piqué par des punaises de lit est impossible. L'ivermectine est donc une piste intéressante.

Sheele et *al* en 2013 ont testés les effets de l'ivermectine sur des punaises de lit nourris avec du sang contaminé. L'expérience sur un hôte humain montre qu'une dose de 200 µg/kg provoque une forte mortalité chez les adultes et les nymphes, la mue des nymphes est aussi affectée. L'incidence sur la capacité à s'accoupler des adultes et sur les œufs est inconnue.

L'ivermectine est donc un bon candidat en vue d'un traitement systémique. Des études complémentaires sont néanmoins nécessaires pour préciser la dose idéale à administrer et la durée de traitement (Sheele et *al*, 2013).

7.5 Évaluation du traitement

L'évaluation de la réussite ou de l'échec du traitement est une étape cruciale. Une lutte anti punaises de lit est longue et s'étend sur plusieurs semaines et elle ne permet pas assurer une extermination totale des punaises de lit. Ce point est souvent difficile à faire admettre aux occupants qui voudraient un traitement rapide et efficace. Des traitements insecticides supplémentaires, une réorientation de traitement et des changements de stratégies sont parfois nécessaires.

La preuve absolue de la réussite du traitement se fait par constatation d'absence de piqûres sur le corps, en général au bout d'un ou deux mois (CNEV, 2015).

Les outils de détection (pièges à colle, pièges à base de dérivés humains, chiens renifleurs) peuvent aider en complément pendant plusieurs jours pour évaluer la bonne réussite d'un traitement, les derniers individus pourront ainsi être capturés avant qu'ils puissent piquer ou se multiplier (Wang, 2011).

7.6 Prévention d'une future infestation

Prévenir complètement une infestation par des punaises de lit est impossible mais elle peut être minimisée au maximum. Pour cela les hébergeurs, voyageurs et occupants doivent prendre conscience du problème et participer à cette démarche de prévention (CNEV, 2015).

- Les hébergeurs :

Les hébergeurs sont aussi bien des propriétaires de gîtes que des propriétaires d'hôtels de luxe. L'objectif est la mise en place d'un environnement hostile pour les punaises de lit et la détection d'une infestation la plus précoce possible pour enrayer la propagation et faciliter une désinsectisation professionnelle (CNEV, 2015).

Cette démarche peut être réalisée à quatre niveaux :

Prévenir l'introduction des punaises de lit. L'objectif des hébergeurs est de cibler le portage d'éventuelles punaises. Certains propriétaires de gîtes de montagne prennent en charge les bagages ou les vêtements contaminés de randonneur. Des grands hôtels aux États Unis utilisent des chiens renifleurs qui ciblent les bagages contaminés.

Prévenir l'installation des punaises de lit. Un ménage quotidien et minutieux des lieux est nécessaire, le personnel de nettoyage est à sensibiliser au problème.

Prévenir la multiplication des punaises de lit. À ce stade l'infestation est importante et les punaises sont nombreuses et visibles. Le personnel doit être capable de reconnaître les punaises de lit et de les signaler, des outils de détection peuvent être utilisés.

Prévenir la propagation dans l'établissement. La disposition des chambres doit être repensée pour supprimer au maximum les cachettes des punaises. Le sol doit être en carrelage, la

décoration doit être minimaliste. Les plinthes, les prises électriques, la plomberie doivent être ajustées au mur (CNEV, 2015).

- Les voyageurs :

Les voyageurs sont des personnes à risque ayant une forte probabilité de rencontrer des punaises de lit (personnes itinérantes ou SDF). Cette prévention est à réaliser pendant les voyages et à leur retour.

Le lieu de couchage doit être examiné, la housse de lit doit être soulevée systématiquement. Lors de son périple le voyageur a la possibilité de dormir avec le plus de vêtements couvrant pour éviter les piqûres au maximum ou tout le contraire pour ne pas emporter de punaises avec lui mais cela l'expose à des piqûres.

Il est indispensable d'être attentif aux piqûres nocturnes, en cas de doute un traitement physique des vêtements et bagages est à réaliser, à la machine à laver à plus de 60°C ou au congélateur à -18°C pendant au moins trois jours (CNEV, 2015).

- Un particulier :

Un particulier doit prendre conscience du risque de ramener chez lui du mobilier ou des objets d'occasion récupérés dans la rue ou achetés sur une brocante ou un vide grenier. Les mobiliers le plus à risque sont les canapés, sommiers et matelas. Tous vêtements, textiles sont à laver à la machine à laver à plus de 60° ou à congeler à -18° pendant au moins trois jours. Les objets d'occasion sont à examiner et à congeler.

