



HAL
open science

Piqûres d'arthropodes et manifestations dermatologiques à l'officine

Matthieu Cassar

► **To cite this version:**

Matthieu Cassar. Piqûres d'arthropodes et manifestations dermatologiques à l'officine. Sciences pharmaceutiques. 2019. dumas-02294264

HAL Id: dumas-02294264

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02294264>

Submitted on 23 Sep 2019

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.



THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA
FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 16 juillet 2019

PAR

M Matthieu Cassar

Né le 03 novembre 1990 à Fréjus

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

TITRE :

Piqûres d'arthropodes et manifestations dermatologiques à l'officine

JURY :

Président :

Monsieur le professeurs Philippe PICCERELLE

Membres :

Monsieur Aurélien DUMETRE

Monsieur Stéphane PICHON

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

<i>Doyen :</i>	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
<i>Vice-Doyens :</i>	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
<i>Chargés de Mission :</i>	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI
<i>Conseiller du Doyen :</i>	M. Patrice VANELLE
<i>Doyens honoraires :</i>	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
<i>Professeurs émérites :</i>	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Jean-Pierre REYNIER, M. Henri PORTUGAL
<i>Professeurs honoraires :</i>	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
<i>Chef des Services Administratifs :</i>	Mme Florence GAUREL
<i>Chef de Cabinet :</i>	Mme Aurélie BELENGUER
<i>Responsable de la Scolarité :</i>	Mme Nathalie BESNARD

DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

PROFESSEURS

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE

M. Robert GILLI
Mme Odile RIMET-GASPARINI
Mme Pascale BARBIER
M. François DEVRED
Mme Manon CARRE
M. Gilles BREUZARD
Mme Alessandra PAGANO

GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE

M. Eric SEREE-PACHA
Mme Véronique REY-BOURGAREL

PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE,
BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE

M. Pascal PRINDERRE
M. Emmanuel CAUTURE
Mme Véronique ANDRIEU
Mme Marie-Pierre SAVELLI

NUTRITION ET DIETETIQUE

M. Léopold TCHIAKPE

A.H.U.

THERAPIE CELLULAIRE

M. Jérémy MAGALON

ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS

Mme Angélique GOODWIN

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE

M. Philippe CHARPIOT

BIOLOGIE CELLULAIRE

M. Jean-Paul BORG

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Mme Laurence CAMOIN-JAU
Mme Florence SABATIER-MALATERRE
Mme Nathalie BARDIN

MICROBIOLOGIE

M. Jean-Marc ROLAIN
M. Philippe COLSON

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET
ZOOLOGIE

Mme Nadine AZAS-KREDER

MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI M. Thierry AUGIER M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER M. Romaric LACROIX Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Michèle LAGET M. Michel DE MEO Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	M. Maxime LOYENS
----------------------------	------------------

DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Philippe GALLICE
CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	Mme Evelyne OLLIVIER

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

A.H.U.

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO
--	-------------------

ATER

CHIMIE ANALYTIQUE	M. Charles DESMARCHELIER
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Fanny MATHIAS

DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE

Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

PROFESSEURS

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

MAITRES DE CONFERENCES

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

A.H.U.

PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD
PHARMACOCINETIQUE	Mme Nadège NEANT

CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire

Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie

Mme Clémence TABELLE, Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 22 février 2018

Remerciements

A mon directeur de thèse,

Monsieur Aurélien Dumètre, pour m’ avoir fait l’honneur de m’ avoir guidé pendant la rédaction de ma thèse.

A mon président du jury de thèse,

Monsieur le Professeur Philippe Piccerelle, pour me faire l’honneur d’ avoir été présent le long de ma thèse et de présider ce jury.

A mes membres du jury,

Pour avoir accepté d’ en faire partie.

Monsieur Stéphane Pichon,

Pour avoir accepté de m’ accueillir pour mon stage de 6^{ème} année, votre encadrement bienveillant, ainsi qu’ à l’ ensemble de l’ équipe officinale, tout particulièrement les deux pharmaciens, Manon et Estelle pour leurs conseils très précieux.

Mes remerciements vont également à :

Mes parents,

Pour leur soutien indéfectible tout au long de cette « Odysée ».

Mes Grands-parents,

Pour leur soutien, leur bienveillance, tout au long de ce cursus, je n’ oublierai jamais « la soupe populaire ».

Mes sœurs Manon et Marine,

Pour m'avoir « supporté », le long de ces études. Et encore plus particulièrement Manon, pour m'avoir accueilli et soutenu lors de mon arrivée à Marseille, sa bienveillance et sa disponibilité tout au long de mes études.

Charline,

Pour ta patience, ton soutien, ton affection dans les moments, même les plus difficiles, pour m'avoir toi aussi, aidé à tourner la page sur cette période de ma vie.

A mes amis, mes proches,

Pour leur soutien et leur aide tout au long de mes études. Merci à vous Alexia, Daniela, Julia, Quentin et bien d'autres. Qui part ces moments de complicité m'ont soutenu.

Monsieur Thierry Augier,

Pour votre engagement et votre bienveillance, qui ont participé à ma réussite.

« L'Université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »

Table des matières

Remerciements	8
Tables des illustrations	13
Introduction	16
I. LE MOUSTIQUE	17
1. DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE	17
2. CYCLE BIOLOGIQUE.....	18
3. PRINCIPAUX GENRES DE MOUSTIQUE EN FRANCE (REGION DU SUD-EST PLUS PARTICULIEREMENT)	21
4. CARACTERISTIQUES PHYSIOPATHOLOGIQUES DE LA PIQUE DU MOUSTIQUE.....	22
5. PREVENTION ET TRAITEMENT DE LA PIQUE DE MOUSTIQUE	27
6. RECOMMANDATIONS DE BONNES PRATIQUES	45
II. LE TAON	50
1. MORPHOLOGIE	50
2. CYCLE DE VIE DU TAON	52
3. COMPORTEMENT DES POPULATIONS	53
4. CARACTERISTIQUES PHYSIOPATHOLOGIQUES DES PIQUES	53
5. PREVENTION ET TRAITEMENT DE LA PIQUE.....	55
6. RECOMMANDATION DE BONNES PRATIQUES	60
III. LES HYMENOPTERES	61
1. MORPHOLOGIE	61
2. CYCLE BIOLOGIQUE DES HYMENOPTERES	63
3. CARACTERES PHYSIOPATHOLOGIQUES DE LA PIQUE D'HYMENOPTERE	64
4. TRAITEMENT ET PREVENTION DES PIQUES	69
IV. LES AOUTATS	73
1. MORPHOLOGIE	73
2. CYCLE BIOLOGIQUE.....	73
3. CARACTERE PHYSIOPATHOLOGIQUE DE LA PIQUE	74
4. PREVENTION ET TRAITEMENT DE LA PIQUE.....	75
V. LES ARAIGNEES	76

1. PRESENTATION MORPHOLOGIQUE GENERALE.....	76
2. CYCLE DE VIE DES ARAIGNEES	77
3. REPARTITION DES ESPECES EN PROVENCE ALPES COTE D'AZUR.....	77
4. CARACTERES PHYSIOPATHOLOGIQUES DE LA PIQURE D'ARAIGNEE	79
5. PREVENTION ET TRAITEMENT DES PIQURES	80
Conclusion	83
Bibliographie	84

Tables des illustrations

Fig.1 : Schéma du corps du moustique : <http://100tral.com/pc-anti-moustique>
<http://100tral.com/images/001/moustic.gif> p.17

Fig. 2 : Cycle de vie du moustique : http://protectanature.fr/wp-content/uploads/2017/04/moustique_main-624x390.jpg p.18

Fig. 3 : Exemple de moustique *Anophele* : <http://www.cinq-cinq.fr/insectes-et-maladies/moustiques/moustique-anophele-gambiae> p. 22

Fig.4 : Exemple de moustique *Aedes* : <http://www.cinq-cinq.fr/insectes-et-maladies/moustiques/moustique-aedes-albopictus-moustique-tigre1> p. 22

Fig. 5 : Exemple de moustique *Culex* : <https://www.insectecran.com/lutter-contre/moustique-culex> p. 22

Fig.6 : Photo d'une réaction normale à une piqûre de moustique :
<https://www.monpediatre.net/wp-content/uploads/2017/07/Bouton-Moustique-150x150.jpg>
p.24

Fig.7 : Photo d'une réaction allergique immédiate à une piqûre de moustique :
https://m.mcdn.fr/files/styles/pano_1/public/images/article/7/2/5/5489527/6752035-inline.jpg?itok=NAMyhxZ3 p. 25

Fig.8 : Schéma d'une réaction tardive à une piqûre de moustique :
https://assets.treated.com/doctorartical/treated-fr-guide-to-bug-bites-jul16-01_1111x833.jpg
p. 26

Fig. 9 : Schéma général de la morphologie d'un Taon : <http://qmor.umontreal.ca/wp-content/uploads/2015/11/morphot%C3%AAt-top1.jpg> p. 50

Fig. 10 : Cycle de vie des tabanidés (Desquennes et de La Rocque, 1992) p. 52

Fig. 11 : Photo d'une piqûre de taon : <http://a54.idata.over-blog.com/0/06/34/64/famille/piqure.jpg> p. 54

Fig. 12 : Schéma du piège Vavoua :
<https://books.openedition.org/irdeditions/docannexe/image/10562/img-12.jpg> p. 56

Fig. 13 : Schéma du piège N'zi : <https://www-em-premium-com.lama.univ-amu.fr/article/148581/resultatrecherche/1> p. 57

Fig.14 : Schéma du piège H-trap p. 57

Fig. 15 : Schéma général de la morphologie des hyménoptères :
<http://ssaft.com/Blog/dotclear/index.php?post/2013/02/20/Un-TP-un-article-1001-pattes> p. 63

Fig. 16 : Schéma du cycle de vie des hyménoptères : <https://passion-entomologie.fr/wp-content/uploads/2014/10/Capture-d%E2%80%99%C3%A9cran-2014-10-13-%C3%A0-16.27.06.png> p. 64

Fig. 17 : Photo d'une piqûre d'abeille (réaction non allergique) : <https://astucesdegrandmere.net/wp-content/uploads/2018/06/piq%C3%BBre-dabeille.png> p. 67

Fig. 18 : Photo d'une piqûre de guêpe (réaction allergique) : <https://www.toutpratique.com/img/cms/piqure-de-guepe-que-faire-comment-traiter-une-piqure-guepe-allergie-piqure-guepe.png> p. 68

Fig. 19 : Vue microscopique d'un aoutat : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fa/Ao%C3%BBat.jpg/800px-Ao%C3%BBat.jpg> p. 73

Fig. 20 : Photo d'une piqûre d'aoûtat : <http://natureln.librox.net/local/cache-vignettes/L400xH281/aoutapiqure-c210c.jpg?1539198377> p. 74

Fig. 21 : Schéma général de la morphologie d'une araignée : https://tpesoiearaignee.files.wordpress.com/2015/02/morpho_araig19b8-bb64b.jpg?w=418&h=556 p. 76

Fig. 22 : Photographie d'une *Lycosa narbonensis* : https://en.wikipedia.org/https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Lycosidae_-_Lycosa_narbonensis.jpg/800px-Lycosidae_-_Lycosa_narbonensis p. 78

Fig. 23 : Photographie d'une *Laxosceles rufescens* : https://fr.wikipedia.org/https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/58/PikiWiki_Israel_30651_Loxosceles_rufescens.jpg/800px-PikiWiki_Israel_30651_Loxosceles_rufescens.jpg p. 78

Fig. 24 : Photographie d'une Veuve noir : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/00/Black_widow_spider_9854_lores.jpg/290px-Black_widow_spider_9854_lores.jpg p. 78

Fig. 25 : Photographie d'une Ségestrie florentine : https://fr.wikipedia.org/https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/11/Ara%C3%B1a_Mandaio_07-05-2006_05.jpg/800px-Ara%C3%B1a_Mandaio_07-05-2006_05.jpg p. 78

Fig. 26 : Photographie d'une Chiracanthé : https://fr.wikipedia.org/https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/0b/Cheiracanthium_mildei.jpg/800px-Cheiracanthium_mildei.jpg p. 79

Fig. 27 : Photographie d'une piqure d'araignée (réaction bénigne) :

https://t1.uc.ltmc.dn.com/fr/images/9/7/4/img_comment_soigner_une_piqure_d_araignee_5479_600.jpg p.79

Fig. 28 : Photographie d'une piqure d'araignée (réaction nécrotique) :

<https://images.midilibre.fr/api/v1/images/view/5b489cec3e4546789b7abd43/large/image.jpg>
p.80

Introduction

Tous les ans, de nombreux cas de piqûres nous sont rapportés en officine.

Elles peuvent être de forme variée, et leurs conséquences peuvent l'être tout autant, allant de la simple démangeaison, au choc anaphylactique, en passant par la nécrose ou encore par des manifestations neurologiques diverses.

C'est pourquoi, lors de la pratique officinale, il est important pour le pharmacien de reconnaître les différentes piqûres, afin de distinguer les cas « bénins » des cas d'urgence absolue.

Cette thèse a pour objectif d'être un guide pratique pour le diagnostic des piqûres d'arthropodes au comptoir, leur prise en charge, et les mesures prophylactiques associées. J'ai choisi d'étudier plus particulièrement les cas des piqûres provoqués par les moustiques, taons, des hyménoptères (guêpe, frelon et abeille), les aoûtats et des araignées. Car ils font partie des nuisibles terrestres les plus courants dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

J'aborde une brève description biologique de chaque organisme étudié, de sa piqûre et des principales manifestations cliniques associées, des traitements, puis des différents moyens de protection collective et individuelle.

I. Le moustique

1. Description morphologique

Les moustiques sont des diptères primitifs dont la taille varie entre 3 et 10 mm. Ils appartiennent à la famille des Culicidés. Leur classification est la suivante : ils appartiennent à la classe des Hexapodes, à l'ordre des Diptères, sous ordre des Nématocères, famille des culicidés. (1)

La forme définitive de cet insecte est appelée l'imago et correspond à l'insecte adulte sexué. Elle est caractérisée par 3 tagmes bien individualisés, ces derniers sont les 3 régions du corps des arthropodes. Chacun des tagmes est issu de la fusion et de la spécialisation de plusieurs segments.

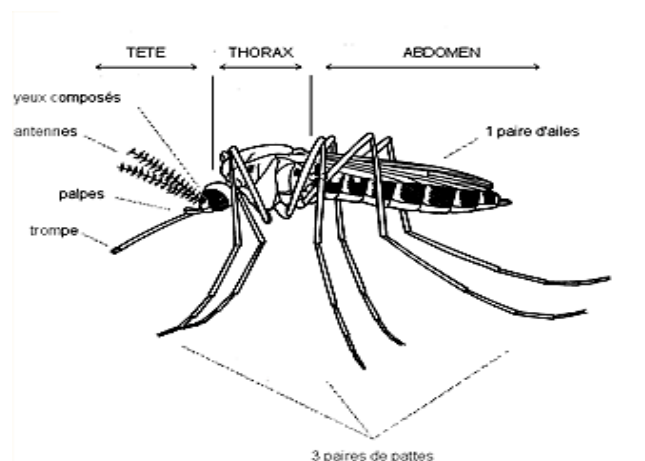


Fig.1 : Schéma du corps du moustique

- La tête

Elle comporte des yeux, constitués de 300 à 500 ommatides, les antennes filiformes, les palpes maxillaires situés sous les antennes et les pièces buccales, et la trompe aussi appelée proboscis.

- Le thorax

Le thorax est formé de trois parties : prothorax, métathorax et mésothorax.

Le prothorax et le métathorax sont très réduits alors que le mésothorax est très développé. Le thorax est aussi orné de soies et d'écaillés. Il possède deux paires de stigmates respiratoires, ainsi que d'une paire d'ailes et d'haltères pour réguler l'équilibre en vol. Le thorax porte les 3 paires de pattes, une par segment thoracique.

- L'abdomen

L'abdomen est constitué de 10 segments. Chacun des segments est composé d'une plaque dorsale ou tergum, d'une plaque ventrale ou sternum, une membrane latérale portant un stigmate respiratoire de chaque côté. Les plaques dorsales et ventrales, respectivement appelées tergites et sternites sont recouvertes de soies et d'écaillés. Les trois derniers segments abdominaux sont réduits et portent les orifices génitaux et l'anus. (2)

2. Cycle biologique

Les moustiques responsables des piqûres sont les femelles, car après l'accouplement, elles ont besoin d'un repas sanguin pour porter leurs œufs à maturité.

