

République Algérienne Dé  
Ministère de l'Enseignement S



872THV-2

Scientifique

Université Saad dahleb Blida -1-  
Institut des Sciences Vétérinaires



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Docteur Vétérinaire

**THEME**

Contribution à l'épidémiologie de  
l'hypodermose bovine

Réalisé Par :

KOURAT Saïd

&

DENDANI Mohamed

Jury:

SAIDANI .KH

M.A.A Univ. BLIDA

Promoteur

BETTAHAR.S

M.A.A Univ. BLIDA

Présidente

BAAZIZE-AMMI.D

M.A.A Univ. BLIDA

Examinatrice

Promotion 2014



## **REMERCIEMENTS**

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidés et de nous avoir donné la foi et la force pour achever ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance et tout notre respect et gratitude à notre promoteur **Dr SAIDANI Khelaf**, Maître-assistant à l'université Saad DAHLEB de Blida pour l'encadrement et l'encouragement qu'il nous a donné et de nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail, pour sa patience et sa disponibilité.

Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude

Nous le remercions chaleureusement:

Nous remercions aussi **Dr BETTAHAR. S.** Maître assistante à l'université Saad Dahleb de Blida pour avoir présidé le jury, ainsi que: **Dr BAAZIZE-AMMI. D.** Maître assistante à l'université Saad Dahleb de Blida pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents*

*Les plus chers dans ma vie, eux qui ont souffert sans se plaindre à m'élever afin que j'atteigne ce niveau, eux qui m'ont soutenu dans ma joie, dans ma tristesse, dans ma fatigue et dans mes moments de faiblesse.*

*A ma sœur Ouardia et mes frères Rabah, Houcine, amine.*

*A celle qui m'a toujours soutenu Katia.M*

*A mon cher binôme Saïd ainsi sa famille*

*A mes cher amis : Omar, Pedro , M<sup>nd</sup> Achour, Yacine, Nacer , hamza, Lyes, Mustapha, Younes, Toufik, mais surtout Atmani Hakim et Azwaw.*

*A tous que je porte dans mon cœur et toute la promotion étudiants vétérinaire 2013 /2014.*

*Mohamed Dendani*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail ;*

*A ceux qui ont fait de moi ce que je suis et qui sont présents pour me soutenir à tout moment.*

*A mes parents avec mon plus grand amour pour leur soutien et encouragements, ainsi que leurs sacrifices qu'ils ont consentis durant mes années d'études.*

*A mon cher frère :Hocine*

*A mes chers sœurs : Ouardia, Biba ,Nadia, Djidji ,Viki, Ouiza ,Farida, Fazia*

*A ma grand-mère, mes oncles, mes tantes, mes cousins Said, Hakim, Madjid, Chafaa,*

*Pour votre soutien et vos encouragements.*

*A mon binôme : Mohamed ainsi qu'à sa Famille.*

*A mon promoteur : Saidani khelaf.*

*A celle avec qui j'ai toujours trouvé la joie de vivre.*

*A mes Amis : Ali oukasi , Sofiane, Lyes , Azwaw , Atmani Hakim, Hamza, Mus, Yacine,*

*Amar, Omar, Yacine, pedro, Sofiane, Nacer, Mohand Achour, Toufik, Younes,*

*A Toute la promotion 2013/2014.*

*Merci pour votre amitié, votre soutien et tous les bons moments passés ensemble*

*A tous ceux que j'ai oubliés, que vous m'en excusiez...*

*Said kourat*

SOMMAIRE

Remerciements	
Dédicaces	
Résumé en français	
Résumé en anglais	
Résumé en arabe	
Liste des figures et photos	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1
Rappel bibliographique sur l'hypodermose bovine.....	2
2.1 .Agent étiologique.....	2
2.1.1 Taxonomie.....	2
2.1.2 Morphologie.....	4
2.2 . Cycle biologique.....	8
2.3 . Importance et distribution géographique.....	
2.4 . Facteurs influençant le développement des différents stades.....	12
2.3.1 Facteurs intrinsèques.....	12
2.3.2 Facteurs extrinsèques.....	12
2.5 . Pathogénie .....	12
2.6 . Manifestations cliniques .....	14
2.7 . Lésions .....	15
2.8 . Diagnostic.....	16
2.8.1. Diagnostic direct.....	16
2.8.2. Diagnostic indirect.....	16
2.9 . Réponse immunitaire à l'infestation hypodermique.....	16
2.9.1. Réponse innée.....	17
2.9.2. Réponse acquise.....	17
2.9.2.1 Immunité humorale.....	17
2.9.2.2 Immunité cellulaire.....	18
2.10. Traitement et prophylaxie.....	19
2.10.1 différent types de traitement.....	19
2.10.2 Prophylaxie .....	23

