

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

en

Médecine vétérinaire

THEME

Les effets indésirables des anti-ectoparasitaires sur les animaux

Présenté par :

Melle Belarbi Sarah

Soutenue publiquement, le 14 Septembre 2023. Devant le jury :

Mr ZAOUANI Mohammed	MCA (ENSV)	Président
Mme HANI Fatma Amira	MCA (ENSV)	Examinatrice
Mr MOHAMMEDI Dahmane	Professeur (ENSV)	Promoteur
Mme MOHAMMEDI Sarah	MCB (ESSAIA)	Co-promotrice

2022-2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

en

Médecine vétérinaire

THEME

Les effets indésirables des anti-ectoparasitaires sur les animaux

Présenté par :

Melle Belarbi Sarah

Soutenue publiquement, le 14 Septembre 2023. Devant le jury :

Mr ZAOUANI Mohammed	MCA (ENSV)	Président
Mme HANI Fatma Amira	MCA (ENSV)	Examinatrice
Mr MOHAMMEDI Dahmane	Professeur (ENSV)	Promoteur
Mme MOHAMMEDI Sarah	MCB (ESSAIA)	Co-promotrice

2022-2023

Déclaration sur l'honneur

Je soussigne Mlle Belarbi Sarah, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce mémoire.

Signature

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sarah Belarbi', with a horizontal line extending to the right.

REMERCIEMENTS

A Monsieur Zaouani Mohammed

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger

Que je remercie d'accepter de présider mon jury de thèse, avec toute ma considération et mon respect.

A Madame Hani Fatma Amira

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger

Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury de thèse ,

Mes remerciements les plus sincères.

A Monsieur Mohammedi Dahmane,

Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire ,

que je remercie chaleureusement pour son soutien et sa guidance tout au long de ce projet de recherche .

A Madame Mohammedi Sarah,

Maître de Conférences à l'École Nationale Supérieure des Sciences de l'Aliment et des Industries Agroalimentaires.

Pour sa précieuse contribution à ce travail. Sa disponibilité, ses conseils éclairés, et son soutien indéfectible.

Je remercie ainsi tous les vétérinaires qui ont accepté de répondre à mon questionnaire d'enquête.

Table des matières

Bibliographie.....	3
CHAPITRE 1 : Généralités sur les ectoparasites.....	3
1.1. Définition des parasites:	3
1.2. Types d'ectoparasites:	4
1.2.1. Les tiques :.....	4
1.2.2. Les Puces :	4
1.2.3. Les poux :	5
1.2.4. Les aoûtats :	6
1.2.5. Les moustiques :	6
1.2.6. Les mouches piqueuses :	7
1.2.7. Les acariens de la gale :.....	7
CHAPITRE 2 : Les anti ectoparasitaires	9
2.1 Définition des anti ectoparasitaires:	9
2.2 Types d'anti ectoparasitaires disponibles sur le marché:.....	9
2.2.1. Les sprays (vaporisateurs):	9
2.2.2. Colliers antiparasitaires :	10
2.2.3. Antiparasitaires en spot-on :	11
2.2.4. Shampoings antiparasitaires :	12
2.2.5. Les plaquettes auriculaires:	13
2.2.6 Les comprimés et poudres orales:	14
2.2.7 Antiparasitaires injectables:.....	15
2.2.8 Dispositifs d'auto-traitement:	16
2.2.9 Antiparasitaires pour l'environnement:.....	17
2.3 La composition chimique des ectoparasitocides et leur effets secondaires connus	18
2.3.1 Les isoxazolines.....	18
2.3.2 Le fipronil	19
2.2.3 Les pyréthrinoïdes	20
2.2.4 Les macrolides antiparasitaires.....	20
2.2.5 Les composés organophosphorés	21
2.2.6 Les carbamates	22
2.2.7 L'amitraz	22
2.2.8 Les régulateurs de croissance	23
CHAPITRE 3 : La résistance aux ectoparasitocides	24
3.1 Définition de la résistance aux insecticides.....	24

3.2 Résistances de certains parasites contre des types d'anti ectoparasitaires.....	24
Partie expérimentale.....	26
Matériel et méthodes :.....	26
Résultat et discussion :.....	28
1. Les espèces concernées :.....	28
2. Les types d'ectoparasitocides utilisés :.....	29
3. Produits utilisés (Noms commerciaux et molécule composante) :	30
4. Les résistances observées lors d'utilisation d'anti-ectoparasitaires:.....	33
5. Les problèmes de santé observés :.....	33
6. Les symptômes observés et leur fréquence d'apparition :.....	34
7. Les lésions observées :.....	37
8. Les traitements entrepris en cas d'intoxication par ectoparasitocides.....	39
Conclusion	41

Listes des figures

Figure 1 : Tique sur pelage de chien (Wenner, 2021).....	4
Figure 2 : Excréments de puce sur pelage de chat (Harbison, 2008).....	5
Figure 3: Vue microscopique d'un poux de cheval (Harbison, 2008)	5
Figure 4: Infestation de aoûtats chez un chien (Minter, 1957)	6
Figure 5: Lésions causées par piqûre de moustique porteur de Leishmaniose (Medlock <i>et al.</i> , 2012)	7
Figure 6: Lésions cutanées provoquées par les Myaise chez un chat (Baldacchino <i>et al.</i> , 2013)	7
Figure 7: Lésions causées par la gale chez une poule (Arlan, 1989).....	8
Figure 8 Spray antiparasitaire parfumé de marque Plauet®	10
Figure 9 : Collier répulsif antiparasitaire pour grands chiens de marque Beaphar®.....	11
Figure 10 : Pipette spot on pour chats de marque Frontline®	12
Figure 11: Shampoing antiparasitaire pour chiens et chats de marque FrancoDex®	13
Figure 12 : Plaquettes auriculaire de marque Flectron®	14
Figure 13 : Comprimés antiparasitaires Capstar™ pour chiens et chats	15
Figure 14 : Antiparasitaire en solution injectable de marque Lobs®	16
Figure 15 : Sac à poudre (dust bag) pour bovins de marque Bayer®	17
Figure 16 : Insecticide pour environnement sous forme de diffuseur de marque Beaphar® ..	18
Figure 17 : Graphique représentant les pourcentage de type d’animaux traités par les vétérinaires.....	28
Figure 18 : Graphique représentant le pourcentage de type d’ectoparasitocides utilisés	29
Figure 19 : Graphique représentant le nombre de produits ectoparasitocides utilisés par les vétérinaires.....	32
Figure 20 : Graphique représentant le taux de résistances observés par ectoparasitocides	33
Figure 21 : Graphique représentant le taux d’existence de problèmes observés par utilisation d’ectoparasitocides.....	34
Figure 22 : Graphique représentant le taux de symptômes observés par l’utilisation d’ectoparasitocides.....	35
Figure 23 : Graphique représentant le taux de fréquence d’apparition de symptômes lors d’utilisation d’ectoparasitocides	37
Figure 24 : Graphique représentant le nombre et type de lésions observés par utilisation d’ectoparasitocides.....	38
Figure 25 : Graphique représentant le taux de chaque type de traitement entrepris lors d’intoxication par ectoparasitocides	39

INTRODUCTION

L'utilisation répandue d'anti-ectoparasitaires dans le soin des animaux est indiscutablement le reflet de notre engagement envers le bien-être de nos compagnons à quatre pattes et de la nécessité de protéger nos troupeaux et nos animaux d'élevage contre les affections parasitaires. Ces produits ont, en effet, révolutionné la manière dont nous gérons les infestations de puces, de tiques, de vers et d'autres parasites nuisibles, contribuant ainsi à prévenir des maladies graves et potentiellement mortelles. Néanmoins, derrière cet arsenal de protection se cachent des problèmes complexes et des effets néfastes souvent sous-estimés (Selzer et Epe, 2021).

L'un des aspects les plus préoccupants réside dans les effets secondaires sur la santé animale. Les anti-ectoparasitaires contiennent des produits chimiques actifs puissants, conçus pour tuer ou repousser les parasites. Malheureusement, ces produits peuvent également entraîner des effets indésirables chez les animaux, tels que des irritations cutanées, des réactions allergiques, des troubles gastro-intestinaux, voire même des intoxications graves en cas d'ingestion accidentelle. Certains animaux, en particulier ceux ayant une sensibilité accrue aux produits chimiques, peuvent souffrir de symptômes graves, compromettant ainsi leur bien-être général. Par ailleurs, l'utilisation inadéquate, telle que l'application excessive ou l'administration de produits destinés à une espèce à une autre, peut aggraver ces problèmes de santé (Copland & Elsheikha, 2021).

Outre les préoccupations liées à la santé animale, l'utilisation incontrôlée des anti-ectoparasitaires pose des défis environnementaux. Des résidus chimiques peuvent contaminer les sols, les cours d'eau et les écosystèmes, affectant ainsi la faune et la flore locales (de Souza et Guimarães, 2022).

De plus, le développement de résistances chez les parasites à cause d'une utilisation excessive d'anti-ectoparasitaires est une menace croissante qui peut compromettre l'efficacité à long terme de ces produits (Kaplan, 2004).

Dans ce mémoire, nous allons examiner en profondeur les différentes facettes de cette problématique, en mettant en lumière les effets néfastes de l'utilisation des anti-ectoparasitaires sur la santé animale et l'environnement, par le biais d'une enquête sous forme de questionnaire dirigé vers les vétérinaires praticien sur terrain.

L'objectif est de sensibiliser tous les acteurs impliqués dans la gestion de la santé des animaux à l'importance d'une utilisation responsable de ces produits, dans le but de garantir le bien-être des animaux et de préserver l'écosystème.

Bibliographie

CHAPITRE 1 : Généralités sur les ectoparasites

Selon l'étude réalisée par (Hudson *et al.*, 2006) , Les parasites jouent un rôle incontournable dans les écosystèmes en tant que régulateurs naturels. Cependant, ils peuvent agir en conjonction avec d'autres facteurs de stress abiotiques et biotiques, tels que les contaminants, pour affecter la santé des animaux (Marcogliese et Pietrock, 2011).

Leur présence peut entraîner des conséquences néfastes sur la santé et le bien-être des animaux, ainsi que sur la santé publique (Gharbi, 2023).

1.1. Définition des parasites:

Le parasite vient du grec parasitos (Lafferty, 2008). Les parasites sont de petits êtres vivants appartenant au règne animal, végétal, bactérien ou mycosique (Hordé, 2016), dont l'évolution dépend d'un hôte, qui est considéré comme un autre organisme vivant (Morlot, 2011), On distingue selon la localisation :

Endoparasites : Ce sont des parasites internes qui vivent dans les différents tissus et cavités profondes de l'organisme (Bencheikh, 2010).

Ectoparasites : Un ectoparasite est un type de parasite externe qui habite à la surface du corps d'un être vivant. Son cycle de développement peut causer une maladie chez l'hôte, connue sous le nom d'ectoparasitose (Heather *et al.*, 2013).

1.2. Types d'ectoparasites:

1.2.1. Les tiques :

Elles font partie de l'ordre des *Ixodida* sont des arachnides, ils englobent deux familles les *Ixodidae* et *Argasidae*. Parasites externes homophiles, caractérisés par leur morphologie qui permet leurs fixations à l'hôte et à leurs abdomens capables de s'étendre à plusieurs fois leur taille initiale. Elles ont répondu dans le monde où le climat est humide et chaud , leurs gamme d'hôtes sont très variés des reptiles , amphibiens , jusqu'aux mammifères domestiques (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).

Les tiques peuvent parfois être porteuses d'un ou plusieurs pathogènes dont les bactéries comme *Rickettsia* (typhus etc...) et autres virus. Elles peuvent également être venimeuses comme la tique australienne (*Ixodes holocyclus*) (Wenner, 2021).



Figure 1 Tique sur pelage de chien (Wenner, 2021)

1.2.2. Les Puces :

De l'ordre des *Siphonaptera* qui comprend 2500 espèces , hématothages dépourvu d'ailes , et dotées de pattes arrières allongé leurs permettant d'effectuer des sauts jusqu'à 50 fois leurs taille et des griffes pour s'accroche fermement à l'hôte (Gullan et Cranston, 2014).

Elles parasitent plusieurs vertébrés à sang chaud dont les chiens , chats , lapins , rats etc.. , généralement elles se spécialisent dans un seul groupe. Elles peuvent tout de même parasiter d'autres groupes mais sans pouvoir se produire sur ces derniers (Krasnov, 2008).