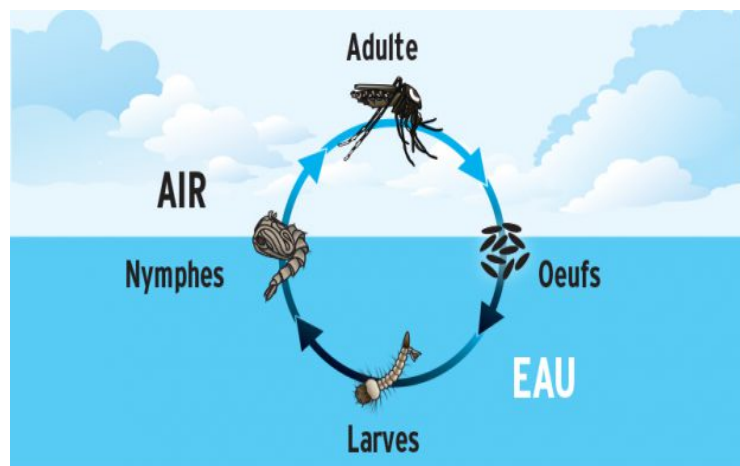


Fig. 2 : Cycle de vie du moustique

L'**accouplement** a lieu au début de la vie de l'adulte. En moyenne une femelle ne s'accouple qu'une fois. Le sperme est alors stocké dans les spermathèques de la femelle et est conservé toute la vie de cette dernière. Il y a deux types d'espèces ayant toutes deux, des accouplements différents.

La première, les eurygames (ex : *Aedes detritus*), s'accouplent dans les grands espaces, en vol. La deuxième, les sténogames (ex : *Culex hortensis*), s'accouplent eux dans des espaces réduits, en général sur un support.

Après la phase d'accouplement, nous avons la phase d'**ovogénèse**. Celle-ci se passe dans chaque ovariole sous l'effet des hormones et est provoquée par l'hématophagie et la réplétion du tube digestif. Après plusieurs repas sanguins, le sang est alors digéré et les ovules matures sont alors fécondés. C'est le cycle gonotrophique. Cependant, un cycle gonotrophique peut se produire sans repas sanguin au préalable, c'est l'autogénèse. Le nombre de cycles varie entre 4 à 8 dans la vie du moustique.

Une fois l'ovogénèse terminée, la **phase de ponte** va commencer. Elle se déroule toujours sur, ou proche de collections d'eau, en fonction des espèces de moustique. Ces lieux peuvent être plus ou moins vastes, des eaux douces ou salées, des eaux propres ou chargées de matière organique. Les œufs sont fusiformes et fécondés au moment de leur passage dans la spermathèque. Ils sont très sensibles à la dessiccation et le cycle embryonnaire peut être interrompu, ceci est la dormance. Le développement reprend alors dès que les conditions redeviennent favorables. (3)

Les stades larvaires et nymphales appartiennent au **développement post-embryonnaire**. Il se déroule toujours en milieu aquatique. Après l'éclosion, l'évolution de la larve s'accomplit en quatre stades. Il y aura alors 4 mues successives pour arriver à la nymphe. (2) Les larves sont mobiles et possèdent une trachée qui leur permet de respirer à la surface de l'eau, soit directement, soit par le biais d'un siphon qui se trouve à l'extrémité de l'abdomen. Elles se nourrissent par filtration au niveau de la surface de l'eau ou au fond des lieux de ponte.

À la fin du développement larvaire, commencent alors les transformations permettant au moustique de passer du milieu aquatique au milieu terrestre. Ces transformations sont dans un premier temps, une lyse des muscles et elles se suivent ensuite chez la nymphe par l'élaboration d'un nouveau système respiratoire. La nymphe est très mobile, respire par le biais de deux trompettes, qui se trouvent au niveau du céphalothorax mais ne se nourrit plus. Elle puise dans les réserves précédemment établies lors du stade larvaire.

Les nymphes restent plus tôt à la surface de l'eau, mais elles peuvent plonger en déployant et reployant en un court instant leur abdomen terminé par deux palettes natatoires.

Lors du **passage à l'imago** ou adulte, la nymphe s'immobilise à la surface de l'eau, la cuticule se fend de manière longitudinale sous l'action de l'air au niveau d'une ligne préformée. L'adulte s'extrait alors de l'exuvie qui correspond à la cuticule rejetée par l'imago.

Les moustiques volent face au vent ou suivent les courants aériens. Ces insectes ne s'éloignent que très peu de leur lieu de repos et parcourent au maximum 1 km par jour, mais certains peuvent parcourir plusieurs dizaines de kilomètres. (3)

3. Principaux genres de moustique en France (région du sud-est plus particulièrement)

<u>Genre</u>	Morphologie	Milieu de vie
<i>Aedes</i>	<p>Femelle : palpes maxillaires de petite taille</p> <p>Mâle : palpes maxillaires à extrémités renflées (4)</p> <p><u>Espèce <i>Caspius</i> :</u></p> <p>Taille : 5 mm</p> <p>Couleur rousse, avec bandes claires horizontales au niveau du thorax et des bandes blanches sur les pattes</p> <p><u>Espèce <i>Albopictus</i> :</u></p> <p>Taille : entre 2 et 8 mm</p> <p>Rayures noires et blanches sur le corps et les pattes, ailes entièrement noires sans aucune tâche (5)</p>	<p><u><i>caspius</i></u> : Méditerranée, la Camargue notamment, milieux salés à submersions temporaires</p> <p><u><i>albopictus</i></u> : Asie, Afrique, Amérique, Océan Indien, Europe (par l'Italie), sud-est de la France</p>
<i>Anopheles</i>	<p>Femelle : palpes maxillaires aussi longs que la trompe</p> <p>Mâles : palpes maxillaires à extrémités renflées (6)</p>	Répartition quasiment mondiale
<i>Culex</i>	<p><u>Espèce <i>modestus</i></u> : sombre et de petite taille</p> <p><u>Espèce <i>pipiens</i></u> : mesure entre 4 et 10mm, de couleur brune (7)</p>	France métropolitaine, milieu tempéré (campagne et ville), eaux chaudes et stagnantes



Fig. 3 : Exemple de moustique *Anophele*



Fig.4 : Exemple de moustique *Aedes*



Fig. 5 : Exemple de moustique *Culex*

4. Caractéristiques physiopathologiques de la piqûre du moustique

La piqûre comprend 4 phases détaillées par CLEMENTS en 1992 :

- 1 : Exploration : période à laquelle la femelle se pose sur la peau, et où les stylets commencent à entrer dans la peau.
- 2 : Sondage : pénétrations des stylets et apparition de sang dans ces derniers.
- 3 : Ingestion : débute dès l'apparition du sang, jusqu'à l'arrêt du gorgement.
- 4 : Retrait : les pattes antérieures se raidissent, les palpes deviennent mobiles, elle se termine par le retrait complet des fascicules.

Le moustique possède plusieurs outils afin de détecter sa proie :

- Les antennes servant de système olfactif, sont sensibles aux molécules chimiques odoriférantes, à la température, au CO₂ et aux répulsifs.
- Un système visuel n'intervenant qu'à proximité de sa proie, sensible à la lumière, aux mouvements et à la couleur. Ce système est constitué de deux organes : les ocelles (intensité de la lumière) et les ommatidies (formation de l'image, meilleure vision). (8)
- Un système auditif qui se trouve au niveau des antennes est lui, plus développé chez le mâle, il intervient également dans l'attraction vers l'hôte.
- Un système tactile, situé au niveau des palpes maxillaires et des pattes, ce dernier est sensible au relief et à la température. Il indique les conditions locales de piqûres (zone pileuse ou non).

Le moustique, selon l'espèce, aura des préférences pour le moment de la piqûre. Celle-ci est majoritairement nocturne, lorsque la température extérieure est comprise entre 15°C-30°C, lors d'une hygrométrie élevée. La zone d'action est également spécifique de l'espèce (rurale ou urbaine, endophile ou exophile).

Ce dernier ayant des préférences trophiques, le choix de l'hôte changera en fonction de l'accessibilité de ce dernier et des différentes substances odorantes qu'il dégage. En effet, certaines odeurs seront plus attractives pour le moustique que d'autres : la sueur, les stéroïdes, l'urine, les protéines cutanées le CO₂ expiré, ou l'acide lactique produit lors d'un effort musculaire. L'hypersudation de l'hôte peut être un paramètre impliqué dans le phénomène de piqûre. La composition riche en acides gras et un dégagement de la chaleur ainsi que de l'humidité, en fait un élément très attractif pour le moustique. La température corporelle est également un élément qui va attirer le moustique, en effet, plus elle est élevée, plus le moustique est attiré. Les femelles sont également attirées par les couleurs foncées, surtout le noir, mais ces dernières sont repoussantes pour le mâle. (9)

La zone de piqûre quant à elle, se fera selon son accessibilité. Les zones glabres seront plus facilement exposées et sont souvent plus vascularisées afin de contrebalancer les pertes de chaleur. Les femelles vont préférer certaines parties du corps, elles différeront selon les espèces de moustique. (10)

D'après Dekker en 1998, le moustique pique des parties du corps différentes en fonction de la position de l'hôte (debout ou couchée). Par exemple, il a été démontré que l'anophèle piquait indifféremment n'importe quelle partie du corps quand la personne était couchée, en revanche, si la personne est debout, ce moustique piquera préférentiellement les chevilles ou les pieds. La température et la vascularisation de la peau, sont également des paramètres qui influencent les moustiques, selon leur espèce. (7)

a) Rôle des pièces buccales et de la salive

Ce sont les acteurs principaux de la piqûre de moustique, la trompe est constituée de deux types de canaux, un canal salivaire et un canal alimentaire. Au repos, ces pièces buccales sont protégées par une enveloppe souple dénommée labium.

Lorsqu'un moustique désire se nourrir, le labium se rétracte sur la trompe, celle-ci peut alors pénétrer et rechercher un capillaire sanguin afin de le cathétériser. Lors de la pénétration de la trompe, la salive est injectée, cette dernière possède différents constituants qui vont intervenir pour provoquer une anesthésie locale et empêcher le sang de coaguler dans la trompe.

b) Réaction locale normale

Cette réaction, immédiate, associe prurit, érythème et papule au point de piqûre.

Le prurit apparaît immédiatement après la piqûre, la papule quant à elle est de taille modérée et disparaît en quelques heures. (11) Ces symptômes constituent la triade de Lewis.

Cette réaction, habituelle, est liée à la salive du moustique (présence d'anticoagulants, de facteurs antiplaquettaires et de vasodilatateurs). Elle est également liée à la libération locale de substances qui vont agir sur les mastocytes sans mécanisme allergique. C'est une réaction histaminique uniquement. (12)



Fig.6 : Photo d'une réaction normale à une piqûre de moustique

c) Allergies et complications

La piqûre de moustique est souvent impliquée dans des réactions allergiques. (13)

Les moustiques sont la plupart du temps à l'origine de réactions locales ou locorégionales sans réelle gravité. Cependant, les réactions systémiques existent, bien que demeurant rares. Lors des piqûres, les moustiques introduisent leur pièce buccale à travers la peau, les allergènes sont contenus dans la salive injectée. Cette salive est constituée de divers composants tels que des protéines, dont certaines sont identifiées comme allergènes.

Les allergènes sont différents selon les espèces, mais certains d'entre eux sont ubiquitaires et source de réactions croisées inter-espèce. (14)

Trois types de réactions cliniques sont observées :

Réactions immédiates

Réactions d'hypersensibilité immédiate, locale au début, le prurit est plus intense, les lésions plus étendues, avec une papule disproportionnée par rapport à la réaction normale (plusieurs centimètres), et peut persister plus de 24 heures. Cette papule, est parfois associée à un œdème pouvant être très volumineux. Le prurit peut persister plusieurs jours. (12) Ce type de réaction est visible chez les patients dits « sensibles », elle correspond à la présence d'IgE, spécifiques des protéines salivaires. (10) Les IgG, les IgG1 et 4 plus particulièrement, auraient un rôle important dans l'allergie.

Des réactions anaphylactiques peuvent être observées, mais restent très rares (à type de choc ou de bronchospasme). Des urticaires généralisés ont également été décrits chez l'adulte.



Fig.7 : Photo d'une réaction allergique immédiate à une piqûre de moustique

Réactions tardives

Leur mécanisme est moins connu. Des papules apparaissent quelques jours après la piqûre, et peuvent persister plusieurs jours, voire semaines. Elles sont très prurigineuses, quelque fois d'aspect bulleux, voir hémorragique ou nécrotique. Elles peuvent se surinfecter lors du grattage, lié à l'intense prurit. L'aspect clinique est très variable pour ces réactions. En effet, il peut prendre l'aspect d'un simple prurigo ou l'équivalent de réactions marquées de type vascularite aigue, associée à des douleurs intenses, gonflement, induration, œdème, parfois hémorragique aboutissant parfois à une nécrose. Il est possible que les réactions immédiates et tardives soient associées. Sur le plan immunologique, ce sont les polynucléaires basophiles qui sont impliqués dans le déclenchement d'une hypersensibilité de type IV. La réaction IgE tardive est également impliquée dans le processus.

De plus, il a été récemment décrit un syndrome, le syndrome de Skeeter, ce dernier correspond à une réaction auto-immune aux enzymes présentes dans la salive du moustique. Il va s'observer par l'apparition de lésions très larges, rouges, très œdématisées, chaudes et douloureuses. Il peut être accompagné d'une fièvre de courte durée et est très difficile à différencier d'une inflammation due à une infection. Le lien entre ce syndrome et la piqûre est très difficile à établir, car souvent la piqûre passe souvent inaperçue et les symptômes n'apparaissent que bien plus tard. (12)

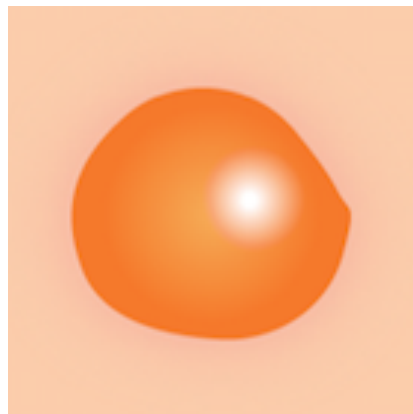


Fig.8 : Schéma d'une réaction tardive à une piqûre de moustique

Réactions générales

Ces dernières sont exceptionnelles, sont peu spécifiques, du type nausées, céphalées, vertiges et sensation de fatigue. Des urticaires géants, des angio-oedèmes et de rares chocs anaphylactiques ont également été décrits.

Le mécanisme de la sensibilisation a été étudié dans les années 90 par Peng et Simons. Ils ont observé qu'une réaction cutanée retardée se produit d'abord, puis s'associe ensuite à une réaction immédiate. Cette dernière réaction se poursuit par une phase de tolérance, avec une disparition complète des réactions cutanées.

On peut donc constater qu'une désensibilisation naturelle se fait lors d'une exposition régulière, continue et à fortes doses aux allergènes du moustique. (13)

5. Prévention et traitement de la piqûre de moustique

a) Protection collective

Prévention de l'apparition de gîtes larvaires : lutte physique

Cette lutte consiste à modifier l'environnement propice à l'apparition de gîtes larvaires afin d'en limiter l'apparition.

L'urbanisation ainsi que la négligence sont responsables de la forte prolifération des moustiques. Toute conception d'un aménagement près d'un environnement à risque doit se faire afin de limiter la prolifération d'un foyer larvaire. Des mesures devront également être prises dans ce sens : par exemple, la création de zone de recueil les eaux stagnantes ou tout autre emménagement.

La lutte préventive consiste donc en des actions de lutte mécanique et d'aménagement qui peuvent être de plusieurs types :

- Renforcement de la propreté, éviction des dépôts sauvages. Cela consiste à enlever les déchets présents sur la voie publique, évacuer les véhicules hors d'usage (ainsi que les épaves), entretenir les espaces verts, débroussailler.
- Entretien, curage des réseaux d'eau pluviale, assainissement.
- Entretien des bâtiments publics ou privés, avec vérification du bon écoulement des gouttières et donc élimination de tous les points d'eau stagnante (ex : vases dans les cimetières) (15) On peut alors suggérer du sable humide en remplacement de cette eau. (16)

L'entretien des zones à risque constitue également un moyen de prévention efficace.

En effet, le débroussaillage, permet de faciliter le passage des équipes de lutte anti-moustique.

Ces équipes peuvent intervenir auprès des propriétaires de terrains, remettant ou maintenant en état de marche les réservoirs, canaux, vannes, fossés, digues, retenues... voire même éliminer les gîtes larvaires présents.

Afin de promouvoir ces mesures préventives, il est important de sensibiliser et éduquer les acteurs de la prévention.

Toutefois, la prévention mécanique est parfois impossible. Il faudra alors utiliser des produits biocides afin de contrôler, gérer l'apparition des moustiques. (15)

Éradication des gîtes larvaires

Cette lutte est basée sur la positivité des gîtes. L'épandage des pesticides est alors limité à certaines zones géographiques. L'éradication des gîtes nécessite un inventaire des espèces nuisibles ainsi qu'un repérage des lieux de reproduction. De ce fait, afin que la lutte contre la prolifération larvaire soit efficace, il est nécessaire de connaître les zones de prolifération des moustiques.

L'entente interdépartementale Méditerranée (EID-Med) utilise la cartographie écologique. Cette cartographie, très précise sur l'ensemble des zones concernées, a pour but d'identifier, caractériser et cartographier les gîtes larvaires des moustiques.