# SOMMAIRE

pages

---

---

2. Objectifs de l'étude .....	25
3. Matériel et méthodes.....	25
4. Résultats et discussion .....	30
4.1. Prévalence de l'infestation .....	30
4.2. Principaux facteurs de risque.....	32
5. Discussion générale des résultats.....	35
6. Conclusion générale et perspectives .....	38
Références bibliographiques	

<b>Figure N°1</b> : Mouche adulte <i>Hypoderma lineatum</i> (Patrocinio, 2012).....	4
<b>Figure N°2</b> : Mouche adulte <i>Hypoderma bovis</i> (Patrocinio, 2012).....	4
<b>Figure N°3</b> : œufs de <i>H. bovis</i> (a) e <i>H. lineatum</i> (b) (Patrocinio, 2012).....	5
<b>Figure N°4</b> : Larves de 3 <sup>ème</sup> stade de <i>H. lineatum</i> (a). Plaques respiratoires (b) (Patrocinio, 2012).....	6
<b>Figure N°5</b> : Puce enfouie dans l'herbe (a). Puparium ouvert (b). Mouch émergeant.....	7
<b>Figure N°6</b> : Mue imaginale, un adulte d' <i>Hypoderma</i> sp. Venant d'émerger d'une puce (Boulard,1988).....	8
<b>Figure N°7</b> : Schéma du cycle biologique <i>H. lineatum</i> et <i>H. bovis</i> (D'après Patrocinio, 2012).....	12
<b>Figure N°8</b> : Lésions œsophagiennes (dans la sous-muqueuse à gauche, externes à droite, d'après, Patrocinio, 2012).....	16
<b>Figure N°9</b> : Clé d'identification des larves d'hypodermes (James, 1947).....	28
<b>Photo N°1</b> : identification pour une la larve binoculaire.....	33
<b>Photo N°2</b> : plaques stigmatiques d' <i>hypoderma lineatum</i> de larve L3.....	33
<b>Photo N°3</b> : plaques stigmatique d' <i>hypoderma bovis</i> de larve L3.....	33
<b>Photo N°4</b> : larve L3 <i>hypodrerma bovis</i> (original 2014).....	34
<b>Photo N°5</b> : épines du dernier segment de larve L3 d' <i>hypoderma lineatum</i> .....	35
<b>Photo N°6</b> : larve L3 <i>hypodrerma bovis</i> ( original 2014).....	35

---

<b>Tableau N°1:</b> prévalence et intensité d'infestation.....	29
<b>Tableau N°2 :</b> Le taux et l'intensité d'infestation en fonction de la classe d'âge.....	30
<b>Tableau N°3:</b> Taux et intensité d'infestation en fonction de la race du bovin infesté.....	30
<b>Tableau N°4:</b> Effet du sexe sur la réceptivité des bovins aux hypodermes.....	31
<b>Tableau N°5 :</b> le taux d'infestation en fonction du système d'élevage.....	31
<b>Tableau N°6 :</b> Identification des larves en mois d'avril.....	32
<b>Tableau N°7:</b> Identification des larves en mois de mai.....	34



De mars 2013 à mai 2014, 407 bovins appartenant à 26 élevages se trouvant dans différentes communes de la wilaya de Tizi Ouzou ont été examinés en vue du diagnostic de l'hypodermose bovine. Pour évaluer la prévalence et l'intensité d'infestation de cette myiase, les nodules ont été comptés après un examen visuel et par palpation, celles-ci étaient respectivement de 17,02% et 11,02 varon par animal.

Ont été également identifiés les principaux facteurs de risque impliqués dans la survenue du varron. Le système d'élevage extensif apparait comme un facteur de risque majeur.

**Mots- clé** : Hypodermose bovine, Prévalence, intensité, facteurs de risque, Tizi Ouzou.

From March 2013 to May 2014, 407 bovines belonging to 26 farms located in various communes of Tizi Ouzou department were examined for the diagnosis of warble fly infestation. To evaluate the prevalence and the intensity of infestation of this disease, the nodules were counted after a visual examination and by palpation, the two parameters were respectively of 17, 02% and 11,02 nodules per animal.

The principal risk factors implied in the occurrence of warble fly infestation were also identified .The extensive system of husbandry seems to be the major risk factor.