Il est judicieux de modifier la disposition de l'habitation pour rendre l'environnement défavorable aux punaises de lit en supprimant une éventuelle moquette, en restaurant le papier peint ou en supprimant les petits recoins (CNEV, 2015).

CONCLUSION

La punaise de lit fait partie intégrante de notre quotidien depuis des milliers d'années, elle avait quasiment disparue après la seconde guerre mondiale avec l'arrivée d'insecticides extrêmement puissants. Les infestations sont restées mineures jusqu'en 1990, depuis elles explosent. L'augmentation des voyages internationaux, les résistances aux insecticides, le manque d'informations et de sensibilisations du grand public sont des facteurs aggravants.

Les infestations sont des sources considérables de troubles physiques et psychiques sous évalués, les victimes sont démunies et se renferment sur elles-mêmes pour ne pas être jugées ou stigmatisées. Des troubles anxiogènes, des cas de dépression sont engendrés. De multiples piqûres peuvent entraîner une anémie, une thrombopénie et une surinfection des lésions en cas de grattage. Les punaises de lit sont porteuses de nombreux micro-organismes mais pour le moment il n'y a pas de preuves assurant leur transmission sur le terrain. Seule *Trypasonoma cruzi* peut être potentiellement transmis par des déjections de punaises de lit contaminées.

Les frais engagés par les particuliers pour un traitement de désinsectisation sont élevés, à cela s'ajoute des frais pour changer le mobilier usagé. Par conséquent la lutte globale est à recentrer sur la lutte mécanique qui est plus économique. L'impact financier sur le tourisme, l'hôtellerie et certaines industries sont considérables mais difficile à chiffrer.

La stratégie de lutte est complexe, longue et coûteuse. Elle est organisée en étapes et centrée sur la lutte mécanique après avoir identifié l'insecte et évalué le taux de contamination du site. La détection canine a un intérêt dans la détection dans de grandes structures. La lutte mécanique est primordiale, elle est longue, minutieuse et chronophage. La lutte chimique est minoritaire et permet d'exterminer les dernières punaises survivantes. Elle est initiée par un professionnel à raison de deux traitements chimiques espacés de deux semaines. Il est impossible d'éviter totalement les infestations mais des actions de préventions permettant de les limiter. Hébergers, occupants et voyageurs doivent se sensibiliser au problème pour pouvoir gérer au mieux une infestation.

RÉFÉRENCES

- ABDEL-NASER MB, LOFTY RA, AL-SHERBINY MM, SAYED ALI NM. Patients with papular urticaria have IgG antibodies to bedbug (*Cimex lectularius*) antigens. *Journal of Parasitology Research*. 2006.
- ANDERSON JF. A carbon dioxide, heat and chemical lure trap for the bedbug, *Cimex lectularius*. *Medical and Veterinary Entomology*. p99-105. 2009.
- ANDERSON JF, COWLES RS. Susceptibility of *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) to pyrethroid insecticides and to insecticidal dusts with or without pyrethroid insecticides. *Journal of Economic Entomology*. p1789-1795. 2012.
- BERENGER JM. Sensibilisation à l'étude des Hémiptères Hétéroptères. *Insectes* n°82. 1991.
- BRUNET JM. Les insectes et la santé. p34. 2006.
- CASSELS C. Impact of bed bugs much more than skin deep. 2011.
- BURTON G. Bedbug in relation to transmission of human disease. *Public Health Reports*. p513-524. 1963.
- CAES MT. Bed Bugs and lookalikes. CCABB. 2011.
- CDC. Acute Illnesses Associated with Insecticides Used to Control Bed Bug. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. p1269-1274. 2011.
- CNEV. La punaise de lit en France : état des lieux et recommandations. 2015.
- CRANSHAW WS, CAMPER M, PEAIRS F. Bat Bugs, Bed Bugs and relative. 2016.
- DAVIES TGE, FIELDS LM, WILLIAMSON MS. Re emergence of the bed bug as a nuisance pest: implication of resistance to the pyrethroid insecticides. *Medical and Veterinary Entomology*. p241-254. 2012.
- DEL GIUDICE P, BLANC-AMRANE V, BAHADORAN P. *Pyemotesventricosus* Dermatitis, Southeastern France. *Emerging Infectious Diseases*. 2008
- DELAUNAY P, BERENGER JM, IZRI A, CHOSIDOW O. Les punaises de lit: Biologie, Lutte et Sante Publique. 2011.
- DELHAYE Damien. Effets indésirables et intoxications dus à l'utilisation de médicaments à base de perméthrine chez le chat, étude épidémiologique. Thèse vétérinaire. 2008.