En milieu naturel, cette cartographie va prendre en compte le type de végétation, de la salinité et de l'hygrométrie des sols. (17)

Une fois cette cartographie réalisée, l'éradication de ces gîtes va se faire en 5 étapes :

- Visite des gîtes larvaires
- Décision de traitement en fonction de l'espèce, des densités et du stade larvaire
- Traitement éventuel réalisé à 80% par les avions et à 20% par voie terrestre
- Contrôle des gîtes larvaires
- Suivi environnemental (18)

Les lieux concernés sont :

- Les zones marécageuses
- En amont des étangs
- Toutes les zones périodiquement sèches puis submergées d'eau

Ce sont les variations du niveau d'eau qui provoquent les éclosions larvaires, lorsque les sols sont inondés, les œufs éclosent et donnent des larves.

En milieu urbain, une cartographie a été établie afin de répertorier les gîtes larvaires, en fonction de leur nature :

- Fosses d'aisances
- Vides sanitaires
- Bassins
- Bouches d'égout
- Puits (17)

Traitement contre les larves

Ce type de traitement est essentiel dans la lutte contre le moustique. L'idéal étant d'utiliser plusieurs types de produits différents afin d'éviter la sélection de larves résistantes. La réglementation européenne étant très stricte, elle limite le nombre de larvicides utilisables dans le cadre de la lutte contre les moustiques. (19)

Leur profil toxicologique motivant leur retrait du marché, ainsi que le coût élevé du développement de nouvelles substances larvicides, limitent la variété de produits larvicides disponibles.

Actuellement en France, le larvicide de référence est le *Bacillus Thuringiensis serovar Israelensis* (BTI). Mis sur le marché en 1990, il est très sélectif envers les larves. En effet, il possède des propriétés insecticides vis-à-vis des larves de lépidoptères, de coléoptères et de diptères. Il s'agit d'un larvicide biologique à base de bactéries, qui une fois ingérées par les larves, provoquent des lésions du tube digestif des moustiques, entraînant ainsi leur mort. (20)

Le BTI n'a pas d'action rémanente, et n'étant efficace qu'en cas d'ingestion, il doit être utilisé avec minutie et renouvelé après chaque éclosion, en tenant compte de plusieurs paramètres :

- La température
- Les niveaux d'eau
- Les stades d'évolution larvaire
- L'activité larvaire (21)

En effet, il a été constaté que la baisse des températures est néfaste pour une bonne absorption larvaire, tout comme une diminution du niveau de l'eau limite le temps d'exposition des larves au produit. Pour finir, le BTI n'est efficace que sur les plus jeunes stades larvaires, jusqu'au troisième stade plus exactement, car à partir de ce stade les larves ne se nourrissent que très peu. (22)

L'application du produit pourra se faire de deux manières :

- Le traitement manuel : utilisation d'un pulvérisateur à dos autoporté et répartition du produit larvicide dans l'eau, manière précise de répandre le produit.
- Le traitement mécanique : utilisation de machines afin de traiter de grandes surfaces, homogènes de plusieurs hectares. (21)

Le **spinosad** est également utilisé en France. Son mécanisme d'action est différent de celui du BTI, ce qui permet une lutte anti-moustique à différents niveaux. Le spinosad dépolarise les neurones en activant les récepteurs nicotiques de l'acétylcholine. Cela aura pour effet de provoquer des tremblements, une perte de coordination, une paralysie puis la mort du moustique.

Malgré une bonne efficacité de ce produit, son profil toxico-écologique est lui, défavorable, notamment à cause de sa toxicité envers les abeilles. Son utilisation dans la lutte contre les moustiques ne semble donc être qu'à moyen terme. Des études du risque vis-à-vis de l'homme et de l'environnement doivent être menées en vue d'autoriser le spinosad dans le cadre de la lutte anti-moustique.

Le **pyriproxyfène**, est un composé qui mime l'hormone juvénile chez le moustique, ce qui a pour effet d'empêcher la métamorphose de la larve chez l'adulte. Des études supplémentaires sont nécessaires afin d'obtenir une AMM en France. (23)

Le **téméphos** peut être utilisé afin d'éviter l'apparition de résistances. Il s'agit d'un produit à activité biocide contre les gîtes larvaires. Ce produit fait toutefois l'objet de sévères restrictions d'emploi. Il n'a aucune autorisation d'utilisation que ce soit en tant que biocide ou en tant que produit phytopharmaceutique. Son utilisation dans la lutte anti-moustique est soumise à dérogation. (24)

Lutte contre le moustique au stade imago

Le stade imago, est le stade adulte du moustique. Contrairement à la lutte larvicide, il ne s'agit pas du traitement de première ligne. En effet, les adultes vivant dans des espaces plus étendus que les larves, l'utilisation de produits biocides (imagocides) est plus compliquée. Les traitements imagocides ont pour but d'agir sur deux plans : la densité et la longévité de la population des moustiques.

La substance principalement utilisée est la **deltaméthrine**, même si son niveau de résistance reste élevé. Ce pyréthrinoides a un large spectre. Il agit par contact et par ingestion.

Il provoque une dysfonction des canaux sodiques, bloquant ainsi la transmission de l'influx nerveux, et entraînant la paralysie puis la mort de l'insecte.

Même si ce produit est intéressant dans la lutte contre le moustique, il présente quand même un profil écotoxique élevé ainsi qu'un profil de perturbateur endocrinien, rendant son utilisation délicate.

L'analyse SIRIS (Système d'Intégration des Risques par Intégration des Scores), datant de 2011 par l'ANSES présente plusieurs alternatives :

- D'autres insecticides de la classe des pyréthriinoïdes
- Association de la deltaméthrine avec un autre pyréthriinoïde (dérivés de l'alléthrine par exemple, avec un profil écotoxique plus favorable)
- Association de la deltaméthrine avec le pipéronyl butoxyde. Ce dernier est un inhibiteur des oxydases, qui sont les enzymes responsables de la résistance aux pyréthriinoïdes. (25)

Dans le Sud-Est de la France, trois produits sont autorisés par l'EID méditerranée :

- Céathrine® ULV 161/DA (deltaméthrine et D-alléthrine)
- Aqua K-Othrine® (deltaméthrine)
- Aqua Py® (pyréthrine et pipéronyl butoxyde) (23)

Mode opératoire :

La mise en place d'un traitement adulticide peut se faire de deux façons différentes :

- Traitement de surface à effet rémanent
- Pulvérisation spatiale

Le traitement rémanent consiste en l'application de l'insecticide via un pulvérisateur à compresseur actionné à la main. Celui-ci a pour but de traiter le gîte larvaire et la zone autour du foyer, ce traitement agit donc sur les stades adulte et larvaire. Attention à ne pas appliquer ce produit dans les récipient contenant l'eau potable.

Le deuxième type de traitement est préconisé uniquement en cas d'urgence, afin d'enrayer une épidémie comme la dengue par exemple (présente ou en prévention). Il a pour rôle de détruire rapidement et massivement la population adulte. Cette méthode a un effet à court terme. Afin d'avoir un effet sur le long terme, il faudra y adjoindre l'utilisation d'un traitement larvicide et une réduction des sources. Ce traitement sera d'autant plus efficace qu'il est appliqué dès les premiers signes de l'épidémie, d'où la nécessité d'avoir une méthode de détection efficace et sensible. (26)

En cas d'infestation moustiquaire massive, un protocole d'éradication précis est alors activé. On débutera par un traitement ultra bas volume contre les moustiques au stade imago, via nébulisation d'insecticides sur la voirie à partir d'un pick-up. (27) La pulvérisation ultra bas volume, se différencie de la pulvérisation normale en produisant des gouttelettes de taille uniforme et inférieure à une pulvérisation classique. Ce système a pour avantage de limiter la quantité d'insecticide disséminée par unité de surface. (28)

Le traitement est réalisé dans un rayon de 150 mètres autour du ou des cas suspects et va durer environ 30 minutes. De préférence, cette procédure devra être faite entre 4 et 7 heures du matin.

En complément, un traitement anti-vectoriel péridomicillaire est réalisé sur des périmètres ciblés avec un thermonébuliseur portable et un deuxième traitement ultra bas volume peut être nécessaire si le premier ne suffit pas. (27)

Autres méthodes

L'autodissémination d'insecticides : méthode expérimentale, visant à limiter la propagation des moustiques urbains. Elle consiste à appliquer un larvicide persistant, le pyriproxifène par exemple sur les femelles gravides au moment de la recherche de leurs lieux de pontes.

La station étant un leurre, simulant un lieu de ponte attractif, avec de l'eau rendue inaccessible par un tulle moustiquaire. Les femelles tentant d'atteindre la surface de l'eau en vain, sont contaminées à ce moment-là. Elles vont par la suite répandre l'insecticide sur l'ensemble des lieux de ponte qu'elles vont visiter.

Lors de la mise en eau des gîtes, les œufs présents donneront des larves qui seront elles aussi contaminées, empêchant ainsi leur passage en forme adulte.

Cette méthode est très avantageuse, permettant ainsi aux particuliers de se protéger, ceci dit, des études supplémentaires sont nécessaires afin de déterminer l'efficacité réelle de la méthode, ou encore son impact sur l'environnement (29)

Panneau publicitaire tueur de moustiques : Le but de ces panneaux est donc de piéger les populations de moustiques. Ces derniers sont dotés d'un système de diffusion vaporisant du dioxyde de carbone et de l'acide lactique, qui simule l'odeur de transpiration humaine. Ce système permettrait de piéger les moustiques jusqu'à 4 kilomètres à la ronde. S'ajoutent à ce système de vaporisation, des lumières fluorescentes ainsi qu'un ventilateur pour renforcer le pouvoir attractif de ces panneaux. Le moustique, ainsi capturé, meurt par déshydratation.

Ce système doit encore faire ses preuves. En effet, la communauté scientifique note qu'il vaudrait mieux placer ce genre de dispositif à des endroits peu fréquentés, afin que les populations ne se trouvent pas sur le chemin des moustiques se dirigeant vers ces panneaux. (30)

Les moustiques transgéniques : identification de gènes d'intérêt afin de limiter les maladies transmises par le moustique. Cette méthode est à l'étude par le Haut Conseil des Biotechnologies (HCB), qui a recommandé une analyse approfondie de cette approche. Cette technique consiste à lâcher des moustiques mâles modifiés, porteurs du gène artificiel préalablement modifié (transgène), qui s'accoupleront avec des femelles sauvages. Le transgène passera alors à de nombreux descendants. (31)

b) La protection personnelle anti-vectorielle : Les répulsifs

Les répulsifs, ou encore insectifuges ou repellents, sont des substances chimiques volatiles ayant pour but d'éloigner les insectes sans pour autant les tuer. Le répulsif constitue un moyen économique et pratique de prévenir la transmission des zoonoses chez l'homme.

L'application de ce type de produits, nécessite certains paramètres, qui pourront expliquer, pour une même dose, une différence d'efficacité chez des individus différents. L'efficacité sera donc dépendante du type de répulsif (principe actif, formulation...), de ses propriétés inhérentes (pression de vapeur, point d'ébullition, odeur, solubilité) et des facteurs environnementaux (température, humidité, vent).

D'autres facteurs peuvent également intervenir, comme le mode d'application, l'attractivité des personnes pour le moustique et la sensibilité des espèces de moustiques aux répulsifs. (32)

Le répulsif idéal doit posséder les propriétés suivantes :

- Efficacité sur un large spectre d'arthropodes
- Applicable sur la peau sans effets indésirables
- Pas de détérioration des vêtements (coloration, décoloration, usure)
- Applicable avec un écran solaire
- Sans odeur, ou présence d'une odeur agréable à défaut
- Pas de résidus huileux sur la peau
- Élimination difficile (lavage, essuyage, transpiration...)
- Pas de détérioration des matières plastiques (lunettes, montres, tissus d'ameublement...)
- Chimiquement stable
- Utilisable pour un grand nombre de personnes (adultes, enfants, femmes enceintes...)
- Coût raisonnable
- Innocuité toxique
- Durée d'efficacité satisfaisante (33)

Modalité d'utilisation

Plusieurs formes existent : aérosol, crème, lotion, bâton et applicateur. Une répartition homogène sur l'ensemble de la zone à protéger (zones exposées de la peau) est nécessaire. Une application sur les vêtements est possible avec des produits spécialement adaptés. Cette application devra également être faite lorsque le moustique est le plus actif (matin / soir). Elle ne devra en aucun cas être faite sur les muqueuses de la bouche et de yeux. De plus, en cas d'humidité, de forte chaleur ou de vent, la durée d'efficacité du répulsif sera réduite, une utilisation plus répétée sera donc nécessaire. (34)

Classification des répulsifs

- Répulsifs « vrais », qui repoussent les moustiques loin de leur hôte, sans contact direct entre le moustique et le produit. Ce sont des substances odorantes, désagréables pour le moustique.
- Répulsifs irritants de contact, qui éloignent les moustiques après un contact direct entre ce dernier et la peau. Ils entraînent une augmentation de la locomotion de l'insecte dans le sens opposé de la source du contact. Il s'agit de substance sapide.
- Répulsifs de dissuasion, qui inhibent un comportement spécifique comme l'absorption du sang ou l'oviposition.
- Répulsifs inhibiteurs de l'attraction (masqueurs d'odeurs), qui bloquent l'attraction du moustique pour les humains de deux façons. Soit en réduisant l'attractivité de l'hôte, ou en interrompant la localisation de l'hôte.
- Répulsifs masqueurs visuels, qui perturbent la détection visuelle et inhibent la localisation de l'hôte.

Le DEET

Le N, N-diéthyl-3-méthylbenzamide (DEET), aussi dénommé N, N-diéthyl-m-toluamide, est un répulsif synthétique très répandu. Autorisé sur le marché européen depuis le 1^{er} août 2012, sa concentration varie selon le pays de 4 à 100%, (35) la plupart des produits en contenant entre 30 et 40%. Une concentration entre 10 et 35% fournira une protection optimale contre les moustiques. Un effet plateau du répulsif a été démontré, chez l'homme, à une concentration supérieure à 50% (33). La N, N-diéthyl-méta-toluamide est la forme la plus efficace du DEET.

Le DEET est considéré comme un masqueur d'odeurs, en effet, il bloque les récepteurs olfactifs à l'acide lactique des moustiques. (L'acide lactique est présent sur la peau des hôtes des moustiques) (35) En forme topique, il présente une plus grande efficacité contre *Aedes* et *Culex* que contre les *Anopheles*.

Le DEET joue un rôle limité dans la lutte contre les zoonoses, transmises par les moustiques, en raison de son coût élevé, son odeur désagréable, sa consistance grasseuse ainsi que son application répétée, exposant ainsi la peau à des concentrations élevées en principe actif. (32)

En termes de toxicité, le DEET peut être stocké dans la peau et les graisses, ce qui lors d'applications répétées, peut occasionner des effets secondaires. Chez l'homme, entre 6 et 8% de la dose appliquée semble être résorbées au niveau de la peau lors de conditions normales d'utilisation. Le DEET est à l'origine d'effets neurologiques, pulmonaires, digestifs et cutanés chez certaines personnes. (37) Il est donc recommandé d'utiliser ce dernier sur des zones restreintes du corps, en quantité et fréquence modérées. (38)

En revanche, le DEET est inoffensif pour les vêtements en coton, en laine ou en nylon. Les vêtements en soie, élasthane, cuir, plastique ou vinyle pourront quant à eux être endommagés. (33)

La picaridine

La picaridine, ou icaridine ou encore KBR 3023, est un répulsif incolore et quasi inodore. Elle a été commercialisée dans les années 90 en Europe. Elle y est en cours d'évaluation et son mode d'action est encore mal connu. Son efficacité est comparable au DEET, (32) mais elle possède quelques avantages par rapport à ce dernier. En effet, la picaridine est dépourvue d'odeur chimique, et n'a aucune sensation grasseuse ou d'adhésivité.

La picaridine est présente entre 7 et 20% dans les produits commercialisés. Tout comme le DEET, elle est plus efficace contre *Culex* et *Aedes* que contre les *Anopheles*. (33) Ceci dit, des études ont montré une plus grande efficacité de la picaridine sur les *Anopheles* comparé au DEET. En effet, la picaridine possède une rémanence supérieure au DEET, offrant une protection 20% plus longue. (36)

Pour ce qui est de la toxicité, la picaridine, possède une structure à peu près similaire au DEET, mais est dépourvue d'odeur et est moins irritante d'un point de vue aussi bien cutané, que respiratoire. Elle est inactive sur les matières plastiques et synthétiques.

LE PMDRBO

Également nommé citriodiol, c'est un mélange de cis- et trans-p-menthane-3,8 diol qui est devenu dernièrement un répulsif important. Son évaluation en Europe est en cours, c'est le principal constituant du sous-produit obtenu par distillation des feuilles de *Corymbia citriodora* (eucalyptus citronné). Ce sous-produit est tout simplement l'huile essentielle de cet arbre. Il contient en plus du PMDBRO, de la citronnelle, du citronellol, du géraniol, de l'isopulegol et du delta pinène, tous ces constituants jouent également un rôle répulsif contre les moustiques.

Le PMDBRO est un monoterpène qui possède une volatilité moindre, ce qui a pour avantage d'éviter qu'il ne s'évapore trop rapidement après son application. Il possède le temps d'efficacité le plus long par rapport aux autres composants de la plante. Il a une efficacité comparable au DEET sur les *Anopheles*. Toutefois, la protection fournie est moins importante que le DEET, il sera donc nécessaire de renouveler plus régulièrement son application.