**Key words:** Warble fly infestation, Prevalence, intensity, risk factors, Tizi Ouzou.

## ملخص

من شهر مارس 2013 إلى ماي 2014 تم فحص 407 رأس بقر علي مستوى 26 محطة لتربية الأبقار المتواجدة في عدة من ضواحي ولاية تيزي وزو , فريحة و ازفون ... . من اجل الكشف عن وباء النغف البقري لتقدير مدى انتشار و شدة هذا الوباء, بعد فحص بصري و تدليكي . قد سجلنا بعض الالتهابات, و هذه الأخيرة تتواجد بالنسب علي التوالي 17.02 % و 11.02 % من النغف البقري من اجل كل حيوان, فيما يتعلق ظروف التفاوت المعدي, هم نظام التربية الذي يعتبر الظرف الأكبر خطورة.

**الكلمات الدالة:** النغف البقري, انتشار, الشدة, عوامل الخطر, تيزي وزو.

A decorative border surrounds the page, consisting of a repeating pattern of small, stylized symbols in red and black, arranged in a rectangular frame.

# *INTRODUCTION*

## *GENERALE*

## Introduction générale

L'hypodermose bovine est une maladie cosmopolite connue dans le monde entier particulièrement dans les pays tempérés de l'hémisphère nord. Elle est fréquemment répandue en Algérie où elle a reçu plusieurs noms évocateurs entre autres : Tekkouk, qui désigne à la fois la maladie et la mouche adulte en activité ; Bouddoud et Bou'slah, pour nommer plutôt le nodule varonneux. El Naghef El baqari est la dénomination de la maladie en arabe littéraire. En dépit des pertes économiques considérables infligées à l'industrie du cuir, à la production laitière et la production de viande, cette myiase continue à être négligée par les éleveurs qui la considèrent comme un état compatible avec un bon score corporel.

La situation de L'hypodermose bovine dans le monde est reconnue dans la quasi-totalité des pays tempérés de l'hémisphère nord. A l'exception des cas d'importation de bétail infesté, cette affection n'est pas retrouvée dans l'hémisphère sud. Bien que ces parasites ne soient pas retrouvés dans la plupart des pays scandinaves, leur présence est rapportée dans au moins 55 pays (FAO, 1984, cité par Tarry, 1998). Le problème de cette myiase concerne aussi bien les pays de l'Europe de l'est, une partie de l'Asie (y compris la Chine) que l'Amérique du nord.

En Algérie l'hypodermose est bien répandue dans l'est contrairement au centre et l'ouest d'après les travaux de Benakhla et *al*, de 1990 à 1999.

Dans notre travail, nous allons faire le point sur l'hypodermose bovine dans la région de Tizi Ouzou en vue d'apporter suffisamment de données épidémiologiques, prélude à tout plan de lutte. Ainsi, nos recherches s'articulent autour de trois axes principaux :

- Evaluation de la prévalence et de l'intensité de l'infestation par les hypodermes ;
- Exploration des principaux facteurs de risque tels que l'âge, le sexe, la race le et système d'élevages
- Identification des larves naturellement émergées.

Dans la première partie, à savoir la synthèse bibliographique, seront développés les aspects relatifs à la biologie, la distribution et l'importance des hypodermes, les méthodes diagnostiques et les moyens de lutte. Dans la partie expérimentale sont résumés les travaux menés de mars 2013 à mai 2014 pour atteindre les trois objectifs sus-cités.

*PARTIE*  
*BIBLIOGRAPHIQUE*

### 1. 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 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 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 (Saidani, 2007)

#### 1.1. Agent étiologique

##### 1.1.1. 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 (Vázquez, 2010 ; Patrocínio, 2012).

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 : Brachycèra,

Section : Cyclorapha,

Groupe : Cestroidae,

Famille : Estridae,

Sous-famille : Hypodermatinae,

Genre : *Hypoderma*,

Espèces : *Hypoderma bovis*, *Hypoderma lineatum*.

Les hypodermes sont des insectes appartenant au taxon des diptères et à la famille des cestridés. 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 présentent en Europe sont responsables de l'hypodermose bovine : *Hypoderma bovis* et *Hypoderma lineatum* (Boulard et al, 1988).