A cause de leurs morsures elles sont une source de nuisance provoquant l'hôte à se gratter ou mordre les zones touchées , elles peuvent aussi être des vecteurs viraux et bactériens (Peste bubonique etc.)(Sherman, 2002).



Figure 2 Excréments de puce sur pelage de chat (Harbison, 2008)

1.2.3. Les poux :

Ils font partie du clade des *Phthiraptera* comprenant plus de 5000 espèces(de Moya *et al.*, 2021), ce sont des parasites obligatoires (ont strictement besoin d'un hôte pour se reproduire), dépourvus d'ailes , se nourrissant de sang , fragments de peaux mortes et d'autres sécrétions de l'épiderme de leurs hôtes (mammifères et oiseaux). Elles sont notamment vecteurs de typhus (Harbison, 2008).



Figure 3: Vue microscopique d'un poux de cheval (Harbison, 2008)

1.2.4. Les aoûtats :

Ce sont les larves des acariens de la famille des *Trombiculidae* , durant cette phase larvaire ils parasitent les organismes à sang chaud , provoquant de fortes démangeaisons chez l'hôte. Les animaux sauvages et domestiques comme les chats , chiens , chevaux , bétails serait un réservoir de ce parasite (Minter, 1957).

Ces larves sont vectrices de pathologies telles que : fièvre fluviale du japon , myxomatose (chez le lapin) (Minter, 1957), ehrlichioses (Fernandez-Soto *et al.*, 2001).



Figure 4: Infestation de aoûtats chez un chien (Minter, 1957)

1.2.5. Les moustiques :

Ils représentent la famille des *Culicidae* de l'ordre de Diptères, ils sont caractérisés de longues antennes et des ailes écaillées, les femelles se distingues par une pièces buccale en forme de trompe rigide leurs servant de piqueur et suceurs pour accéder au sang (Harbach, 2008).

ils sont sources de nuisances par leurs piqûres mais aussi ce sont des sources épidémiologiques en étant vecteurs d'agents pathogènes pour les animaux et humains comme le virus de la dengue (Medlock *et al.*, 2012).



chien atteint de leishmaniose avec des lésions cutanées sur l'oreille



chien atteint d'une leishmaniose avec perte de pigments sur la truffe et conjonctivite

Figure 5: Lésions causées par piqûre de moustique porteur de Leishmaniose (Medlock *et al.*, 2012)

1.2.6. Les mouches piqueuses :

Communément appelées stomoxe mouche piquante ou mouche charbonneuse, ce sont une espèce de diptères de la famille des *Muscidae*. Elles se nourrissent de sang de mammifères, les rendant capable de transmettre la maladie du charbon (infection de *Bacillus anthracis*) (Baldacchino *et al.*, 2013).



Figure 6: Lésions cutanées provoquées par les Myaise chez un chat (Baldacchino *et al.*, 2013)

1.2.7. Les acariens de la gale :

Appelés scientifiquement *Sarcoptes scabiei*, d'une taille d'environ 0.4mm et de forme circulaire avec 2 paires de pattes. Ils parasitent les mammifères sauvages et domestiques. Leurs parasitage

s'effectuent en creusant l'épiderme de l'hôte pour y poser des œufs et en se nourrissant du sang et des cellules (Pence et Ueckermann, 2002).

Ils sont à l'origine de la gale qui est causée par leurs activités provoquant des démangeaisons intenses , rougeurs la présence des œufs déclenche de grandes réactions allergiques (Arlan, 1989).



Figure 7: Lésions causées par la gale chez une poule (Arlan, 1989)

CHAPITRE 2 : Les anti ectoparasitaires

2.1 Définition des anti ectoparasitaires:

Les ectoparasitocides sont des substances chimiques utilisées pour contrôler les parasites externes tels que les tiques, les mouches des buffles, les poux et les acariens sur le bétail, y compris le bétail (Coleman *et al.*, 2013). Les produits chimiques disponibles peuvent agir soit de manière systémique, après application cutanée et absorption par l'hôte, soit simplement par contact direct avec les parasites ciblés (Taylor, 2001).

2.2 Types d'anti ectoparasitaires disponibles sur le marché:

L'un des progrès majeurs dans le contrôle des ectoparasites chez les animaux domestiques a été réalisé grâce à l'amélioration des méthodes d'application. Des produits sont disponibles pour une administration parentérale ainsi que pour une application topique par diverses méthodes, notamment les trempages, les vaporisateurs, les applications "pour-on", les traitements localisés, les poudres saupoudrantes, les étiquettes auriculaires, les shampooings et les mousses, en fonction du parasite ciblé et de l'hôte (Bates, 2004).

2.2.1. Les sprays (vaporisateurs):

Des vaporisateurs, disponibles pour le contrôle des ectoparasites chez le bétail et les animaux de compagnie, sont couramment utilisés. Les étables, les granges, les écuries et les laiteries sont généralement traitées avec des sprays insecticides, et les animaux eux-mêmes peuvent y être pulvérisés, à la fois pour éliminer et repousser les mouches. Une gamme de formulations est disponible sous forme de concentrés liquides nécessitant d'être dilués avec de l'eau pour produire une émulsion destinée à être appliquée par pulvérisation (ainsi que par trempage ou shampooing). L'utilisation de techniques de micro-encapsulation, où une fine couche de produit

chimique est appliquée autour des ingrédients actifs, peut augmenter l'efficacité résiduelle des vaporisateurs (Bates, 2004).



Figure 8 Spray antiparasitaire parfumé de marque Plauet®

2.2.2. Colliers antiparasitaires :

D'importantes avancées ont été réalisées dans l'application topique des pesticides grâce à l'introduction de dispositifs imprégnés., tels que les colliers antiparasitaires. Ces colliers sont généralement en plastique ou en tissu, imprégnés du produit chimique qui est ensuite lentement libéré sur le pelage de l'animal. Les colliers matriciels, tels que le collier en vinyle, ont été la formulation la plus couramment disponible, dans laquelle le composé actif est mélangé directement au polymère lui-même (Witchey-Lakshmanan, 1999).

Ils peuvent offrir une protection de plusieurs mois contre les puces et les tiques chez les chats et les chiens (Taylor, 2001).



Figure 9 : Collier répulsif antiparasitaire pour grands chiens de marque Beaphar®

2.2.3. Antiparasitaires en spot-on :

Ils contiennent des produits chimiques pesticides à des concentrations relativement élevées et sont formulés soit pour pénétrer la peau et agir de manière systémique, soit pour se répandre à la surface de la peau et agir par contact (Taylor, 1997, 2000).

Les formulations spot-on sont utilisées pour contrôler les parasites tels que les mouches, les poux et les tiques chez le bétail et les puces et les tiques chez les animaux de compagnie. Elles permettent une application facile de petites quantités de principes actifs sur des endroits spécifiques (Sonenshone *et al.*, 1996).



Figure 10 : Pipette spot on pour chats de marque Frontline®

2.2.4. Shampoings antiparasitaires :

Les shampoings sont principalement utilisés pour les petits animaux, en particulier les chiens, dans le traitement et la prévention des infestations de puces, ainsi que dans le traitement de la gale sarcoptique et démodécique. Le shampoing des chats est rarement entrepris et les chats, en particulier, peuvent être plus sensibles à de nombreux insecticides et ne tolèrent pas le bruit de certains vaporisateurs aérosols. En alternative, des mousses qui peuvent être appliquées dans la paume de la main avant l'application et ensuite massées dans les poils, ou des préparations à appliquer à l'éponge, peuvent être directement utilisées sur le pelage. Cependant, les animaux à poil long peuvent nécessiter une tonte préalable au traitement (Curtis, 1999).



Figure 11: Shampoing antiparasitaire pour chiens et chats de marque FrancoDex®

2.2.5. Les plaquettes auriculaires:

La plaquette auriculaire représente l'équivalent du collier antiparasitaire utilisé chez les bovins, toutefois, elle se présente sous une forme distincte. Elle se matérialise sous la forme d'une petite plaque en PVC imprégnée d'insecticide, fixée à l'oreille à la manière d'une boucle d'identification (Junquera, 2021; Legroux, 1983).

Les plaquettes auriculaires sont conçues dans le but de fournir une protection aux animaux hôtes contre les mouches, en particulier contre les *Haematobia irritans*. L'action sur *Musca autumnalis* est moins bonne car elle passe beaucoup moins de temps posée sur les bovins (Franc, 1997).

Jusqu'à présent, les plaquettes restent largement utilisées. En 2020, il n'y a qu'une seule formulation disponible, qui utilise la cyperméthrine comme ingrédient actif (ANSES, 2021).



Figure 12 : Plaquettes auriculaire de marque Flectron®

2.2.6 Les comprimés et poudres orales:

Les comprimés et les poudres orales sont les principales présentations solides administrées par voie orale. Elles sont couramment utilisées chez les chiens et les chats pour le traitement des infestations de puces, éventuellement de poux, de tiques et d'autres types d'acariens. Dans certains cas, ces formulations contiennent également un anthelminthique en combinaison (Junquera, 2021).

Même s'ils sont également utilisés pour combattre les puces, ces comprimés étaient principalement destinés à traiter la démodécie canine et la gale sarcoptique. Cependant, leur efficacité pour ces acariens en particulier s'est avérée incertaine (Jacot, 1973; Pierson, 1969).



Figure 13 : Comprimés antiparasitaires Capstar™ pour chiens et chats

2.2.7 Antiparasitaires injectables:

Son application concerne essentiellement les ruminants et les porcins. Actuellement, c'est l'une des formes pharmaceutiques les plus couramment employées pour traiter les animaux d'élevage contre les parasites internes et externes.

Les produits injectables partagent des atouts similaires avec les formulations topiques "pour-on" : ils sont aisés à utiliser et n'exigent pas d'investissement en équipement. Cependant, à la différence des produits topiques, l'administration d'injections n'est pas tributaire des conditions météorologiques, car l'eau ne risque pas de compromettre l'efficacité du traitement. De plus, les comportements de léchage n'ont aucune incidence sur l'absorption, et toute contamination croisée due à un léchage solidaire est évitée (Junquera, 2021).



Figure 14 : Antiparasitaire en solution injectable de marque Lobs®

2.2.8 Dispositifs d'auto-traitement:

Les dispositifs d'auto-traitement englobent les méthodes de traitement animal qui ne nécessitent pas une intervention humaine directe. Ils tirent parti des mouvements et des comportements naturels des animaux de manière à ce que ces derniers se traitent sans en être conscients, éliminant ainsi la nécessité d'une manipulation humaine. La nature de ces dispositifs varie en fonction de l'espèce animale concernée et ils sont principalement mis en œuvre chez les animaux d'élevage.

-Pour les bovins : Les sacs à poudre (ou « dust bag ») sont des sacs à maille large remplis de poudre insecticide, généralement des organophosphorés (coumaphos, tétrachlorvinphos, malathion) (Franc, 1997).



Figure 15 : Sac à poudre (dust bag) pour bovins de marque Bayer®

-Pour les oiseaux : tels que les poules, l'instinct naturel du bain de sable est utilisé de manière ingénieuse (Fontaine et Cadoré, 1995; Junquera, 2021). Une poudre insecticide est mélangée au sable dans les bains de sable mis à leur disposition, ou directement incorporée à la litière. Cela permet à l'animal de s'auto-traiter chaque fois qu'il exprime ce comportement naturel. Dans ce contexte, les substances actives concernées appartiennent à la classe des organophosphorés, tels que le coumaphos, le crotoxyphos et le malathion, mais le carbaryl peut également être employé (Fontaine et Cadoré, 1995).

2.2.9 Antiparasitaires pour l'environnement:

Il existe sur le marché des pulvérisateurs à appliquer dans l'environnement de l'animal , selon le parasite ciblé (Curtis, 1999; Jule, 2002).

Parmi les aérosols disponibles, certains dispositifs appelés « diffuseurs » ou « foggers » sont dédiés au traitement de l'environnement. À la différence des aérosols classiques, la libération de l'antiparasitaire se fait automatiquement après activation du fogger. Cela permet de traiter une pièce ou un local en l'absence de l'utilisateur (Jule, 2002).



Figure 16 : Insecticide pour environnement sous forme de diffuseur de marque Beaphar®

2.3 La composition chimique des ectoparasitocides et leur effets secondaires connus

Les composés chimiques utilisés dans différents antiparasitaires, bien qu'efficaces, sont souvent accompagnés d'effets secondaires pouvant parfois nuire à leur performance. Voici quelques-uns des principaux effets indésirables de chaque substance :

2.3.1 Les isoxazolines

Ce sont des insecticides et acaricides à action non-compétitive sur les récepteurs GABA (Gassel *et al.*, 2014).

avec une sélectivité plus forte pour ceux des arthropodes que des mammifères et une activité présente pour des concentrations nano-molaires (Mitchell *et al.*, 2014).

