

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOC



770THV-2

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET
BIOLOGIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES VETERINAIRES

PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME DE
DOCTEUR VETERINAIRE

THEME

**BIOLOGIE ET ÉPIDÉMIOLOGIE D'HYPODERMES
À BOUIRA**

Réalisé par :

Encadré par : Dr. SAIDANI Khelaf

- ✓ Djema Mohamed yacine
- ✓ Laouas Hicham

Membres du jury :



Président : Dr. DJERBOUH Amel



Examinatrice : Dr. MEKADEMI Karima

PROMOTION : 2012 -2013

Remerciements

D'abord nous remercions, Allah le clément, le miséricordieux qui nous a permis de voir ce jour solennel. Nous vous prions de nous guider sur le droit chemin qui est le vôtre et qui nous mène au paradis. Amen

Nous exprimons nos sincères remerciements à notre promoteur SAIDANI d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir dirigé.

Nous adressons toute notre gratitude à madame DJERBOUH Amel et madame MEKADEMI Karima. d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

*Nous remercions tous les professeurs et tous les personnels de département vétérinaire
Nous tenons également à remercier l'ensemble du personnel des exploitations.*

Djema Mohamed yacine & Laouas Hicham

Dédicaces

A mes parents,

Sans qui rien n'aurait été possible.

*Pour leur présence, leur soutien dans les difficultés, et
leurs encouragements*

*Qu'ils trouvent ici le témoignage de toute ma
reconnaissance*

A mes frères et mes sœurs ,

Pour leurs soutien et leur affection.

*Je vous souhaite beaucoup de bonheur et de réussite
pour les années à venir.*

A toute ma famille,

A mes amis de l'université et d'ailleurs,

*Pour tous les bons moments passés et les souvenirs
que j'en garderai.*

Mohamed yacine

Dédicaces

*À mes parents,
Pour leur soutien tout au long de ma vie,
Merci de m'avoir permis de réaliser ce rêve.*

*À mes frères et ma sœur,
Pour tous ces bons moments passés ensemble.*

*À toute ma famille,
Pour le bonheur qu'on a d'être réunis.*

*À mes amis de l'université et d'ailleurs,
Parce que sans vous, rien n'aurait été pareil.*

Hicham

Tableau des matières

1. Introduction générale.....	1
2. Synthèse bibliographique sur l'hypodermose bovine.....	2
2.1 .Agent étiologique.....	2
2.1.1 Taxonomie.....	2
2.1.2 Morphologie.....	4
2.2. Cycle évolutif.....	7
2.3. Facteurs influençant le développement des différents stades.....	11
2.4. Pathogénie.....	11
2.5. Manifestations cliniques.....	13
2.6. Lésions.....	14
2.7. Diagnostic.....	15
2.8. Réponse immune suite à l'infestation par <i>Hypoderma sp.</i>	15
2.8.1. Réponse innée.....	15
2.8.2. Réponse acquise.....	16
2.8.2.1. Immunité humorale.....	16
2.8.2.2. Immunité cellulaire.....	16
2.8. Moyens de lute.....	17
2.9.1. Méthodes de traitement de l'hypodermose bovine.....	17
2.9.1.1. Les différents types de traitements.....	17
2.9.1.2. Les principaux insecticides utilises.....	18
2.9.2. Accidents liés au traitement.....	19
2.9.2.1. Les troubles précoces.....	19
2.9.2.2. Les troubles tardifs.....	19
2.9.3. Traitement des troubles consécutifs au traitement preventive.....	21
2.10. Prophylaxie.....	22
2.10.1. Lutte contre les adultes.....	22
2.10.2. Lutte contre les pupes.....	22
2.10.3. Lutte contre les larves.....	22
2.10.4. Contrôle des entrées d'animaux.....	22
2.10.5. Vaccination.....	23

3.	Objectife.....	24
4.	Matériel et méthodes.....	24
	4.1. Région d'étude.....	24
	4.2. Méthodes.....	25
5.	Résultats	26
	5.1. Marchés à bestiaux.....	26
	5.2. Exploitations bovines.....	27
6.	Discussion	30
7.	Conclusion générale et perspectives.....	31

Résumé

Afin d'apporter quelques éléments à l'épidémiologie de l'hypodermose bovine dans la wilaya de Bouira, 3030 bovins de différents âges, sexes et systèmes d'élevages ont été examinés au marché à bestiaux principal de cette wilaya, de février à juin 2013.

Parallèlement à cette étude, 64 bovins appartenant à 5 exploitations bovines sises dans cette wilaya ont été également examinés. L'étude s'est focalisée sur l'évaluation de la prévalence, de l'intensité, mais aussi sur l'étude de certains facteurs de risques liés à cette pathologie. La prévalence était relativement élevée dans les fermes, autour de 40% mais basse au niveau du marché à bestiaux.

Mots-clé : Bouira, hypodermose bovine, épidémiologie, marché à bestiaux, fermes.

Abstract

In order to bring some knowledge on cattle warble fly epidemiology in the department of Bouira, 3030 bovines from various ages, sexes and systems of breeding were examined in the principal cattle market of this department, from February to 2013 June. Parallel to this study, 64 bovines belonging to five bovine farms located in this department were also examined. The study was focused on the evaluation of the prevalence and the intensity of warble fly infestation, but also on the study of some risk factors related to this pathology. The prevalence was relatively high in the farms, around 40% but low in the animal market.

Keywords: Bouira, warble fly infestation, epidemiology, cattle market, farms.

موجز

من أجل تقديم بعض العناصر في الدراسة الاستقصائية الوبائية للنخف البقري بولاية البويرة ، تم دراسة 3030 من الأبقار من مختلف الأعمار , الجنسين ونظم تربية في السوق الرئيسي للولاية , ابتداءا من شهر فيفري الى غاية شهر جوان 2013 . وبالتوازي تم دراسة 64 من الأبقار المنتمين الى 5 حظائر الكائنة في هذه الولاية أيضا بحيث تم التركيز على تقييم مدى انتشار , كثافة , ولكن أيضا على دراسة بعض عوامل المخاطر المرتبطة بهذا المرض . وكان معدل الانتشار نسبيا في المزارع , حوالي 40 في المائة ولكن منخفض على مستوى السوق

كلمة رئيسية : البويرة , النخف البقري , علم الأوبئة , السوق والحظائر .

Liste des figures

Figure 1: Mouche adulte *Hypoderma lineatum*

Figure 2: Mouche adulte *Hypoderma bovis*

Figure 3: œufs de *H. bovis* (a) e *H. lineatum* (b)

Figure 4: Larves de 3^{ème} stade de *H. lineatum* (a). Plaques respiratoires (b)

Figure 5: Puce enfouie dans l'herbe (a). Puparium ouvert (b). Mouche émergeant du Puce

Figure 6: Mue imaginale, un adulte d'*Hypoderma* sp. Venant d'émerger d'une puce .

Figure 7: Schéma du cycle biologique *H. lineatum* et *H. bovis* .

Figure 8: Lésions œsophagiennes

Figure 9: Situation géographique de la wilaya de Bouira

Figure 10: Comptage des varons au niveau de l'exploitation.

Figure 11: Evolution mensuelle du nombre moyen de varons dans les quatre exploitations infestées.

Liste des tableaux

Tableau I : montre les principaux paramètres étudiés au niveau du marché à bestiaux de Bouira.

Tableau II : Provenance des animaux varonnés (marché à bestiaux de BOUIRA)

Tableau III : Le taux et l'intensité d'infestation en fonction de la classe d'âge.

Tableau IV : Effet du sexe sur la réceptivité des bovins aux hypodermes.

Tableau V : Taux et intensité d'infestation en fonction de la race du bovin infesté.

Tableau VI : Prévalence d'infestation et charge parasitaire au pic d'émergence.

Tableau VII : Evolution mensuelle du nombre moyen de varon au niveau des 05 exploitations.

Liste des abréviations

D.I.	Degré d'infestation
I.I.	Intensité D'infestation=Charge Parasitaire
J	Jour
Kg	Kilogramme, Unité De Mesure Du Poids
Km	Kilomètre, Unité De Mesure De Distance
L	Lait
l	Litre, unité De Mesure Du Volume
ml	millilitre
mm	Millimètre
T	Température
t	Tonne, unité de mesure du poids
T.I.	Taux d'infestation
V	Viande
%	Pour cent

Introduction Générale

Introduction générale

L'hypodermose bovine ou maladie du varron est due à la présence et au développement, chez les bovins, de laves de diptères du genre *Hypoderma* (appelée communément hypoderme), on note deux espèces : *Hypoderma bovis* et *Hypoderma lineatum*) qui sont des parasites obligatoires, cette infestation provoquée par des larves de diptères (myiase) se caractérise principalement par la formation de nodules apparaissant au printemps dans le tissu sous-cutané du dos des bovins. Les larves agents de cette myiase se développent et creusent leur trajet dans les muscles, le canal rachidien, le long de la moelle épinière et dans la paroi de l'œsophage [55].

En dépit de l'importance économique et sanitaire de cette pathologie parasitaire, peu d'étude sont consacrées à l'hypodermose bovine en Algérie, hormis celles menées par Benakhla et al dans les années 90 dans l'est algérien, et celles de Saidani (2007) et Saidani et al (2011) dans la wilaya de Bejaia.

Il est lamentable que dans notre pays cette myiase soit considérée comme un état compatible avec un bon embonpoint du fait que les nodules apparaissent au printemps, saison des pâturages où l'état corporel des animaux s'améliore grandement.

Ainsi, pour apporter quelques éléments épidémiologiques à l'étude de l'hypodermose bovine en Algérie, nous avons mené une enquête dans cinq exploitations bovines et au niveau du marché à bestiaux principal de la wilaya de Bouira, qui a été choisie en raison du fait qu'elle est limitrophe de Bejaia, où cette myiase avait été déjà étudiée. C'est ainsi que nous voulions élargir le cadre géographique de l'enquête pour englober d'autres wilayas du Nord Centre Algérien.

Notre modeste travail est divisé en deux parties, où dans la première ont été détaillés la biologie, l'épidémiologie du parasite en cause ainsi que les principaux moyens diagnostiques et de lutte, dans la deuxième sont présentés l'essentiel des résultats obtenus qui sont discutés à la lumière des travaux scientifiques d'autres chercheurs ayant œuvré dans la même optique.

Partie Photographique

2. Synthèse bibliographique sur l'hypodermose bovine :

L'hypodermose bovine ou maladie du varron est due à la présence et au développement, chez les bovins, de larves de diptères du genre *Hypoderma* (appelée communément hypoderme), on note deux espèces : *Hypoderma bovis* et *Hypoderma lineatum* qui sont des parasites obligatoires, cette infestation provoquée par des larves de diptères (myiase) se caractérise principalement par la formation de nodules apparaissant au printemps dans le tissu sous-cutané du dos des bovins. Les larves de cette myiase se développent et creusent leur trajet dans les muscles, le canal rachidien, le long de la moelle épinière et dans la paroi de l'œsophage.

L'hypodermose est désignée par plusieurs termes ou expressions :

- En France, on l'appelle maladie du varron ou simplement hypodermose ;
- Dans les pays anglo-saxons, les termes attribués à cette myiase sont : the cattle grubs, warble flies, heel-fly (pour *H. lineatum*);
- En Amérique, l'appellation est différente suivant l'espèce d'hypoderme à laquelle on a affaire, the common cattle grub désigne *Hypoderma lineatum* tandis que the northern cattle grub se rapporte à *Hypoderma bovis* ;

En Algérie, selon les régions plusieurs dénominations sont attribuées à la maladie et aux larves en se référant soit à l'activité de la mouche adulte ou aux nodules varroneux : Tekkouk (le nom le plus répandu en Kabylie) Tisktar ou Igourmanes (pour les larves selon la région de la Kabylie), Bouddoud et Bou'slah... En arabe littéraire El Naghef El baqari, cette affection est rangée parmi les myiases [55].

2.1. Agent étiologique :

2.1.1. Taxonomie :

L'hypodermose bovine est une myiase produite par des diptères de la famille des *Oestridae*, dont les larves exercent un fort impact sur la productivité et le bien-être des animaux infestés.

Des six espèces incluses traditionnellement dans le genre *Hypoderma* (Zumpt, 1965) seules deux parasitent de forme obligatoire le bétail bovin, *Hypoderma bovis* (Linnaeus, 1758) et *Hypoderma lineatum* (de Villiers, 1789), dénommées respectivement "grande mouche et petite mouche" des bovins (Vázquez, 2010 ; Patrocínio, 2012).