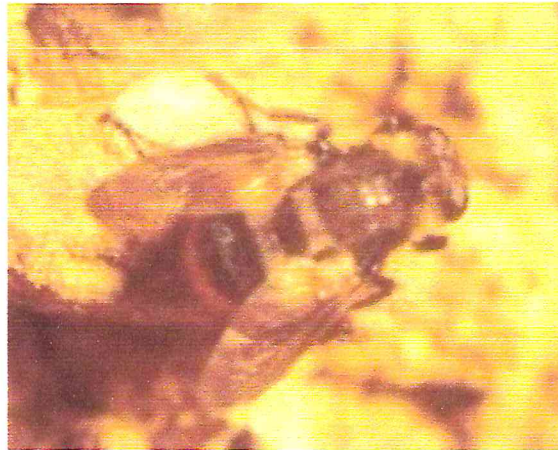


Figure 1 : Mouche adulte *Hypoderma lineatum* (Patrocinio, 2012)



Figure 2 : Mouche adulte *Hypoderma bovis* (Patrocinio, 2012)

### 1.1.1. 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 (Zumt, 1965). 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.

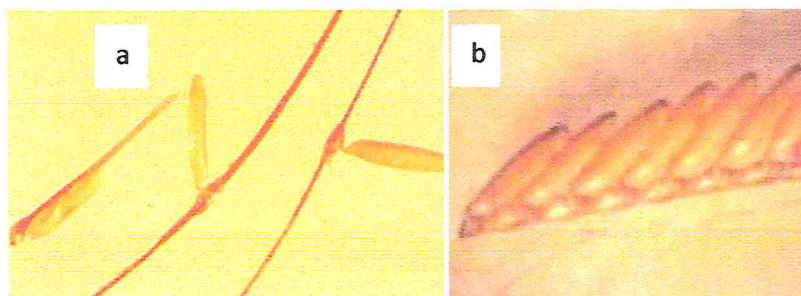
Les adultes sont très mobiles et doués de mouvements rapides ; en état de repos, la tête est plus haute, de sorte que sa posture par rapport au plan horizontal est typiquement inclinée avec les deux ailes déployées (Vázquez, 2010).

*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 (Gil-Collado, 1961). 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 (Zumpt, 1965). 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 (Vázquez, 2010).

Chez les deux espèces les œufs sont blancs, sans opercule et de forme allongée. Ils se fixent à la base du poil par un petite pédoncule flexible de substance gélatineuse avec laquelle ils adhèrent fermement en position oblique par rapport au poil (Cogley et al., 1981). 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) et *H. lineatum* (b) (Patrocínio, 2012)**

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 (Boulard, 1969). 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 séjour de repos (sous-muqueuse œsophagienne et canal rachidien, selon l'espèce), atteint 5 mm et en fin de sa migration dépassent 15 mm (Panadero et al., 2007).

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 n'ont pas de dent latérale (Weintraub et al., 1968). 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 (Colwell, 1989).

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. Colwell (1989), 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 (Lapage, 1968). Les épines sont moins développées en face dorsale (Zumt, 1965). 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.

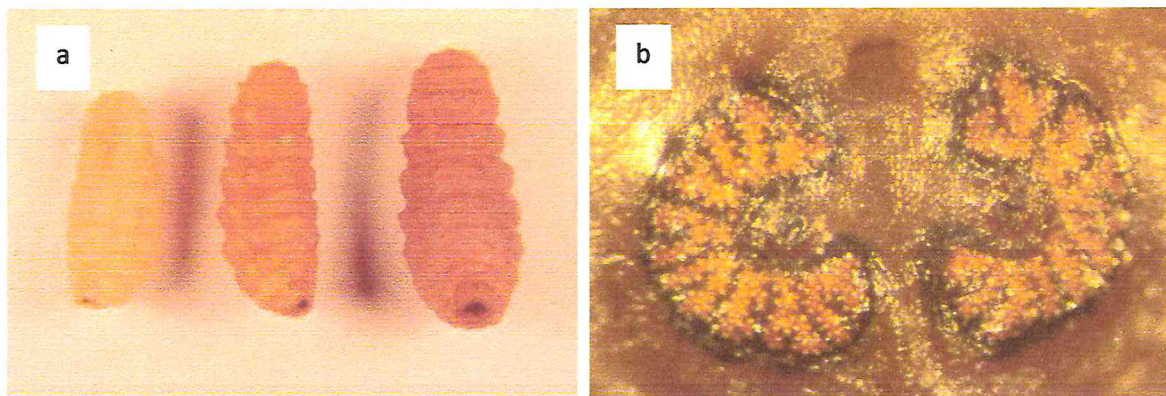


Figure 4 : Larves de 3<sup>ème</sup> stade de *H. lineatum* (a). Plaques respiratoires (b) (Patrocinio, 2012)

Les larves L-3 de *Hypoderma* spp., au même titre que les 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 septes, 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 septes, possédant chacun moins d'une trentaine d'orifices stigmatiques entourés par un anneau sans épine (Colwell, 1989). 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) conçoivent 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 (Zumpt, 1965). La pupa 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 elle se voient des protubérances, comme des épines, mieux que chez celle de *H. bovis*.