Il fournit une protection optimale contre *Aedes*, *Anopheles*, et *Culex* pendant 4 à 6h lorsqu'il atteint une concentration de 30%. (32)

Pour ce qui est de sa toxicité le PMDRBO, est très peu absorbé au niveau de la peau, de plus des tests en laboratoire sur des animaux, n'ont démontré qu'une irritation des yeux comme effet secondaire. Ceci dit, la présence de terpènes doit être prise en compte en tant qu'épileptogène et nécessite donc une précaution d'emploi chez les personnes les plus jeunes. (39)

IR 3535

L'ethyl-butyl-acétalyaminopropionate, est un répulsif synthétique, disponible depuis les années 70 en Europe. Il ressemble à la bêta-alanine d'un point de vue structurel, et est enregistré en tant que biopesticide par US EPA. Il est autorisé en Europe depuis le 1^{er} novembre 2015. Son activité répulsive n'est pas encore clairement expliquée, ceci dit des chercheurs pensent qu'elle serait proche de celle du DEET en utilisant un récepteur odorant.

L'IR 3535, à une concentration de 20% garantit une protection optimale contre les moustiques de type *Aedes* et *Culex* pendant 6 à 8h, contre 3,8h pour le moustique *Anopheles*. L'IR3535 procure une protection à peu près similaire au DEET, mais nécessite un renouvellement plus fréquent, toutes les 6 à 8h. (32)

L'IR3535 est moins irritant, et dispose d'une toxicité plus faible que le DEET, aucun cas de toxicité n'a encore été déclaré avec ce produit. Il constitue donc l'alternative la plus probable, la plus sûre au DEET. (39)

Les insecticides

Les insecticides, contrairement aux répulsifs, provoquent la mort de l'insecte, certains peuvent également avoir un effet répulsif. La plupart du temps, ceux vendus dans le commerce appartiennent à la classe des pyréthrinoïdes. Ce sont des substances puissantes et peu polluantes. Ceci dit, leur utilisation doit être limitée au strict minimum afin de ne pas tuer des espèces de moustiques essentielles.

Ces insecticides peuvent se présenter sous différentes formes : diffuseurs électriques avec tablettes ou flacon de liquide, aérosols, tortillons fumigènes et solution de trempage pour vêtements. (40)

Mode d'action

Les pyréthrinoïdes sont des analogues de synthèse des pyréthrines, substances naturellement présentes dans les fleurs de chrysanthème. Les pyréthrinoïdes ont une structure et une action presque identique comparé aux pyréthrines, cependant ces derniers sont plus stables à la lumière et possèdent une faible toxicité vis à vis des mammifères.

Ces insecticides sont également très solubles dans les graisses, sensibles à l'oxydation, se fixent très fortement aux sols et peuvent être dégradés par les organismes présents dans les sols et l'eau. (41)

Ils agissent principalement sur le système nerveux de l'insecte. Ils vont plus précisément, modifier le flux d'ions sodium dans les cellules nerveuses en inhibant l'acétylcholinestérase, de l'adénosine triphosphate et les récepteurs gamma aminobutyrique A. Ceci a pour effet de modifier la vitesse d'inactivation des canaux sodiques voltage-dépendants, responsables de la génération de potentiels d'action, en les ralentissant. La durée d'ouverture de ces canaux est donc augmentée, d'avantage d'ions passent alors la membrane, ce qui a pour effet de paralyser l'insecte. (32)

Les différents insecticides

La perméthrine

C'est un insecticide dépourvu d'odeur appartenant à la famille des pyréthrinoïdes synthétiques biodégradables. Il est extrait de la plante *Chrysanthemum cinerariaefolium*.

La perméthrine nécessite un contact direct avec le moustique, ce qui fait qu'elle est mal adaptée à une application cutanée. Le niveau de protection sera dépendant de l'espèce de moustique et de la méthode utilisée pour traiter les tissus. Par exemple, elle sera plus efficace sur *Aedes aegypti* et *Anopheles* spp que contre *Culex* spp. De plus, en fonctions du type de méthode utilisée pour l'imprégnation des tissus, l'efficacité, la durée ainsi que le coût de la protection ne seront pas les mêmes.

C'est pour cela, que pour traiter les personnes allant dans les zones endémiques, deux méthodes seront alors utilisées, soit les vêtements seront prétraités, soit les personnes seront traitées individuellement.

Le traitement individuel consiste en une pulvérisation ou un trempage de perméthrine. Cette méthode est abordable et rentable, mais la protection qui en résulte est inconstante, et de durée plus courte que le prétraitement des tissus. C'est pour ça que l'on recommandera un renouvellement des applications tous les 5 lavages.

L'imprégnation des moustiquaires de perméthrine constitue également une alternative abordable pour la protection en zone endémique. (32)

Autres insecticides

D'autres pyréthrinoïdes peuvent également être utilisés pour imprégner les moustiquaires, comme la cyperméthrine. Elle possède une persistance et des propriétés biodégradables et le même mode d'action que la perméthrine.

Un mélange à base de deltaméthrine et de trans-tétraméthrine existe également pour imprégner les moustiquaires, les vêtements et les tissus plus globalement. La protection assurée est alors renforcée contre les piqûres de moustique, a un effet rémanent et ne tâche pas. L'application doit être renouvelée toutes les 5 à 6 lavages. Le mode d'action de ce mélange est là encore similaire à la perméthrine. (42)

Il existe également pour l'imprégnation des tissus ou des moustiquaires, des substances seulement répulsives comme le PMDRBO et l'IR 3535.

Toxicité

Les insecticides pyréthrinoïdes sont des produits peu toxiques. Ceci dit, une rigueur d'utilisation est de mise. En effet, une trop forte concentration ou l'absence de protection peut constituer un risque. La pulvérisation de doses élevées contre le vent peut provoquer une neurotoxicité. Ces effets se manifestent de la manière suivante :

- Tremblements,
- Perte de coordination
- Hyperactivité
- Paralysie
- Augmentation de la température corporelle.

D'autres effets secondaires peuvent également apparaître, tels que l'irritation de la peau (érythème, prurit), des yeux (conjonctivite, œdème palpébral), effets sur la reproduction et altérations du système immunitaire. (32) Ce sont des substances relativement peu toxiques pour les mammifères, mais elles le sont en revanche beaucoup plus pour les organismes aquatiques, et les animaux à sang froid. (41)

c) Autres moyens de prévention en officine

Les bracelets

Les bracelets sont imprégnés de molécules répulsives. Ces dernières peuvent être chimiques comme le DEET ou être des huiles essentielles comme le géranjol des Philippines, la citronnelle des Indes (ou Lemongrass) par exemple. Ils ne font pas partie des recommandations officielles et leur utilisation est déconseillée.

Les huiles essentielles

D'après la pharmacopée européenne, une huile essentielle est « un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes, de composés organiques volatiles, produits sous forme de métabolites secondaires chez les plantes.

Leur composition est la suivante :

- Les hydrocarbures (terpènes, sesquiterpènes),
- Composés oxygénés (alcools, esters, éthers, aldéhydes, cétones, lactones, phénols).

L'utilisation d'autres substances d'origine naturelle dans le mélange, telles que la vanilline, peut augmenter le temps de protection et potentialiser l'effet répulsif de certaines huiles essentielles. Il est intéressant de connaître l'espèce du moustique visée car, en fonction, leur réponse aux huiles essentielles sera variable. Les huiles essentielles les plus souvent utilisées sont la citronnelle (*Cymbopogon* spp), le basilic (*Ocimum* spp), l'eucalyptus (*Eucalyptus* spp.), la menthe (*Mentha piperita*). Ces dernières possèdent des composés qui ont un fort pouvoir répulsif : l' α -pinène, le cinéole, l'eugénol, le limonène, le citronellol, le camphre, le thymol. (43)

Pour que les produits contenant des huiles essentielles, puissent revendiquer la propriété de produit répulsif, l'ECHA (Agence Européenne de produits Chimiques), doit donner son accord. Les huiles essentielles ayant cet accord à l'heure actuelle sont : huile essentielle de menthe, huile essentielle de lavande, citronellal, extrait de margousier, géranjol, extrait de *Lavandula hybrida*, et l'extrait de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. (44)

La vitamine B1

Appelée également thiamine, bien que conseillée par de nombreux médias, livres.... Il n'y a aucune preuve scientifique quant à sa réelle efficacité répulsive. (45)

L'homéopathie

Ledum palustre est la souche traditionnellement utilisée comme répulsif anti-moustique, bien qu'aucune preuve scientifique n'ait été apportée. Ceci dit, il est utilisé afin de prévenir les piqûres de moustiques, aux doses de 5 ou 7 CH, 3 granules matin et soir pendant la durée d'exposition. (46)

Conseils en officine afin de soulager une piqûre

Chez un sujet non allergique :

- Un dermocorticoïde afin de limiter l'inflammation (sur une courte période de 3 à 4 jours), utilisés afin de prévenir les démangeaisons secondaires à la piqûre,
- Antihistaminiques, sous forme de crème ou de gel, pour limiter également les démangeaisons, (47)
- Homéopathie : *Apis mellifica* 30CH, en prise immédiate après la piqûre, à associer toutes les heures à 5 granules de *Ledum palustre* 5 CH et *Apis mellifica* 5CH, jusqu'à l'amélioration des symptômes, où les prises pourront être plus espacées,
- Localement, nous pouvons également appliquer la teinture mère de *Ledum palustre*, 2 à 3 gouttes, 3 fois par jour, ainsi que quelques gouttes de ce mélange : 10mL de *Ledum palustre* (teinture mère), 10mL de *Calendula* (teinture mère) et 10 mL d'*Apis mellifica* (teinture mère)
- Aromathérapie : Lavande aspic, à utiliser pure, 3 gouttes d'huile essentielle, à appliquer directement sur la piqûre afin de limiter la démangeaison, à renouveler à intervalle régulier, jusqu'à l'amélioration des symptômes (toutes les 15 secondes pendant 2-3 minutes, puis tous les ¼ d'heures). On pourra également appliquer le mélange suivant : 3 gouttes d'huile essentielle de Lavande Aspic, 1 goutte d'huile essentielle de menthe poivrée, 2 gouttes d'huile essentielle d'eucalyptus citronné, 2 gouttes d'huile essentielle de géranium rosat et 2 gouttes d'huile essentielle d'arbre à Thé (1 à 2 gouttes toutes les 3 minutes sur la piqûre). La citronnelle peut également être utilisée pour ses propriétés anti-inflammatoires, or elle est très irritante, on lui préférera l'eucalyptus citronnée. La citronnelle s'avère plus efficace, utilisée avec l'huile essentielle de géranium, lavande aspic ou l'huile essentielle d'eucalyptus citronné. (48)

Chez un sujet allergique :

- Application des règles hygiéno-diététiques adéquates afin d'éliminer l'allergène au maximum, installation d'un traitement antihistaminique le temps de la période d'exposition. L'efficacité sera autant préventive que curative vis-à-vis du prurit, en revanche, cela n'a pas d'incidence sur l'apparition de réactions retardées et les risques anaphylactiques.
 - Si la réaction inflammatoire est excessive, les mesures suivantes devront être prises : tout d'abord, une désinfection locale, accompagnée de compresses alcoolisées sous un pansement occlusif pour apporter un confort supplémentaire. L'application d'un dermocorticoïde pourra être envisagée après respect des précautions d'emploi. Les antiprurigineux et antihistaminiques locaux sont déconseillés du fait de leur possible réaction allergique, car ironiquement les substances anti-allergies peuvent être allergisantes. En revanche, la prise d'antihistaminique per os reste conseillée. Si la réaction locale est très intense, une corticothérapie de courte durée par voie orale peut-être initiée, tout comme si une surinfection est suspectée, une antibiothérapie par voie générale pourra être faite.
 - En cas de choc anaphylactique, une injection intramusculaire d'adrénaline sera faite.
- (10)

6. Recommandations de bonnes pratiques

a) Recommandations générales

Afin de garantir la bonne utilisation des répulsifs, il sera nécessaire de transmettre plusieurs informations aux patients :

- Dans les zones où le risque de transmission de maladies vectorielles est fort, des répulsifs faisant l'objet d'une évaluation de leur innocuité et de leur efficacité dans le cadre de la réglementation européenne pour les produits biocides. A l'heure actuelle, nous avons le DEET, l'icaridine, l'IR 3535 et le citriodiol.
- Adapter le renouvellement des doses en fonction de l'activité et des principaux vecteurs dans la zone visitée ou de résidence (moustiques diurnes ou nocturnes).
- L'application du répulsif doit se faire sur une peau saine, découverte, inutile de le faire sous les vêtements.
- Pas de répulsif sur les coupures, plaies ou peau irritée.
- Pas d'application de manière directe sur le visage, car il y a un risque de projection dans les yeux. Il faudra alors appliquer le répulsif par l'intermédiaire de la main, en évitant les muqueuses et les yeux.
- Bien se laver les mains après application, afin d'éviter toute exposition accidentelle au niveau des yeux et de la bouche.
- Se rincer avant de se coucher, afin d'éviter l'irritation cutanée par macération dans les plis
- L'application chez l'enfant devra se faire avec l'aide d'un adulte. (49)
- Une étude menée en 2004 par Ross et des co-investigateurs, a prouvé une absorption augmentée de DEET lorsqu'il est ajouté dans un écran solaire à partir d'un modèle murin. C'est pourquoi la FDA recommande de toujours appliquer un écran solaire avant l'application d'un répulsif. De plus, le répulsif devra être appliqué 20 minutes après la protection solaire. La FDA déconseille d'utiliser les produits qui combinent répulsifs et écrans solaires car les écrans solaires doivent être renouvelés plus souvent que les répulsifs. (33)

Pour les insecticides, le conseil sera de les appliquer de 24 à 48h avant de les utiliser sur les vêtements, moustiquaires et autres tissus afin qu'ils soient secs et dépourvus d'odeur.

Le séchage des différents tissus, devra se faire à plat et le sèche-cheveux ne devra pas être utilisé.

Les bracelets anti-moustiques quant à eux, pourront être disposés au niveau des chevilles et poignets opposés afin d'en augmenter l'efficacité. Ils pourront également être mis une heure avant l'exposition. Le bracelet devra être retiré lors des baignades car son efficacité en serait réduite. Il faudra également retirer ce dernier lorsque l'on dort, mais on pourra l'accrocher au pied et à la tête du lit. Le bracelet pourra également être fixé sur divers supports, tels que les sacs, les poussettes, la tente... (50)

Lors de voyage dans les zones à risques, des moyens de protections supplémentaires pourront être envisagés tels que :

- Moustiquaires imprégnées d'insecticides
- Protection des maisons : grillage de fenêtre, rideaux imprégnés
- Insecticide
- Vêtements couvrants
- Répulsifs cutanés
- Climatisation et ventilation
- Serpentins, diffuseurs électriques...

Il existe également des brochures, réalisées par le Cespharm ou l'InVS par exemple, qui pourront être remises au patient, afin de donner plus d'information sur les moustiques et leurs piqûres.

b) Femmes enceintes et allaitantes

La protection primaire chez la femme enceinte, sera mécanique, par le port de vêtements amples et longs, imprégnés si possible. Il est conseillé d'appliquer un répulsif cutané sur les zones non couvertes. Une moustiquaire imprégnée pourra également être utilisée.

Recommandations :

Le DEET dosé à 20% est le seul produit pouvant être utilisé chez la femme enceinte, sans aucun risque, en revanche les concentrations comprises entre 30 et 50% ne seront recommandées qu'en cas d'important risque de transmission de maladies vectorielles. L'IR 3535 et le KBR3023 ne sont quant à eux utilisables que pour une concentration de 20%.

c) Enfants

Les études pharmacologiques suggèrent l'utilisation de répulsifs qu'à partir de 3 mois en cas de risque vectoriel important, sinon il est préférable d'en utiliser qu'à partir de 6 mois. Il est préférable d'utiliser d'autres moyens de protection tels que les moustiquaires imprégnées par exemple.

L'utilisation des répulsifs qu'à partir de 6 mois repose sur plusieurs critères :

- Absorption cutanée importante avant 3 mois
- Rapport dose absorbée/surface corporelle important
- Distribution des substances liposolubles dans le cerveau, plus importante chez l'enfant,
- Maturation des enzymes hépatiques à partir de 6 mois
- Maturation de la filtration glomérulaire entre 1 et 6 mois

La dose minimale efficace devra être utilisée (adaptée en fonction du type de moustique), tout comme le nombre d'applications journalières maximale devra être respecté. La moustiquaire chez l'enfant et le nourrisson reste la solution de choix pour la prévention. Elle peut en effet être proposée aussi bien autour du lit, au niveau de la fenêtre, des portes... Pour une efficacité optimale, la moustiquaire devra avoir des mailles les plus petits possibles, et être imprégnée d'un produit répulsif, dont l'efficacité a été prouvée récemment.

On pourra en plus utiliser des vêtements amples, de préférence imprégnés.