Effets secondaires:

Après avoir démontré leur efficacité contre les insectes, des recherches fructueuses ont été entreprises pour étendre l'application de ces molécules aux carnivores domestiques. Les effets indésirables associés à ces composés sont principalement de nature gastro-intestinale et de faible gravité, incluant des symptômes tels que vomissements et diarrhée. Cependant, le Résumé des Caractéristiques du Produit signale également des incidents de prurit, léthargie et anorexie. Les informations sur leur impact environnemental demeurent limitées en raison de leur mode d'administration, mais compte tenu de la manière dont cette famille de composés agit, leur potentiel toxicité pour les arthropodes et les organismes aquatiques est notable (Schuhmacher *et al.*, 2017).

2.3.2 Le fipronil

Le fipronil est un insecticide de la famille des phénylpyrazoles (Moffat, 1993). Il possède une action par contact et ingestion sur le système nerveux central des arthropodes en bloquant les canaux chlorure GABA-dépendants (Cole *et al.*, 1993). Ainsi que les canaux chlorures glutamate dépendants, ces derniers n'existant pas chez les mammifères, cela expliquerait la spécificité du fipronil sur les insectes. (Raymond-Delpech *et al.*, 2005)

Effets secondaires:

Il est important de noter que cet insecticide présente une action relativement lente (Postal *et al.*, 1995). Son mode d'action débute par une phase de diffusion, se concentrant ensuite dans les glandes sébacées où il est progressivement libéré. Sa capacité à traverser la barrière cutanée est limitée (Cochet *et al.*, 1997).

L'utilisation régulière de cette substance peut causer des irritations cutanées locales. Les effets indésirables majeurs se manifestent principalement en cas d'ingestion ou de surdosage, avec des symptômes tels que salivation excessive, problèmes de coordination, léthargie, sensibilité accrue, manifestations nerveuses et vomissements. Les jeunes animaux sont particulièrement sensibles à ces effets. Lorsque Ingérée, une partie minime de la substance est métabolisée et éliminée principalement par les selles (Schuhmacher *et al.*, 2017).

Le fipronil présente toutefois un risque environnemental significatif, étant particulièrement nocif pour les écosystèmes aquatiques et les abeilles en raison de sa forte toxicité et de sa capacité à s'accumuler dans leur environnement (Tingle *et al.*, 2003).

2.2.3 Les pyréthriinoïdes

Les pyréthriinoïdes synthétiques se divisent en deux générations : la première, sensible à la lumière et à l'oxydation, et la deuxième, plus stable à la lumière. La deuxième génération se subdivise en pyréthriinoïdes de type I (moins stables, utilisés en intérieur et en médecine vétérinaire) et de type II (stables, utilisés même en agriculture)(Patel et Patil, 2016).

Ils présentent une toxicité aiguë presque négligeable pour les mammifères, mais sont hautement toxiques pour les organismes cibles. Ils ont été introduits comme une alternative à d'autres classes d'insecticides tels que le DDT et les organophosphorés. Le problème avec les insecticides précédemment utilisés était leur toxicité pour les organismes non ciblés, en particulier les mammifères et les humains. Les pyréthriinoïdes ont résolu ce problème en raison de leur faible toxicité pour les humains et les mammifères(Patel et Patil, 2016).

Cependant ils sont extrêmement toxiques pour les animaux aquatiques, même à de faibles concentrations. Leur utilisation est restreinte dans les environnements aquatiques en raison de leur dangerosité pour les poissons, principalement en raison de leur métabolisme lent (Patel et Patil, 2016).

2.2.4 Les macrolides antiparasitaires

Les endo-ectoparasitocides, également connus sous le nom d'endectocides, composés des Avermectines et les Milbémycines sont des antibiotiques de la famille des macrolides (lactones macrolitiques "LM"), Ils représentent une classe d'antiparasitaires de plus en plus utilisée pour leurs nombreux avantages comme leur large spectre d'activité contre les parasites internes et externes (insecticides, acaricides et nématocides), leurs formulations galéniques et leurs propriétés pharmacologiques. Leur toxicité est en général réduite pour les mammifères. En

revanche, ils n'ont aucune activité sur les trématodes (*Fasciola hepatica*, *Dicrocoelium lanceolatum*, *Paramphistomum spp.*) et les cestodes (ténias) (Torche et Beroual, 2021).

Effets secondaires :

L'exemple de l'ivermectine: En situation de surdosage notable, les symptômes de toxicité aiguë se manifestent par des signes affectant le système nerveux. Ces signes comprennent la dépression, l'altération de la coordination des mouvements, les tremblements, l'augmentation de la salivation, la dilatation excessive de la pupille, et dans des situations peu communes, l'entrée en coma suivi du décès (Campbell W.C. *et al.*, 1983).

2.2.5 Les composés organophosphorés

Les composés organophosphorés agissent en inhibant de manière irréversible l'enzyme acétylcholinestérase, entraînant ainsi une défaillance mortelle du système nerveux central des insectes (Fournier et Mutero, 1994).

Une petite quantité seulement pénètre dans le sang après une application topique, ce qui limite les effets indésirables aux cas de surdosage massif ou d'ingestion. Chez les mammifères, le produit est progressivement dégradé par les enzymes du foie, mais cette voie métabolique est absente chez les insectes, ce qui entraîne une accumulation du composé actif. Cette accumulation explique sa toxicité élevée pour les insectes et les oiseaux, ainsi que sa toxicité modérée pour les organismes aquatiques (Schuhmacher *et al.*, 2017).

Les animaux de compagnie carnivores intoxiqués peuvent manifester des symptômes tels que des tremblements, une salivation excessive, un manque d'appétit, de la léthargie, une dilatation des pupilles et des vomissements (Frick *et al.*, 1987).

L'antidote principal est le sulfate d'atropine, qui atténue les effets de l'intoxication en bloquant les récepteurs muscariniques à l'acétylcholine, évitant ainsi la surstimulation due à l'accumulation d'acétylcholine. Parfois, le pralidoxime, un réactivateur de l'acétylcholinestérase, peut aussi être utilisé seul ou en combinaison avec l'atropine pour traiter l'intoxication (Dressel *et al.*, 1982; R. Gupta, 2014; Shlosberg *et al.*, 1997).

2.2.6 Les carbamates

Il s'agit d'une molécule insecticide qui démontre une efficacité notable contre les infestations de puces. Au sein de cette catégorie, seul le propoxur est disponible sur le marché (Miller *et al.*, 1977).

Ces substances agissent en inhibant de manière réversible l'enzyme acétylcholinestérase. Cette inhibition entraîne l'incapacité des neurones cholinergiques à revenir à leur état de repos après l'activation, ce qui entraîne des problèmes neurologiques mortels chez les insectes. Cependant, il existe des rapports de résistance à ces composés (Rust, 2016).

Les effets secondaires observés incluent des tremblements, un manque de coordination, une baisse de la température corporelle et une augmentation des sécrétions. Dans de tels cas, l'antidote recommandé est le sulfate d'atropine (Eraslan *et al.*, 2009).

2.2.7 L'amitraz

L'amitraz est le seul représentant de la famille des formamidines à être utilisé en médecine vétérinaire (Baynes, 2018).

Il agit en tant qu'agoniste des canaux octopaminergiques, où l'octopamine sert de principal neurotransmetteur aux acariens. Cette interaction induit une hyperexcitation qui entraîne la paralysie et par la suite la mort de l'acarien (Langston et Varela-Stokes, 2019).

Les principaux effets indésirables observés chez les carnivores (le chat étant plus susceptible que le chien en raison de son comportement de léchage et de toilettage plus prononcé) comprennent une léthargie, une diminution de l'appétit, des épisodes de vomissements, une bradycardie et une hypotension. Des réactions locales d'irritation sont également signalées. L'antidote recommandé est la yohimbine ou l'atipamézole, agissant en tant qu'antagonistes des récepteurs α_2 -adrénergiques (Schaffer *et al.*, 1990).

2.2.8 Les régulateurs de croissance

Les régulateurs de croissance des insectes, également appelés IGR (Insect Growth Regulators), sont des composés à la fois ovicides et larvicides. Leur mode d'action est caractéristique : plutôt que de tuer le parasite directement, ils perturbent son cycle de vie en interrompant le développement des stades immatures (Baynes, 2018). Ces composés sont spécialement pertinents pour gérer les infestations de puces chez les animaux de compagnie et pour prévenir les cas de myiases chez les ovins (Kegler, 2021).

Les IGR présentent une marge thérapeutique considérable chez les mammifères, car ils ciblent des éléments propres aux arthropodes. Néanmoins, ils se révèlent hautement toxiques pour les arthropodes environnementaux, car leur efficacité est notable à des doses extrêmement réduites (Junquera, 2021).

CHAPITRE 3 : La résistance aux ectoparasitiques

La résistance aux traitements antiparasitaires est devenue un phénomène de plus en plus préoccupant dans le domaine de la médecine vétérinaire. Toutes les espèces animales domestiques, présentes sur tous les continents, sont touchées par ce problème. Cette résistance concerne plusieurs classes thérapeutiques utilisées pour combattre une variété d'espèces parasites, comprenant champignons, protozoaires, helminthes et arthropodes. Parallèlement à la résistance bactérienne aux antibiotiques, la résistance des parasites aux traitements antiparasitaires a des conséquences économiques dans les exploitations agricoles et engendre un risque potentiel pour la santé humaine (Kaplan, 2004).

3.1 Définition de la résistance aux insecticides

La résistance aux insecticides est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme étant un trait héréditaire conférant aux insectes résistants une tolérance accrue vis-à-vis d'un insecticide ou d'un groupe d'insecticides leur permettant de survivre à une concentration du pesticide normalement létale pour leur espèce (OMS, 1992). Le critère retenu par l'OMS pour déclarer l'existence d'une résistance à un insecticide est la survie d'au moins 20% des insectes exposés à l'insecticide.

3.2 Résistances de certains parasites contre des types d'antiectoparasitaires

La résistance des ectoparasites aux insecticides est un problème croissant (Gracia *et al.*, 2017). Parmi les exemples significatifs de résistance, la puce du chat *Ctenocephalides felis* a montré une résistance au fipronil (Berger, 2018). Des mécanismes de résistance multifactoriels ont été identifiés, tels qu'une mutation génétique appelée Rdl et une augmentation du processus de métabolisation de l'insecticide chez les puces (Hodoul, 2019).

La mouche domestique *Musca domestica L.* a également été étudiée pour sa résistance à différents insecticides. Les insecticides organophosphorés ont montré une résistance faible à modérée, tandis que la résistance aux pyréthriinoïdes, en particulier au cyperméthrine, était plus élevée que pour les autres classes d'insecticides testés. Cette variation de résistance peut être attribuée à des facteurs tels que les variations de température (Khan *et al.*, 2013).

Les tiques, en particulier *Boophilus microplus*, ont développé une résistance aux pyréthriinoïdes. Cette résistance est le résultat d'une sélection rigoureuse exercée par un traitement prolongé et intensif avec ces insecticides. Au fil du temps, les tiques ont évolué génétiquement et développé une capacité d'adaptation qui leur permet de survivre et de se reproduire malgré l'exposition aux pyréthriinoïdes. Il est essentiel d'utiliser les antiparasitaires de manière responsable et de mettre en place des stratégies de gestion efficaces pour contrôler les infestations de tiques résistantes (Beugnet et Chardonnet, 1995).

La résistance des ectoparasites aux insecticides est un problème complexe qui nécessite une surveillance continue et des approches de gestion appropriées. Comprendre les mécanismes de résistance, tels que les mutations génétiques et les processus de métabolisation, est crucial pour développer des stratégies de contrôle efficaces et durables (Beugnet et Chardonnet, 1995).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes :

Pour étudier les effets néfastes de l'utilisation des anti ectoparasitaires sur les animaux, nous avons décidé d'effectuer une étude sur une cinquantaine vétérinaires algériens sélectionnés au hasard se trouvant dans différentes wilayas.

Cette étude a été réalisée en utilisant un questionnaire sur la plateforme **Google Forms** et envoyé à chaque vétérinaire par email ou messagerie en ligne.