Figure 5: Pupa enfouie dans l'herbe (a). Puparium ouvert (b). Mouche émergeant du puparium (c). (Patrocinio, 2012)

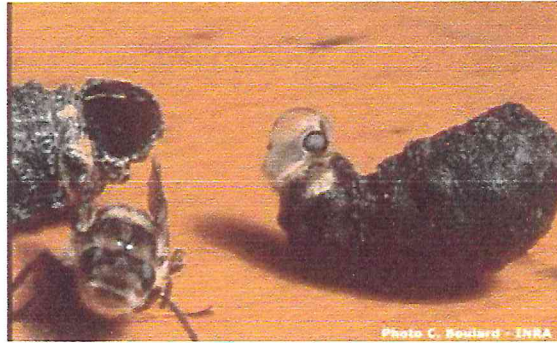


Figure 6 : Mue imaginale, un adulte d'*Hypoderma* sp. Venant d'émerger d'une pupa (Boulard, 1988).

### 1.1 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.

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 (Zumpt, 1965). 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 (Pfadt, 1975; Boulard et al., 1988 ; Benakhla et al., 1993) 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 (Vázquez, 2010).

Les Oestridae jouissent en général d'une bonne capacité de vol, étant capables d'atteindre une vitesse de 28,8-40 km/h (Nilssen et Anderson, 1995) 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 (Weintraub, 1961).

Selon Scholl et Weintraub (1988), 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 à 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 (Vázquez, 2010).

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 thigmotactisme 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 anaérobie, 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 (Boulard et *al.*, 1988). 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 localisation 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 (Hadwen et Fulton, 1924 ; Wolfe, 1959) ont observé des larves 1 de *H. lineatum* dans le tissu conjonctive 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 par Ruíz (1982) de "organo-neurotrophe", où elles migrent lentement suivant les axes conjonctivo-nerveux, 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<sup>ème</sup> vertèbre thoracique et la 6<sup>ème</sup> vertèbre lombaire. Ces larves entrent et sortent du canal médullaire via les orifices intervertébraux (Beesley, 1962).

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 (Vázquez, 2010).

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.