Les insecticides d'ambiance seront eux, à proscrire près du lit d'un nourrisson, d'un nouveau-né. (49)

Recommandations :

Le répulsif utilisé dépendra de plusieurs éléments, comme l'âge, la substance active, la concentration et la tolérance. On évaluera ensuite le rapport bénéfice/risque, afin de donner le conseil le plus avisé.

Le répulsif idéal pour les enfants doit posséder les critères suivants :

- Efficace contre de nombreux arthropodes hématophages (moustiques, tiques...)
- Durée de protection de plusieurs heures
- Faible absorption et pouvoir d'irritation vis à vis de la peau
- Non toxique pour l'enfant
- Résistance aux frottements
- Cosmétique acceptable : effet local, adhérence, diffusibilité, odeur
- N'abime pas les matériaux en contact (51)

L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et l'AEM (Agence Européenne du Médicament) recommandent 4 substances : le DEET, le citriodiol, l'IR 3535 et le KBR3023. Le DEET, le citriodiol et l'IR3535 sont utilisables dès l'âge de 6 mois, le KBR3023, qu'à partir de 2 ans. Une évaluation dans le cadre de la directive 98/8/CE du DEET, conclut sur une restriction d'utilisation de ce dernier qu'à partir de l'âge de 2 ans. Ceci dit, en cas d'invasion importante de moustiques, son utilisation est permise, en respectant les recommandations d'usage. Entre 6 et 24 mois, l'IR 35 35 et le citriodiol restent les répulsifs de choix. De 6 mois à l'âge de la marche, il ne faut pas appliquer de répulsif, plus d'une fois par jour, entre l'âge de la marche et 12 ans, on peut l'utiliser deux fois par jour, et à partir de l'âge de 12 ans, on peut appliquer le répulsif jusqu'à 3 fois par jour.

La toxicité du produit utilisé, sera dépendante de plusieurs paramètres : nombre d'applications et surface enduite (endroits découverts : cou, cheville et visages) (52)

L'application du répulsif devra toujours être faite par un adulte, et le produit devra toujours être testé au préalable sur une petite surface sur la peau de l'enfant. On évitera également de mettre du produit sur les mains de l'enfant, les blessures, les coupures, les irritations et la bouche. On conseillera également de laver l'enfant avant de le mettre sous la moustiquaire.

Malgré l'utilisation de répulsif, il est recommandé de ne pas exposer l'enfant au risque vectoriel, notamment en fin de journée, soirée, on limitera également l'utilisation de répulsifs, privilégiant l'utilisation de la moustiquaire. (49)

Contre-indications

Ces dernières, tout comme la toxicité, sont évaluées via l'expérimentation animale et chez l'adulte. Ces études portent sur la clinique, la pharmacovigilance.

Le citriodiol contient 0,35% de dérivés terpéniques proconvulsivants, de ce fait, l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité des médicaments et des produits de santé), ne les recommande pas aux enfants de moins de 30mois, même si aucun cas de toxicité n'a été notifié.

Pour le KBR3023 et l'IR 3535, l'ANSM, déconseille l'usage de ce produit avant 30 mois, du fait de l'absence d'études chez l'animal jeune. L'European Medicines Agency (EMA), ne pose pas de restriction d'âge quant à elle.

Le DEET est lui aussi déconseillé avant 30 mois par L'ANSM, il est également déconseillé de dépasser une concentration dépassant 35% entre 30 mois et 12 ans. (51)

II. Le taon

1. Morphologie

Les *Tabanidae* sont une famille de diptères, de grande taille (5 à 25 mm de longueur). Les taons ayant le plus d'impact, appartiennent à la sous famille des *Chrysopsinae*, du genre *Chrysops*, ou à la famille des *Tabanidae*.

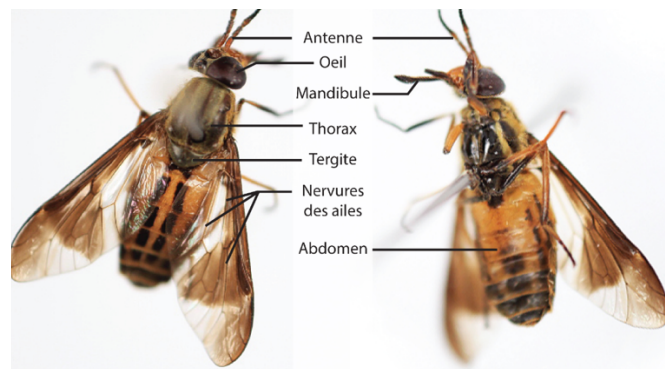


Fig. 9 : Schéma général de la morphologie d'un Taon

- Tête

Composée essentiellement de gros yeux colorés, brillants, qui permettent de différencier les mâles des femelles. Les mâles ont des yeux contiguës, alors que chez la femelle, ils seront séparés par un front. Le front comporte un ou plusieurs calli frontaux nus et brillants. Les antennes sont composées de 3 segments, le dernier segment pouvant lui même être subdivisé en plusieurs sous-segments. Les antennes sont des éléments importants pour la classification de cette famille d'insectes. Elles permettent la perception de signaux chimiques pour la localisation des hôtes par les femelles *Tabanidae*.

Les taons sont des espèces diurnes, présentant un polarotactisme positif (53), cela signifie qu'ils sont attirés par des sources de lumière polarisée, réfléchi sur une surface. La surface de l'eau pourra alors être détectée, grâce au fait que cette dernière réfléchisse la lumière (54). En fonction de la lumière polarisée par l'hôte, ce dernier sera plus ou moins attractif pour le taon (55).

Seules les femelles *Tabanidae* sont hémato-phages, c'est pourquoi elles auront un proboscis vulnérant, bien plus développé que celui des mâles. Les mandibules et les maxillaires, forment ce que l'on appelle les stylets, sont adaptés pour percer la peau, l'hypopharynx quant à lui, possède un canal salivaire.

Lors de la piqûre, les stylets sont poussés dans la peau, coupant la peau, créant ainsi de micro-hématomes. La salive s'écoulera dans la plaie depuis le canal salivaire.

Le labelle flexible, se replie et l'insecte peut ainsi aspirer le sang de la plaie. Cette façon de s'alimenter est appelée la telmophagie. Selon l'espèce, de 20 à 600 µL de sang sont aspirés en à peu près 3 minutes lors d'un repas sanguin (56).

- Thorax

Le thorax, très développé, porte des ornements, au niveau dorsal, très utiles pour l'identification des différentes espèces. Une paire d'ailes, portées par le thorax, permet aux *Tabanidae* de voler, de manière rapide, entre 1 à 2 km par jour (57). Ces ailes, plus ou moins colorées brunes, permettront également l'identification de l'espèce, de plus la couleur et la présence ou non d'épines sur les pattes.

2. Cycle de vie du taon

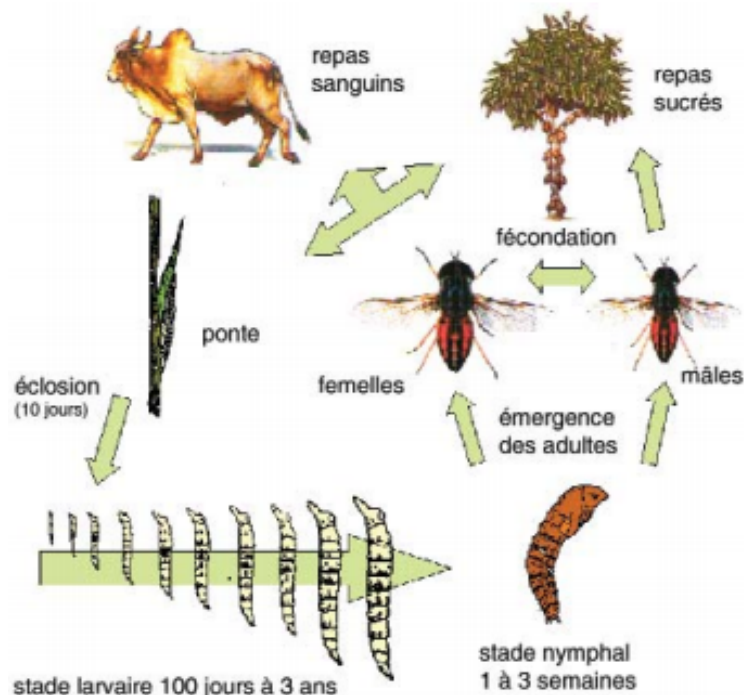


Fig. 10 : Cycle de vie des tabanidés (Desquennes et de La Rocque, 1992)

De quelques mois à 3 ans sont nécessaires afin d'obtenir un adulte à partir d'un œuf. Le taon aura une durée de vie de deux à trois semaines. Les femelles, au niveau du gîte larvaire, déposent, pondent entre 100 et 800 œufs. Ces œufs, mettent entre une et trois semaines pour devenir des larves, qui se développeront dans divers milieux, mais surtout dans les milieux humides tels que la boue, les végétaux en décomposition, l'humus, les sols détremés, les abords des points d'eau... Les larves se nourrissent de substances en décomposition, d'origine animale ou végétale, mais également d'être vivants : vers et de larves d'autres diptères.

Il y a au moins 6 stades larvaires avant l'obtention d'une puppe, certaines espèces possédant même jusqu'à 13 stades. Lors de conditions défavorables, les larves peuvent alors rentrer en diapause, ce qui leur permettra de survivre de longues périodes sans se nourrir. Le dernier stade larvaire, va plus tôt se diriger vers des endroits plus secs, et la puppe va donner un adulte en 4 à 21 jours. Les mâles émergent plus tôt que les femelles pour une ponte à date identique.

3. Comportement des populations

Les mâles ne sont actifs que de début juin à début septembre. La plupart des espèces sont diurnes. Elles piquent soit tôt le matin, soit tard dans l'après-midi. On les retrouvera surtout près de l'eau, des pâturages ou encore des bois.

Le cycle d'activité dépend d'une part de l'état physiologique de l'insecte et d'autre part, des conditions climatiques : vitesse du vent (plus elle sera faible, plus elle favorisera l'activité), les précipitations, l'évaporation, la température (pic d'activité à 25°C) et la pression atmosphérique.

4. Caractéristiques physiopathologiques des piqûres

La vision polarisée des tabanidés, les rend particulièrement sensibles à toute lumière réfléchie, polarisée horizontalement, ce qui correspond à une lumière réfléchie par une étendue d'eau. La recherche d'hôtes se fait donc proches des points d'eau, les gîtes larvaires favorables se trouvent en milieu humide. Les femelles ont une plus grande sensibilité pour la lumière polarisée réfléchie, plus une surface réfléchira une lumière polarisée, plus elle sera attirante pour ces dernières.

C'est pourquoi les vêtements sombres et uniformes (surfaces hautement polarisantes), sont plus attirants que des vêtements clairs, non uniformes (surfaces peu polarisantes), tout comme certaines matières telles que l'asphalte, le marbre poli, les bâches en plastique, sont polarisantes et sont donc ainsi confondues avec le reflet de l'eau par les insectes (58). La connaissance de cette polarisation, permet d'améliorer l'efficacité des pièges. En effet, une étude hongroise a prouvé qu'en ajoutant une plaque couverte d'eau sous les pièges, leur efficacité se voit augmentée de 2 à 8 fois par rapport à un piège sans plaque (59).

Les mâles et les femelles se nourrissent de sucres végétaux, seules les femelles sont hématophages. Les repas sanguins sont volumineux, c'est pourquoi souvent, ils sont faits en plusieurs fois, du fait des mouvements de défense de l'hôte. Les taons ne rentrent que rarement dans les étables ou les habitations, ils se nourrissent essentiellement sur les mammifères (homme, bovins, chevaux...), plus rarement sur les oiseaux.

Les taons piqueront de préférence sur les zones fines, non velues : les membres et le ventre surtout (59).

a) Effets de la piqûre de taon

Stress : les tabanidés, avec leur vol bruyant et leurs attaques répétitives, sont une source d'harcèlement visuel et sonore (60).

Spoliation sanguine : de 20 à 600 μL de sang peuvent être prélevés par le taon, en fonction de l'espèce.

Spoliation sanguine : La salive des taons, possède des propriétés anticoagulantes, ce qui aura pour effet d'augmenter l'effet de spoliation sanguine, ainsi que d'attirer les autres diptères. Cela aura aussi pour conséquence d'accroître le risque d'apparition de surinfections.

Dermatite : la salive du taon, possède également des propriétés irritantes, ce qui aura pour effet de créer une réaction inflammatoire autour de la lésion, voir une réaction allergique.



Fig. 11 : Photo d'une piqûre de taon.

5. Prévention et traitement de la piquêre

a) Protection collective et personnelle

Lutte environnementale

La lutte environnementale consiste tout d'abord à lutter contre les lieux de ponte, en aménageant les espaces (débroussaillage, drainage...), mais ceci ne doit pas être fait de manière trop invasive, de façon à préserver la biodiversité.

Lutte biologique

Ces moyens ont été peu étudiés pour les taons, une lutte via les guêpes bambicines a été évaluée comme n'étant pas suffisamment efficace en termes de contrôle des populations (61).

Lutte mécanique

Ce moyen de lutte, a pour but d'attirer et piéger les insectes adultes, en utilisant leurs différents sens, soit via une couleur, une odeur, des contrastes, des mouvements ou encore une polarisation lumineuse. Pour le taon, on utilise des pièges bleus et noirs, comme les pièges Vavoua ou N'zi, le piège Vavoua étant plus efficace les Chrysops. Ceci dit, le piège N'zi, semble être le plus efficace pour lutter contre les taons à travers le monde, du fait de son affinité pour plusieurs espèces différentes. (62). Un nouveau type de piège est apparu récemment sur le marché, le piège H-trap.

Description des différents pièges

Piège Vavoua : composé de trois écrans cousus à 120° , les écrans étant séparés en deux parties : une bande bleue phtalogène externe (75x30 cm) et une bande noire centrale (75x15 cm). Ces écrans sont maintenus en place par un cône de tulle de moustiquaire, maintenu à sa base par un cercle en fil de fer de 80 cm de diamètre. Au sommet du piège, il y a un dispositif anti-retour, ainsi qu'une boîte pour collecter les insectes piégés. Le piège peut être fixé au sol par un piquet, à condition que le bas du piège ne soit pas à plus de 50 cm du sol (63). Le piège doit ensuite être mis au soleil afin d'en optimiser la réflectance de la couleur bleue.



Fig. 12 : Schéma du piège Vavoua

Piège N'zi : le corps du piège est un triangle équilatéral, de 90 cm de côté, avec une face avant bleue, une arrière noire, et une entrée en bas, de face. Il est surmonté d'un filet moustiquaire blanc. (Sur le schéma, les parties en gris sont en réalité bleues, et les parties noires, seront elle en noires) (68)

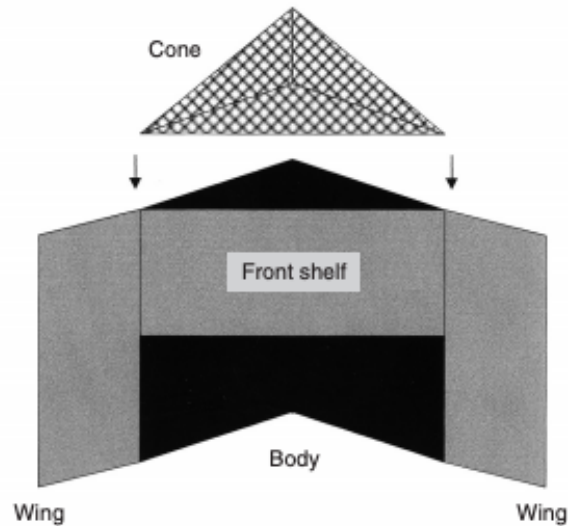


Fig. 13 : Schéma du piège N'zi

Piège H-trap : composé d'une sphère en plastique, noir et brillant, dont le but est d'attirer les femelles tabanidés (65). De plus, la sphère dégage une importante source de chaleur, ce qui participe également à son attrait.

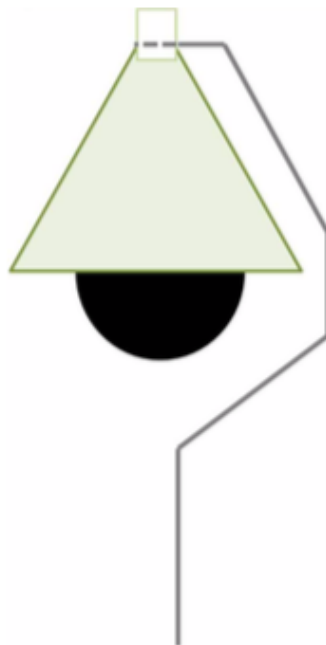


Fig.14 : Schéma du piège H-trap

Les taons ont un odorat particulièrement développé, leur permettant de se diriger vers leurs proies, il sera alors possible d'utiliser des attractifs olfactifs afin d'améliorer l'attractivité des pièges. Différents produits seront alors utilisés :

- L'acétone : produit naturel, présent dans l'urine et le lait par exemple
- L'octénol : produit de l'oxydation des acides gras insaturés, se trouvant naturellement dans l'odeur des bovins
- Le crésol : produit présent dans l'urine des mammifères

Les pièges peuvent contenir du dioxyde de carbone, de l'octénol ou du phénol, ce qui leur permet d'attirer d'avantages de taons (66). L'urine vieillie des mammifères, composée entre autres de cétones, alcools gros et phénol, exerce également un pouvoir attractif sur les taons (67).