Les questions posées sont présentés ci-dessous :

- Nom et Prénom, Adresse mail, Numéro de téléphone.
- Zone d'activité (commune / wilaya).
- Quels types d'anti-ectoparasitaires utilisez-vous pour traiter vos animaux ?
- Quelles sont les espèces concernées ?
- Citez le nom du/des produit(s) utilisé(s) et leurs dénominations communes internationale.
- Avez-vous observé une résistance aux anti-ectoparasitaires chez vos animaux ?
- Avez-vous déjà eu des problèmes de santé chez vos animaux liés à l'utilisation d'anti-ectoparasitaires ?
- Quelle est la fréquence d'apparition de cas symptomatiques liés à l'utilisation des anti-ectoparasitaires ?
- Quels sont les symptômes observés lors d'une atteinte par traitement anti ectoparasitaire?
- Quelles sont les lésions observées lors d'une atteinte par traitement anti-ectoparasitaire ?
- Quels traitements entreprenez-vous lors d'intoxication par anti ectoparasitaire ?

A la fin du questionnaire il a été mis à leur disposition un espace de commentaires à ajouter.

Après 55 jours, nous avons clôturé le questionnaire et traité les données récoltées dans le logiciel Excel pour les organiser sous forme de tableaux, graphiques, courbes nous permettant de mieux visualiser nos résultats.

La collecte et la protection des données personnelles (Noms, Email, Numéro de téléphone etc.) de chaque participant a été faite suivant l'éthique scientifique et professionnelle.

Afin de simplifier la lisibilité et la visualisation des résultats, les pourcentages seront utilisés pour présenter les données. Les tableaux avec les effectifs complets seront disponibles en annexe pour une référence plus détaillée.

Résultat et discussion :

Notre enquête a impliqué la participation de 53 vétérinaires répartis dans différentes régions d'Algérie. Parmi eux, 55% étaient basés dans la région d'Alger, tandis que les 45% restants étaient principalement localisés dans les régions de l'est et du centre du pays, comprenant Annaba, Batna, Béchar, Biskra, Blida, Boumerdes, Constantine, Laghouat, Médéa, Skikda et Tizi-Ouzou. Quelques vétérinaires de l'ouest du pays, notamment de Béchar, Mascara, Naâma, Oran, Sidi bel Abbas et Sétif, ont également participé à l'étude.

1. Les espèces concernées :

D'après les résultats observés dans la figure 17, les chiens et les chats sont les animaux les plus touchés par les effets indésirables des anti-ectoparasites, représentant chacun 23% des cas. Les oiseaux constituent 13% des cas traités, tandis que les ovins représentent 10%, les bovins 9%, les caprins 9%, les équins 8%, et les rongeurs 5% des cas traités.

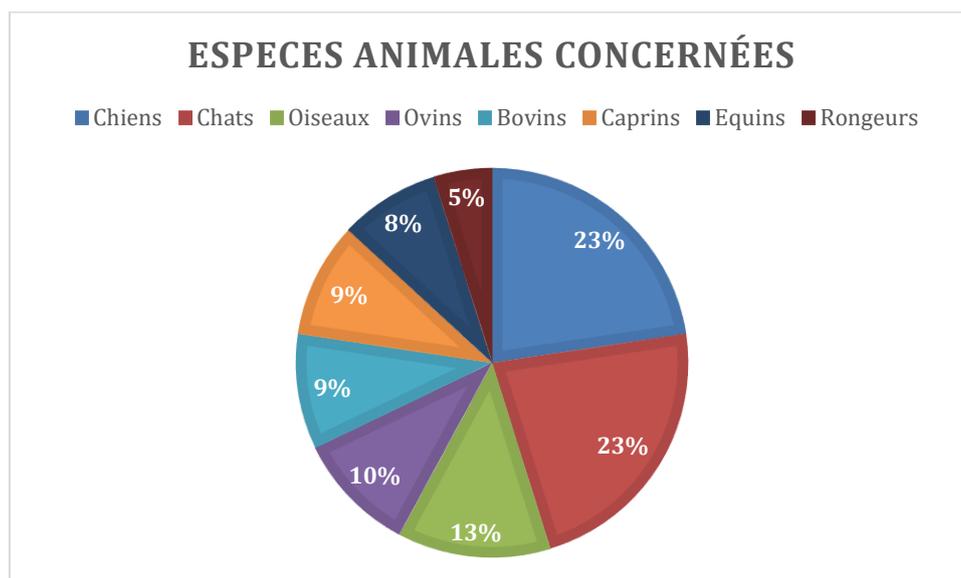


Figure 17 : Graphique représentant les pourcentage de type d'animaux traités par les vétérinaires

Comme avec Fresnay en 2018 Les carnivores domestiques, tels que les chiens et les chats, représentent la grande majorité des événements indésirables signalés par traitement d'anti parasitaires externes avec 80% des déclarations. Les bovins représentent 9% des déclarations, les équins 2,9%, les volailles 1,5%, les ovins 1,4%, les porcs 1,7% et les caprins 0,4%.

2. Les types d'ectoparasitocides utilisés :

En ce qui concerne les types d'anti-ectoparasitaires utilisés, on constate dans la figure 18 une utilisation majoritaire des produits Spot-on, oraux et des colliers, représentant respectivement 29%, 27% et 24% des cas traités. Les autres produits comprennent l'utilisation de shampoings (13%), d'injections (5%) et de sprays (2%).

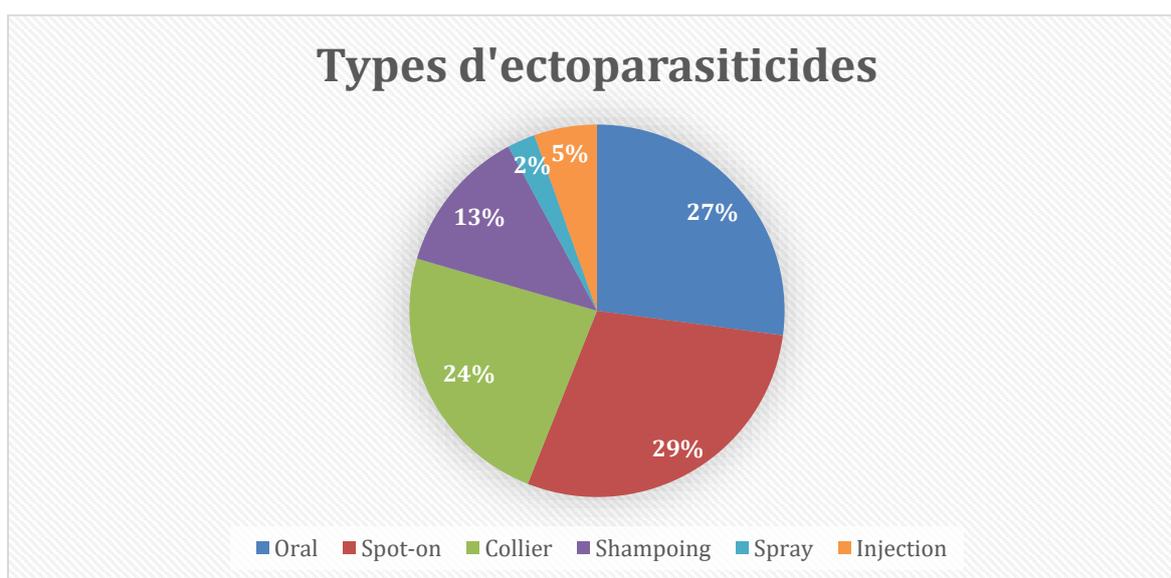


Figure 18 : Graphique représentant le pourcentage de type d'ectoparasitocides utilisés

Schuhmacher *et al.*, 2017 ont trouvé que les médicaments sous forme de comprimés ont globalement montré de hautes incidences de déclaration d'effets secondaires graves, possiblement à mettre en lien avec leur récente mise sur le marché. On constate que tous les médicaments ne sont pas équivalents : l'incidence des effets indésirables concernent dans l'ordre décroissant Comfortis (spinosad), Bravecto (fluralaner) puis Nexgard (afoxolaner).

Ils ont également ajouté que :

- Les shampoings le dosage peut être approximatif, ce qui peut entraîner un surdosage chez les petits animaux, comme les chats. De plus, un rinçage insuffisant peut augmenter le risque d'ingestion.

- Les sprays peuvent également présenter une quantité administrée imprécise, bien qu'une pression délivre normalement une quantité fixe de produit. Cela peut entraîner un surdosage.
- Les colliers peuvent provoquer des cas de strangulation ou de piégeage. De plus, de nombreux cas d'ingestion ont été signalés, en particulier chez les chiens, ce qui peut entraîner des effets indésirables graves dus à une intoxication ou à la présence d'un corps étranger.
- Les comprimés peuvent parfois provoquer des vomissements.
- Les pipettes (spot-on) sont généralement considérées comme sûres, avec une faible incidence signalée d'effets indésirables graves.

3. Produits utilisés (Noms commerciaux et molécule composante) :

Suite à l'enquête, nous avons constaté que les vétérinaires utilisent une multitude de produits et de molécules pour traiter leurs animaux, présenté dans la figure 19. Parmi ceux-ci, les produits les plus couramment utilisés sont les suivants, avec leur pourcentage d'utilisation :

- Nexgard (Afoxolaner) : 15%
- Virbac Effipro (Fipronil) : 14%
- Frontline (Fipronil) : 13%
- Sebacil (Phoxim) : 9%
- Kiltix (Propoxur / Fluméthrine) : 8%

D'autres produits sont également utilisés par certains vétérinaires, tels que ceux mentionnés ci-dessous. Il convient de noter que chacun de ces produits représente moins de 4% de l'utilisation totale :

- Baymec (Ivermectine)
- Frontline Combo (Fipronil + (S)-Méthoprène)
- Scalibor (Deltaméthrine)
- Ivomec (Ivermectine)

- Simparica (Sarolaner)
- Bayticol (Fluméthrine)
- Deltanil (Deltaméthrine)
- Prazimec (Praziquantel / Ivermectine)
- Virbac Effipro ((S)-Méthoprène)
- Ectosules (Cyperméthrine)
- Pourrox (Phoxim)
- Biocanina Fiprococat 50mg (Fipronil)
- Exzolt (Fluralaner)
- Stronghold (Sélamectine)
- Virbac Effipro Duo (Fipronil / Pyriproxifène)

Ces produits représentent une partie des options utilisées par les vétérinaires pour le traitement des animaux, et il peut y en avoir d'autres en fonction des besoins spécifiques de chaque cas.

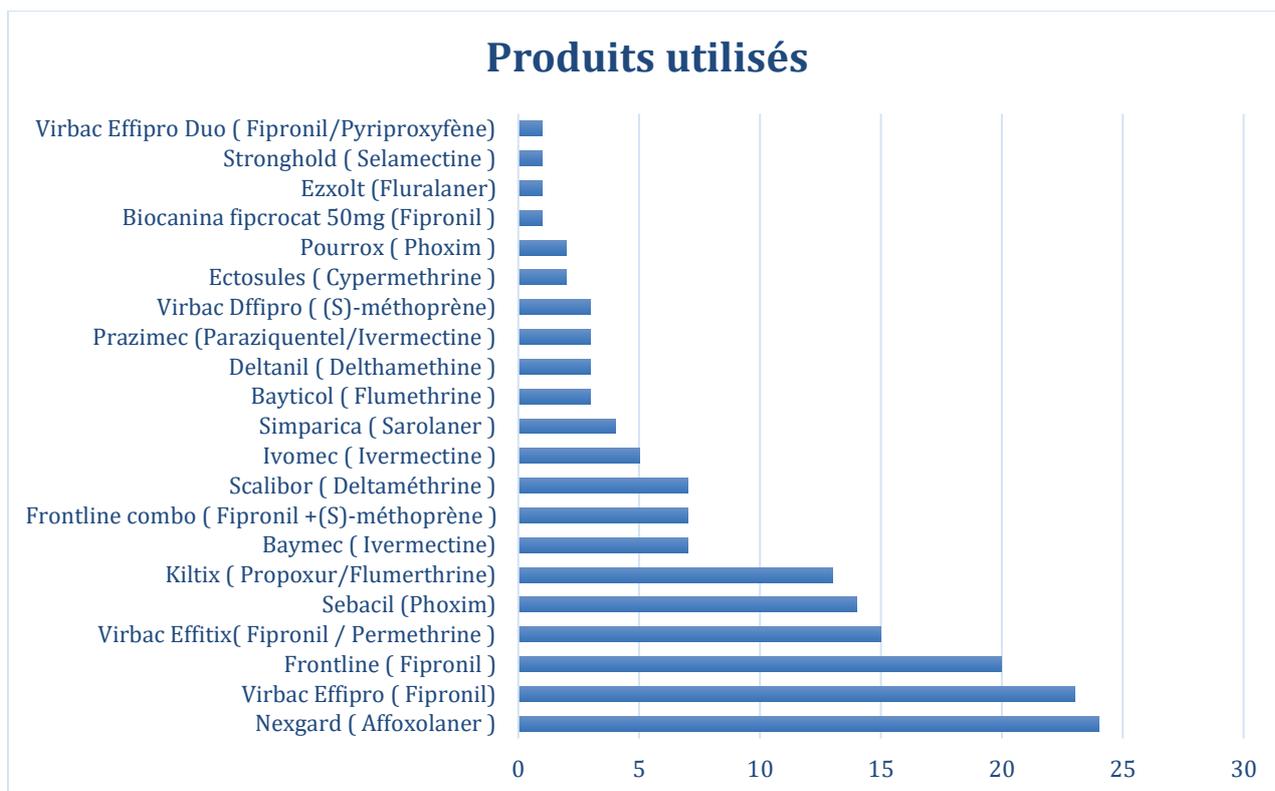


Figure 19 : Graphique représentant le nombre de produits ectoparasitiques utilisés par les vétérinaires