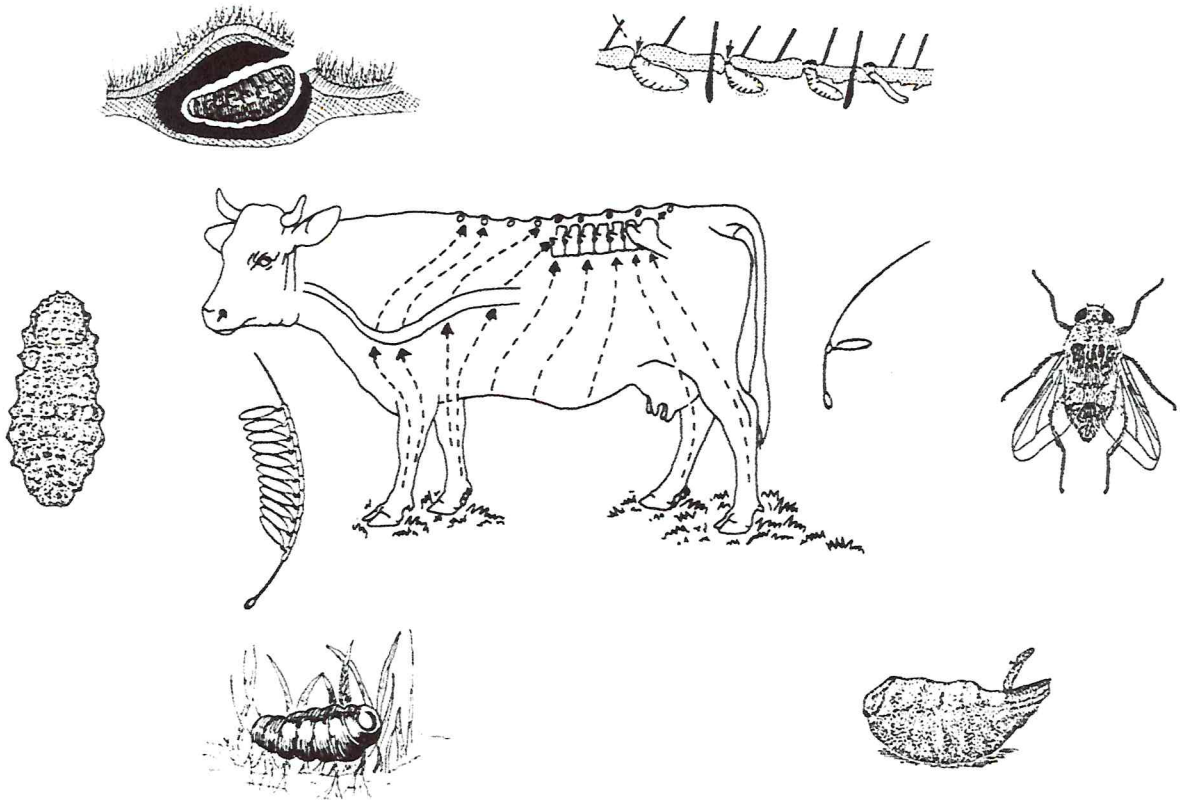


Figure 7 : Schéma du cycle biologique *H. lineatum* et *H. bovis* (D'après Patrocínio, 2012).

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.

### 2.1 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.

### 3.1 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 épидurale 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.

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 (Danvy, 1988). On ne peut passer sous silence l'action immunosuppressive des hypodermes en agissant à la fois sur l'immunité acquise et innée (Moiré, 1998).

Durant ces dernières années, de nombreux chercheurs ont focalisé leur travail dans l'étude **des réponses pathogènes, antigéniques et immunitaires contre les sécrétions larvaires**.

La purification par chromatographie échangeuse d'ions de l'extrait larvaire total a mis en évidence l'existence de trois protéines principales, dénommées hypodermine 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 (Boulard, 1970).

L'hypodermine C est une collagénase qui n'a aucune activité inflammatoire. Membre de la famille chymotrypsine, elle est impliquée dans la pénétration cutanée (Khaznadjji et al, 2003). 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 perfore, 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 (Khaznadjji 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 (Danvy, 1988 ; Nicolas-Gaulard, 1995 ; Moiré, 1998).

### 4.1 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 (Vázquez, 2010).

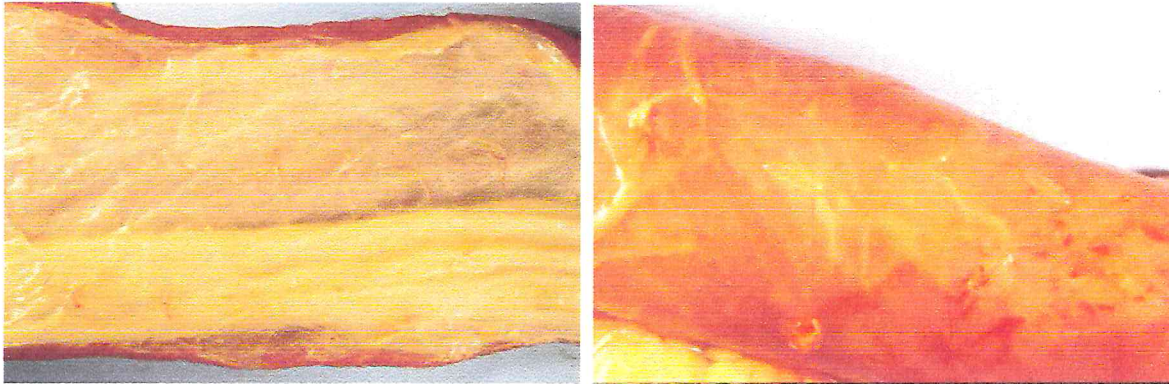
L'approche des mouches *Hypoderma* peut provoquer la panique des animaux qui réagissent aux bourdonnements des femelles et s'enfuient à toute allure. Ces courses peuvent être à l'origine d'accidents, tels que fractures, entorses, chutes, avortement, sans compter les baisses de performances zootechniques, 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 (Hussein, 1997).

### 5.1 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 (Boulard, 1975) provoquées surtout par les sécrétions de substances toxiques par les L1 d'*Hypoderma* sp. (Boulard, 1975 ; Boulard *et al*, 1970). Ces lésions sont à l'origine de troubles digestifs sérieux avec perte d'appétit et amaigrissement ;
- des compressions médullaires ;
- des lésions confluentes dans les muscles du dos et des lombes causées par la traversée massive 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 (Moiré, 1998). 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 (Nicolas-Gaulard, 1995). 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 (Araujo-Chauveron *et al*, 1994 ; Boulard *et al*, 1998). Il n'est pas superflu de signaler la douleur générée par le séjour des L2 et L3 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 (Euzéby, 1976) et entraîner la formation d'abcès qui se propagent dans les masses musculaires sous-jacentes et la colonne vertébrale.