Lutte chimique

La lutte chimique peut se faire non seulement en traitant l'environnement (supports, lieux de pontes...), mais également en traitant directement l'hôte concerné L'efficacité de ces produits réside dans leur capacité de se lier au sébum. Différents principes actifs et formes galéniques existent afin de varier sur la rémanence du produit utilisé. Deux types d'insecticides sont alors utilisés, les insecticides neurotoxiques et les régulateurs de croissance.

Les taons ont des gîtes larvaires étendus et variés, sont mobiles, et ne restent donc sur leur hôte que le temps du repas. Leur contrôle reste donc difficile. Seule l'utilisation d'insecticides en pulvérisation reste une méthode efficace.

Principes actifs neurotoxiques utilisés

- **Les pyréthrinoïdes de synthèse**, les mêmes utilisés que pour le moustique, agissent en bloquant les canaux sodiques présynaptiques en position ouverte, ce qui entraîne la paralysie tonique de l'insecte. Cette classe d'insecticide présente une faible toxicité pour les mammifères, mais est très toxique pour les poissons, ils ont une élimination essentiellement fécale, ce qui présente une toxicité pour les insectes coprophages. Ces molécules sont utilisées essentiellement en pulvérisation.
- **Les lactones macrocycliques** (ivermectines/milbémécines), entraînent une paralysie flasque, en se liant aux récepteurs glutamate des canaux chlore des cellules nerveuses ou musculaires, ce qui aura un effet GABA-mimétique. Ils sont utilisés en injection ou par voie orale.
- **Les spinosynes** (spinosad), provoquent une paralysie en se liant et stimulant les récepteurs nicotiques à l'acétylcholine, et accessoirement par blocage du canal chlore du récepteur GABA, les spinosynes ont une action rapide, soit par pulvérisation, soit par ingestion. Nous pouvons incorporer ces spinosynes dans des peintures, afin de traiter des surfaces. Cet insecticide est peu toxique pour les mammifères, mais l'est énormément pour les abeilles.

Traitement des lieux de reproduction

Le traitement chimique aux insecticides, des eaux courantes, lieux de reproduction (fumier, bouse, végétaux en décomposition) est envisageable pour les taons, tout comme celui des gîtes de repos (barrières, murs, poteaux...). Les régulateurs de croissance sont les principaux produits utilisés sur les lieux de reproduction. Parmi ces derniers, deux sont principalement utilisés : les analogues de l'hormone juvénile (méthoprène, pyriproxifène et fenoxycarb) et les inhibiteurs de la synthèse de la chitine (lufenoxuron, triflumuron, diflubenzuron, lufénuron et cyromazine). Il faut utiliser les insecticides avec précaution, afin d'en limiter l'impact environnemental ainsi que l'apparition de résistances chez les insectes.

Malgré un arsenal thérapeutique varié, il y a des obstacles au contrôle des taons :

- La rémanence annoncée est parfois bien inférieure sur le terrain, par rapport à ce qui est prévu par le fabricant,
- Le temps de contact entre le taon et les insecticides est très court, car ils ne restent sur leur hôte que le temps de leur repas sanguin, soit tous les 4 à 5 jours,
- L'impact environnemental des insecticides sur l'environnement est non négligeable,
- Certaines études montrent l'apparition de résistances chez les insectes,
- Aucun insecticide ne peut empêcher le taon de faire son repas sanguin sur son hôte.

Concrètement, afin d'optimiser la lutte anti-insecte, plusieurs techniques différentes devront être associées, comme par exemple l'imprégnation des pièges par des insecticides.

Moyens de protection alternatifs disponibles en officine

Nous pouvons également utiliser l'homéopathie et l'aromathérapie afin de se prévenir et traiter les piqûres de taons. Les mêmes substances et dosages que pour le moustique sont alors utilisés

6. Recommandation de bonnes pratiques

Les mêmes précautions que pour le moustique seront valables pour le taon. (64)

III. Les hyménoptères

1. Morphologie

a) Présentation générale

L'ordre des hyménoptères, appartenant au groupe des insectes, est représenté par 1200 espèces. Nous nous intéresserons ici à trois d'entre elles : l'abeille, la guêpe et le frelon. Ces insectes sont caractérisés par quatre ailes membraneuses, un appareil buccal de type broyeur, voir broyeur-lécheur et une métamorphose complète (insectes holométaboles).

La tête est composée par les yeux (trois ocelles), les antennes, riches en organes olfactifs, et les pièces buccales.

Le thorax, où seul le mésothorax est bien développé, est composé de deux paires d'ailes. Seule la première paire d'ailes est motrice, la seconde paire est reliée à la première par des crochets, ou hamules, et est dites passives. Ces deux paires d'ailes peuvent être soit accrochées en permanence, comme chez la guêpe, ou séparées, comme chez l'abeille au repos. Le premier segment abdominal est incorporé au thorax (segment médiaire), le second segment est étranglé pour former un pétiole, qui constitue le pédoncule de l'abdomen. Ce dernier est formé de neuf segments, les derniers formant les appareils reproducteurs ou venimeux. De ce fait, seuls les segments 3 à 7 sont visibles chez le mâle, la femelle en montre un de moins.

Les pattes peuvent avoir une adaptation particulière, comme chez l'abeille pour permettre la récolte du pollen. En effet, elles possèdent une « brosse » sur le tibia et le métatarse postérieur ainsi qu'une brosse ventrale. L'abeille dite domestique possède la meilleure adaptation, sur la troisième paire de pattes. Elle possède sur la face externe du tibia une « corbeille », alors que la face interne du premier article du tarse (métatarse), élargi, possède une dizaine de rangées transversales de poils raides formant une brosse. Nous trouvons également une « pince à cire », formée par les bords du tibia et du premier article du tarse, un « peigne », située sur le bord postérieur du tibia, servant également à la récolte du pollen.

b) Appareil reproducteur et venimeux

L'appareil venimeux de la guêpe et de l'abeille est composé d'un aiguillon qui représente un oviscapte. Ce dernier est pourvu de glandes à venin et a un rôle de défense. Sa structure est identique à l'armature génitale des autres hyménoptères, qui utilisent leur tarière pour pondre leurs œufs. Cette tarière, est constituée de 3 paires de valves portées par des valvifères.

Les premières valves, les plus ventrales, forment les stylets. Chez l'abeille et la guêpe, ils laissent place à deux aiguilles appelées les lancettes. Leur extrémité est lisse chez la guêpe mais barbelée chez l'abeille. Leur bord supérieur est creusé d'une rainure, dans laquelle s'engagent les bords d'une pièce impaire repliée en demi-tube, appelée gaine ou gorgeret qui sont en réalité les deuxièmes valves soudées médianement. Cette gaine maintient les deux stylets de manière parallèle, leur laissant la possibilité de glisser d'avant en arrière.

L'aiguillon est annexé par des sclérites (plaque quadratique, plaque oblongue), qui s'articulent sur les valvifères arqués et portent des muscles dont la contraction permet un mouvement de bascule de l'ensemble, et provoque le rejet de l'aiguillon vers l'arrière.

Les troisièmes valves elles, ne participent pas à la défense de l'insecte. Elles ont l'aspect de deux demi-gouttières et protègent l'aiguillon proprement dit. Elles ont un rôle tactile pour localiser la piqûre.

Les glandes venimeuses sont annexées à la tarière. Elles sont plus ou moins développées selon l'hyménoptère étudié. Elles sont au nombre de deux, la plus grosse étant la glande dorsale ou glande acide, elle est la seule qui soit réellement venimeuse. La seconde glande, est la glande accessoire ou glande alcaline, elle produit une substance basique, dépourvue de venin, qui sert à lubrifier la tarière et à diminuer l'acidité du venin.

Les sécrétions acides sont stockées dans un réservoir fortement musclé, dont la contraction a pour but, le plus souvent, de projeter le venin à l'extérieur comme chez la guêpe par exemple. Chez les abeilles, la base des stylets est renflée en bulbe, contient une « pompe » (constituée de la base des lancettes dilatée en piston), qui ajoute son action à celle du réservoir, sans ajouter de pouvoir offensif au venin de cette dernière par rapport aux autres hyménoptères.

(69)

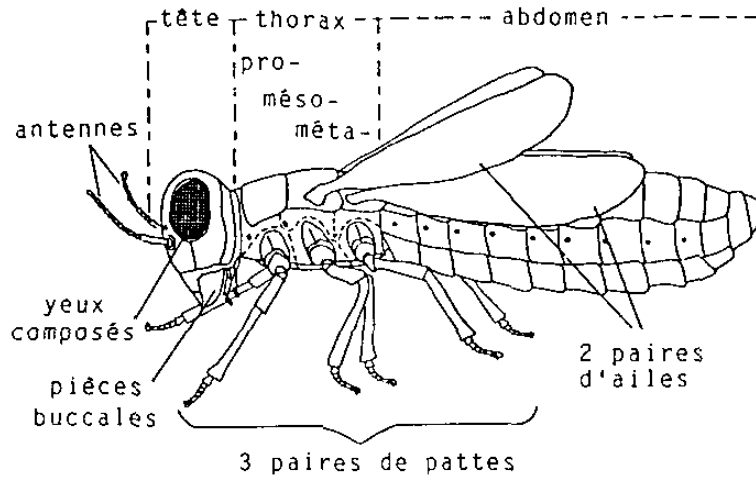


Fig. 15 : Schéma général de la morphologie des hyménoptères

2. Cycle biologique des hyménoptères

- **Les abeilles**

La reine est fécondée au cours de son seul et unique vol nuptial par plusieurs mâles appelés faux bourdons. Elle pond entre 1000 et 2000 œufs par jour qui donneront naissance à des larves, qui aboutiront aux ouvrières.

- **Les guêpes**

Les mâles et les femelles ne vivent que l'été. Seules les femelles fécondées, appelées reines, passent l'hiver à l'abri. En avril, elles bâtiront les premières cellules du nid, pondent un œuf dans chaque alvéole et nourrissent les premières larves, avant que les ouvrières prennent le relais.

- **Les frelons :**

Similaire au cycle des guêpes, les frelons disparaissent en hiver. Seules les femelles fécondées survivent et reconstituent la colonie au printemps, toujours dans un endroit différent (sous une toiture, dans le tronc d'un arbre par exemple).

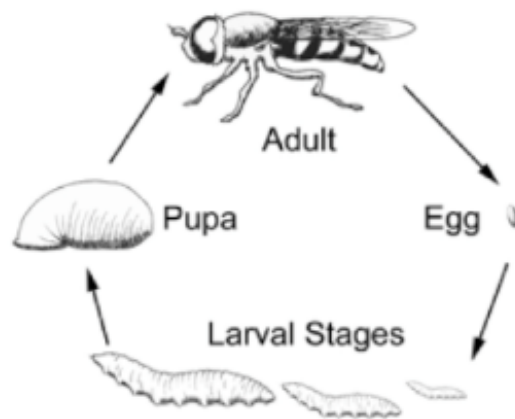


Fig. 16 : Schéma du cycle de vie des hyménoptères

3. Caractères physiopathologiques de la piqûre d'hyménoptère

a) Composition du venin

Le venin d'hyménoptère est de composition complexe, constitué entre autres d'amines biogènes, d'enzymes et de protéines.

- **Le venin d'abeille :**

Ce venin est riche en allergènes tels que la melitine, la hyaluronidase, la phosphatase A2. Il contient également des substances non allergènes comme l'apamine, le MCD-peptide et le cardipep. Des études récentes ont mis en évidence une réaction antigénique croisée entre le venin d'abeille et le venin de serpent.

- **Le venin de guêpe :**

L'antigène principal est la phospholipase A2, l'hyaluronidase et l'antigène 5. De nombreuses substances non allergéniques sont également présentes : kinines, histamine, sérotonine, dopamine, ainsi que de nombreuses enzymes. La composition du venin de frelon est proche de celle du venin de guêpe.

Tableaux récapitulatifs des différentes composantes des venins des hyménoptères étudiés :

Amines vasoactives		
Abeille	Guêpe	Frelon
Histamine	Histamine	Histamine
Dopamine	Dopamine	Dopamine
Noréphédrine	Noréphédrine	Noréphédrine
	Sérotonine	Sérotonine
	Éphédrine	Éphédrine
		Acétylcholine

Autres peptides non allergéniques		
Abeille	Guêpe	Frelon
MDC peptide	Kinine	Kinine
Apamine	Cholinestérase	Glucidases
Glucidases	Histidine décarboxylase	Protéases
Protéases	Glucidases	Lipases
Lipases	Protéases	
	Lipases	

Allergènes		
Abeille	Guêpe	Frelon
Hyaluronidase	Hyaluronidase	Hyaluronidase
Phospholipase A	Phospholipase A	Phospholipase A
Phosphatase acide	Phospholipase B	Phospholipase B
N-glycyle-proline-anyl-amidase	Phosphatase acide	Phosphatase acide
Antigènes de fort poids moléculaire	(N-glycyle-proline-anyl-amidase)	(N-glycyle-proline-anyl-amidase)
Melitine	Antigène 5	Antigène 5

b) Physiopathologie

Généralités

Le venin des hyménoptères contient des substances très actives comme vu précédemment, mais en faible quantité. La plupart sont des amines biogènes vasoactives, comparables à celles contenues dans les basophiles sanguins. Leur grande introduction dans un organisme, peut provoquer des troubles au niveau de la peau, du foie, des muscles, et des malaises généraux de type anaphylactique. Chez l'Homme, ces troubles s'observent surtout lorsqu'un individu est attaqué par un essaim, subissant de nombreuses piqûres, entre 50 et 500. Ceci dit, il a été rapporté des cas de mort avec une seule piqûre, sans contexte allergique connu.

Ce sont des phénomènes de type inflammatoire, avec vasodilatation et augmentation de la perméabilité vasculaire, liés à l'histamine principalement ainsi qu'à d'autres substances présentes dans le venin. La piqûre de frelon est particulièrement douloureuse du fait de la présence des kinines dans son venin.

Chez les guêpes, nous retrouvons la présence de substances hémolytiques et rhabdomyolitiques, pouvant provoquer une insuffisance rénale aiguë, avec nécrose tubulaire en 36 heures et augmentation du taux de CPK dans le plasma. De même, chez l'abeille, nous avons la melitine qui a un rôle hémolytique pouvant causer une insuffisance rénale aiguë de la même manière.

Réaction allergique

En termes d'allergie, de nombreux individus possèdent des IgE dans leur sérum, dirigées contre les antigènes du venin. Lorsqu'un individu a été sensibilisé par un contact antigénique antérieur, les basophiles et les mastocytes portent à leur surface des IgE spécifiques, liées à des récepteurs membranaires. Lors de la réintroduction de l'antigène, des ponts se formeront entre les récepteurs, ce qui provoquera une cascade réactionnelle, avec libération massive de médiateurs biochimiques lors de la dégranulation de ces cellules. Il peut alors en résulter un choc anaphylactique, du fait du caractère ubiquitaire de ces cellules activées, avec un polymorphisme au niveau des manifestations cliniques observées.

Action des médiateurs libérés

Histamine : C'est le composé dont l'action est la plus connue. Elle agit via deux types de récepteurs H1 et H2. Elle agit au niveau des vaisseaux, du cœur, des bronches, de l'intestin et de l'estomac.

Autres médiateurs : sont présents, mais leur mécanisme d'action est encore mal connu : leucotriène, SRA (Slow Reacting substance of Anaphylaxis), prostaglandines (PGF2), sérotonine, PAF (Platelet Activating Factor), ECFA (Eosinophilic Chemotactic Factor A), ...

Réactions allergiques locales

Le venin est inoculé dans les tissus sous-dermiques, il s'y diffuse très rapidement. Il provoque une douleur vive, un érythème et un œdème prurigineux, avec parfois une paresthésie.

La réaction normale est une papule douloureuse d'environ 2 cm, entourée d'un érythème léger, la réaction devant disparaître en 2 à 3 heures, sans surinfection.



Fig. 17 : Photo d'une piqûre d'abeille (réaction non allergique)

Chez le sujet allergique, une réaction locale beaucoup plus importante sera observée, de plus de 10 cm de diamètre, survenant en 30 min voire quelques heures. Elle est accompagnée d'un œdème important, atteignant au moins deux articulations et pouvant durer plus de 24 heures.



Fig. 18 : Photo d'une piqûre de guêpe (réaction allergique)

La plupart du temps, l'évolution est bénigne. Cependant, en cas de piqûre intra-buccale, un œdème de la glotte pourra survenir avec un risque de syndrome asphyxique brutale, d'une gravité pouvant engager le pronostic vital.

Réactions allergiques générales

Une réaction d'urticaire généralisée, avec œdème, malaise et anxiété peut survenir, traduisant une sensibilisation générale. Une sensation de constriction thoracique, des vertiges, des troubles digestifs (nausées et diarrhées) peut s'ajouter à ces signes. Ces symptômes sont susceptibles de s'aggraver : dyspnée intense, wheezing, stridor, traduisent un œdème laryngé, la dyspnée avec dysphonie s'accroît, accompagnée d'une impression de mort imminente. L'évolution se fait parfois vers un choc anaphylactique, avec collapsus cardiovasculaire, détresse respiratoire, incontinence, hypotension et syncope.