Récemment, et après d'intenses débats et discussion au sein de la communauté scientifique (Otranto et al, 2004, 2005; Otranto et Colwell, 2005), a été acceptée comme espèce valide, *Hypoderma sinense*, laquelle avait été considérée longtemps comme synonyme de *H. lineatum*. Nonobstant, la distribution de cette espèce est restreinte à la Chine où elle affecte préférentiellement les yacks et les bovins [51], [61].

La mouche responsable de l'hypodermose bovine appartient à :

Règne : Animalia,

Embranchement : Arthropoda,

Sous embranchement : Mandibulata,

Super classe : Hexapoda,

Classe : Insecta,

Sous-classe : Ptérygota,

Ordre : Diptera,

Sous ordre : Brachycéra,

Section : Cyclorapha,

Groupe : Œstroïdæ,

Famille : Œstridae,

Sous-famille : Hypodermatinae,

Genre : *Hypoderma*,

Espèces : *Hypoderma bovis*, *Hypoderma lineatum* [55].

Les hypodermes sont des insectes appartenant au taxon des diptères et à la famille des œstridés. Les représentants de cette famille, les œstres, sont des mouches velues et trapues aux pièces buccales atrophiées et sont des agents de myiases obligatoires. Deux des cinq espèces d'hypodermes présentes en Europe sont responsables de l'hypodermose bovine : *Hypoderma bovis* et *Hypoderma lineatum* [16].



Figure 1 : Mouche adulte *Hypoderma lineatum* [51].



Figure 2 : Mouche adulte *Hypoderma bovis* [51].

2.1.2. Morphologie des différents stades de développement :

Les **mouches adultes** de *Hypoderma* spp. possèdent un revêtement pileux abondant qui paraît strié sur l'abdomen formant trois anneaux de couleur; la tête est forte et plus large que la partie antérieure même du thorax, qui est sphérique ; les yeux sont séparés et bien développés; les pièces buccales sont non fonctionnelles, étant atrophiées [65]. L'abdomen est plus étroit que le thorax; chez la femelle, le dernier segment est modifié en ovipositeur, qui sert à pondre les œufs sur les poils des bovins.

Les adultes sont très mobiles et doués de mouvements rapides ; en état de repos, la tête est plus haute, de sorte que sa posture par rapport au plan horizontal est typiquement inclinée avec les deux ailes déployées [61].

H. bovis, qui mesure de 12 à 16 mm de long, ressemble à un faux-bourdon, son corps est recouvert d'abondante pilosité sur la tête, le thorax et l'abdomen [31]. Le premier segment abdominal est gris avec quelques poils blancs ou jaunâtres; le second est plus sombre alors que le troisième est jaune foncé; ses ailes sont grandes et de couleur grise, non transparentes [65]. Les pattes sont lisses de rare pilosité.

H. lineatum est également appelée "mouche des sabots ou du feuillet", les mâles mesurent jusqu'à 12 mm, les femelles ne dépassent pas 13 mm. Les poils du thorax sont blanc-jaunâtres et sur l'abdomen se disposent en formant une bande jaune claire, qui alterne avec une autre plus foncée et finalement avec une orangée. Ses ailes sont transparentes et les pattes possèdent une abondante pilosité sombre et rugueuse [61].

Chez les deux espèces les œufs sont blancs, sans opercule et de forme allongée. Ils se fixent à la base du poil par un petit pédoncule flexible de substance gélatineuse avec laquelle ils adhèrent fermement en position oblique par rapport au poil [22]. Les œufs de *H. bovis* mesurent 1 mm et se

disposent individuellement sur les poils, alors que ceux de *H. lineatum* se situent sur le même poil en file de 5 à 15 œufs et sont légèrement plus petits.

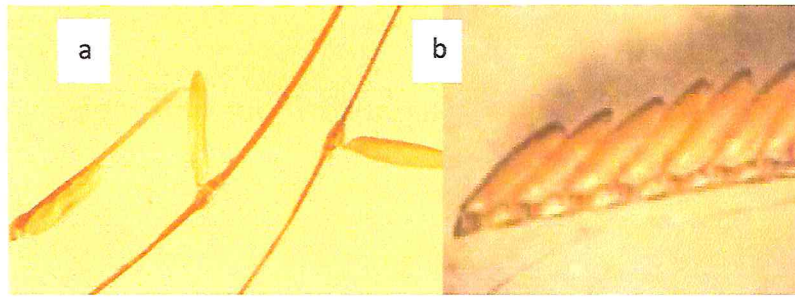


Figure 3 : œufs de *H. bovis* (a) e *H. lineatum* (b) [51].

Les larves venant de quitter l'œuf ou **larves 1** sont plus minces, fusiformes avec les extrémités arrondies. Elles sont totalement transparentes, rendant bien visibles leurs organes internes; le tube digestif est constitué de l'œsophage ou intestin antérieur auquel s'unissent deux glandes salivaires ; celui-ci se prolonge par l'intestin moyen rempli de liquide amorphe légèrement verdâtre qui dilate et donne turgescence à la larve; l'intestin moyen se trouve obstrué caudalement par une masse cellulaire qui le sépare de l'intestin postérieur [12]. Ces larves sont divisées en 11 segments presque égaux, avec des épines de différentes tailles qui se disposent en files irrégulières dirigées vers l'arrière, ce qui facilite leur déplacement au sein des tissus de l'hôte. La L-1 nouvellement sortie de l'œuf, mesure moins de 1 mm, après son séjours de repos (sous-muqueuse œsophagienne et canal rachidien, selon l'espèce), atteint 5 mm et en fin de sa migration dépassent 15 mm [50].

À son extrémité antérieure elle possède un "appareil buccal" ou squelette céphalique, composé d'un éperon médial et deux crochets latéraux dont la forme est différente selon l'espèce, ce qui permet leur identification. Les crochets buccaux de *H. lineatum* possèdent une extrémité antérieure effilée non divisée et avec une dent latérale courbée; par contre, ceux de *H. bovis* sont divisés à leur extrémité antérieure et ne n'ont pas de dent latérale [63]. À l'extrémité postérieure les larves L-1 de *Hypoderma* spp. possèdent deux plaques stigmatiques qui se composent de deux paires d'ouvertures stigmatiques, chaque paire étant entourée d'un anneau avec 3 épines [21].

Les **larves 2**, plus arrondies et plus amples en leur partie centrale, se resserrent aux deux extrémités, postérieure et antérieure. Elles atteignent 10-16 mm de long et 4-5 mm de diamètre; elles sont de couleur jaune- blanchâtre et sont douées de mouvements contractiles. Elles présentent des épines cuticulaires qui apparaissent mieux dans les phases plus jeunes. Leur appareil buccal est plus évolué et est dépourvu de crochets. Leur appareil respiratoire est bien adapté à la vie aérobie, avec des plaques stigmatiques postérieures de forme circulaire et avec plusieurs pores stigmatiques. [21]. grâce à la microscopie électronique, mit en évidence la présence de 29 à 40 ouvertures dans plaques respiratoires des larves L-2 de *H. bovis*, alors que celles de *H. lineatum* possèdent

uniquement 18-25. Les larves 3 sont plus grosses et en forme de tonnelet ; elles mesurent entre 2,5 et 3 cm de long et 1,4-1,7 cm de diamètre (Borchert, 1964); la face ventrale est convexe mais la face dorsale est légèrement plane ou concave. Leur corps est divisé en 11 segments, la majorité desquels portent en partie antérieure de la face ventrale une ligne de grosses épines, sombres dirigées vers l'arrière et en partie postérieure une bande de petites épines chitineuses dirigées cette fois-ci vers l'avant. La partie ventrale antérieure du dixième segment des larves L-3 de *H. bovis* n'ont pas d'épines, alors que chez *H. lineatum* s'observent bien [39]. Les épines sont moins développées en face dorsale [65]. La couleur des larves L-3 dépend grandement du stade de développement; au départ elles sont gris jaunâtres, puis elles obscurcissent considérablement, ensuite elles deviennent marron foncé et même presque noires juste avant de quitter l'hôte.

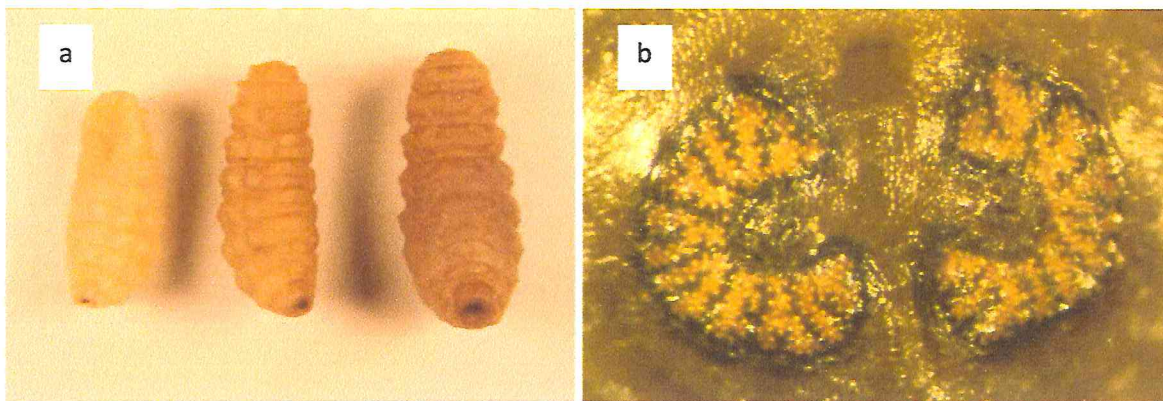


Figure 4 : Larves de 3^{ème} stade de *H. lineatum* (a). Plaques respiratoires (b) [51].

Les larves L-3 de *Hypoderma* spp., au même titre L-2, sont aérobies et respirent à travers leurs stigmates ou orifices respiratoires localisés au niveau des plaques respiratoires du dernier segment. La forme de ces plaques ainsi que la disposition des orifices respiratoires diffère selon l'espèce. Chez *H. bovis* les plaques respiratoires sont rondes et se trouvent fortement incurvées en leur centre avec un canal de séparation long et étroit, chacune d'elles comprend 10 septas, qui possèdent jusqu'à une trentaine d'orifices respiratoires, entourés par un petit anneau, lequel porte normalement une épine. Chez *H. lineatum* les plaques respiratoires sont plus planes, avec un canal de séparation plus ouvert et elles sont divisées en 7 septas, possédant chacun moins d'une trentaine d'orifices stigmatiques entourés par un anneau sans épine [21]. Pour la collecte des larves 2 et 3 il est totalement déconseillé de recourir à l'extraction ou délarvation manuelle, puisqu'il est possible qu'en pressant les nodules présents sur le dos se produise la rupture des larves et survienne par conséquent un choc anaphylactique. Bishopp et al. (1926) et Barret (1981) placent un dispositif (un pot, une boîte, etc.) sur les nodules larvaires qui recueille la larve une fois que celle-ci quitte le bovin; Minar et Breev (1982) récoltent les larves matures de *Hypoderma* spp. En maintenant les bovins parasités sur une grille métallique. Scholl et Barrett (1986) conçurent une méthode rapide et

efficace d'extractions qui consiste en l'injection de 1 ml de peroxyde d'hydrogène à 3% à travers l'orifice respiratoire. Ces larves collectées de la sorte, si elles sont extraites avec un degré de maturité optimal et qu'elles sont lavées immédiatement, survivent habituellement comme celles qui émergent d'elles-mêmes, naturellement. Les larves 3 qui tombent par terre restent immobiles, leur cuticule se durcit considérablement et forment les **pupes** ou **pupariums**. La couleur des pupes est pratiquement noire, elles sont aplanies en partie antérieure et ont un opercule bien visible par lequel sortira l'adulte en fin de pupaison [65]. La puce mesure de 2 à 2,8 cm pour 1,4-1,8 cm d'épaisseur, un peu moins pour celle de *H. lineatum*, et en elles se voient des protubérances, comme des épines, mieux que chez celle de *H. bovis*.