D'après Schuhmacher *et al.*, 2017, Le fipronil, dans toutes ses formulations, semble généralement sûr. Cependant, étant donné que ce produit est disponible depuis longtemps sur le marché, il est possible qu'il y ait une sous-déclaration des effets indésirables, car les vétérinaires sont bien conscients de la substance et de ses effets. En ce qui concerne la perméthrine, les chiens semblent bien la tolérer, contrairement aux chats. La sélamectine, qui nécessite une prescription obligatoire, fait l'objet de nombreuses déclarations, mais présente finalement une incidence moyenne d'effets indésirables graves lorsqu'on la rapporte au volume de ventes. En revanche, l'Afoxolaner, disponible uniquement pour les chiens (sous la marque Nexgard®), semble être mieux toléré que les autres comprimés (à base de spinosad et fluralaner) et entraîne moins de déclarations d'effets indésirables graves, malgré des volumes de ventes équivalents.

4. Les résistances observées lors d'utilisation d'anti-ectoparasitaires:

Nous avons également interrogé les participants sur la présence éventuelle d'une résistance aux traitements anti-ectoparasitaires, et les résultats recueillis sont présentés dans la figure 20. Les résultats semblent être divisés, avec près de 50% des participants (51%) estimant n'avoir observé aucune résistance, tandis que 49% déclarent avoir observé une résistance face aux traitements.



Figure 20 : Graphique représentant le taux de résistances observés par ectoparasitocides

Parmi les études réalisées sur le sujet de la résistance, l'étude de (Hennessy, 1994). a démontré que l'ivermectine a été utilisée comme traitement local contre les endo- et ectoparasites du bétail, sans qu'aucune résistance significative ne soit signalée.

L'étude réalisée par Hassan *et al.*, 2012 ont démontré que la population de *Phlebotomus papatasi*, vecteur de Leishmaniose dans le Soudan, été résistance au malathion et au propoxur, ce dernier a été en partie utilisé par les vétérinaires interrogé lors de cette étude (8%).

5. Les problèmes de santé observés :

Les réponses des participants à la question "Avez-vous déjà eu des problèmes de santé chez vos animaux liés à l'utilisation d'anti-ectoparasitaires ?" ont été recueillies et les résultats sont

présentés dans la figure 21. On observe que 38% des participants ont déclaré n'avoir noté aucun problème de santé chez leurs animaux traités avec des anti-ectoparasitaires. Cependant, 62% des participants ont rapporté avoir déjà observé des réactions négatives suite à l'utilisation d'un produit anti-ectoparasitaire.



Figure 21 : Graphique représentant le taux d'existence de problèmes observés par utilisation d'ectoparasitiques

6. Les symptômes observés et leur fréquence d'apparition :

Nous avons ensuite sollicité les participants pour connaître les symptômes qui se manifestent en cas de problèmes de santé liés à l'utilisation de produits anti-ectoparasitaires, ainsi que leur fréquence d'apparition. Les participants ont partagé leurs observations, et les résultats de cette enquête sont présentés de manière détaillée dans les figures 22 et 23.

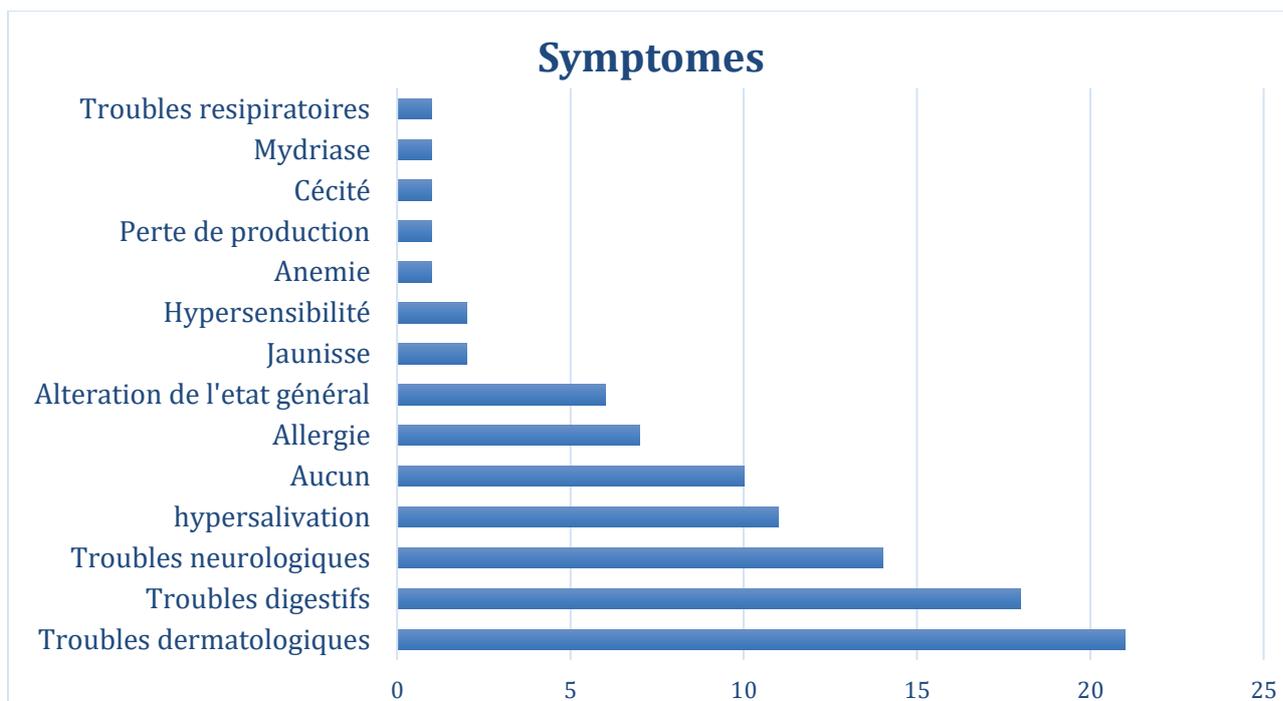


Figure 22 : Graphique représentant le taux de symptômes observés par l'utilisation d'ectoparasitocides

D'après les informations collectées auprès des vétérinaires interrogés et présentées dans la figure 22, une variété de symptômes a été observée chez les animaux présentant une réaction négative aux produits anti-ectoparasitaires. Ces symptômes incluent des altérations de l'état général telles que la faiblesse, la léthargie, l'anorexie et la perte d'appétit. D'autres symptômes rapportés comprennent des allergies, des hypersalivations, une hypersensibilité, une anémie, une mydriase, une jaunisse, des troubles respiratoires et une perte de production laitière chez les bovins. Il est important de noter que cette liste de symptômes n'est pas exhaustive et d'autres manifestations peuvent également survenir.

Dans la majorité des cas, les problèmes de santé signalés se manifestent par des troubles digestifs tels que des vomissements et des diarrhées, représentant 22% des cas. Les troubles dermatologiques tels que des rougeurs, des irritations et des démangeaisons étaient observés dans 19% des cas. Les troubles neurologiques tels que des convulsions, des tremblements, des difficultés de coordination et des crises épileptiformes étaient rapportés dans 15% des cas. Ces symptômes étaient les plus fréquemment observés parmi les participants de l'étude. De plus, il convient de noter que 10% des participants ont répondu "aucun" en ce qui concerne les problèmes de santé signalés.

Selon l'étude de Varghese *et al.*, 2016, les symptômes de l'intoxication à l'amitraz comprennent des vomissements, une myosis (réduction de la taille de la pupille), une mydriase (dilatation de la pupille), une bradycardie, une hypotension, une hyperglycémie, une stimulation ou une dépression du système nerveux central, ainsi qu'une insuffisance

Les cas d'intoxication au fipronil chez les chiens et les chats surviennent lorsque ces animaux ingèrent accidentellement ou lèchent le produit Frontline. Il semble que les chiens soient plus sévèrement affectés que les chats. L'application de Frontline Spot-On chez les chiens et les chats peut provoquer une irritation cutanée et/ou une perte de poils à l'endroit d'application. Des réactions d'hypersensibilité cutanée peuvent également se produire. Dans une série d'études cliniques, les chiens traités localement avec des produits ectoparasitocides contenant du fipronil Frontline Spot-On n'ont présenté aucune réaction cutanée (Case *et al.*, 2016; R. C. Gupta & Anadón, 2018; Jennings *et al.*, 2002; Nichols *et al.*, 2014).

Les symptômes cliniques courants de la toxicité au fipronil se manifestent par une hyperexcitabilité du système nerveux central, incluant des tremblements, des convulsions, des crises épileptiques et éventuellement la mort (Grant *et al.*, 1998; R. C. Gupta & Anadón, 2018; Kamijima & Casida, 2000).

En ce qui concerne la fréquence d'apparition des cas symptomatiques suite au traitement des animaux avec des anti-ectoparasitaires, l'étude représentée par la figure 23 a révélé les résultats suivants : 30% des vétérinaires ont déclaré que ces symptômes étaient "très rares", 36% les ont qualifiés de "rares", 11% les ont décrits comme "modérés", et 8% ont affirmé avoir observé ces symptômes de manière "fréquente" chez leurs animaux. De plus, il convient de noter que 15% des vétérinaires ont répondu "R.A.S." (Rien à signaler) en ce qui concerne la fréquence d'apparition des symptômes.

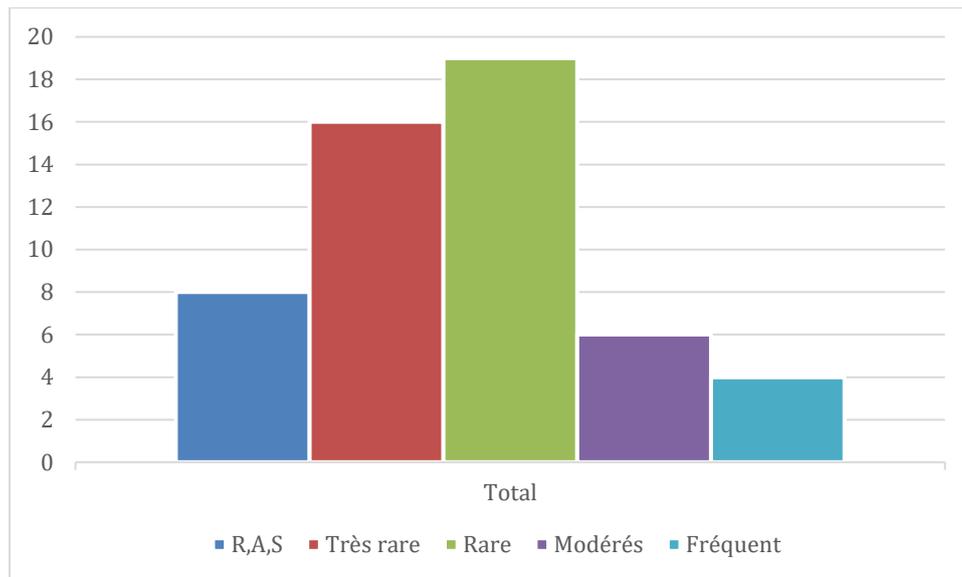


Figure 23 : Graphique représentant le taux de fréquence d'apparition de symptômes lors d'utilisation d'ectoparasitocides

D'après Schuhmacher *et al.*, 2017, il a remarqué que les symptômes observés, y compris l'incidence des effets indésirables graves déclarés, relèvent de la catégorie des effets très rares. Ils concernent moins d'un animal sur 10 000, voire même de l'ordre d'un animal sur 100 000 à 1 000 000, En général, les effets indésirables graves des produits anti-ectoparasitaires ne touchent qu'un animal traité sur 250 000. C'est en effet très peu et très rare. Cependant, si ces effets se manifestent tout de même à un nombre assez important, c'est en raison de l'exposition élevée des animaux domestiques aux produits anti-ectoparasitaires,

7. Les lésions observées :

D'après les réponses des participants présentées dans la figure 24, les lésions subies par les animaux suite à une réaction indésirable aux produits anti-ectoparasitaires sont principalement des rougeurs, représentant 21% des cas. Les desquamations, quant à elles, représentent 12% des cas, suivies des ulcères avec 9%. Les autres types de lésions, tels que les éruptions cutanées, le prurit, les démangeaisons, les érosions, les érythèmes, les alopecies, les irritations, les hémorragies internes, les suppurations, les urticaires et les œdèmes, représentaient chacun moins de 4% des cas. A noter que 28% des participants n'ont rien à signaler en terme de lésions.