Dans de rares cas, nous pouvons observer des manifestations nerveuses (névrites), cutanées (purpura, vascularites), hématologiques (anémie), des réactions retardées locales (œdème) ou systémiques évoquant une maladie sérique (fièvre, polyacénopathies, arthralgies, atteinte hépatique), ou encore une atteinte rénale (glomérulonéphrite, syndrome néphrotique).

Des accidents pseudo-allergiques ont été rapportés chez des sujets portant une mastocytose cutanée ou traitée par les bêta-bloquants.

4. Traitement et prévention des piqûres

a) Traitement curatif

Réaction locale

En temps normal, la réaction locale ne nécessite pas de traitement, elle disparaît d'elle-même. Il est possible de détruire certains composants thermolabiles du venin, en approchant, dans les minutes qui suivent, de la piqûre une source de chaleur vive, comme le foyer d'une combustion d'une cigarette.

Ce procédé ne permet pas d'éviter une réaction générale de type anaphylactique. En cas de réaction très étendue, avec un œdème et prurit intense, l'administration d'un antihistaminique ou d'un corticoïde peut être envisagé.

Réaction générale

Une crise d'urticaire généralisée accompagnée ou non d'un œdème de Quincke non laryngé, une gêne respiratoire légère, quelques troubles digestifs (douleurs, nausées, diarrhée) peuvent être traités par les corticoïdes ou les antihistaminiques, par voie injectable ou par voie orale.

Lorsque ces symptômes sont marqués et accompagnés par la dyspnée, un stridor, une dysphonie ou une dysphagie, traduisant un œdème laryngé ainsi que des troubles de la conscience, d'impression de mort imminente, le traitement se devra d'être d'autant plus énergique et comportera une injection d'adrénaline dans les plus brefs délais.

Ce traitement devra toujours être appliqué en cas de choc anaphylactique qui se traduit par un collapsus cardio-vasculaire avec hypotension artérielle, détresse respiratoire, cyanose, incontinence urinaire et syncope. Le sujet doit être allongé, tête basse, jambes légèrement relevées. L'adrénaline sera injectée dans les délais les plus courts après la piqûre d'insecte, par voie sous cutanée ou intramusculaire, avant que les vaisseaux ne soient collabés. La dose usuelle est de 0,25 mg à 1 mg pour un adulte. Un remplissage vasculaire par des solutés en perfusion doit être mis en œuvre. En cas d'œdème laryngé obstructif, ces soins doivent être complétés par une intubation, voire une trachéotomie.

b) Prophylaxie

Pour éviter les piqûres, quelques règles simples peuvent être appliquées :

- Éviter les repas au grand air, en particulier les pique-niques, ne pas s'approcher des aires de déchets (poubelles).
- Être prudent dans les jardins, ne pas marcher pied nu ou en sandales dans l'herbe, ne pas ramasser sans précautions des fruits tombés, ils peuvent cacher une guêpe.
- Ne pas porter de vêtements sombres, préférer le blanc, les manches longues et un pantalon. S'abstenir de parfums et de cosmétiques parfumés.
- En cas de pratique de l'apiculture, porter des vêtements protecteurs et un masque avec un chapeau.

Trousse d'urgence

En cas de choc anaphylactique, il n'y a qu'un seul traitement efficace : une injection sous-cutanée d'adrénaline, c'est pourquoi les personnes allergiques au venin des hyménoptères, doivent toujours en disposer dans leur trousse d'urgence, la date de péremption devra être surveillée et vérifiée. La plupart des produits commercialisés, sont à conserver pendant 2 ans, à l'abri de la chaleur et de la lumière.

Notons, que même si l'injection d'adrénaline contient des sulfites, il est quand même recommandé de l'utiliser, et ceux même si le sujet y est sensible. La posologie habituelle est de 0,01 mg/kg, soit environ 0,25 ml de soluté à 1mg/ml de 6 à 12 ans, puis 0,25 à 0,50 ml à partir de 12 ans, jusqu'à 1 ml dans les cas extrêmes. Les effets bénéfiques apparaissent dans les 3 à 5 minutes qui suivent l'injection, celle-ci peut être renouvelée si nécessaire après 15 minutes.

Les contre-indications sont rares : insuffisance coronarienne sévère, troubles du rythme, myocardiopathie obstructive, anesthésiques volatils halogénés, antidépresseurs sérotoninergiques-noradrénergiques, guanéthidine et apparentés.

Hyposensibilisation spécifique

Les réactions sévères sont rarement observées chez les enfants, de plus, leur sensibilité peut diminuer spontanément avec le temps. De ce fait, seuls ceux qui ont présenté des manifestations cutanées avec symptômes laryngés, respiratoires ou cardiovasculaires seront-ils désensibilisés.

L'indication du traitement d'hyposensibilisation spécifique est plus fréquente chez l'adulte : ceux qui ont présenté une réaction générale préoccupante (urticaire généralisé avec œdème de Quincke, œdème laryngé, troubles respiratoires et cardiaques, vertiges avec syncope, etc.) et qui présentent des tests cutanés positifs au venin (IDR positive inférieure ou égale à 0,1 µg/ml) doivent y être soumis.

Le choix du ou des venins à utiliser nécessite une détermination précise de la sensibilisation du patient. L'histoire clinique, des tests cutanés aux différents venins avec une échelle de dilution, et des tests sanguins (dosage radio immunologique des anticorps de type IgE) sont indispensables pour effectuer le choix des antigènes. Plusieurs protocoles pourront alors être conseillés, plus ou moins longs, les effets secondaires peuvent être des réactions locales assez fréquentes, plus rarement des réactions générales plus ou moins préoccupantes.

(70)

c) Traitements alternatifs

Homéopathie

En cas de piqûre d'hyménoptères, l'œdème est brûlant, amélioré par l'application de froid. Nous pouvons alors conseiller : une dose d'*Apis mellifica* 15 CH, de suite après la piqûre, puis *Apis mellifica* 5 CH, 3 à 5 granules toutes les heures. Si la piqûre engendre de très grosses inflammations, nous pouvons suggérer *Vespa Crabo* 5 CH à raison de 5 granules toutes les 30 minutes ou toutes les heures.

Phytothérapie

Les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés répulsives, ceci dit, il est important de rappeler que leur utilisation est contre-indiquée pour la femme enceinte et allaitante, ainsi que pour l'enfant de moins de 12 ans. Hormis le cas de ces contre-indications, nous pourrions utiliser les huiles essentielles de la lavande aspic (trois gouttes diluées dans le l'huile d'amande douce, appliquée sur la peau), ou de géranium. Des sticks à bille contenant des mélanges d'huiles essentielles sont commercialisés et sont pratiques à utiliser à partir de l'âge de 6 ans.

(71)

IV. Les aoûtats

1. Morphologie

Les aoûtats sont des acariens de la famille des Trombiculidés. L'espèce la plus représentée en France métropolitaine est *Trombicula autumnalis*. L'adulte est de couleur rouge et mesure environ 0,3 mm et possède un corps couvert de poils denses et courts. La larve quant à elle est de couleur rouge vif et ne possède que 3 paires de pattes (au lieu de 4 chez l'adulte) et mesure 0,2mm. Leur anatomie correspond à un régime de type piqueur-suceur.



Fig. 19 : Vue microscopique d'un aoûtat

2. Cycle biologique

Les aoûtats adultes vivent dans les milieux extérieurs, en zone rurale principalement, dans la strate herbacée et en forêt. Les femelles fécondées pondent au printemps ou en été. Les œufs, à la fin de l'été, libèrent des larves (surtout en août, d'où leur nom et en automne (on les appelle également « les vendangeurs »). Ce qui a pour conséquence de créer une saisonnalité dans les affections. Les larves, seul stade hématophage, parasitent les animaux à sang chaud (chats, chiens...). Le repas dure environ de 2 à 10 jours.

Une fois gorgées de sang, elles deviennent rouge écarlate, puis elles se décrochent et deviennent en 5 à 6 semaines des nymphes, puis des adultes. Ce dernier stade n'a pas d'activité parasitaire. La contamination chez l'Homme ou l'animal survient lors de promenades dans les prairies et forêts. C'est pourquoi il est déconseillé en été ou en automne de s'allonger dans l'herbe. (72)

3. Caractère physiopathologique de la piquête

Chez l'Homme, 30 minutes après la piquête, que l'on peut ici considérer comme étant une morsure, en moins de 30 minutes, apparaissent des petites papules rougeâtres de 2 à 3 mm, entourées d'une auréole plus claire, qui peuvent devenir des pustules. On retrouvera ces morsures de préférence au niveau des plis, où la peau est plus fine : intérieur des coudes, des genoux (creux poplité), poignet, sous les bras, régions génitales... et tout particulièrement où les vêtements sont serrés, par la présence d'élastiques ou d'une ceinture : hanches, chevilles, soutien-gorge, slips, chaussettes... Le prurit est particulièrement intense, avec un risque de surinfection.



Fig. 20 : Photo d'une piquête d'aoutat

Mis à part ce désagrément, la morsure d'aoutat en France ne présente aucun danger, pas de risque de maladie transmissible. Il n'y a qu'une espèce en Extrême-Orient, *Leptotrombidium akamushi*, qui peut transmettre une rickettsie à l'origine de la fièvre fluviale du Japon ou « scrub typhus ». (73)

4. Prévention et traitement de la piqûre

a) Prévention

Aucune méthode de prévention particulière n'est disponible sur le marché, nous utiliseront donc les méthodes de prévention anti-vectorielle habituelle (détaillées au chapitre du moustique), à base de moustiquaire imprégnée ou non, port de vêtements longs, insecticide (type perméthrine), répulsif, mesures hygiéniques... Nous pouvons utiliser des insecticides locaux larvicides afin de protéger les animaux des larves éventuelles. Nous pouvons également tondre régulièrement les hautes herbes, limiter les herbes humides où les aoutats se reproduisent. En été, nous éviterons les promenades dans les hautes herbes.

b) Traitement

Ici encore, la prise en charge sera classique à base d'antihistaminique par voie orale et de corticoïde local en cas de réaction cutanée excessive. Il faudra ceci dit surveiller tous les signes de l'infection : fièvre, induration au point de morsure... Afin de prévenir toute surinfection éventuelle. (74)

Pour ce qui est de l'utilisation de la phytothérapie ou de l'homéopathie, en phytothérapie, nous pourrons utiliser l'huile essentielle de lavande aspic, afin de calmer la réaction inflammatoire liée à la morsure. En homéopathie, nous utilisons encore une fois les mêmes méthodes que pour traiter la piqûre de moustique ou d'hyménoptère par exemple :

- *Calendula* 4 ou 5 CH, 5 granules par jour pour lutter contre l'inflammation,
- *Apis Mellifica* 4 ou 5 CH, 5 granules toutes les 15 minutes, puis espacer à 3 fois par jour, pour traiter l'œdème rosé, la sensation de piqûre,
- En cas de lymphangite, nous pourrons y ajouter : *Lacchesis mutus* 5 CH et *Pyrogenium* 5 CH, à raison de 5 granules de chaque par jour. (75)

V. Les araignées

1. Présentation morphologique générale

Les arachnides se différencient des autres arthropodes de par leurs quatre paires de pattes, leurs yeux simples et l'absence d'ailes et d'antennes. Le corps de l'araignée est composé de deux parties distinctes : le prosoma et l'opisthosoma (abdomen).

Selon les espèces, l'araignée possédera entre 0 et 8 yeux. Les pattes sont constituées de 7 segments articulés, au bout de ces pattes se trouvent les tarses qui portent 2 ou 3 griffes.

Les chélicères sont des appendices situés le plus à l'avant de la tête. Ils sont composés de deux pièces : la tige et le crochet. Ils servent à mordre les proies et à leur inoculer le venin. A l'extrémité de l'abdomen se trouvent les organes tisseurs : les filières. La soie sort par les fusules à l'extrémité des filières.

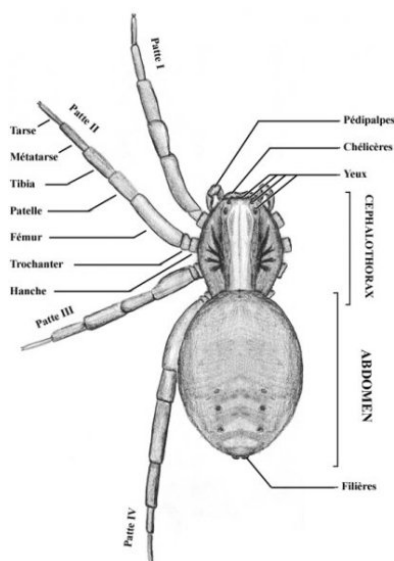


Fig. 21 : Schéma général de la morphologie d'une araignée

2. Cycle de vie des araignées

Leur squelette externe (cuticule) étant rigide, les araignées grandissent par mues successives, le nombre de mues variant d'une espèce à l'autre. Les mâles arrêtent en général leurs mues avant les femelles. Une fois adultes, les araignées stoppent leur mue, à l'exception de quelques espèces tropicales qui font quelques mues post-adultes.

La longévité des araignées est très variable, allant de quelques mois, à 20 ans, la durée de vie de la majorité des espèces européennes est entre 6 mois et 3 ans.

La période de reproduction varie entre les espèces, mais aucune ne se reproduit en hiver. Le cycle de reproduction peut se voir décalé en fonction des conditions extérieures telles que la température et l'hygrométrie. Les araignées passent l'hiver dans différents stades, soit dans un cocon, soit à l'extérieur. Après l'accouplement, les mâles vivent relativement peu de temps, soit ils meurent, soit ils sont dévorés par les femelles. Les araignées étant ovipares, elles accumulent des réserves énergétiques pour la ponte. Les femelles mourront après la période de ponte.

La période des futures araignées dans les cocons varie selon les espèces, allant de quelques jours à plusieurs mois. Une fois les cocons éclos, ils sont le plus souvent autonomes, avec une courte phase grégaire, puis ce sera la dispersion vers une vie solitaire. Selon les espèces, les femelles protègent parfois les petits jusqu'à la phase de dispersion. (76)

3. Répartition des espèces en Provence Alpes Côte d'Azur

Latrodectus tredecimguttatus, aussi appelée malmignatte est une veuve noire. C'est l'espèce la plus dangereuse en France. On la retrouve en Provence et en Corse, dans les endroits chauds et secs, jusqu'à 800 mètres d'altitude. D'autres espèces moins dangereuses existent également : la ségestrie florentine (*Segestria florentina*), la chiracanthie (*Cheiracanthium punctorium*), *Laxosceles rufescens* et *Lycosa narbonensis*.



Fig. 22 : Photographie d'une *Lycosa narbonensis* Fig. 23 : Photographie d'une *Laxosceles rufescens*

La veuve noire est une araignée noire, d'un centimètre qui possède un abdomen globuleux avec 13 taches rouges typiques sur sa face dorsale.



Fig. 24 : Photographie d'une veuve noire

La Ségestrie florentine, est de couleur sombre, mesurant 25 millimètres, avec des chélicères aux reflets verts.



Fig. 25 : Photographie d'une Ségestrie florentine

La Chiracanthé est de couleur brun-jaune, de 15 millimètres de long et aime les milieux humides.



Fig. 26 : Photographie d'une Chiracanthé

4. Caractères physiopathologiques de la piqûre d'araignée

La plupart des espèces présentes en France sont inoffensives, et lors de piqûre, elle ne provoque aucun signe général. Les signes locaux se limitent à de petites douleurs initiales, une désinfection suffit pour régler le problème. Ceci dit, certaines espèces vivantes dans le sud de la France, essentiellement dans le pourtour méditerranéen, peuvent être potentiellement dangereuses pour l'Homme.



Fig. 27 : Photographie d'une piqûre d'araignée (réaction bénigne)

En effet, la morsure de veuve noire d'Europe, induit une envenimation grave appelée latrodectisme que l'on connaît bien en Provence et en Corse. La morsure est peu douloureuse, puis quelques dizaines de minutes après, apparaissent des douleurs généralisées, avec contractures musculaires abdominales (ventre de bois), lombaires et faciales et des troubles neurovégétatifs importants (variations brutales dans les 2 sens de la température corporelle et de la tension artérielle). Des décès par collapsus ont été décrits.

Nous pouvons également citer les Laxoscèles (*Laxosceles rufescens*). Leur venin est responsable d'un syndrome viscéro-cutané-nécrotique appelé Laxoscelisme. La morsure peu douloureuse peut alors passer inaperçue, mais en quelques heures, nous observons le développement d'une ulcération nécrotique extensive centrifuge, pouvant évoluer sur plusieurs semaines avant que la cicatrisation ne débute. Une hémolyse peut avoir lieu également. (77)



Fig. 28 : Photographie d'une piqure d'araignée (réaction nécrotique)

5. Prévention et traitement des piqûres

Prévention

Les araignées chassent de nuit, il est donc recommandé de dormir sous une moustiquaire dans les zones à risque, tout comme de bien éclairer les chemins, les sanitaires par exemple la nuit.