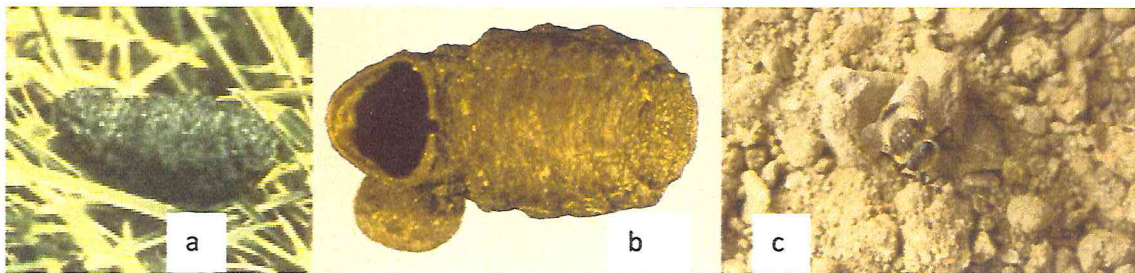


Figure 5 : Puce enfouie dans l'herbe (a). Puparium ouvert (b). Mouche émergeant de la puce puparium (c) [16].



Figure 6 : Mue imaginale, un adulte d'*Hypoderma* sp. Venant d'émerger d'une puce [16].

2.2. Cycle évolutif :

Les **adultes** de *Hypoderma* spp. complètent leur métamorphose en 2-5 semaines et émergent du puparium. Pour cela elles soulèvent grâce à la vésicule céphalique o *ptilinum*. Cette sortie se produit à quelques heures du lever du soleil, probablement comme réponse à l'élévation de la température. Les adultes ont les pièces buccales atrophiées, par conséquent ils ne se nourrissent pas [65]. Leur vie est très courte et dépend des réserves accumulées durant les stades larvaires, dont l'épuisement est dans une grande mesure fonction de la température; la majorité des auteurs [52].[16].[10]. signalent une longévité moyenne de 3 à 4 jours , rarement supérieure à 8 jours.

Les femelles de *Hypoderma* réalisent un vol court, circulaire, rapide et particulièrement bruyant, lequel effraie les bovins, provoquant de véritables terreurs [61].

Les Oestridae jouissent en général d'une bonne capacité de vol, étant capables d'atteindre une vitesse de 28,8-40 km/h [47], et se déplacent dans un rayon de 5 km parfois jusqu'à 14 km; ne pénétrant pas dans les étables ni dans les endroits clos, ils attaquent toujours les bovins dans les espaces ouverts. En ce sens, Benakhla et al. (1993) en Algérie prouvent que les bovins maintenus en stabulation permanente sont peu ou pas parasités alors que ceux en pâturage portent un nombre moyen de varrons de 17,5.

L'accouplement se réalise peu après l'émergence de l'adulte et a lieu généralement sur le sol, bien que dans certaines occasions ait été observé en plein vol [62].

Selon [59], les femelles de *Hypoderma* ont deux adaptations très particulières pour compenser leur courte vie. La première est que l'ovogenèse commence dès le stade L-3 et le stade pupa, la deuxième étant le développement simultané de deux ovocytes au sein du même ovaire, ce qui duplique la capacité reproductrice, de sorte qu'un seul couple de mouches peut, en seulement deux ans, infester tous les individus d'un élevage de 100 bovins.

Une fois fécondée, la femelle peut déposer entre 500 et 1000 œufs, parvenant même pondre jusqu'à 100 œufs sur un même animal. Le **comportement de la ponte** des Oestridae se caractérise par le fait que chaque mouche tend à pondre sur le maximum d'hôtes possible en vue de diminuer la compétition entre sa propre progéniture et augmenter les possibilités d'accomplir avec succès son cycle.

La femelle de *H. bovis* dépose ses œufs durant son vol, causant un grand désarroi par le son qu'elle émet, similaire à celui d'une abeille; la ponte se produit sur les membres postérieurs du bovin sur des endroits facilement accessibles à la mouche. Ne déposer qu'un œuf à la fois, multiplie le nombre de tentatives de ponte [61].

Par contre, *H. lineatum* à peine si elle dérange l'hôte durant l'oviposition car elle dépose à chaque fois une file de 6-15 œufs sur les poils des membres antérieurs, du fanon et du cou. À l'occasion la mouche depuis le sol s'approche des animaux qui se trouvent couchés et dépose ses œufs. D'après Colwell et Berry (1993), les femelles de *H. bovis* possèdent plus de récepteurs chimiques et mécaniques que celles de *H. lineatum*, puisque le comportement de ponte nécessite une meilleure sensibilité pour localiser l'hôte.

À l'intérieur de l'œuf l'embryon est immobile et éclot 3-4 jours après la ponte; la sortie se produit à travers d'une fissure qui s'ouvre dans la coquille par action directe de la larve. Quant au développement embryonnaire, Pruett et Kunz (1996) indiquent que les œufs de *H. lineatum* ne supporte pas l'exposition prolongée à de basses températures étant donné que la limite inférieure

pour le développement embryonnaire est de 20°C. D'autre part, ces auteurs affirment que les conditions qui règnent au niveau de la peau sont propices au développement embryonnaire puisque la température ne descend pas au-dessous de 25°C.

Les larves L-1 nouvellement écloses descendent par le poil avec des mouvements ondulatoires vermiformes, guidées par des stimuli thermiques. Karter y al. (1992) démontrent que larves L-1 nouvellement écloses présentent un thermotactisme positif mais pas de phototactisme ni géotactisme.

Postérieurement, les larves pénètrent activement dans le tissu sous-cutané, profitant des dépressions qui entourent les follicules pileux; à cela contribue également le squelette céphalique, les enzymes protéolytiques ainsi que les épines chitineuses qui les couvrent. Nelson y Weintraub (1972) assurent que si les larves n'arrivent pas à pénétrer l'épiderme 15 minutes après l'éclosion, elles perdent leur vigueur, se déshydratent et meurent.

Les L-1 sont des endoparasites obligatoires qui se développent en anaérobiose, vu qu'elles migrent profondément à travers le tissu conjonctif de l'hôte. Chamberlain (1964) indiqua que les L-1 peuvent vivre longtemps sans oxygène ou bien avec des niveaux très bas de ce gaz mais rien ne prouve qu'elles ne puissent l'utiliser. La **migration** des larves 1 dans les tissus de l'hôte se produit grâce à des enzymes présentes dans leurs sécrétions [16]. Celles-ci, après avoir détruit les tissus, s'accumulent dans l'intestin moyen de ces larves. La migration intraorganique diffère selon l'espèce d'*Hypoderma*.

H. lineatum se déplace à travers le tissu conjonctif lâche intermusculaire de la partie antérieure du thorax et de l'abdomen, en suivant des lignes parallèles par rapport aux vaisseaux sanguins, sans pour autant entrer ni dans les vaisseaux ni dans les muscles, jusqu'à la sous-muqueuse œsophagienne, préférentiellement dans son tiers caudal qui est son lieu de séjours ou de repos hivernal. Aussi est-il fréquent de les retrouver dans d'autres localisations autres que la sous-muqueuse œsophagienne; Khan (1971) et Panadero et al. (2007) signalent sa présence sous la séreuse qui recouvre extérieurement l'œsophage.

D'autres auteurs [33], [64]. ont observé des larves 1 de *H. lineatum* dans le tissu conjonctif périrachéal et péri-œsophagien, pleuro pariétal et péritonéal, péricardique, péritonéal viscéral du foie, du réseau et de l'intestin, diaphragmatique, au niveau des muscles intercostaux et tissu conjonctif péri-rénal

Durant la phase de repos œsophagien, les larves augmentent leur taille jusqu'à six fois, parvenant à atteindre 12 mm de long. Cox et al. (1970), Panadero et al. (2007) et Quintero-Martínez et al.

(2007) s'assurèrent que, aussi bien les larves situées dans la sous-muqueuse œsophagienne que celles observées sur la face externe de l'œsophage et de la trachée se trouvent orientées longitudinalement à ces organes

Les larves de *H. bovis* réalisent une migration qualifiée de "organo-neurotrophe", où elles migrent lentement suivant les axes conjonctivo-nerveux [54], parallèlement aux nerfs sciatique et radial pour atteindre les plexus sacral, lombaire et brachial, mettant plus ou moins 4 mois à parcourir ce trajet. Le lieu de repos de *H. bovis* est la graisse épидurale du canal rachidien, spécialement la région thoracique et lombaire, entre la 8^{ème} vertèbre thoracique et la 6^{ème} vertèbre lombaire. Ces larves entrent et sortent du canal médullaire via les orifices intervertébraux [11].

Après une période de repos au niveau œsophagien ou rachidien, selon l'espèce, les L-1 de *Hypoderma* reprennent leur migration vers le dos, lieu de 2 mues sous la peau. Une fois dans la région dorsolombaire les larves muent en L 2; pour cela elles inversent leur position et libèrent leur contenu enzymatique à travers l'intestin postérieur, ce qui provoque un orifice dans la peau de l'hôte de 1-3 mm de diamètre, à travers lequel elles entrent en contact avec le milieu extérieur initiant ainsi une vie aérobie; ensuite se produit la mue en L-3 [61].

Borchert (1964) indique que le temps moyen de séjours des larves dans les nodules varie selon l'espèce; pour *H. bovis* il est de 11 semaines (variant entre 8,5 et 14 semaines), alors que celles *H. lineatum* restent à ce niveau environ 7,5 semaines (oscillant entre 6 et 9 semaines).

Une fois les larves ont terminé leur développement elles abandonnent les nodules à travers le pertuis de respiration, aidées par des mouvements de contraction musculaire de l'hôte et de la larve elle-même, elles tombent par terre et pénètrent dans le sol ou bien elles se cachent entre la végétation, où se préparer pour la pupaison. Bien que les larves des deux espèces soient toutes les deux lucifuges, celles de *H. lineatum* s'enterrent plus profondément que celles de *H. bovis*. Après l'endurcissement de la cuticule se produit une métamorphose complexe qui, en fonction des conditions climatiques, en 2 à 5 semaines, donnera naissance à une mouche adulte. La figure 2 schématise le cycle biologique des hypodermes.

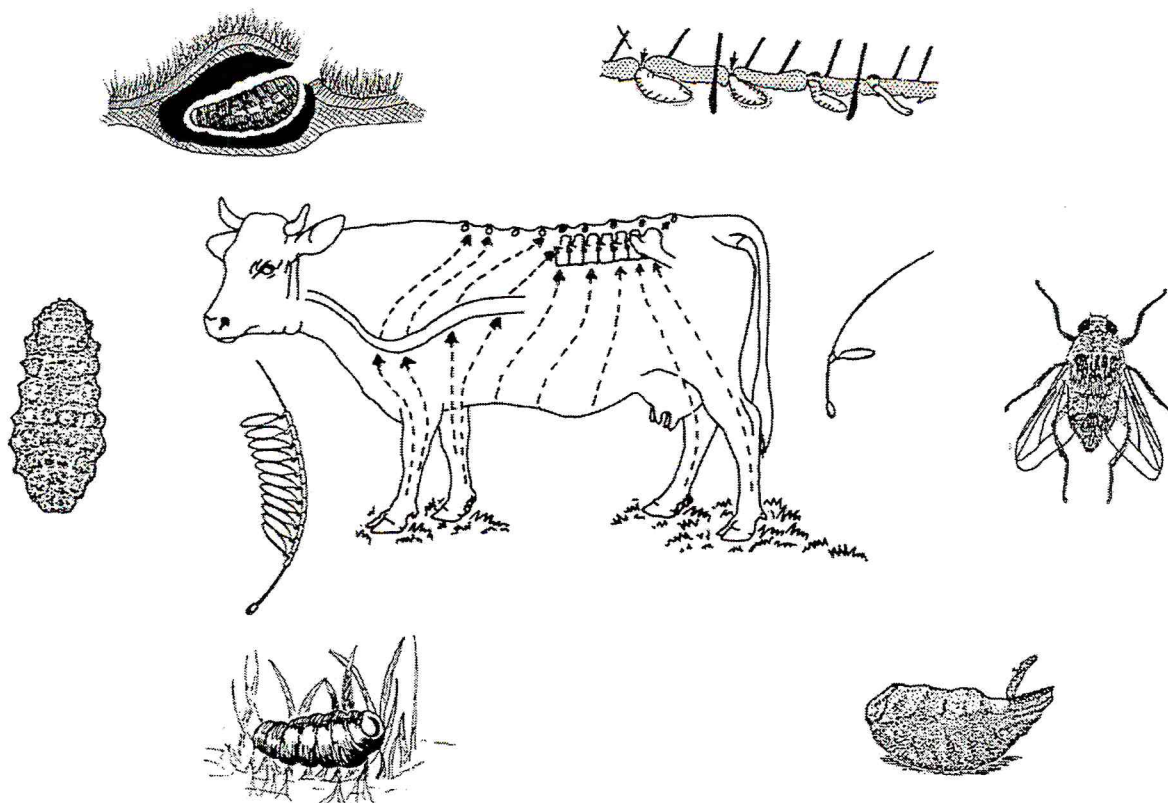


Figure 7 : Schéma du cycle biologique *H. lineatum* et *H. bovis* [51].