**Figure 8 : Lésions œsophagiennes (dans la sous-muqueuse à gauche, externes à droit, d'après, Patrocínio, 2012)**

### 6.1 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 (Benakhla *et al.*, 1999).

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 (Boulard *et al.*, 1970). La première méthode de sérodiagnostic employée chez le bovin était l'hémagglutination passive (Boulard *et al.*, 1970). 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 (Panadero *et al.*, 2007).

### 7.1 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.

### 8.1.1. 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 (Gingrich, 1980).

Boulard et Bencharif (1984) mirent en évidence l'activité inhibitrice des hypodermines 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 adulte 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'hypodermine A est la plus efficace en fait de dégradation du facteur C3 bovin, puisqu'elle est capable de lyser les chaînes  $\alpha$  et  $\beta$ .

### 8.1.2. Réponse acquise

#### 8.1.2.1. 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 (Boulard et al., 1970). Durant la migration larvaire apparaissent d'importantes variations individuelles dans 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 un 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 réinfestations.

### 8.1.2.2. 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 lympho-prolifératrice 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.

### 8.1 Moyens de lutte

#### 9.1.1. Méthodes de traitement de l'hypodermose bovine

##### 9.1.1.1. 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.

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 (Euzéby, 1976), d'autres le sont en raison d'une efficacité imparfaite (exemple du meninchlopholon) (Magat et Faure, 1970) 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 (Saidani, 2007).

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 avermectinés, et les mylbémécinés. Cela permet une pleine efficacité contre les L1 en une seule application

##### 9.1.1.2. 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<sup>®</sup>, Siegfried AG) est encore utilisée dans certains pays en vue d'un traitement tardif visant la destruction des L2 et L3 d'hypodermose (Charbon et Pfister, 1994).

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 ND
- le Fenthion ou Tiguvon ND

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 parasymphatique (Tapernoux et Magat, 1961).

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 cm<sup>3</sup>, 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 » (Hamel, 1984). 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 Bilharzil<sup>®</sup>. 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 (Argenté et Hillion, 1984). 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<sup>®</sup>, 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 (Belkaid et al., 1999). 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.

### **9.1.2. Accidents liés au traitement**

#### **9.1.2.1. 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.

#### **9.1.2.2. 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 (Nelson et al, 1967 ; Magat et al, 1968). 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* (Scharff et al, 1962 ; Khan, 1971) ;
- 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 bovis* (Khan, 1969 ; Belli et Laval, 1981 ; Boulard et al, 1991). 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.

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 (Boulard, 1980). 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

### **9.1.3. 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), parasympholytique 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<sup>®</sup>) à la dose de 20 mg/Kg en IV deux fois par jour en vue de combattre les effets nicotiques. Un tel produit a la vertu

de réactiver les cholinestérasés 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 (Benakhla, 1999). 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.

### **9.1.4. Prophylaxie**

#### **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

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* (Saidani, 2007).

#### **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

### **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.

Pour la prophylaxie défensive, sont à citer :

### **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.

### **Vaccination**

Pruett (cité par Chauvin, 1988) 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 control de l'introduction des animaux.

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.

# *PARTIE EXPERIMENTALE*

### 2. Objectifs de l'étude

C'est ainsi que nous avons pensé à réaliser une étude épidémiologique de l'hypodermose bovine, une pathologie souvent négligée par nos éleveurs et même nos praticiens, dans la wilaya de Tizi Ouzou, limitrophe de Bejaia, mais au climat un peu différent, quoique méditerranéen. Surtout, il ne faut pas perdre de vue l'effet des conditions climatiques sur le développement des hypodermes, et par conséquent l'épidémiologie de l'hypodermose bovine. L'étude s'est déroulée par intermittence de mars 2013 à fin mai 2014. L'objectif principal est d'avoir une vue d'ensemble sur l'hypodermose bovine dans la région d'étude et de comparer les résultats avec ceux enregistrés ailleurs. Quant aux objectifs spécifiques :

- Evaluation de la prévalence et de l'intensité de l'infestation par les hypodermes ;
- Exploration des principaux facteurs de risque tels que l'âge, le sexe, la race et le système d'élevages
- Identification des larves naturellement émergées.