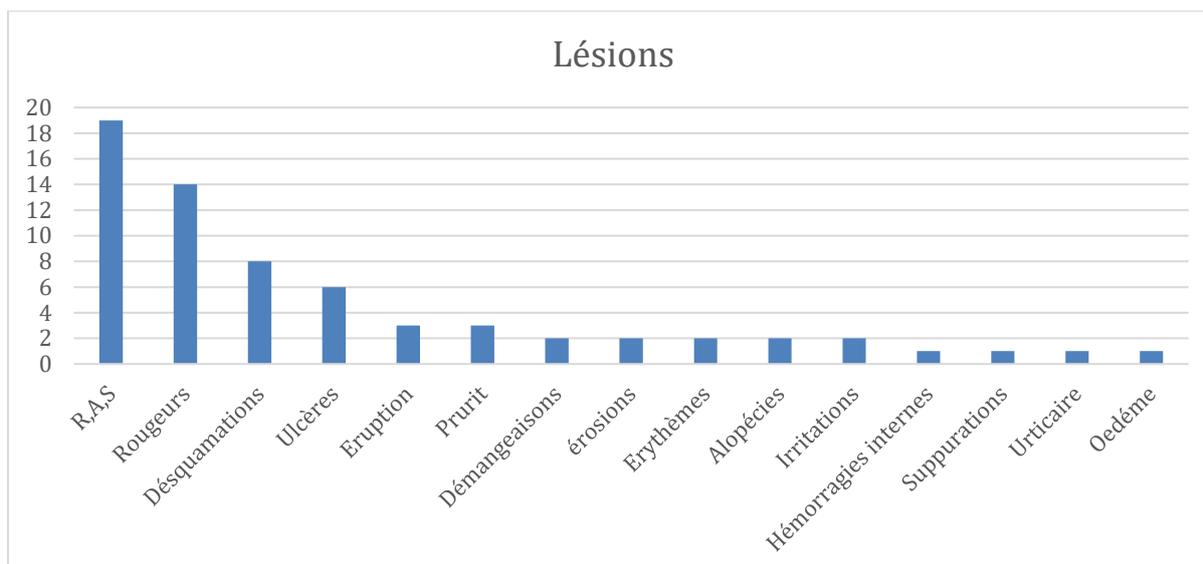


Figure 24 : Graphique représentant le nombre et type de lésions observés par utilisation d'ectoparasitocides

Les résultats de l'étude de (Badgujar *et al.*, 2016 indiquent que l'exposition pendant 28 jours au fipronil provoque des dommages oxydatifs au foie des souris, comme en témoignent une augmentation de la peroxydation lipidique, une régulation à la baisse de l'expression de l'ARNm de la SOD1 et de la catalase, des perturbations des enzymes antioxydantes, des marqueurs biochimiques sériques altérés ainsi que des altérations histologiques. Les résultats de cette étude montrent également que le fipronil est un puissant oxydant même dans un système in vivo et confirment son potentiel hépatotoxique chez les souris après une exposition orale de 28 jours.

Également d'autres lésions ont été trouvées dans l'étude de Ahmad *et al.*, 2012, Les pyréthriinoïdes entraînent une diminution de la compétence sexuelle, de l'efficacité reproductive et de la fertilité chez les deux sexes des espèces animales non ciblées. Les effets indésirables sur les stades précoces de la vie, tels que la tératogénicité et la fœtotoxicité, sont également une préoccupation importante en ce qui concerne la toxicité des pyréthriinoïdes.

Nous avons trouvé dans l'étude conduite par Bizikova *et al.*, 2014 sur un anti-ectoparasitaire canin contenant de Fipronil, Amitraz, S-Methoprene qu'il serait associé à des cas de dermatoses pustuleuses acantholytique semblable au pemphigus foliacé. Ces cas se manifestent par des lésions cutanées caractérisées par des pustules, des érosions et des croûtes, principalement localisées au site d'application, mais également fréquemment observées sur des zones distantes (généralisées).

8. Les traitements entrepris en cas d'intoxication par ectoparasitocides

Afin de remédier aux réactions indésirables des anti-ectoparasitaires mentionnées précédemment, les vétérinaires de l'étude ont opté pour différentes approches, exposées dans la figure 25. Parmi les participants, 30% ont choisi des traitements symptomatiques pour atténuer les symptômes (qui comprennent des anti-émétiques, anti diarrhéiques ,des anti inflammatoires non stéroïdiens ,anti-spasmodiques, anti-histaminique ect..), 19% ont préconisé l'utilisation d'antidotes spécifiques pour contrer les effets indésirables (comme exemple : le Sulfate d'Atropine , l'émulsion lipidique intraveineuse et la vitamine K), 17% ont opté pour des traitements de choc pour neutraliser les réactions (comme la Dexaméthasone) , 15% ont recommandé des traitement évacuateurs pour éliminer les substances nocives (Le charbon actif , le rinçage à l'eau clair ,l'huile de paraffine), 14% ont fourni un soutien général pour aider l'animal à récupérer (La fluidothérapie, hépato-protecteurs, vitamine C), et enfin, 5% ont décidé d'arrêter complètement le traitement.

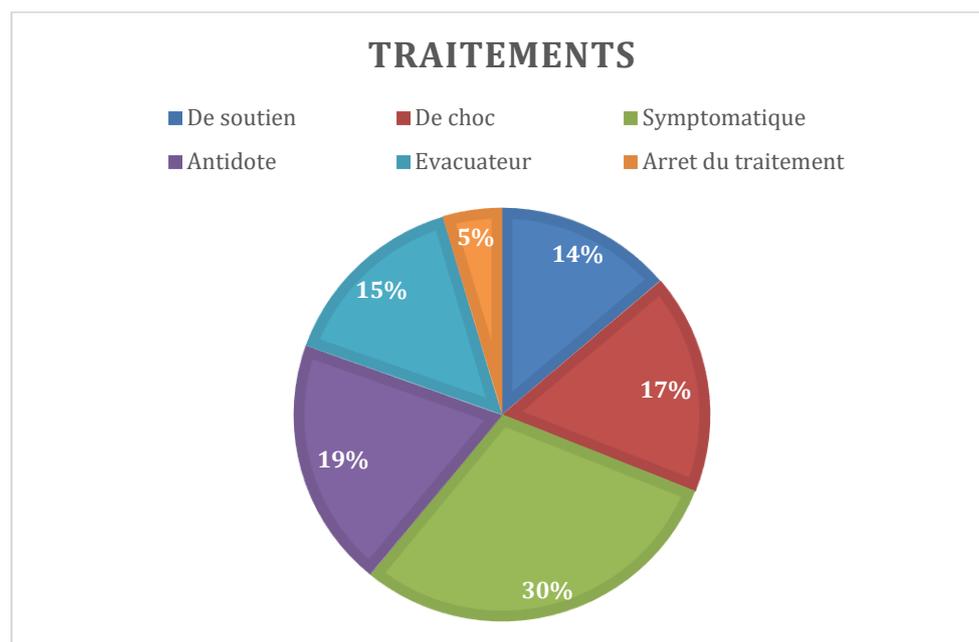


Figure 25 : Graphique représentant le taux de chaque type de traitement entrepris lors d'intoxication par ectoparasitocides

De plus, selon l'étude de Varghese *et al.*, 2016, les manifestations cliniques de l'intoxication à l' Amitraz se sont considérablement améliorées après l'administration parentérale de sulfate d'atropine. Le patient a progressivement regagné conscience et est devenu pleinement conscient et orienté après 40 heures. Ces résultats justifient l'utilisation potentielle du sulfate d'atropine comme médicament pour le traitement de l'intoxication à l' Amitraz à l'avenir.

L'étude menée par Becker et Young, 2017 visait à présenter les résultats du traitement par émulsion lipidique intraveineuse (ILE) dans diverses intoxications graves chez les animaux de compagnie. Les résultats ont montré que l'ILE était efficace dans le traitement du carbamate et de l'ivermectine, mais n'était pas réactive dans les cas d'intoxication à l'organophosphate. Des essais cliniques prospectifs sont nécessaires pour déterminer le dosage optimal et les indications appropriées de l'ILE.

Conclusion

Dans cette enquête, nous avons interrogé un total de 53 vétérinaires algériens afin de connaître les effets néfastes de l'utilisation des anti-ectoparasitaires sur les animaux. Après 55 jours, leurs réponses ont été rassemblées et analysées, puis nous en avons déduit une conclusion.

Ces résultats nous ont appris que :

- Les chiens et les chats étaient majoritairement les plus concernés par les effets secondaires des ectoparasitocides, représentant la plus grande proportion des cas, suivis dans l'ordre par les oiseaux, les ovins, les bovins, les équins et les rongeurs.
- Les types d'anti-ectoparasitaires les plus utilisés étaient principalement les Spot-on, les oraux, les colliers et les shampooings. Le reste comprenait les anti-ectoparasitaires injectables et en spray.
- Les vétérinaires ont utilisé divers anti-ectoparasitaires, parmi lesquels les plus couramment utilisés étaient les suivants : Nexgard (Afoxolaner), Virbac Effipro (Fipronil), Frontline (Fipronil), Sebacil (Phoxim) et Kiltix (Propoxur / Fluméthrine).
- En ce qui concerne la question de savoir s'ils avaient déjà observé des réactions négatives suite à l'utilisation d'un anti-ectoparasitaire sur leurs animaux, les résultats ont montré que 62% ont répondu "Oui" et 38% ont répondu "Non".
- Les symptômes observés étaient nombreux, principalement des troubles dermatologiques, digestifs et neurologiques, ainsi que des cas d'hypersalivation, d'allergies et d'altérations de l'état général. Certains vétérinaires ont également déclaré ne pas avoir observé de symptômes.
- La fréquence d'apparition de ces symptômes était généralement considérée comme "Rare" ou "Très rare". Seulement une petite proportion a déclaré les observer de manière modérée et une autre petite proportion a affirmé les observer fréquemment.
- Les lésions étaient principalement des rougeurs, desquamation et ulcères. La majorité des vétérinaires ont indiqué qu'ils n'avaient rien à signaler.
- Pour traiter ces animaux, ces vétérinaires ont préconisé principalement des traitements symptomatiques, des antidotes et des traitements de choc.

En conclusion, la nécessité de surveiller attentivement les effets secondaires des anti-ectoparasitaires chez les animaux et de prendre des mesures appropriées pour minimiser les risques associés à leur utilisation est cruciale. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents, développer des stratégies de prévention et de traitement plus efficaces, et établir des réglementations appropriées. L'étude des effets indésirables des anti-ectoparasitaires met en évidence l'importance fondamentale de la sécurité et du bien-être des animaux dans toute stratégie de gestion parasitaire. Il est essentiel de promouvoir l'utilisation responsable de ces produits afin de préserver la santé des animaux tout en préservant l'équilibre de notre écosystème.

Résumé :

Ce mémoire présente une enquête menée auprès de 53 vétérinaires algériens pour évaluer les effets néfastes de l'utilisation des anti-ectoparasitaires sur les animaux. Les résultats obtenus révèlent que les chiens et les chats sont les plus touchés par les effets secondaires, suivis par d'autres animaux tels que les oiseaux, les ovins, les bovins, les équins et les rongeurs. Les anti-ectoparasitaires les plus couramment utilisés sont les Spot-on, les oraux, les colliers et les shampooings, avec des marques populaires telles que Nexgard, Virbac Effipro, Frontline, Sebacil et Kiltix. Environ 62% des vétérinaires ont observé des réactions négatives chez les animaux traités, principalement des troubles dermatologiques, digestifs et neurologiques. Des lésions telles que des rougeurs, de la desquamation et des ulcères ont également été signalées, bien que la majorité des vétérinaires n'aient observé aucune lésion. Les vétérinaires ont préconisé des traitements symptomatiques, des antidotes et des traitements de choc pour traiter les animaux présentant des réactions négatives. En conclusion, il est essentiel de surveiller attentivement les effets secondaires des anti-ectoparasitaires chez les animaux et de prendre des mesures appropriées pour minimiser les risques associés. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes sous-jacents et développer des stratégies de prévention et de traitement plus efficaces.