L'apparente moindre incidence du varon chez les bovins laitiers est due au fait que ceux-ci sont maintenus en stabulation quasi-permanente. Il est bien établi que les hypodermes ne pénètrent pas dans les bâtiments d'élevages. Il ne faut donc pas croire que les races laitières sont moins réceptives que ne le sont les autres. De toute évidence, il n'est atteint que les animaux qui étaient en pâturage durant l'activité des mouches adultes. La maladie sévit dès le début de la migration des larves L1 dans l'organisme. L'ampleur des symptômes dépendra de l'intensité de l'infestation. Ensuite, l'hypodermose est révélée par l'apparition des nodules varonneux sur le dos de l'animal. Ils sont dus à la présence des larves L2 puis L3 dans le tissu conjonctif sous-cutané et ayant percé un trou pour la respiration.

2.3. Facteurs influençant le développement de *Hypoderma* sp.

Il y a des facteurs liés à l'animal, intrinsèques et d'autres au parasite et à l'environnement des extrinsèques.

2.4. Pathogénie :

Par ses crochets buccaux, la larve L1 cause de nombreux petits traumatismes sur son trajet, aggravée par l'action des enzymes protéolytiques des glandes salivaires de ces larves.

En effet, l'infestation par les larves de *Hypoderma* provoque d'importants effets nocifs sur les tissus de l'hôte, dus essentiellement à l'action mécanique exercée par les appendices céphaliques mais aussi par l'action protéolytique et immunitaires des sécrétions larvaires (Lecroisey et al., 1983). Cette action pathogène est conditionnée dans une grande mesure par l'intensité d'infestation et la résistance de l'hôte, elle-même dépendante d'autres facteurs tels que le contact antérieur avec le parasite et l'état général de l'animal. Les L-1 de *Hypoderma* spp. utilisent des enzymes sécrétées par leurs glandes salivaires pour lyser et digérer les tissus conjonctifs et inhiber la formation de fibrines, limitant par la même la possibilité de d'enkystement. Boulard (1969) indique la digestion a lieu en dehors de la larve, ensuite celle-ci réabsorbe partiellement ses enzymes avec les produits de dégradation des tissus de l'hôte et emmagasine dans l'intestin moyen, qui est fermé à son extrémité postérieure par bouchon cellulaire. Ces enzymes sont synthétisées durant la phase migratoire, depuis la sortie des larves de l'œuf jusqu'à la mue des L-1 en L-2 dans le dos de l'animal. La digestion réalisée par les enzymes remplit tout au moins deux fins: la nutrition des larves, au moyen de la prédigestion des tissus alentour, et la protection du parasite contre les réactions inflammatoires de l'hôte. La peau traversée, les larves initient leur migration jusqu'à la sous-muqueuse œsophagienne dans le cas de *H. lineatum* et dans la graisse épidurale dans le canal rachidien pour *H. bovis*. Durant ces longs mois de migration larvaire, elles se déplacent, augmentent leur taille, laissent derrière elles des trajets gélatineux et hémorragiques avec d'abondants infiltrats leucocytaires. Dans le lieu de repos, la réaction de l'hôte diffère selon qu'il s'agit de primo-infestation ou de ré-infestation. Selon Boulard (1985), avec les infestations successives la réaction péri-larvaire dans la sous-muqueuse œsophagienne s'intensifie de manière considérable. Suite à la première mue larvaire, s'établit une communication entre la portion de l'intestin moyen et celle du postérieur, ce qui permet l'expulsion du contenu accumulé durant le premier stade larvaire; la libération de enzymes au sein du tissu sous-cutané de l'hôte est responsable de la lyse du derme et de l'épiderme, ce qui facilite le contact des larves avec l'extérieur [12].

Enfin, le pertuis par lequel sortent les larves L3 constitue une porte d'entrée pour des germes pyogènes. De même, la pénétration des larves L1 peut s'accompagner de celle de germes banaux, mais également de germes spécifiques tels ceux du tétanos ou de la gangrène [25]. On ne peut passer sous silence l'action immunosuppressive des hypodermes en agissant à la fois sur l'immunité acquise et innée [42].

La purification par chromatographie échangeuse d'ions de l'extrait larvaire total a mis en évidence l'existence de trois protéines principales, dénommées hypodermines A, B et C ou collagénases; ces enzymes sécrétées par les larves durant leur migration, appartiennent au groupes des sérines protéases, enzymes protéolytiques faisant partie de la famille de la trypsine [12].

L'hypodermine C est une collagénase qui n'a aucune activité inflammatoire. Membre de la famille chymotrypsine, elle est impliquée dans la pénétration cutanée [9]. Elle permet donc la migration des larves dans le tissu conjonctif profond en lysant le collagène en avant de la larve. En avançant, la larve réabsorbe une partie de cette enzyme qui s'accumule alors dans le tube digestif. L'hypodermine C sert à nouveau lors de la mue : libérée massivement sous la peau de l'hôte à l'occasion de l'ouverture du tube digestif à l'arrière de la larve, elle lyse le tégument si bien qu'elle le perce, ce qui permet à la larve L2 de respirer. En outre, l'hypodermine C est doué d'un grand pouvoir antigénique.

L'hypodermine A et l'hypodermine B sont de structure voisine de celle de l'hypodermine C, elles n'ont pas de propriété collagénasique et leur pouvoir antigénique est peu marqué. Elles sont apparentées à la famille de la trypsine (Khaznadji et al, 2003). Elles sont douées d'un pouvoir d'inhibition de l'inflammation durant la migration larvaire, surtout en primo-infestation. Elles activent le facteur XII de la coagulation, dégradent le fibrinogène, déplètent le complément par voie classique et alterne ; et en dégradant le composant C3, elles bloquent les mécanismes de défense de l'hôte spécifiques et non spécifiques [25], [46], [42].

2.5. Manifestations cliniques :

Les manifestations cliniques de l'hypodermose se notent durant la ponte des mouches et la période d'apparition des varons, quand commencent à apparaître les larves dans des nodules douloureux perceptibles à la palpation, mais ces manifestations sont moins évidentes durant la migration larvaire. C'est pourquoi, cette myiase est considérée pour ainsi dire comme une maladie zootechnique du fait d'une symptomatologie fruste, qui n'inquiète pas l'éleveur, elle se manifeste plutôt par une baisse de productivité, qui sera d'autant plus importante que le taux d'infestation sera élevé ; ces pertes sont difficilement quantifiables. L'excitation est plus importante avec *H. bovis* du fait du mode de ponte individuel supposant un vol plus fréquent autour du bovin [61].

L'approche des mouches *Hypoderma* peut provoquer la panique des animaux qui réagissent aux bourdonnements des femelles et s'enfuient à toute allure. Ces courses peuvent être à l'origine d'accidents, tels que fractures, entorses, chutes, avortement, sans compter les baisses de performances zootechniques, étant donné que ces animaux courent de toute la force de leurs muscles à la recherche de l'ombre et peuvent se jeter à l'eau pourvu qu'ils se protègent des mouches [35].

2.6. Lésions :

Les troubles les plus graves liés à hypodermose sont causés par la phase larvaire du parasite. On note alors :

- des lésions d'oesophagismes associées à l'infiltration de la sous-muqueuse oesophagienne provoquées surtout par les sécrétions de substances toxiques par les L1 d'*Hypoderma* sp. Ces lésions sont à l'origine de troubles digestifs sérieux avec perte d'appétit et amaigrissement [14];
- des compressions médullaires ;
- des lésions confluentes dans les muscles du dos et des lombes causées par la traversée massives de cette région du corps par des larves d'*Hypoderma bovis* et *H. lineatum*. Ces lésions apparaissent, une fois l'animal sacrifié, sous forme d'une masse gélatineuse d'aspect répugnant qui recouvre la viande, ce qui amène au parage de la partie touchée. Parallèlement à ces lésions qu'on retrouve lors de l'inspection des carcasses au niveau des abattoirs, il y'a des troubles qui affectent le système immunitaire de l'animal et le rend donc vulnérable à d'autres pathologies infectieuses ou autres [42]. Les larves d'hypodermes sécrètent des enzymes agissant à des niveaux divers du système de défense de l'animal : système du complément, prolifération des lymphocytes, expression des récepteurs lymphocytaires [46]. Les larves d'*Hypoderma* sp. échappent ainsi à la réaction de l'Hôte bovin, et ce au cours des 10 à 11 mois de la migration larvaire. Ces enzymes affectent généralement la défense immunitaire et fragilisent l'animal en favorisant d'autres pathologies [1], [18]. Il n'est pas superflu de signaler la douleur générée par le séjour des L2 et L 3 dans le tissu sous-cutané au milieu des granulomes inflammatoires. Bien que nous n'ayons aucun critère d'évaluation de la douleur à laquelle ont donné lieu les abcès dans le dos des animaux, l'attitude particulière des bovins (dos voussé et le grattage du dos sur les surfaces dures) suggèrent fortement que les varrons sont à l'origine d'une irritation.

Par ailleurs, le pus qui s'écoule des abcès est très attractif pour les mouches domestiques et les mouches des étables, autres agents de nuisance. D'autre part la sortie des larves peut s'accompagner parfois d'une surinfection bactérienne par des agents anaérobies tels que *Clostridium chauvei* et *C. novyi* bacille de nécrose et entraîner la formation d'abcès qui se propagent dans les masses musculaires sous-jacentes et la colonne vertébrale [29].

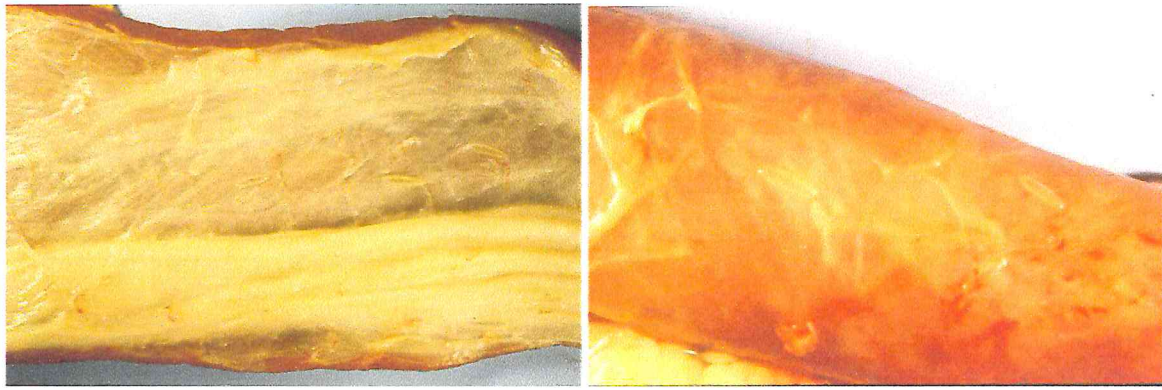


Figure 8 : Lésions œsophagiennes (dans la sous-muqueuse à gauche, externes à droite, [51].

2.7. Diagnostic :

Le diagnostic peut être direct ou indirect. Le diagnostic consiste en le comptage des larves ou varons. Il se base sur le comptage des nodules varonneux depuis leur apparition sur le dos des animaux jusqu'à leur disparition totale. Si ce type de diagnostic est facile, il est par contre très contraignant et peu précis. Il doit être réalisé par des visites mensuelles des animaux pendant au moins 5 mois. Etant donné que l'élevage algérien est la plupart du temps de type extensif, le comptage ne se prête pas bien. Il est indispensable de regrouper les animaux et de procéder à leur contention, chose à laquelle s'opposent les éleveurs [9].