DOGGETT S.L., DWYER D.E., PENAS P.F., RUSSELL R.C. Bed bugs: clinical relevance and control options. *Clinical Microbiology Reviews*. p164-192. 2012.

DOON K. Insect sodium channels and insecticide resistance. *Intervertebrate Neuroscience*. 2007.

EUROPEAN CODE OF PRATICE V2. Bed Bug foundation. 2013.

FISHER TW, BELLOW ST. Handbook of Biological control: principles and applications of biological control. p397-398. 1999.

GAVINET F. Thèse pharmacie, pédiculose du cuir chevelu traitements et conseils à l'officine. 2007.

GODDARD J. Beg bugs (*Cimex lectularius*) and clinical consequences of their bites. *The Journal of the American Medical Association*. p1358-1366. 2009

LEVINSON HZ, LEVINSON AR, MULLER B, STEINBRECHT RA. Structure of sensilla, olfactory perception and behaviour of the bedbug *Cimex lectularius* in response to its alarm pheromone. 1974.

LI X, SCHULER MA, BERENBAUM R. Molecular mechanisms of metabolic resistance to synthetic and natural xenobiotics. *Annual Review of Entomology*. 2007.

LOWE CF, ROMNEY MG. Bedbugs as vectors for Drug-Resistant Bacteria. *Emering Infectious Disease*. p1132-1134. 2011.

MAESTRE RH. The Bed bug book: The complete Guide to Prevention and Extermination. 2011

MCKENZIE MC, EDWARD M, DE SIMONE, MALLORY .The Rise in Bed Bugs:prevention, management, and treatment. *US Pharmacist*. p47-50. 2012

MORROW E, ARNQVIST G. Costly traumatic insemination and a female counter-adaptation in bed bugs. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences*. 2003.

MOUGEL P. Thèse pharmacie. La Méningo-Encephalite à Tiques.2011.

MOULINIER C. Parasitologie et mycologie médicales, éléments de morphologie et biologie. 2002.

NAYLOR R, BAJOMI D, BOASE C. Efficacy of (S)-Methoprène against *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae). 2008.

OMS. Pesticides and their application. 2006.

PERICART J. Hémiptères, Anthocoridae, Cimicidae et Microphysidae de l'Ouest-Paléarctique. p402. 1972.

- POLANCO AM, BREXTER CC, MILLER DM. Population growth potential of the bed bug, *Cimex lectularius*: a life table analysis. *Insects* . 2011a.
- POLANCO AM, BREXTER CC, MILLER DM. Survivorship during starvation for *Cimex lectularius*. *Insects* 2011b.
- PRITCHARD MJ, HWANG S. Severe anemia from bedbug. *Canadian Medical Association Journal*. p287-288. 2009.
- POTTER MF, The history of bedbug management-with lessons from the past. *American entomologist*. 2011.
- RICHARD D. Les récepteurs alpha adrénergiques. *le moniteur du pharmacien* n°3086. 2015.
- ROBINSON WH. Urban insects and arachnids A handbook of urban entomology. p205-207. 2005.
- SAKAMOTO J, RASGON J. Endosymbiotic bacteria of bed bugs: evolution, ecology and genetic. *American Entomologist*. 2006.
- SALAZAR R, CASTILLO-NEYRA R, TUSTIN A, BORRINI-MAYORI K, NAQUIRA C, LEVY MZ. Bed bugs (*Cimex lectularius*) as Vectors of *Trypanosoma cruzi*. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*. p331-335. 2015.
- SHEELE JM, ANDERSON JF, TRAN TD, TENG YA. Ivermectin Causes *Cimex lectularius* (Bedbug) Morbidity and Mortality. *The Journal of Emergency Medicine*. p433-440. 2013.
- SZYNDLER M, HAYNES K, POTTER M, CORN R, LOUDON C. Entrapment of bed bug by leaf trichomes inspires microfabrication of biomimetic surfaces. *Journal of the Royal Society Interface*. 2013.
- TATARNIC NJ, CASSIS G, SIVA-JOTHY MT. Traumatic Insemination in Terrestrial Arthropods. *The Annual Review of Entomology* .2014.
- TESTUD F, GRILLET JP. Insecticides organophosphorés, carbamates, pyrèthrinoides de synthèse et divers. 2007.
- USINGER RL. Monograph of Cimicidae (Hemiptera- Heteroptera). The Thomas Say Foundation. 1966.
- VILLENEUVE A. Les tiques, mieux les connaître, mieux s'en protéger. 2012
- WANG C, TSAI WT, COOPER R. Effectiveness of bed bug monitors for detecting and trapping bed bug in apartments. *Journal of Economic Entomology*. p274-278. 2011.
- WEEK E, BIRKETT M, CAMERON M, PICKETT J, LOGAN J. Semiochemicals of the common bed bug *Cimex lectularius* and their potential for use in monitoring and control, 2010.