Abstract:

This study presents a survey conducted among 53 Algerian veterinarians to assess the harmful effects of ectoparasiticides' use on animals. The results obtained reveal that dogs and cats are the most affected by the side effects, followed by other animals such as birds, sheep, cattle, horses, and rodents. The most commonly used ectoparasiticides are Spot-on, oral, collars, and shampoos, with popular brands such as Nexgard, Virbac Effipro, Frontline, Sebacil, and Kiltix. Approximately 62% of veterinarians have observed negative reactions in treated animals, primarily dermatological, digestive, and neurological disorders. Lesions such as redness, scaling, and ulcers have also been reported, although the majority of veterinarians did not observe any lesions. Veterinarians recommended symptomatic treatments, antidotes, and shock treatments for animals with negative reactions. In conclusion, it is essential to closely monitor the side effects of ectoparasiticides in animals and take appropriate measures to minimize associated risks. Further research is needed to better understand the underlying mechanisms and develop more effective prevention and treatment strategies.

ملخص:

هذا مشروع البحث يقدم استبيان أجري بين 53 طبيب بيطري جزائري لتقييم التأثيرات الضارة لاستخدام مبيدات الطفيليات الخارجية على الحيوانات. النتائج التي تم الحصول عليها تكشف عن أن الكلاب والقطط هما الأكثر تضرراً من الآثار الجانبية، تليها حيوانات أخرى مثل الطيور والأغنام والأبقار والخيول والقوارض. أكثر مبيدات الطفيليات الخارجية استخداماً هي Spot-on والفموية والأطواق والشامبوهات، بماركات شهيرة مثل Nexgard وVirbac Effipro وFrontline وSebacil وKiltix. تقريباً 62٪ من أطباء البيطرة لاحظوا ردود فعل سلبية في الحيوانات المعالجة، بشكل أساسي اضطرابات الجلد والجهاز الهضمي والعصبي. تم أيضاً الإبلاغ عن آفات مثل احمرار الجلد والتقشر والقرح، على الرغم من أن معظم أطباء البيطرة لم يلاحظوا وجود أي آفات. قدم أطباء البيطرة علاجات تخفيفية ومضادات وعلاجات صدمية للحيوانات التي تعاني من ردود فعل سلبية. في الختام، من الضروري مراقبة الآثار الجانبية لمبيدات الطفيليات الخارجية عن كثب في الحيوانات واتخاذ التدابير اللازمة لتقليل المخاطر المرتبطة. يجب إجراء بحوث إضافية لفهم الآليات الأساسية بشكل أفضل وتطوير استراتيجيات أكثر فعالية للوقاية والعلاج.

Mots clés : Anti-ectoparasitaires, affections parasitaires, intoxications, enquête, réactions allergiques, prévention des effets nocifs, traitement des réactions négatives, sécurité des médicaments vétérinaires, utilisation inadéquate, résistances parasites

Liste des abréviations

Rdl : Resistant to dieldrin

mm : millimètre

PVC : Poly-Chlorure de Vinyle

GABA : gamma-amino-butyric acid,

DDT : · Dichlorodiphényltrichloroéthane

LM : Lactone Macrocyclique

IGR : Insect Growth Regulator

OMS : Organisation mondiale de la Santé

ARNm : Acide ribonucléique messager

SOD1 : Superoxide Dismutase 1

ILE : Intravenous Lipid Emulsion

RAS : Rien a signaler

Annexe :

Figure 17 : Les pourcentage de type d'animaux traités par les vétérinaires

Animaux	Chiens	Chats	Oiseaux	Ovins	Bovins	Caprins	Equins	Rongeurs
Nombre	52	52	29	23	22	22	19	11

Figure 18 : Le pourcentage de type d'ectoparasitocides utilisés

Type	Oral	Spot-on	Collier	Shampoing	Spray	Injection
Nombre	45	48	39	21	4	9

Figure 19 : Le nombre de produits ectoparasitocides utilisés par les vétérinaires

Produits	Nombre
Nexgard (Affoxolaner)	24
Virbac Effipro (Fipronil)	23
Frontline (Fipronil)	20
Virbac Effitix(Fipronil / Permethrine)	15
Sebacil (Phoxim)	14
Kiltix (Propoxur/Flumerthrine)	13
Baymec (Ivermectine)	7
Frontline combo (Fipronil +(S)-méthoprène)	7
Scalibor (Deltaméthrine)	7
Ivomec (Ivermectine)	5
Simparica (Sarolaner)	4
Bayticol (Flumethrine)	3
Deltanil (Delthamethine)	3
Prazimec (Paraziquentel/Ivermectine)	3
Virbac Dffipro ((S)-méthoprène)	3
Ectosules (Cypermethrine)	2
Pourrox (Phoxim)	2
Biocanina fiprocato 50mg (Fipronil)	1
Ezxtolt (Fluralaner)	1
Stronghold (Selamectine)	1
Virbac Effipro Duo (Fipronil/Pyriproxyfène)	1

Figure 20 : Le taux de résistances observés par ectoparasitocides

	Oui	Non
Total	26	27

Figure 21 : Le taux d'existence de problèmes observés par utilisation d'ectoparasitocides

	Non	Oui
Total	20	33

Figure 22 : La fréquence d'apparition de symptômes lors d'utilisation d'ectoparasitocides

	R,A,S	Très rare	Rare	Modérés	Fréquent
Total	8	16	19	6	4

Figures 23 : Les de symptômes observés par l'utilisation d'ectoparasitocides

Symptômes	Nombre
Troubles dermatologiques	21
Troubles digestifs	18
Troubles neurologiques	14

hypersalivation	11
Aucun	10
Allergie	7
Alteration de l'etat général	6
Jaunisse	2
Hypersensibilité	2

Anemie	1
Perte de production	1
Cécité	1
Mydriase	1
Troubles respiratoires	1

Figure 24 : Le nombre et type de lésions observés par utilisation d'ectoparasitocides

Lésions	Nombre
R,A,S	19
Rougeurs	14
Désquamations	8
Ulcères	6
Eruption	3
Prurit	3
Démangeaisons	2
érosions	2
Erythèmes	2
Alopécies	2
Irritations	2
Hémorragies internes	1
Suppurations	1
Urticaire	1
Oedème	1

Figure 25 : Les types de traitements entrepris lors d'intoxication par ectoparasitocides

Traitements	De soutien	De choc	Symptomatique	Antidote	Evacuateur	Arrêt du traitement
Nombre	12	15	26	17	13	4

Références bibliographique :

- Ahmad, L., Khan, A., et Zargham Khan, M. (2012). Pyrethroid-Induced Reproductive Toxicology-Pathology in Non-Target Species. *PAKISTAN VETERINARY JOURNAL*, 32, 1–9.
- ANSES. (2021). *Index des Médicaments vétérinaires autorisés en France*. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/>
- Arlian, L. G. (1989). Biology, Host Relations, and Epidemiology of *Sarcoptes scabiei*. *Annual Review of Entomology*, 34(1), 139–159. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.001035>
- Badgajar, P. C., Chandratre, G. A., Pawar, N. N., Telang, A. G., et Kurade, N. P. (2016). Fipronil induced oxidative stress involves alterations in SOD1 and catalase gene expression in male mice liver: Protection by vitamins E and C. *Environmental Toxicology*, 31(9), 1147–1158. <https://doi.org/10.1002/tox.22125>
- Baldacchino, F., Muenworn, V., Desquesnes, M., Desoli, F., Charoenviriyaphap, T., et Duvallet, G. (2013). Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae): a review. *Parasite*, 20, 26. <https://doi.org/10.1051/parasite/2013026>
- Bates, P. (2004). Therapies for ectoparasiticism in sheep. *In Practice*, 26(10), 538–547. <https://doi.org/10.1136/inpract.26.10.538>
- Baynes, B. E. (2018). Ectoparasitocides. In : RIVIERE, J. E. et PAPICH, M. G. (éd.). *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 2, 1166–1187.
- Becker, M., et Young, B. (2017). Treatment of severe lipophilic intoxications with intravenous lipid emulsion: a case series (2011etdash;2014). *Veterinary Medicine: Research and Reports, Volume 8*, 77–85. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S129576>
- Bencheikh. (2010). *Généralités sur le parasitisme* [Université mentouri]. https://archive.org/download/2ConstitutionGenetiqueEtLoiDeHardyWeinberg_201612/1-generalites-sur-le-parasitisme.pdf
- Berger, A. (2018). *Caractérisation de la résistance au fipronil chez la puce du chat (Ctenocephalides felis)*.
- Beugnet, F., et Chardonnet, L. (1995). Tick resistance to pyrethroids in New Caledonia. *Veterinary Parasitology*, 56(4), 325–338. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(94\)00686-7](https://doi.org/10.1016/0304-4017(94)00686-7)
- Bizikova, P., Linder, K. E., et Olivry, T. (2014). Fipronil-amitraz- S -methoprene-triggered pemphigus foliaceus in 21 dogs: clinical, histological and immunological characteristics. *Veterinary Dermatology*, 25(2), 103-e30. <https://doi.org/10.1111/vde.12117>
- Campbell W.C., Fisher M.H., Stapley E.O., Albersschonberg G., et Jacob T.A. (1983). Ivermectin—a potent new anti-parasitic agent. *Science*, 221, 823–828.
- Case, K. M., Vega, N. M., Gupta, R. C., Lasher, M. A., et Canerdy, T. D. (2016). Safety Evaluation of Parastar® Plus in Dogs and Assessment of Transferable Residue of Fipronil and Cyphenothrin from Dogs to Humans. *Frontiers in Veterinary Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00089>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *How ticks spread disease*.

- Cochet, P., Birckel, P., Bromet-Petit, M., et Bromet, N. (1997). Skin distribution of fipronil by microautoradiography following topical administration to the beagle dog. *Drug Metab. Pharmacokinet*, *22*, 211–216.
- Cole, L., Nicholson, R., et Casida, J. (1993). Action of Phenylpyrazole Insecticides at the GABAGated Chloride Channel. *Pestic. Biochem. Physiol*, *46*, 47–54.
- Coleman, H. M., Trinh, T., Le-Minh, N., Klein, M., Roser, D. J., Tucker, R. W., Stuetz, R. M., Peters, G., et Khan, S. J. (2013). Occurrence of ectoparasiticides in Australian beef cattle feedlot wastes. *Environmental Pollution*, *174*, 265–272.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.11.018>
- Copland, A., et Elsheikha, H. (2021). A snapshot of the adverse effects of companion animal ectoparasiticides. *Companion Animal*, *26*(7), 153–160.
<https://doi.org/10.12968/coan.2020.0089>
- Curtis, C. (1999). Use and abuse of topical dermatological therapy in dogs and cats. *In Practice*, *21*, 448–454.
- de Moya, R. S., Yoshizawa, K., Walden, K. K. O., Sweet, A. D., Dietrich, C. H., et Kevin P, J. (2021). Phylogenomics of Parasitic and Nonparasitic Lice (Insecta: Psocodea): Combining Sequence Data and Exploring Compositional Bias Solutions in Next Generation Data Sets. *Systematic Biology*, *70*(4), 719–738.
<https://doi.org/10.1093/sysbio/syaa075>
- de Souza, R. B., et Guimarães, J. R. (2022). Effects of Avermectins on the Environment Based on Its Toxicity to Plants and Soil Invertebrates—a Review. *Water, Air, et Soil Pollution*, *233*(7), 259. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05744-0>
- Dressel, T., Goodale, R., Zweber, B., et Borner, J. (1982). The effect of atropine and duct decompression on the evolution of Diazinon-induced acute canine pancreatitis. *Ann. Surg*, *195*, 424–434.
- Eraslan, G., Kanbur, M., Silici, S., Cem Liman, B., Altınordulu, Ş., et Soyer Sarıca, Z. (2009). Evaluation of protective effect of bee pollen against propoxur toxicity in rat. *Ecotoxicol. Environ. Saf*, *72*, 931–937.
- Fernandez-Soto, P., Perez-Sanchez, R., et Encinas-Grandes, A. (2001). Molecular detection of Ehrlichia phagocitophila genogroup organism in larvae of Neotrombicula autumnalis (Acari: Trombiculidae) captured in Spain. *Parasitol*, *87*, 1482–1483.
- Fontaine, M., et Cadoré, J.-L. (1995). Vade-mecum du vétérinaire. *Vigot*.
- Fournier, D., et Mutero, A. (1994). Modification of acetylcholinesterase as a mechanism of resistance to insecticides. *Biochem. Physiol. C Pharmacol. Toxicol. Endocrinol.*, *108*, 19–31.
- Franc, M. (1997). La lutte chimique contre les mouches responsables de nuisances chez les bovins. *Le Point Vétérinaire*, *28*, 147–153.
- Fresnay, E. (2018). L’apport de la pharmacovigilance dans la surveillance des médicaments: exemple des antiparasitaires destinés aux animaux de rente. *Le Point Vétérinaire*, *387*, 58–63.
- Frick, T., Dalo, S., O’Leary, J., Runge, W., Borner, J., et Baraniewski, H. (1987). Effects of insecticide, diazinon, on pancreas of dog, cat and guinea pig. *Environ. Pathol. Toxicol. Oncol. Off. Organ Int. Soc. Environ. Toxicol. Cancer*, *7*, 1–11.