Par diagnostic indirect on se réfère au diagnostic immunologique. En effet, la mise en évidence des anticorps circulants dirigés contre l'hypodermine C a rendu possible la mise au point de l'immunodiagnostic de l'hypodermose. La première méthode de sérodiagnostic employée chez le bovin était l'hémagglutination passive [12]. C'est dans les années 1980 que la technique ELISA employant l'hypodermine C fut utilisée par Boulard (1985). C'est la technique de routine en Espagne [50].

2.8. Réponse immune suite à l'infestation par *Hypoderma sp.*

Les larves 1 de *Hypoderma* entreprennent une longue migration à travers le tissu conjonctif lâche profond des bovins, où elles s'exposent continuellement aux mécanismes de défense de l'hôte. Leur survie dépend d'une part de l'échappement au système immunitaire et de leur capacité à moduler celui-ci d'autre part.

2.8.1. Réponse innée :

Weintraub et al. (1961) prouvèrent l'existence de résistance innée chez des veaux infestés par *Hypoderma*. Cette résistance, s'exprime fondamentalement au niveau de la peau par l'apport de la vitamine A, produisant une mortalité de 65-75% des larves en phase de pénétration. A mesure que

ces veaux croissent, la résistance innée diminue et se fait remplacer par la résistance acquise, générée à partir du premier contact avec le parasite [32].

Boulard et Bencharif (1984) mirent en évidence l'activité inhibitrice des hypodermes A y B sur le complément hémolytique bovin, ce qui permet au parasite d'éluder la réaction de défense de l'hôte. Vu l'importance du développement de la réponse inflammatoire, cette activité est plus intense chez les animaux jeunes que chez les adultes antérieurement infestés. Plus tard, Boulard (1989) et Baron (1987) précisèrent leur mécanisme d'action à travers la dégradation du facteur C3 qui contrôle le déclenchement de la réponse inflammatoire et de la réaction immune chez les bovins non infestés antérieurement, ce qui contribue sans doute à inhiber ou à atténuer ces réactions en favorisant la survie des larves chez l'hôte. Par conséquent, la survie des larves chez les veaux est plus importante que chez les animaux plus âgés. Baron (1990) signala que l'hypoderme A est la plus efficace en fait de dégradation du facteur C3 bovin, puisqu'elle est capable de lyser les chaînes α et β .

2.8.2. Réponse acquise :

2.8.2.1. Réponse humorale :

Les L-1 de *Hypoderma* spp. provoquent une réponse humorale dirigée contre ses sécrétions que se constituent essentiellement de produits synthétisés par les glandes salivaires larvaires [12]. Durant la migration larvaire apparaissent d'importantes variations individuelles dans la réponse humorale de l'hôte, attribuables à la mort sporadique et plus ou moins lente des larves. Cependant, en général la courbe est ascendante et se répète avec chaque nouveau cycle de parasite. Boulard et Weintraub (1973) étudièrent à travers l'hémagglutination passive chez des lapins infestés expérimentalement avec L-1 de *H. bovis* et *H. lineatum*, mirent en évidence une augmentation des niveaux des anticorps durant les deux mois postinfestation, avec un maximum qui se maintient jusqu'à 200j p.i.; ils observèrent aussi que la capacité pour stimuler la production d'anticorps est plus importante par les produits métaboliques des larves vivantes que ceux provenant des larves mortes. Les anticorps initialement détectés étaient toujours dirigés contre la fraction collagénase de la larve. La réponse humorale de l'hôte diffère selon qu'il s'agit primo infestation ou d'une réinfestation [13].

2.8.2.2. Réponse cellulaire :

Gingrich (1982) suggéra la participation de réponse de base cellulaire dans la résistance acquise contre l'hypodermose bovine, en observant que les animaux plus résistants à l'infestation ont, un mois après celle-ci, une activité MIF (Macrophage Migration Inhibitory Factor) plus élevée que les moins résistants, et réagissent plus activement aux antigènes des larves qui pénètrent la peau. Autres auteurs tels (Colwell, 1985 : Baron et Weintraub, 1987) observèrent une corrélation entre l'intensité

de la réponse immune cellulaire et le stade de protection des animaux résistants précédemment infestés. De la même façon, Baron et Weintraub (1987) détectèrent *in vitro* une réponse lymphoprolifératrice antigène-spécifique qui varia avec les phases d'infestation et de corrélation positive avec la résistance de l'hôte, ce qui laissait penser que la résistance acquise est de base cellulaire avec la participation des lymphocytes B et T. Ainsi, chez les animaux réinfestés, la réponse cellulaire est intense durant les deux mois suivant l'infestation, coïncidant avec la migration des L-1 vers les lieux de repos, mais se maintient relativement basse tout au long de ce séjour des L-1 à ce niveau, pour s'intensifier avec la reprise de la migration larvaire vers le dos. Cependant, chez les animaux primo-infestés cette réaction immunitaire de base cellulaire est plus tardive. Durant l'invasion de la peau, l'intensité de la réponse cellulaire éosinophile augmente en cas d'exposition antérieures, il s'observe sur le trajet d'entrée chez les animaux réinfestés un abondant exsudat éosinophile autour de l'extrémité postérieure de la larve.

Aussi s'observa-t-il une rapide élévation du niveau d'éosinophiles dans le sang pour atteindre un maximum entre les 7-20 jours faisant suite à l'entrée des larves (Nelson y Weintraub, 1972; Nelson, 1987 et Colwell, 1987); ces niveaux se maintiennent relativement hauts durant la phase migratoire (Colwell, 1987), et s'élèvent de nouveau lors de l'apparition des larves dans le dos. Nelson et Weintraub (1972) ainsi que Colwell (1987) trouvèrent une relation inverse entre la survie des larves chez les animaux infestés les valeurs d'éosinophiles.

Doby y al. (1987) dans le cas d'hypodermose humaine, observèrent que l'hyperéosinophilie se maintient pendant que les larves possèdent une activité sécrétoire excrétoire dans les tissus profonds, pour revenir à la normale après cela, cela revient à dire que quand les larves sont neutralisés par les réponses sérologiques et tissulaires.

2.9. Moyens de lutte :

2.9.1. Méthodes de traitement de l'hypodermose bovine :

2.9.1.1. Les différents types de traitements :

Les premières méthodes de lutte contre l'hypodermose visaient des larves en position sous-cutanée, en région dorso-lombaire. Elles reposaient sur les applications locales au fur et à mesure de l'apparition des varons sur le dos des animaux, de différents insecticides : le p. dichlorbenzène, les préparations à base de derris, et Lonchocarpus (roténone), les principes actifs du pyrèthre insecticide, les pyréthrinés et les organochlorés [55].

En dehors de la roténone, les autres produits n'ont plus qu'un intérêt historique ; si certains sont abandonnés à cause des résidus toxiques qu'ils laissent dans l'organisme [29], d'autres le sont en raison d'une efficacité imparfaite (exemple du meninchlopholon) [40].ou bien d'une instabilité chimique, et c'est le cas des pyréthrinés. Ces méthodes de traitement qui interviennent tardivement,

et qui sont dits curatifs, ont uniquement pour effet de réduire les populations adultes d'hypoderme et par là même réduire les infestations postérieures, autrement dit au cours des cycles suivants. Cependant, ils ne permettent pas d'éviter les pertes économiques liées à la migration larvaire [55].

Vers 1960, lorsqu'il a été démontré que les insecticides organophosphorés agissent par voie systémique (Mc Gregor *et al*, 1954), des méthodes précoces de traitements ont été instituées. Elles présentent l'avantage d'agir sur les larves au cours de leur longue migration interne et permettent ainsi de limiter l'incidence du parasite et de prévenir les pertes qu'il génère (le traitement est dit préventif).

Le mérite de ce type de traitement revient à l'emploi aujourd'hui des insecticides systémiques, tels que les organophosphorés, les avermectines, et les mylbémécines. Cela permet une pleine efficacité contre les L1 en une seule application

2.9.1.2. Les principaux insecticides utilisés :

Un grand nombre de plantes telles que le tabac, le pyrèthre, le derris, le cubé, renferment des principes actifs sous forme d'alcaloïdes. Bien que la production d'insecticides végétaux soit de loin dépassée par celle des insecticides organophosphorés, une substance comme la roténone (Tikizid[®], Siegfried AG) est encore utilisée dans certains pays en vue d'un traitement tardif visant la destruction des L2 et L3 d'hypodermose [20].

Les organophosphorés sont des substances organiques contenant un ou plusieurs atomes de phosphore. Les composés commercialisés en Algérie sont au nombre de deux :

- le Trichlorfon ou Néguvon
- le Fenthion ou Tiguvon

Le mécanisme d'action des organophosphorés repose essentiellement sur l'inhibition de certaines enzymes, en l'occurrence les cholinestérases, qui hydrolysent l'acétylcholine, médiateur chimique du système parasympathique [40].

Les organophosphorés sont actifs contre les stades L2 et L3 dans le tissu conjonctif sous-cutané par voie locale et par voie systémique contre le stade L1. Vis-à-vis des larves L1, soit en traitement préventif, les organophosphorés sont employés par simple épandage du produit le long de l'épine dorsale de l'animal à raison de 30 à 300 cm³, dit en anglais « pour on », ce qui veut dire en français « verser sur ». La dose efficace peut être concentrée dans un volume réduit de 3 à 5 ml/100 kg autorisant une projection à distance « formule spot on » [34]. Leur rapide élimination (certaines formulations de trichlorfon) autorise leur emploi chez les vaches laitières en production.

Le métrifonate est également utilisé comme antibilharzien en médecine humaine, où il est connu sous le nom de Bilharcil[®]. Il se présente sous forme de comprimés de 100 mg, et est employé à

raison de 10 mg/kg chez l'enfant, de 6 comprimés chez l'adulte, en 2 prises à 15j d'intervalle. Seulement, il n'est efficace que contre *Schistosoma hematobium* (.Belkaid et al., 1999). La figure 3 représente la structure chimique du métrifonate (Laboratoire de Parasitologie Faculté de Pharmacie Lille)

Enfin, les macrolides antiparasitaires sont utilisés soit par voie sous-cutanée ou orale à la dose de 200µg /Kg, soit en pour on à raison de 500 µg /Kg. Vis-à-vis de l'hypodermose bovine, une de ces substances s'est révélée parfaitement efficace à des doses réduites de l'ordre de 5 µg /Kg contre les larves de premier stade [2]. Drummond (1984) a montré que ce pouvoir larvicide s'exerce encore à doses plus fines de l'ordre de 0,1µg /Kg. Aujourd'hui la microdose d'Ivermectine est devenue une partie intégrante du traitement précoce contre l'hypodermose bovine.

L'ivermectine est également employée en médecine humaine et donne de très bons résultats. Elle est connue sous le nom de Mectizan®, elle est empruntée à la médecine vétérinaire. Depuis 1981, on l'utilise dans le traitement de l'onchocercose, ou cécité des rivières, et est actuellement testée contre d'autres filarioses. Activité microfilaricides assez bien tolérée, les réactions de Mazotti ou apparentées sont moins fréquentes qu'avec le diethyl carbamazine [7]. Elle se prête bien aux traitements préventifs de ces affections, vu sa rémanence. Elle exerce son activité insecticide contre les vecteurs qui viennent prendre leur repas sanguin chez l'Homme.

2.9.2. Accidents liés au traitement :

2.9.2.1. Les troubles précoces :

Les troubles précoces surviennent 6 heures après le traitement et consistent en :

Salivation, myosis, bradycardie, tremblements, difficulté du relever et raideur de la démarche

La fréquence de ces accidents est assez élevée puisque 5 à 10 % des bovins traités peuvent avoir des symptômes d'intoxication, très généralement sans suites graves. La guérison est l'issue la plus fréquente, soit spontanée, soit sous l'effet d'un traitement approprié.

2.9.2.2. Les troubles tardifs :

Les troubles tardifs apparaissent une semaine après le traitement et se manifestent par des troubles comparables à ceux décrits précédemment avec en plus une tachycardie et des phénomènes de météorisations [45], [40]. Ces troubles qui sont observés quel que soit l'hypodermocide employé et même quelle que soit la dose préconisée sont le fait d'une destruction massive de larves du stade 1 soit au niveau rachidien soit au niveau de la muqueuse oesophagienne. Cette destruction aboutit à la libération d'antigènes et de toxines larvaires qui déclenchent dans l'organisme parasité, soit des

réactions locales, dans les cas les plus bénins, soit des réactions généralisées, dans les cas les plus graves. L'existence d'un choc anaphylactique a été démontrée par Boulard (1975). Chez les animaux sensibilisés, les anticorps agissent de concert avec le complément, ayant formé avec les antigènes des complexes immuns, ce qui donne lieu au phénomène d'Arthus. Ces réactions se résorbent progressivement. Ceci se traduit sur le terrain par :

Des oesophagites dues aux oedèmes de la sous-muqueuse oesophagienne où se localisent les larves L1 d'*Hypoderma lineatum* [57], [38].