ZHU F, GUJAR H, GORDON JR, HAYNES KF, POTTER MF, PALLI SR. Bed bugs evolved unique adaptive strategy to resist to pyrethroid insecticides. *Pest Management Science*. P10-20. 2013.

SITE INTERNET

BUGGUIDE. *Myrmica rubra*. Consulté le 20/05/16.

EUROSPIDERS. Chelifère cancroïde. Consulté le 20/05/16.

INSECT-INTERCEPTOR. ClimbUp® insect interceptor. Consulté le 02/05/16.

INVS. Biosurveillance et Pesticide. Consulté le 13/03/16.

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE MAIEUTIQUE LYON. Anémie. Consulté le 13/02/16.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE TOULOUSE. Diagnostiquer une anémie. Consulté le 13/02/16.

OIE-WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH. Poux et méthodes de lutte. Consulté le 03/06/16.

PESTWEST. Bed bug manual. Consulté le 02/06/16.

VECTOR CONTROL SERVICES. Bed bug prevention. Consulté le 02/06/16.

VIDAL. Stromectol. Consulté le 26/04/16.

WHO. Maladie de Chagas et hépatite B. Consulté le 12/02/16.

DEMANDE D'IMPRIMATUR

Date de soutenance : 29 juin 2016

| | |
|--|--|
| <p align="center">DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE</p> <p>présenté par : Alban BEGIN</p> <p><u>Sujet</u> : La punaise de lit: un parasite en pleine recrudescence</p> <p><u>Jury</u> :</p> <p>Président : M. Joël COULON, Maître de Conférences Directeur : Mme Sandrine BANAS, Maître de Conférences Juges : Mme Isabelle BERTRAND, Maître de Conférences Mme Julie VERNIER, Pharmacien</p> | <p align="center">Vu, Nancy, le 3 juin 2016</p> <p align="center">   </p> <p align="center"> Le Président du Jury Directeur de Thèse M. Joël COULON M. Sandrine BANAS </p> |
| <p align="center">Vu et approuvé, Nancy, le 7.06.2016</p> <p align="center">Doyen de la Faculté de Pharmacie de l'Université de Lorraine,</p> <p align="center">  Francine PAULUS  </p> | <p align="center">Vu, Nancy, le 16 JUIN 2016</p> <p align="center">Le Président de l'Université de Lorraine,</p> <p align="center">  Pierre MUTZENHARDT  </p> <p>N° d'enregistrement : 9142</p> |

N° d'identification :

TITRE

La punaise de lit : un parasite en pleine recrudescence

Thèse soutenue le 29 Juin 2016

Par Alban Begin

RESUME

La punaise de lit est un ectoparasite hématophage de la famille des cimicidés, cet insecte furtif se nourrit au dépend de l'homme en le parasitant pendant son sommeil. Le terme punaise de lit englobe deux espèces : *Cimex lectularius* vivant dans des régions tempérées et *Cimex hemipterus* qui est une espèce tropicale. D'autres espèces peuvent piquer exceptionnellement l'homme. La punaise de lit cohabite avec l'homme depuis des milliers d'années, nos grands-parents la connaissaient bien. Elle a quasiment disparue de notre quotidien après la seconde guerre mondiale grâce à la découverte de puissants insecticides qui sont aujourd'hui interdits. Cependant depuis les années 1990 les infestations sont en pleine explosion, tous les pays développés sont touchés et particulièrement les grandes villes. Une infestation est difficile à traiter et les coûts engendrés pour les particuliers, l'hôtellerie et certaines industries sont considérables.

Cette thèse fait d'abord le point sur les connaissances actuelles sur la punaise de lit (entomologie, biologie, écologie). Une autre partie traitera ce qui touche aux piqûres et ses conséquences physiques et psychiques, un résumé sur la transmission de micro-organismes pathogènes sera fait. Enfin la dernière partie proposera un modèle de lutte intégrée.

MOTS CLES : punaise de lit, *Cimex lectularius*, cimicidé, parasite, insecte

| Directeur de thèse | Intitulé du laboratoire | Nature |
|--------------------|---|--|
| Sandrine Banas | Laboratoire de physique et microbiologique de l'environnement | Expérimentale <input type="checkbox"/> Bibliographique <input checked="" type="checkbox"/> Thème <input type="checkbox"/> |

Thèmes

1 – Sciences fondamentales

② – Hygiène/Environnement

3 – Médicament

4 – Alimentation – Nutrition

5 - Biologie

6 – Pratique professionnelle