- Gassel, M., Wolf, C., Noack, S., Williams, H., et Ilg, T. (2014). The novel isoxazoline ectoparasiticide fluralaner: Selective inhibition of arthropod γ -aminobutyric acid- and l-glutamate-gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity. *Insect Biochem*, 45, 111–124.
- Gharbi, M. (2023). Est-ce que les parasites des animaux sont nuisibles pour leurs hôtes ? *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 176.
<https://doi.org/10.3406/bavf.2023.71023>
- Gracia, M., Calvete, C., Estrada, R., Marcen, J., Pinal, R., et Peribanez, M. (2017). Fipronil/(S)-methoprene spot-on to control fleas on cats in a field trial in Spain. In : Pesquisa Veterinaria Brasileira. *SciELO*, 27(6).
- Grant, D. B., Chalmers, A., et Wolff, M. (1998). Fipronil action at the GABA receptor. *Rev. Toxicol.*, 147–156.
- Gullan, P. J., et Cranston, P. S. (2014). *The Insects: An Outline of Entomology* (5th ed.). Wiley.
- Gupta, R. (2014). Organophosphates (Toxicity): Insecticide and Acaricide (Organic) Toxicity. *Merck Veterinary Manual In*.
http://www.merckvetmanual.com/mvm/toxicology/insecticide_and_acaricide_organic_toxicity/organophosphates_toxicity.html
- Gupta, R. C., et Anadón, A. (2018). Fipronil. In *Veterinary Toxicology* (pp. 533–538). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00042-8>
- Harbach, R. (2008, March 22). *Mosquito Taxonomic Inventory*. Valid Species.
- Harbison, C. (2008). *Ecology and Evolution of Transmission in Feather-feeding Lice (Phthiraptera: Ischnocera)* [Doctoral thesis]. University of Utah.
- Hassan, M. M., Widaa, S. O., Osman, O. M., Numiary, M. S. M., Ibrahim, M. A., et Abushama, H. M. (2012). Insecticide resistance in the sand fly, *Phlebotomus papatasi* from Khartoum State, Sudan. *Parasites et Vectors*, 5(1), 46.
<https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-46>
- Heather, M., Colemana, T., Trinha, N., Le-Minha, M., et Stuart, J. (2013). Occurrence of ectoparasitocides in Australian beef cattle feedlot wastes. *Environmental Pollution*, 174, 265–272.
- Hennessy, D. R. (1994). The disposition of antiparasitic drugs in relation to the development of resistance by parasites of livestock. *Acta Tropica*, 56(2–3), 125–141.
[https://doi.org/10.1016/0001-706X\(94\)90059-0](https://doi.org/10.1016/0001-706X(94)90059-0)
- Hodoul, J. (2019). *ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA RESISTANCE DES PUCES AUX ANTIPARASITAIRES UTILISES EN MEDECINE VETERINAIRE* [Doctorat vétérinaire]. Université de Toulouse.
- Hordé, P. (2016). Parasites – Définition. *Journal Des Femmes Santé*.
- Hudson, P. J., Dobson, A. P., et Lafferty, K. D. (2006). Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends in Ecology et Evolution*, 21(7), 381–385.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.04.007>
- Jacot, D. (1973). *La démodécie canine. Données récentes sur la pathogénie, contribution à l'étude du traitement* [Thèse de Doctorat Vétérinaire]. Faculté de Médecine.
- Jennings, K., Canerdy, D., Keller, R., Doss, R., Gupta, R., et Atieh, B. (2002). Human exposure to fipronil from dogs treated with frontline. *Uman Expo- Vet*.

- Jule, S. (2002). *Les insecticides chez les carnivores domestiques* [Thèse de Doctorat Vétérinaire]. Université Claude Bernard.
- Junquera, P. (2021). AMITRAZ TOXICITY, POISONING, INTOXICATION, ANTIDOTE, TOXICITY. Safety Summary for VETERINARY USE on Dogs, Cats, Horses, Cattle, Sheep, Goats, Swine and Poultry. *Parasitipedia*.
- Kamijima, M., et Casida, J. E. (2000). Regional Modification of [3H]Ethynylbicycloorthobenzoate Binding in Mouse Brain GABAA Receptor by Endosulfan, Fipronil, and Avermectin B1a. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 163(2), 188–194. <https://doi.org/10.1006/taap.1999.8865>
- Kaplan, R. M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends in Parasitology*, 20(10), 477–481. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.08.001>
- Kegler, C. (2021). *UNE HISTOIRE DE PHARMACOPÉE VÉTÉRINAIRE : FOCUS SUR L'ÉVOLUTION DES ANTIPARASITAIRES EXTERNES DE 1970 À 2020* [Thèse de Docteur Vétérinaire]. Université Claude Bernard Lyon 1.
- Khan, H. A. A., Akram, W., et Shad, S. A. (2013). Resistance to conventional insecticides in Pakistani populations of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae): a potential ectoparasite of dairy animals. *Ecotoxicology*, 22(3), 522–527. <https://doi.org/10.1007/s10646-013-1044-2>
- Krasnov, B. R. (2008). *Functional and Evolutionary Ecology of Fleas: A Model for Ecological Parasitology*. Cambridge University Press.
- Lafferty, K. D. (2008). *General Ecology: Parasites*. 505–509.
- Langston, C., et Varela-Stokes, A. S. (2019). Pharmacotherapy of Parasitic Disease. In : MEALEY, K.L. (éd.) *Pharmacotherapeutics for Veterinary Dispensing*. John Wiley et Sons, Ltd., 127–172.
- Legroux, J. P. (1983). *Etude d'une plaquette auriculaire insecticide à la cyperméthrine pour les bovins* [Thèse de Doctorat Vétérinaire]. Université Claude Bernard.
- Marcogliese, D. J., et Pietroock, M. (2011). Combined effects of parasites and contaminants on animal health: parasites do matter. *Trends in Parasitology*, 27(3), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2010.11.002>
- Medlock, J. M., Hansford, K. M., Schaffner, F., Versteirt, V., Hendrickx, G., Zeller, H., et Bortel, W. Van. (2012). A Review of the Invasive Mosquitoes in Europe: Ecology, Public Health Risks, and Control Options. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(6), 435–447. <https://doi.org/10.1089/vbz.2011.0814>
- Miller, J., Baker, N., et Colburn, Jr. EL. (1977). Insecticidal activity of propoxur and carbaryl impregnated flea collars against *Ctenocephalides felis*. *Am. J. Vet. Res.*, 38, 923–925.
- Minter, D. M. (1957). Some field and laboratory observations on the British harvest mite, *Trombicula autumnalis* Shaw. *Parasitology*, 47(1–2), 185–193. <https://doi.org/10.1017/S0031182000021892>
- Mitchell, E., McCall, J., et Theodore Chester, S. (2014). Efficacy of afoxolaner against *Ixodes scapularis* ticks in dogs. *Vet. Parasitol*, 201, 223–225.
- Moffat, A. (1993). New chemicals seek to outwit insect pests. *Science*, 261, 550–551.
- Morlot, E. (2011). *Parasitoses zoonotiques a incidence dermatologique chez l'homme* [Thèse de docteur en Pharmacie non publié]. Université Henri Poincaré- Nancy I.

- Nichols, H., Gupta, R. C., Doss, R. B., Bland, S. D., Canerdy, T. D., et Zieren, J. (2014). Residue of fipronil, s-methoprene, and amitraz in dog blood and in gloves from topical Certifect® application: toxicity and safety considerations. *JJ Vet Sci Res*, 1–9.
- OMS. (1992). *Résistance des vecteurs aux pesticides. Suisse : Benteli*.
- Patel, M., et Patil, P. (2016). Synthetic Pyrethroids: Toxicity and Metabolism. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 09(10), 55–60. <https://doi.org/10.9790/2380-0910015560>
- Pence, D. B., et Ueckermann, E. (2002). Sarcoptic mange in wildlife. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 21(2), 385–398. <https://doi.org/10.20506/rst.21.2.1335>
- Pierson, J. J. N. (1969). *Traitement de la démodécie sèche du chien par administration orale de 0,0 diméthyl 0,2,4,5 trichlorophényl phosphorothionate (Ectoral)* [Thèse de Doctorat Vétérinaire.]. Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie.
- Postal, J.-M., Jeannin, P., et Consalvi, P.-J. (1995). Field Efficacy of a Mechanical Pump Spray Formulation Containing 0.25% Fipronil in the Treatment and Control of Flea Infestation and Associated Dermatological Signs in Dogs and Cats. *Vet. Dermatol*, 6, 153–158.
- Raymond-Delpech, V., Matsuda, K., Sattelle, B., Rauh, J., et Sattelle, D. (2005). Ion channels: molecular targets of neuroactive insecticides. *Invertebr. Neurosci*, 5, 119–133.
- Rust, M. (2016). Insecticide Resistance in Fleas. *Insects*, 7–10.
- Schaffer, D., Hsu, W., et Hopper, D. (1990). The effects of yohimbine and four other antagonists on amitraz-induced depression of shuttle avoidance responses in dogs. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 104, 543–547.
- Schuhmacher, K., Fresnay, E., Begon, E., Rougier, S., et Laurentie, S. (2017). *Étude rétrospective des effets indésirables graves des antiparasitaires externes chez le chien et le chat*. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.
- Selzer, P. M., et Epe, C. (2021). Antiparasitics in Animal Health: Quo Vadis? *Trends in Parasitology*, 37(1), 77–89. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.09.004>
- Sherman, D. (2002). *Tending Animals in the Global Village*. Wiley-Blackwell.
- Shlosberg, A., Bellaïche, M., Hanji, V., et Ershov, E. (1997). New treatment regimens in organophosphate (diazinon) and carbamate (methomyl) insecticide-induced toxicosis in fowl. *Vet. Hum. Toxicol*, 39, 347–350.
- Sonenshone, D. E., Allan, S. A., Norval, R. A., et Burrige, M. J. (1996). A self-medicating applicator for control of ticks on deer. *Medical and Veterinary Entomology*, 10, 149–154.
- Taylor, M. A. (1997). Treatment and control of ectoparasites in cattle. *Cattle Practice*, 5, 279–282.
- Taylor, M. A. (2000). Drugs used in the treatment and control of parasitic infections. 2.2 Ectoparasiticides. *Pharmaceutical Press*, 5, 265–305.
- Taylor, M. A. (2001). Recent Developments in Ectoparasiticides. *The Veterinary Journal*, 161(3), 253–268. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2000.0549>
- Tingle, C., Rother, J., Lauer, S., et King, W. (2003). Fipronil: environmental fate, ecotoxicology, and human health concerns. *Environ. Contam*, 176, 1–66.
- Torche, S., et Beroual, K. (2021). Les antiparasitaires. In *Pharmacologie spéciale*. Université des Frères Mentouri.

- Varghese, J., Tiwari, D., Jatav, O. P., et Lahariya, D. (2016). Amitraz Poisoning Treated Successfully with Atropine. *Journal of the Association of Physicians of India*, 7, 64.
- Wenner, M. (2021, June 11). Let's Do a Tick Check. *These Pervasive Bloodsuckers Can Give You More than Just Lyme Disease. Here's How to Protect Yourself*.
- Witchey-Lakshmanan, L. (1999). Long-acting control of ectoparasites: a review of collar technologies for companion animals. *Advanced Drug Delivery*, 38, 113–122.