Des symptômes locomoteurs avec parésie et ataxie locomotrice provoquée par une compression de la moelle épinière due à la formation de caillot sanguin dans l'espace épidual autour des larves du stade 1 d'*Hypoderma*. Ces symptômes rétrocedent le plus souvent spontanément mais sont susceptibles d'être améliorés par toute médication visant à lyser les caillots et réduire l'inflammation [37], [8], [17].

Lorsque l'imprégnation antigénique est massive, les symptômes sont d'autant plus sévères, étant donné que les complexes immuns sont plus abondants. Par ailleurs, des anticorps réaginique cytophiles se fixent sur les mastocytes et les basophiles dont ils provoquent la dégranulation, avec comme résultat la libération d'histamine qui déclenchent des phénomènes physiopathologiques graves [15]. Ces réactions générales de l'organisme se traduisent cliniquement par :

La dyspnée, au niveau respiratoire ;

La diarrhée et le ptyalisme concernant le tractus digestif ;

Un érythème de la face, puis œdème des paupières et de la région vulvo-anale, en ce qui a trait au tissu cutanéomuqueux.

A ces symptômes généraux se joignent les phénomènes d'Arthus autour des larves, mentionnés précédemment, et provoquent :

Des oesophagites graves entraînant du météorisme

Une parésie évoluant parfois en paralysie

2.9.3. Traitement des troubles consécutifs au traitement préventif :

Il est évident que le traitement approprié diffère suivant qu'il s'agit de troubles précoces, générés par le produit lui-même, ou de troubles tardifs, d'ordre immunologique, provoqués par la destruction des larves et la libération des antigènes qu'elles renferment. Ainsi, le traitement des troubles causés par les organophosphorés se réalise :

- par l'administration d'atropine (sulfate d'atropine), parasympatholytique puissant, antagoniste compétitif de l'acétylcholine au niveau de ses récepteurs muscariniques, ce qui fait que ce produit n'agit que sur les effets muscariniques, résultant de l'exagération des effets physiologiques de l'acétylcholine, digestifs surtout et sécrétoires, etc. Ce traitement est réalisé selon le schéma suivant : 0,5-1mg/kg dont $\frac{1}{4}$ de la dose est administrée en IV et le reste en SC, ou bien en IM toutes 3-4 heures durant 1 à 2 jours jusqu'à l'atropinisation (mydriase, sécheresse des muqueuses) ;
- par l'administration de la pralidoxine (contrathion[®]) à la dose de 20 mg/Kg en IV deux fois par jour en vue de combattre les effets nicotiniques. Un tel produit a la vertu de réactiver les cholinestérases en déplaçant l'organophosphoré de sa liaison covalente avec l'enzyme, ce qui aboutit à sa réactivation.

L'administration doit se faire avec circonspection surtout en cas de tachycardie ou de tympanisme.

La conduite du traitement repose sur un diagnostic précis qui peut être parfois réalisé sur le terrain.

Quant aux troubles tardifs, qui sont parfois prépondérants, ils supposent le recours aux anti-inflammatoires dirigés contre les principaux médiateurs de la réaction déclenchée [9]. On peut faire appel à la phénylbutazone, à l'aspirine notamment. Ce traitement spécifique est complété par un traitement symptomatique. Les troubles parésiques vont nécessiter l'emploi de l'alphachymotrypsine en vue de dissoudre les lésions siégeant au niveau du rachis. Il faut, en outre, prendre la précaution de mettre les animaux souffrant de parésie sur un sol meuble et non glissant.

En conclusion, pour réduire les risques d'accidents post-thérapeutiques, il est sensé traiter les animaux avant l'arrivée des larves au rachis ou à l'œsophage et alors que les larves sont petites. En effet, plus les larves sont grosses, plus elles contiennent d'antigènes, et plus le risque d'accidents est majoré. C'est pourquoi la détermination du niveau d'infestation avant l'instauration d'un plan de lutte, qui suppose un traitement préventif, est plus qu'indispensable.

2.10. Prophylaxie :

2.10.1. Lutte contre les adultes :

Deux méthodes de lutte biologiques contre les adultes sont envisageables

- l'obtention d'adultes stériles par irradiation des pupes afin de saturer la population sauvage
- l'obtention d'attractifs sexuels couplés à des insecticides ou des substances chimiques stérilisantes [56].

Mais de telles méthodes ne sont pas applicables en Algérie puisque déjà en Europe elles ne sont pas encore bien éprouvées avec le genre *Hypoderma* [56].

2.10.2. Lutte contre les pupes :

Là encore deux méthodes peuvent être citées pour mémoire :

- le recours à des poules et des dindons, qui s'attaquent à la phase libre du parasite
- l'emploi de cyanamide calcique [56].

2.10.3. Lutte contre les larves :

Deux possibilités s'offrent :

- le traitement automnal (estival en Algérie) qui, réalisé de façon systématique pour tous les animaux, entre dans le cadre de l'éradication de cette parasitose ;
- le traitement du printemps qu'on pourrait qualifier de traitement de rattrapage, ou curatif. Mais avec ce traitement, les dégâts sont causés. Il demeure tout de même intéressant dans la mesure où il réduirait la population parasitaire de l'année prochaine.

Ces mesures de lutttes offensives sont efficaces, mais insuffisantes, et doivent alors s'accompagner de mesures défensives.

2.10.4. Contrôle des entrées d'animaux :

Il s'agit là d'une mesure d'ordre sanitaire. Elle consiste à s'assurer qu'un animal introduit dans une région est indemne d'hypodermose. Cela peut se faire pour toutes les maladies contagieuses. En fonction de l'époque d'introduction, il sera possible de se contenter d'une attestation de traitement automnal (estival pour le cas de l'Algérie), ou bien il faudra, par précaution, procéder au traitement adapté de l'animal [56].

2.10.5. Vaccination :

Pruett assure qu'une vaccination à l'aide de l'hypodermine purifiée a donné des résultats probants. Cette vaccination restaurerait l'immunocompétence de l'animal. Toutefois, le protocole de vaccination reste encore très lourd, consistant en 4 injections, ce qui est contraignant pour une pratique courante, si bien que la prophylaxie défensive repose presque entièrement sur le contrôle de l'introduction des animaux [53].

En conclusion, plus les connaissances sur l'hypodermose progressent, plus son éradication s'avère nécessaire soit pour des raisons économiques (manque à gagner, commerce international) soit en raison des pathologies qui s'en suivent (troubles parfois graves, immunodépression). Nous allons exposer dans les chapitres à venir quelques exemples de pays où l'hypodermose a été éradiquée ainsi que les conditions indispensables pour atteindre un tel objectif en Algérie [56].

Partic experimental

3. Objectifs :

De nombreuses enquêtes sur l'incidence de l'infestation par les hypodermes ont été réalisées dans le nord est algérien par Benakhla (1993, 1999), deux différentes études ont été réalisées à Bejaia par Saidani (2007) et Saidani *et al.* (2011) alors qu'aucune autre étude n'a été menée nulle part ailleurs en Algérie. C'est ainsi que nous avons pensé à réaliser une étude épidémiologique en fait de l'hypodermose bovine, une pathologie souvent négligée par nos éleveurs et même nos praticiens, dans la wilaya de Bouira, limitrophe de Bejaia, mais au climat un peu différent, plus continental que méditerranéen. Surtout, il ne faut pas perdre de vue l'effet du climat sur le développement des hypodermes, et par conséquent l'épidémiologie de l'hypodermose bovine [60]. l'objectif étant de :

- caractériser le cycle biologique des hypodermes ;
- préciser la période propice à l'intervention thérapeutique ;
- proposer un plan de lutte à l'échelle de la wilaya.

4. Matériel et méthodes :

4.1. Région d'étude :

L'enquête a été conduite dans la wilaya de Bouira. La wilaya est située dans la région de Kabylie, elle entourée des chaînes montagneuses du Djurdjura et des Bibans, elle est délimitée :

- au nord par les deux wilayas de Boumerdès et de Tizi Ouzou ;
- à l'est par les deux wilayas de Bejaïa et de Bordj Bou Arréridj ;
- au sud par la wilaya de M'Sila ;
- à l'ouest par les deux wilayas de Blida et de Médéa.

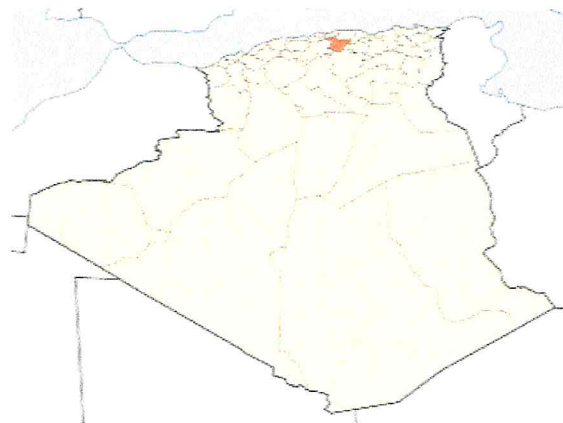


Figure n° 9 : Situation géographique de la wilaya de Bouira

Le relief est contrasté et comporte cinq grands ensembles physiques :

- La dépression centrale (plaines des Aribes, plateau d'El Asnam, la vallée de Ouadhous et Oued Sahel).
- La terminaison orientale de l'Atlas blidéen.
- Le versant sud du Djurdjura (Nord de la wilaya).
- La chaîne des Bibans et les hauts reliefs du sud.
- La dépression sud des Bibans.

La zone boisée représente 25 % du territoire avec 111 490 ha de massif forestier. On trouve le pin d'Alep, le chêne vert ainsi que le chêne-liège.

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver. La pluviométrie moyenne est de 660 mm/an au nord et de 400 mm/an dans la partie sud. Les températures varient entre 20 et 40 °C de mai à septembre et de 2 à 12 °C de janvier à mars.

4.2. Méthodes :

Nous avons réalisé une étude épidémiologique, de novembre 2012 à mai 2013, dans la région de Bouira, qui vise à cerner différents aspects relatifs à la prévalence et l'intensité d'infestation ainsi que l'évolution du nombre des hypodermes des bovins,

Au niveau de marchés à bestiaux :

Cette enquête s'est faite par des visites bimensuelles du marché à bestiaux de la wilaya qui reçoit parfois jusqu'à 1000 têtes bovines, l'objectif étant d'inspecter un échantillon des animaux présents sur le marché et de relever les cas d'hypodermose, en ne perdant pas de vue la race, le sexe, l'âge et la provenance de l'animal varonné. Les bovins non varonnés sont également comptés

Au niveau des élevages :

En vue d'évaluer la prévalence de la maladie. Toujours pour cibler les mêmes objectifs, une étude parallèle à celle du marché à bestiaux a été entreprise au niveau de quelques élevages bovins dans cette wilaya. Lorsqu'il a été impossible d'examiner tous les animaux présents sur le marché, un certain nombre a été examiné aléatoirement.

Comptage et prélèvement des varrons :

Le comptage, que ce soit au marché à bestiaux ou au niveau des exploitations bovines se fait par l'examen de la région dorsolombaire de l'animal.



Figure 10 : Comptage des varons au niveau de l'exploitation.

Les résultats sont consignés dans des tableaux Excel conçus à cet effet, en vue de leur analyse statistique (statistique inductive) à travers des tests appropriés [19] :

- test de comparaison de deux proportions observées (prévalences chez mâles et femelles) ;
- test chi-deux pour comparer différentes tranches d'âge ;
- test de comparaison de deux moyennes (test de Student et/ou de l'écart réduit) pour comparer l'intensité d'infestation ;
- Analyse de variance pour comparer plusieurs moyennes, dans notre cas l'intensité d'infestation ou charge parasitaire, ANOVA à un facteur, ici l'effet de la race.

C'est cette analyse qui permet de rechercher une éventuelle relation de cause à effet, si la différence a été déclarée statistiquement significative au seuil d'erreur de 5%.