Traitement

En cas de morsure de veuve noire, le traitement est alors symptomatique :

- Myorelaxants
- Antalgiques
- Surveillance des signes de dysautonomie

Pour les piqûres de Laxoscèles, le traitement est là encore symptomatique :

- Topiques locaux
- Antalgiques
- Antibiotiques

On associe ce traitement à des corticoïdes par voie générale, qui peuvent prévenir, diminuer l'extension de la nécrose. Des anti-venins sont élaborés en Amérique mais ne sont pas utilisés en Europe.

Dans tous les cas, en cas de morsure d'araignée, il est important de calmer la douleur, souvent intense, et si l'espèce est venimeuse, transporter au plus vite la personne, allongée, dans un centre médicalisé afin de surveiller l'apparition de signes d'envenimation (hémorragie, neurotoxique, nécrosant), susceptibles de survenir en quelques heures. Seule l'injection d'un sérum spécifique présente un intérêt thérapeutique.

Pour les formes moins graves, l'application d'une crème à base de corticoïdes et/ou d'antihistaminiques peut être proposée afin de limiter les effets secondaires à la morsure. (78)

Prises en charge alternatives

Afin d'apaiser les symptômes liés à la morsure, nous pouvons utiliser l'homéopathie :

- La piqûre peut être soulagée par *Ledum Palustre* 5 CH, 3 à 5 granules toutes les heures, mais également *Apis* 15 CH, 3 à 5 granules trois fois par jour.
- Si la morsure génère une inflammation locale pourpre associée à une induration et une douleur intense : *Tarentula cubensis* 5 CH, 3 à 5 granules toutes les heures.
- À ceci, nous pouvons associer localement un gel au calendula, après nettoyage de la peau. (75)

Nous pourrions également utiliser les huiles essentielles pour leur propriétés répulsives, toujours avec la contre-indication pour l'enfant de moins de 12 ans, tout comme chez la femme enceinte et allaitante.

Les huiles suivantes pourront être conseillées par exemple :

- Lavande Aspic (trois gouttes diluées dans de l'huile d'amande douce, appliquée sur la peau)
 - Géranium
 - Sticks à base de mélange d'huiles essentielles, pratiques à utiliser dès l'âge de 6 ans.
- (71)

Conclusion

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

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

Nous avons pu décrire que certains éléments de protection étaient dangereux aussi bien pour l'Homme que pour l'environnement. Utilisés à mauvaise escient, de nombreux insecticides peuvent présenter un danger à court et moyen terme. Une des mesures la plus importante reste le respect de règles d'hygiènes simples (bien éclairer les sanitaires, éviter de stocker des eaux stagnantes par exemple) qui une fois appliquées, peuvent nous éviter l'utilisation intensive de produits répulsifs ou insecticides par exemple.

Le défi pour les moyens de protection futurs est donc double, d'une part une efficacité et une sélectivité contre les nuisibles concernés, d'autre part des principes actifs respectueux de l'environnement et de la santé de l'Homme.

Bibliographie

1. Martine MAÏBECHE. MOUSTIQUE [Internet]. Encyclopædia Universalis. [Cité 10 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/moustique/>
2. Moulinier C. Parasitologie et mycologie médicale : éléments de morphologie et de biologie. S.l: Éd. Médicales Internat ; 2003. 796 p.
3. Biologie - Écologie | EID Méditerranée [Internet]. [Cité 11 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.eid-med.org/page/biologie-ecologie>
4. Aedes Caspius (F) - Les Culicidae d'Afrique Méditerranéenne [Internet]. [Cité 11 avril 2019]. Disponible sur : http://bioinfo-web.mpl.ird.fr/identiciels/culmed/html/taxa/Aedes_caspius_F_.html
5. Tigre M. Aedes aegypti [Internet]. Moustique tigre - Portail d'information. [Cité 11 avril 2019]. Disponible sur : <http://moustique-tigre.info/aedes-aegypti/>
6. Tigre M. Aedes albopictus [Internet]. Moustique tigre - Portail d'information. [Cité 12 avril 2019]. Disponible sur : <http://moustique-tigre.info/aedes-albopictus/>
7. Carnevale P, Robert V. Les anophèles biologie, transmission du plasmodium et lutte anti vectorielle. Marseille : IRD ; 2009.
8. Balenghien T. Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil occidental en Camargue. Insectes [Internet]. 2007 [cité 13 avril 2019] ;(146). Disponible sur : <https://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i146balenghien.pdf>
9. Comment les moustiques choisissent-ils leurs victimes ? Le Figaro. 8 mars 2006
10. Feuillet-Dassonval C, Lavaud F, Viniaker H, Bidat E. Réactions allergiques aux piqûres de moustiques, quelle prévention ? 2006 [cité 14 avril 2019] ; Disponible sur : https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/reaction_allergique_aux_piqures_de_moustiques.pdf
11. Berthet-Beaufils A. Manifestations dermatologiques associés aux diptères chez le chien et le chat [Thèse de doctorat]. [EnvA, France] : École nationale vétérinaire d'Alfort ; 2010.
12. Haas H, Tran A. Allergie aux piqûres de moustiques. Arch Pédiatrie. Août 2014 ;21(8):913-7.
13. Viniaker H, Lavaud F. Allergie aux piqûres de moustiques. Rev Fr Allergol Immunol Clin. déc 2005;45(8):620-5.
14. Drouet M, Sarre M-E, Bonneau J-C, Hoppe A. Moustiques et allergie. Rev Fr Allergol. avr 2016;56(3):140-2.

15. Ministère des Affaires sociales, de la Santé et des Droits des femmes, direction générale de la santé (DGS). Guide méthodologique, mise en place des programmes de surveillance et de contrôle des vecteurs au niveau des points d'entrée [Internet]. 2014 [cité 14 avril 2019]. Disponible sur : http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/SurveillanceContrôle_des_vecteurs_V2_BD.pdf
16. Fête de la Toussaint à La Réunion : L'ARS OI et les communes mobilisées dans la prévention contre les moustiques [Internet]. [Cité 14 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.ars.ocean-indien.sante.fr/Fete-de-la-Toussaint-a-La-Reu.146573.0.html>
17. Cartographie écologique | EID Méditerranée [Internet]. [Cité 14 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.eid-med.org/page/cartographie-ecologique>
18. Roché JE. La démoustication, état des lieux après 5 ans d'expérimentation sur le territoire du Parc naturel de Camargue [Internet]. 2011. Disponible sur : http://www.parc-camargue.fr/getlibrarypublicfile.php/b1a83962a1496004f90f1ba08da07669/parc-camargue/_collection_library_fr/201200024/0001/De--769-moustication.pdf
19. ANSES. Les résistances aux insecticides, aux antiparasitaires, antibiotiques... Comprendre où en est la recherche. Cah Rech [Internet]. oct 2013 [cité 15 avril 2019]; Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/system/files/CDLR-mg-Antibioresistance3.pdf>
20. Méthode de lutte - les larvicides - France Moustiques [Internet]. [Cité 15 avril 2019]. Disponible sur : <https://moustiques.fr/larvicide.htm>
21. EID Atlantique. Service public de démoustication : spécialisé dans la lutte contre les moustiques en zones humides et urbaines [Internet]. [Cité 15 avril 2019]. Disponible sur : https://www.cdc.retraites.fr/portail/IMG/pps/Diaporama_EID_Atlantique.pps
22. EID Méditerranée. La démoustication. Pourquoi, comment, moustiques des villes, moustiques des champs. Les fondamentaux en 4 pages. [Internet]. 2013 [cité 15 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.eid-med.org/content/la-demoustication-plaquette-dinformation>
23. ANSES. Avis de l'Anses relatif à l'actualisation des substances actives et produits biocides potentiellement intéressants pour une utilisation en lutte anti-vectorielle [Internet]. 2016 [cité 15 avril 2019]. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOC2015SA0169.pdf>

24. ANSES. Utilisation du téméphos pour la lutte anti vectorielle | Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. [Cité 16 avril 2019] ; Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/system/files/BIOC2009sa0338Ra.pdf>
25. ANSES. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif aux substances actives biocides pouvant être utilisées dans le cadre de la prévention d'une épidémie de chikungunya en Guyane. 2014.
26. OMS | Lutte chimique contre le vecteur de la dengue [Internet]. WHO. [Cité 16 avril 2019]. Disponible sur : http://www.who.int/denguecontrol/control_strategies/chemical_control/fr/
27. EID Méditerranée. Mode opératoire des traitements de lutte anti vectorielle (LAV) [Internet]. Disponible sur : http://www.eid-med.org/ressources?term_node_tid_depth=All&page=1
28. La technique UBV Ultra Bas Volume - pulvérisation indirecte, pulvérisation à dérive contrôlée [Internet]. [Cité 16 avril 2019]. Disponible sur : <https://www.humbert-aviation.com/le-travail-aerien/la-technique-ubv>
29. L'autodissémination d'insecticide [Internet]. [Cité 16 avril 2019]. Disponible sur : http://www.eid-med.org/sites/default/files/protection_personnelle.pdf
30. Maziere M. un panneau publicitaire tueur de moustiques. Le quotidien du pharmacien [Internet]. 3 mai 2016 [cité 17 avril 2019] ; Disponible sur : https://www.lequotidiendupharmacien.fr/actualite/article/2016/05/03/un-panneau-publicitaire-tueur-de-moustiques_241271
31. Science P la. Les moustiques OGM ont-ils de l'avenir ? [Internet]. Pourslascience.fr. [Cité 17 avril 2019]. Disponible sur : http://www.pourslascience.fr/ewb_pages/a/actuelles-moustiques-ogm-ont-ils-de-l-avenir-38673.php
32. Islam J, Zaman K, Duarah S, Raju PS, Chattopadhyay P. Mosquito repellents: An insight into the chronological perspectives and novel discoveries. Acta Trop. Mars 2017 ;167 :216-30.
33. Diaz JH. Chemical and Plant-Based Insect Repellents: Efficacy, Safety, and Toxicity. Wilderness Environ Med. Mars 2016 ;27(1) :153-63.
34. Utiliser des répulsifs cutanés - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [Cité 17 avril 2019]. Disponible sur : <https://eukasante.vidal.fr/voyage/avant-voyage/protection-insectes.html?pb=repulsifs>

35. Roy DN, Goswami R, Pal A. The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health. *Environ Toxicol Pharmacol*. Mars 2017 ;50 :91-102.
36. lundwall E, Pennetier C, Corbel V, De Gentile L, Legros F. Paludisme : se protéger des piqûres d'anophèles. *Rev Prat*.
37. N,N-Diéthyl-m-toluamide (DEET) (FT 304) - Fiche toxicologique - INRS [Internet]. [Cité 17 avril 2019]. Disponible sur : http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_304§i on=pathologieToxicologie#tab_toxiHomme
38. McKinlay JR, Ross V, Barrett TL. Vesiculobullous reaction to diethyltoluamide revisited. *Cutis*. juill 1998;62(1):44.
39. Sorge F, Imbert P, Laurent C, Minodier P, Banerjee A, Khelifaoui F, et al. Protection anti vectorielle de l'enfant : insecticides et insectifuges. [Httpwwwem-Premiumcomlamauniv-Amufrdatarevues0929693X0014001207005453](http://www.em-premium.com/lama.univ-Amufrdatarevues0929693X0014001207005453) [Internet]. 29 nov 2007 [cité 17 avril 2019] ; Disponible sur : <http://www.em-premium.com.lama.univ- amu.fr/article/67831/resultatrecherche/13>
40. Utiliser des moustiquaires et des insecticides - EurekaSanté par VIDAL [Internet]. EurekaSanté. [Cité 18 avril 2018]. Disponible sur : <https://eurekasante.vidal.fr/voyage/avant-voyage/protection-insectes.html?pb=moustiquaires-insecticides>
41. Pesticides pyréthrinoïdes / P / Index de A à Z / Biosurveillance / Environnement et santé / Dossiers thématiques / Accueil [Internet]. [Cité 18 mars 2019]. Disponible sur : <http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Biosurveillance/Index-de-A-a-Z/P/Pesticides-pyrethrinoides>
42. King [Internet]. [Cité 28 mars 2019]. Disponible sur : <http://www.sico.net/king.html>
43. Nerio LS, Olivero-Verbel J, Stashenko E. Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresour Technol*. janv 2010 ;101(1) :372-8.
44. Anti-moustiques : produits [Internet]. Le portail des ministères économiques et financiers. [Cité 14 mai 2019]. Disponible sur: https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/dgccrf/documentation/fiches_pratiques/fiches/anti-moustiques-produits.pdf
45. Revay EE, Junnila A, Xue R-D, Kline DL, Bernier UR, Kravchenko VD, et al. Evaluation of commercial products for personal protection against mosquitoes. *Acta Trop*. févr 2013;125(2):226-30.

46. Houmard A. Thérapeutique homéopathique en dermatologie. Éditions Boiron ; 1992. 393 p.
47. Clere N. Prévenir et soulager les piqûres d'insectes. Actual Pharm. juin 2014 ;53(537) :33-6.
48. Lamassiaude-Peyramaure S. Piqûre d'insectes. Actual Pharm. 1 juin 2009 ;48(486) :356.
49. Société de Médecine des Voyages (SMV), Société Française de Parasitologie (SFP). Protection personnelle antivectorielle [Internet]. [Cité 30 avr 2019]. Disponible sur : <http://www.medecine-voyages.fr/publications/ppavtextecourt.pdf>
50. Mousticare • Répulsifs naturels pour une protection totale contre les moustiques [Internet]. [Cité 26 avril 2019]. Disponible sur : <http://www.mousticare.fr/>
51. Sorge F. Insectifuges cutanés chez l'enfant et le nourrisson : actualités sur les critères de choix. Lett Infect. Juillet-Aout 2011;(4).
52. Sorge F, Gendrel D. Conseils pour enfants voyageurs. Arch Pédiatrie. 1 janv 2013 ;20(1) :95-9.
53. Horvath et al., 2008
54. Kriska et al., 2009
55. Horvath et al., 2010
56. Hollander et Wright, 1980
57. Coockey et Wright, 1987
58. Kriska et al., 1998
59. Egri et al., 2013
60. Foil et Hosgette, 1994
61. Roberts et Wilson, 1967
62. Van Henneker et al., 2008 ; Mihok et al., 2006 ; F. Baldacchino et al., 2013
63. Laveissière et Penchenier, 2005
64. Badelon, Judith. Piégeage des taons et des stomoxes : efficacité comparée des pièges h-trap et vavoua. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2016, 93 p.
65. Laveissière et Penchenier, 2005
66. Cliek et Olson, 2008
67. Baldacchino et al., 2014

68. Mihok, S. (2002). The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse dans other biting flies. *Cambridge University*. Récupérée en mai 2019, à partir de <https://www.cambridge.org/core/terms> <https://doi.org/10.1079/BER2002186>
69. Robert GAUMONT, « HYMÉNOPTÈRES », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 05 mai 2019. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/hymenopteres/>
70. Envenimation par les hyménoptères, Jean Meaume, *Revue Française des laboratoires*, avril 2002 n°342, Récupérée en mai 2019 à partir de : <https://www-sciencedirect-com.lama.univ-amu.fr/science/article/pii/S0338989802800580>
71. Nicolas Clere, d'après un article « Prévenir et soulager les piqûres d'insectes » paru dans : *Actualités pharmaceutiques*, n°537, juin 2014
72. « Ectoparasitoses courantes en France, Apport du laboratoire », Dominique Chabasse , Claude Guiguen [en ligne], consulté le 06 mai 2019. Consultable sur : <https://www-sciencedirect-com.lama.univ-amu.fr/science/article/pii/S1773035X17303209>
73. Robert A. Barish, MD, MBA ; Thomas Arnold, MD, [en ligne], consulté le 06 mai 2019. Consultable sur : <https://www.msmanuals.com/fr/professional/blessures-empoisonnement/morsures-et-piq%C3%BBres/morsures-d-acariens>
74. James G. H. Dinulos, MD, consulté le 06 mai 2019. Consultable : https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-dermatologiques/infections-parasitaires-cutan%C3%A9es/gale#v965245_fr
75. Mélanie Zille. Pathologies cutanées bénignes traitées par l'homéopathie à l'officine. *Sciences pharmaceutiques*. 2015. hal-01733602
76. Christine ROLLARD, « ARAIGNÉES ou ARANÉIDES », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 30 mai 2019. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/araignees-araneides/>
77. Bégo Benjamin, *Les principaux risques liés à la faune lors de randonnées en France métropolitaine*. Sciences pharmaceutiques, 2013.
78. P. CLAPSON, B. DEBIEN, L. DE HARO, morsures et piqûres par animaux venimeux en France métropolitaine, [en ligne], consulté le 30 mai 2019. Consultable sur : https://www.sfmu.org/upload/70_formation/02_formation/02_congres/Urgences/urgences2008/donnees/pdf/053_debien.pdf

SERMENT DE GALIEN

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

- ❖ D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- ❖ D'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.*
- ❖ De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- ❖ 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, méprisé de mes confrères, si j'y manque.