Presentation des exploitations bovines :

Le choix des 05 exploitations s'est fait sur la base du type d'élevage (extensif, semi-extensif, intensif). Les 05 exploitations qui ont fait l'objet de notre étude sont :

- Exploitation n° 01 : située au village Ben Haroun, commune de Djebahia Daïra de Omar . C'est une ferme à production laitière, Tous les animaux sont élevés en système intensif.
- Exploitation n° 02 : située à Kadiria au vellage de Begass en face de la gare de train. Tous les animaux sont élevés en système semi-extensif et ne rentrent que le soir.

- Exploitation n° 03 : située à Boulerbah dans la commune de Djebahia wilaya de bouira. C'est une ferme à production laitière où les vaches sont élevées en système semi-extensif.
- Exploitation n° 04 : localisée à Terfa, commune Tageduit dans la Daïra de Bordj okhriss, où tous les animaux sont en élevage semi-extensif. Les animaux sont dehors durant toute la journée ; ils ne rentrent que le soir.
- Exploitation n° 05 : se trouve dans la commune de Djebahia dans la Daïra de Omar. C'est une ferme à production laitière où tous les animaux sont en stabulation permanente (système intensif).

5. Résultats :

5.1. Marché à bestiaux :

Tableau n° I : montre les principaux paramètres étudiés au niveau du marché à bestiaux de Bouira.

Mois ou date	nombre d'animaux examinés	Nombre d'animaux infestés	Taux d'infestation (%)	Nombre total de varons	Intensité d'infestation
Février	300	0	0	0	0
23-03-2013	680	38	5.59	388	10.21
30-03-2013	500	30	6	148	4.93
20-04-2013	400	16	4	97	6.06
27-04-2013	400	12	3	113	9.42
18-05-2013	350	10	2.86	82	8.2
Juin	400	0	0	0	0

Tableau n° II : Provenance des animaux varonnés (marché à bestiaux de BOUIRA)

Provenance	Nombre et (%) de bovins varonnés
Bouira	59 (57.84%)
Tizi ousou	19 (18.27%)
Boumerdes	09 (8.82%)
Msila	15 (14.7%)

Tableau n° III : Le taux et l'intensité d'infestation en fonction de la classe d'âge.

Classe d'âge	0-3 ans	3-5 ans	5 ans ou plus
Nbr et (%) d'animaux varonnés	31 (30.09%)	39 (37.86%)	33 (32.04%)
Nombre total de varons	253	337	243
Nombre moyen de varons	8.16	8.64	7.36

Tableau n° IV : Effet du sexe sur la réceptivité des bovins aux hypodermes.

	Mâles	Femelles
Nombre et (%) d'animaux varonnés	12 (11.54%)	92 (88.46 %)
Nombre de varons	50	740
Intensité d'infestation	4.16	8.04

Tableau n° V : Taux et intensité d'infestation en fonction de la race du bovin infesté.

	Race locale	Races améliorées
Nombre d'animaux.	27	76
Nombre total de varons	240	565
Intensité	8.89	7.43

5.2. Exploitations bovines :

Evaluation de l'infestation des bovins par les hypodermes :

. Le tableau n° VI indique le nombre et le pourcentage de bovins varonnés au pic d'émergence.

Tableau n° VI: Prévalence d'infestation et charge parasitaire au pic d'émergence.

Exploitations	Nbre de bovins examinés	Nombre de bovins varonnés	Pourcentage(%) de bovins varonné
Exploitation n° 01	21	05	23,80%
Exploitation n° 02	14	03	21,42%
Exploitation n° 03	12	05	41,66%
Exploitation n° 04	10	04	40,00%
Exploitation n° 05	08	03	37,50%

Evolution mensuelle du nombre moyen de varons :

Le comptage des varons durant les 04 mois d'émergence des nodules varonneux a permis de suivre l'évolution de la charge parasitaire pour les 05 exploitations.

Le tableau n° VII illustré l'évolution de l'intensité d'infestation.

On constate à la lumière de ces résultats que l'intensité d'infestation atteint son paroxysme au mois de Mars pour les 05 exploitations infestées. Elle est nettement plus élevée dans l'élevage n° 04 et 05 avec un pic de 09 varons (I.I. = 09 varons) contre 07 varons pour l'exploitation n° 01, 04 pour l'exploitation n° 03 et 03 pour l'exploitation n° 02. Par ailleurs, au-delà du début juin aucun varon n'a été relevé.

Tableau n° VII : Evolution mensuelle du nombre moyen de varon au niveau des 05 exploitations.

Mois		Mars	Avril	Mai	Juin
Nombre moyen de varons	Exploitation n° 01	7	4,4	2,2	0
	Exploitation n° 02	3,16	3	1,5	0
	Exploitation n° 03	4,83	4,6	1,75	0
	Exploitation n° 04	9	7	3,5	0
	Exploitation n° 05	9	4,33	2	0

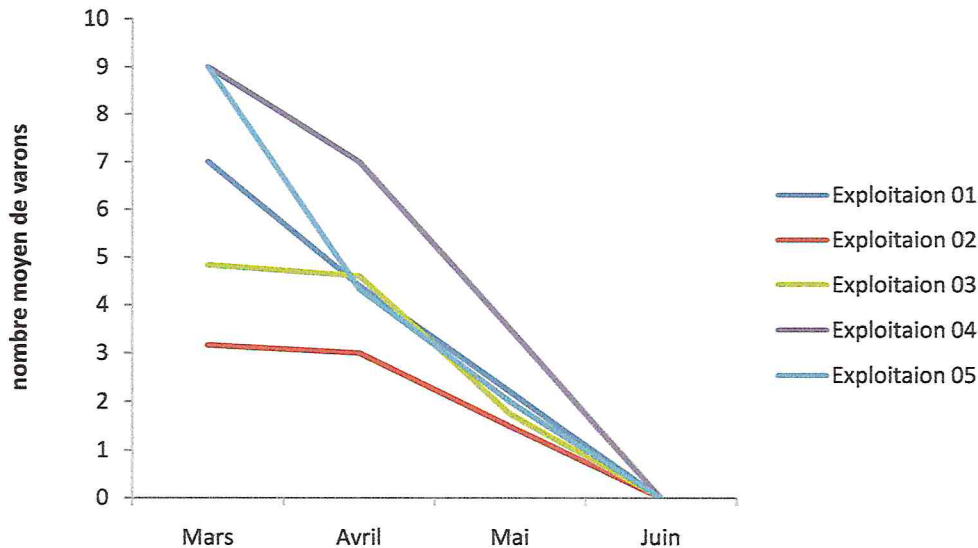


Figure 11 : Evolution mensuelle du nombre moyen de varons dans les Cinq exploitations infestées.

5. Discussion :

Nous constatons que, la charge parasitaire s'annule au mois de juin que ce soit dans l'enquête réalisée au niveau marché qu'au niveau des exploitations, ce qui marque la fin de la phase cutanée.

En comparant les résultats du marché à bestiaux à celui des exploitations, on constate une discordance en ce qui de la prévalence, celle-ci est beaucoup plus élevée au niveau des exploitations, ce qui pourrait s'expliquer par la différence du système d'élevage qui est le facteur de risque important à tenir en compte dans le contexte de notre élevage [55], [56]. Cependant, la démarche statistique ne permet pas une telle comparaison car pour cela il aurait fallu une planification d'expérience où seuls les facteurs à étudier diffèrent, ce qui n'est pas le cas. L'effet du système d'élevage sur l'intensité a été étudié dans les cinq exploitations bovines, et une différence globale a été constatée et trouvée statistiquement non significative à travers l'analyse de variance à un facteur, qui n'est autre que la comparaisons de plusieurs moyennes, ici l'intensité. Par contre, l'effet du système d'élevage sur la prévalence, lui, s'est avéré statistiquement significatif, test de chi-deux.

Curieusement l'effet de l'âge s'est montré non significatif, ce qui est en désaccord avec les travaux publiés dans ce sens. Cela ne peut s'expliquer que par la mauvaise estimation de l'âge, à travers l'observation des dents du bovin, méthode peu sensible. En outre, la constitution des classes

d'âge est arbitraire, elle implique toujours une perte de données et d'exactitude, transformations de caractère quantitatif en qualitatif. [9], [10], [55], [56].

En ce qui concerne l'effet du sexe sur la prévalence, celui-ci génère une différence hautement significative entre mâles et femelles, mais il faut analyser cela avec prudence car rien ne prouve que les mâles soient beaucoup moins réceptifs que les femelles. Au marché, les femelles sont de loin plus nombreuses.

L'étude de l'influence de la race révèle une différence significative, mais qui s'explique par la démarche. La colonne des races améliorée, englobe, en fait, plusieurs sous-classes. Concernant l'évolution de l'intensité, celle-ci est nulle à partir de juin, ce qui est en accord avec les travaux précédents. Comme conséquence, il est quasi inutile de chercher à diagnostiquer par examen clinique (palpation) à partir de juin. La relation entre climat et hypodermose a bien été étudiée par [60]. Et cela a été confirmé à plusieurs reprises.

Conclusion

6. Conclusion générale et perspectives :

Notre enquête dans la wilaya de Bouira menée de février 2013 à juin 2013 a permis de réétudier certains facteurs de risques inhérents à l'infestation par les hypodermes. Cette modeste enquête mérite d'être élargie dans le temps comme d'être comparée à d'autres études entreprises au niveau d'autres wilayas du centre nord algérien (bejaia). C'est une contribution à l'épidémiologie de cette pathologie parasitaire.

Elle nécessite d'être complétée par :

La caractérisation du cycle biologique et de ses variations en fonction du climat

L'estimation des variations annuelles (pour compléter les données déjà existantes)

Le diagnostic sérologique de l'hypodermose bovine et comparaison de ses performances par rapport au diagnostic direct dit clinique (par palpation)

L'estimation de l'efficacité de différents produits employés contre le varon

Des essais de traitement pilotes en vue d'instaurer un plan de lutte.

Références bibliographiques

Bibliographie

1. **ARAUJO-CHAVERON N., CHARBON J.L. & PFISTER K., 1994.** Influence of hypodermosis on incidence of other disease in cattle. In: K. PFISTER, J. L CHARBON, D.W. RARRY & K. PITHAN (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 121-126.
2. **ARGENTÉ G., HILLION E., 1984** Utilisations de petites doses d'Ivermectine pour le traitement préventif de l'hypodermose bovine. In : Le Point Vétérinaire, 16 (85) P. 62-66.
3. **BARON, R.W., 1990.** Cleavage of purified bovine complement component C3 in larval *Hypoderma lineatum* (Diptera: Oestridae) hypodermis. *Journal of Medical Entomology*, 27 (5): 899-904.
4. **BARON, R.W.; WEINTRAUB, J. 1987.** Lymphocyte responsiveness in cattle previously infested and uninfested with *Hypoderma lineatum* (De Vill.) and *Hypoderma bovis* (L.) (Diptera: Oestridae). *Veterinary Parasitology*, 21: 43-50.
5. **BARRETT, C.C., 1981.** A new technique for collecting cattle grub larvae. *The Southwestern Entomologist*, 6: 144-146.
6. **BEESLEY W.N., 1982.** Symposium in warble fly control in Europe Brussels.
7. **BELKAID M., ZENAIDI N., HAMRIOUI B., Tabet DERRAZ O. & CHELLALI A., 1999.** Cours de parasitologie : Helminthiases. Réimpression. Ben-Aknoun (Alger) : OPU. 212 p.
8. **BELLI P. & LAVAL A., 1981.** Apparition de troubles paralytiques chez les brouillards charolais faisant l'objet d'une infestation massive par les larves d'hypodermes. *Rec. Méd. Vét.*, 132,1. P. 63-66.
9. **BENAKHLA A., LONNEUX J.F., MEKROUD A., LOSSON B. & BOULARD C., 1999.** Hypodermose bovine dans le Nord est algérien : prévalence et intensité d'infestation, *Vet. Res.*, 30. P.539-545.
10. **BENAKHLA A., BOULARD C., MEKROUD A. & SEDRAOUI S., 1993.** Étude comparative de l'activité hypodermicide de l'ivermectine, du fenthion, du trichlorfon et de la roténone vis-à-vis des varons. In : LOSSON B., LONNEUX J.F. & PHITAN (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 31-37.
11. **BISHOPP F.C., LAAKE E. W., BRUNDRETT H.M., WELLS R.W., 1926.** The cattle grubs or ox warbles, their biologies and suggestions for control. In : U. S Dept. Agric., bul. n° 1369.
12. **BOULARD C., 1970.** Etude préliminaire d'une collagénase brute extraite de premier stade d'*Hypoderma lineatum* (de Villers). In : C. r. Acad. Sci. Paris, 270. P. 1349-1351.
13. **BOULARD C. & WEINTRAUB, 1973.** Immunological response of rabbits to *Hypoderma*. In : *Internation. J. Parasitol.*, 3. P. 376-386.
14. **BOULARD C., 1975.** Evolution des anticorps circulants chez les bovins traités contre l'hypodermose bovine. In: *Ann. Rech. Vét.*, 6. P. 143-154.

15. **BOULARD C., KECK G., 1980.** Traitement de l'hypodermose par les insecticides organophosphorés : Effets aduerses d'ordres toxiques ou immunologiques. In : La semaine vétérinaire n° 186, 11 octobre 1980. Pages 1, 8, 11, 12.
16. **BOULARD C., ARGENTE G. & HILLION E., 1988.** Hypodermose bovine. Le Point Vétérinaire, vol 20, n°111.
17. **BOULARD C., VILLEJOURBERT C., 1991** Use of pooled serum or milk samples for the epidemiological surveillance of bovine hypodermosis. In : Vet. Parasitol. 39 (1991) P. 171-183.
18. **BOULARD C. & MOIRE N., 1998.** Immuno-epidemiology in low prevalence conditions of bovine hypodermosis. In: C. Boulard, J. Sol, K. Pithan, D. O'Brien, K. Webster and O.C. Sampimon (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 78-82.
19. **CARRAT F. & MALLET A., 2012-2013.** Biostatistique. Faculté de médecine. Université de Pierre et Marie Curie. France. 183 pages.
20. **CHARBON J.L., PFISTER K., 1994.** Further investigations on the efficacy of preventive treatment against hypodermosis. In: K. PFISTER, J. L CHARBON, D.W. RARRY & K. PITHAN (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 127-133.
21. **COLWELL, D.D., 1985.** Cellular immunity in warble grub infestations: eosinophil responses to invading and migrating larvae. *Research Highlights*, **86**: 44-46.
22. **COGLEY, T.P.; ANDERSON, J.R., 1981.** Invasion of black-tailed deer by mose bot fly larvae (Diptera: Gasterophilidae) in the equine oral cavity. *International Journal for Parasitology*, **12**: 473-480.
23. **COLWELL, D.D., 1989.** Scanning electron microscopy of the posterior spiracles of cattle grubs *Hypoderma bovis* and *Hypoderma lineatum*. *Medical and Veterinary Entomology*, **3**: 391-398.
24. **COLWELL, D.D.; BERRY, N.M., 1993.** Tarsal sensilla of the warble flies *Hypoderma bovis* and *H. lineatum* (Diptera: Oestridae). *Annals of the Entomological Society of America*, **86** (6): 756-765.
25. **DANVY Roch-Marie, 1988.** Enquête sur l'hypodermose bovine dans le Morvan : Proposition d'un plan d'éradication. Thèse Méd. Vét., Alfort, 1988, N° 76.
26. **DOBY J.M., DEUNEFF J., COUATARMAMACH A., GUIGUEN C., 1985.** Human hypodermosis in France. Soc. Pathol. Exot., 78. P. 205-215.
27. **DRUMOND R.O., 1984.** Control of larvae of the common cattle grub (Diptera: Oestridae) with animal systemic insecticides. *Journal of Economic Entomology* **77**: 402-406.
28. **DRUMOND R.O., WHETSTONE T.M., SHELLY B.K., BARRET C.C., 1977.** Common cattle grub: control with animal systemic insecticides. *Journal of Economic Entomology*, **70**. P. 176-178.

29. **EUZEBY J., 1976.** Traitement et prophylaxie de l'hypodermose des bovins : Données actuelles. In: Rev. Med Vét., 127. P. 187-235.
30. **FAN P.C. (1997)** . Annual economic loss caused by *Taenia saginata asiatica* Tæniasis in East Asia. Parasitology Today, 13, 194-196.
31. **GIL-COLLADO, M., 1961.** Insectos y ácaros de los animales domésticos. Edit. Salvat, Barcelona.
32. **GINGRICH, R.E., 1970.** Survival of first-instar larvae of *Hypoderma lineatum* (Diptera: Oestridae) implanted in heterologous murine hosts. *Journal of Medical Entomology*, 7 (2): 256-260.
33. **HADWEN S., FULTON J.S., 1924.** On the migration of *Hypoderma lineatum* from the skin to the gullet In : Parasitology, 16. P. 98-106.
34. **HAMEL H.D., 1994.** Organophosphorus compounds in preventive treatment against. In: D.W. Tarry, K. Pithan and K. Webster (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 155-157.
35. **HUSSEIN Sanchez Arroyo, 1997.** *Hypoderma lineatum* (Villers) (Insecta: Diptera: Oestridae). In: the home of University of Florida–Institute of food and agricultural science–Department of entomology and nematology [Online]. Revised on January 2003. [Réf, du 25 janvier 2006]. Disponible en accès libre sur le web :
36. **KARTER, A.J.; FOLSTAD, I.; ANDERSON, J.R. 1992.** A biotic factors influencing embryonic development egg hatching and larval orientation in the reindeer warble fly *Hypoderma tarandi*. *Medical and Veterinary Entomology*, 6: 355-362.
37. **KHAN M.A., 1969.** Significance of “spinal stage” *Hypoderma* larvae in systemic insecticide toxicity. In: Vet. Rec.Sci., 10. P. 355-360.
38. **KHAN M.A., 1971.** Some factors involved in systemic insecticide toxicosis esophageal lesion in heifers treated with Coumaphos, Cruphomate and Trichlorfon. In: Can. J. An. Sci., 51. P. 411-417.
39. **LAPAGE, G. , 1968.** Veterinary Parasitology. Edinburgh: Oliver and Boyd Edit.: 511-524.
40. **MAGAT A. & FAURE N., 1970.** Efficacité du méninchlorfon dans le traitement de l'hypodermose bovine. Bull. Soc. Sci. & Med. Comparée, Lyon, 72.
41. **MINÁR, J.; BREEV, K.A. 1982.** Laboratory and field rearing of the warble fly *Hypoderma bovis* (De Geer) (Diptera, Hypodermatidae) in the research of its population ecology. *Folia Parasitologica*, 29 (4): 351-360.
42. **MOIRE N. & BOULARD C., 1998.** Immunomodulation of hosts immune response to *Hypoderma* species. In: C. Boulard, J. Sol, K. Pithan, D. O'Brien, K. Webster and O.C. Sampimon (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 49-55.
43. **NELSON W.A. & WEINTRAUB J., 1972.** *Hypoderma lineatum* (de Villers) (Diptera, Oestridae): invasion of bovine skin by newly hatched larvae. In : Journal Pazasitol., 58. P. 624-641..

44. **NELSON, W.A., 1987.** Immune responses in Parasitic Infections, Protozoa, Arthropods and Invertebrates. Ed. Soulsby C.R.C. Press, Boca Ratón, 4: 175-209.
45. **NELSON W. A., ALLEN A.D., MONZIER J.O., WITHE R.G., 1967.** Adeverses reactions in cattle treated for grubs. In: Vet. Med., 62. P. 683-684.
46. **NICOLAS-GAULARD I., MOIRE N., BOULARD C., 1995.** Inhibitory mechanism of the hypodermin A on T-cell proliferation by modulating PGE₂ and IL-2 production. In: D.W. Tarry, K. Pithan and K. Webster (Eds.). Improvements in the control methods for warble fly in livestock. Brussels: COST 811, European Commission. P. 129-138.
47. **NILSSEN, A.C.; ANDERSON, J.R., 1995.** Flight capacity of the reindeer warble fly, *Hypoderma tarandi* (L.) and the reindeer nose bot fly, *Cephenemia trompe* (Modeer) (Diptera: Oestridae). *Canadian Journal of Zoology*, 73: 1228-1238.
48. **OTRANTO, D.; TRAVERSA, D.; COLWELL, D.D.; GUAN, G.; GIANGASPERO, A.; BOULARD, C.; YIN, H. 2004.** A third species of *Hypoderma* (Diptera: Oestridae) affecting cattle and yaks in China: molecular and morphological evidence. *Journal of Parasitology*, 90 (5): 958-965.
49. **OTRANTO, D.; COLWELL, D.D., 2005.** *Hypoderma sinense*: a debated issue. *Veterinary Parasitology*, 128 (3-4): 353-354.
50. **PANADERO R., VAZQUEZ L., COLWELL D.D. ,LOPEZ C., DACAL V., MORRONDO P., DIEZ-BAÑOS P., 2007.** *Veterinary Parasitology* 147, Issues 3-4. P. 297-302.
51. **PATROCINIO MORRONDO PELAYO, 2012.** Hipodermosis claves para su control tras 20 años de estudio en Galicia. Academia de ciencias. Facultad veterinaria de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. 12 de enero de 2012. 196 p.
52. **PFADT, R.E.; LLOYD, J.E.; SHARAFI, G., 1975.** Pupal development of cattle grubs at constant and alternating temperatures. *Journal of Economic Entomology*, 68 (3): 325-328.
53. **PRUETT, J.H.; KUNZ, S.E. 1996.** Thermal requirements for *Hypoderma lineatum* (Diptera: Oestridae) egg development. *Journal of Medical Entomology*, 33: 976-978.
54. **RUIZ, P., 1982.** *Contribución al estudio de la hipodermosis en la provincia de Córdoba.* Memoria de Licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.
55. **SAIDANI Khelaf, 2007.** Contribution à l'étude épidémiologique de l'hypodermose bovine dans la région de Bejaia. Mémoire de Magistère. Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger 2007.
56. **SAIDANI, K., BENAKHLA, A., DÍEZ-BAÑOS, P. and PANADERO, R., 2011.** Chronobiology of *Hypoderma* spp. in north-central Algeria as a basis to establish a control program. *Rev. Ibero-Latinoam. Parasitol.* (2011); 70 (2): 157-162.
57. **SCHARFF D. K, SHARMAN GAM & LUDWIG P., 1962.** Illness and death in calves induced by treatments with systemic insecticides for control of cattle grubs. In : *Journal of the American Veterinary Association* 141 P. 582-587.

58. SCHOLL, P.J.; BARRETT, C.C. 1986. Technique to extract *Hypoderma* sp. (Diptera:Oestridae) larvae from the backs of cattle. *Journal of Economic Entomology*, **79**: 1125-1126.
59. SCHOLL, P.J.; WEINTRAUB, J. 1988. Gonotrophic development in *Hypoderma lineatum* and *H. bovis* (Diptera: Oestridae) with notes on reproductive capacity. *Annals of the Entomological Society of America*, **81**: 315-324.
60. TARRY, D.W., 1980. Warble fly infestation and climate. *The Veterinary Record*, **106**: 559-560.
61. VAZQUEZ Luis Sande, 2010. Estudio mediante citometria de flujo y enzimoimmunoensayo de la respuesta inmune de ganado vacuno infestado por *Hypoderma* (Diptera: Oestridae). Thèse de doctorat, faculté vétérinaire de Lugo. Université de Santiago de Compostelle. Galice. Espagne.
62. WEINTRAUB, J. 1961. Inducing mating and oviposition of the warble flies *Hypoderma bovis* (L.) and *Hypoderma lineatum* (De Vill.) (Diptera: Oestridae) in captivity. *Canadian Entomology*, **93**: 149-156.
63. WEINTRAUB, J.; ROBERTSON, R.H.; GOODING, R.H. 1968. Experiments in hybridizing the warbles flies *Hypoderma lineatum* (De Vill.) and *Hypoderma bovis* (L.) (Diptera: Oestridae). *Canadian Journal of Zoology*, **46**: 129-133.
64. WOLFE, L.S. 1959. Observations on the histopathological changes caused by the larvae of *Hypoderma bovis* (L.) and *Hypoderma lineatum* (de Vill.) (Diptera: Oestridae) in tissues of cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, **39**: 145-157.
65. ZUMPT F. (Ed.), 1965. Myiasis in Man and Animals in the Old World. Butterworth, London. P. 205-229.