### 3. Matériel et méthodes

#### 1.1 Matériel

##### Région d'étude

L'enquête a été conduite dans la wilaya de Tizi. La wilaya est située dans la région de Kabylie (voir carte) :

##### **La situation géographique :**

La wilaya de Tizi Ouzou située au nord centre de l'Algérie, elle est délimitée ; Le nord par la mer méditerranéenne, l'est par la wilaya de Bejaïa, l'ouest par la wilaya de Boumerdes et le sud par la wilaya de Bouira.



Carte 1 de la situation géographique de la wilaya de Tizi Ouzou Encyclopédie libre (2013)

Durant la période d'étude 407 bovins ont été examinés, nous nous sommes intéressées à différents facteurs de risque :

**Sexes** : les 71 bovins infestés sont divisés en deux groupes, celui des mâles et celui des femelles.

**Race** : Lors de comptage des varrons au niveau des exploitations nous nous sommes intéressées la race, les animaux trouvés varonnés ont été repartis en 4 groupes : la 1<sup>er</sup> prim Holstein, montbéliarde, flikvieh, et le quatrième groupe comprend les individus de la race.

**Système d'élevages** : trois systèmes d'élevage ont été considérés, intensif, semi-extensif et extensif

**Age** : les animaux trouvés portent de varrons aux cours de la période d'émergence ont été catégorisés en 3 classes, la première inclut les bovins de moins de 3 ans, la deuxième ceux de 3 à 5 ans et la troisième les animaux de plus de 5 ans.



### **3.2. Méthodes**

Nous avons réalisé une étude épidémiologique, de mars 2013 à mai 2014, dans la région de Tizi Ouzou, 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.

Les enquêtes se sont axées sur :

- Des visites au niveau des exploitations se trouvant dans différentes communes de la wilaya de Tizi Ouzou (Freha, Mekla, Boughni, aghrive...) l'objectif étant d'inspecter tous les animaux présents sur les 26 exploitations 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 en vue d'évaluer la prévalence de la maladie.
- Pour la recherche des larves au niveau des exploitations on procède d'abord à l'examen visuel, mais dès que on repère des nodules on essaye d'apprécier les plus saillants et perforés, puis on exerce une certaine pression sur les côtés de ces derniers pour extraire les larves, on les compte et on les met dans le flacon prévu à cet effet.
- Les facteurs ou paramètres suivants ont été considérés, la race, le sexe, l'âge, système d'élevage, ainsi que la provenance de l'animal varonné, les bovins non varonnés sont également comptés en vue d'évaluer la prévalence de la maladie mais aussi l'intensité d'infestation.

### **Comptage des varrons**

Le comptage au niveau des exploitations bovines se fait par l'examen de la région dorsolombaire de l'animal. Il s'agit d'un examen d'abord visuel puis para palpation

La prévalence correspond au quotient de bovins infestés sur le total visités. De même l'intensité ou la charge parasitaire renvoie au nombre total de nodules sur le nombre de bovins infestés. L'identification des larves naturellement émergées est réalisée au moyen d'une loupe binoculaire (Saidani, 2007) selon les clés de James (1947) et Zumpt (1965).

### **Identification des larves d'*Hypoderma* spp.**

L'identification des larves d'hypodermes est faite grâce à la clé de détermination de James (1947). En résumé, le stade L1 se distingue par la présence d'un squelette céphalopharingien (figure 9). Si les pièces buccales ont une partie antérieure pointue et non divisé, il s'agit d'*H. lineatum*, si, par contre, la partie antérieure est divisées en 2 lobes émoussés, il s'agit d'*H.*

*bovis*. Le stade L2 se caractérise par l'absence dudit squelette. Pour différencier les 2 espèces, on s'intéresse aux plaques stigmatiques postérieures : les plaques d'*H. lineatum* sont à orifices oranges ou brun clair, les disques (18 à 25) sont séparés ou légèrement associés ; celles d'*H. bovis* sont à orifices bruns ou noirs, les disques (29 à 40) sont serrés. Les plaques stigmatiques des L3 sont criblées de plus de 40 orifices stigmatiques (figure 9). Lorsque le 10<sup>e</sup> segment de la larve L3 est pourvu, ventralement et en région postérieure, de spicules et que les plaques stigmatiques sont peu incurvées en leur centre, il s'agit d'*H. lineatum*. Par contre, le 10<sup>e</sup> segment d'*H. bovis* est complètement nu, les plaques stigmatiques étant très incurvées en leur centre (figure 9, page 28).

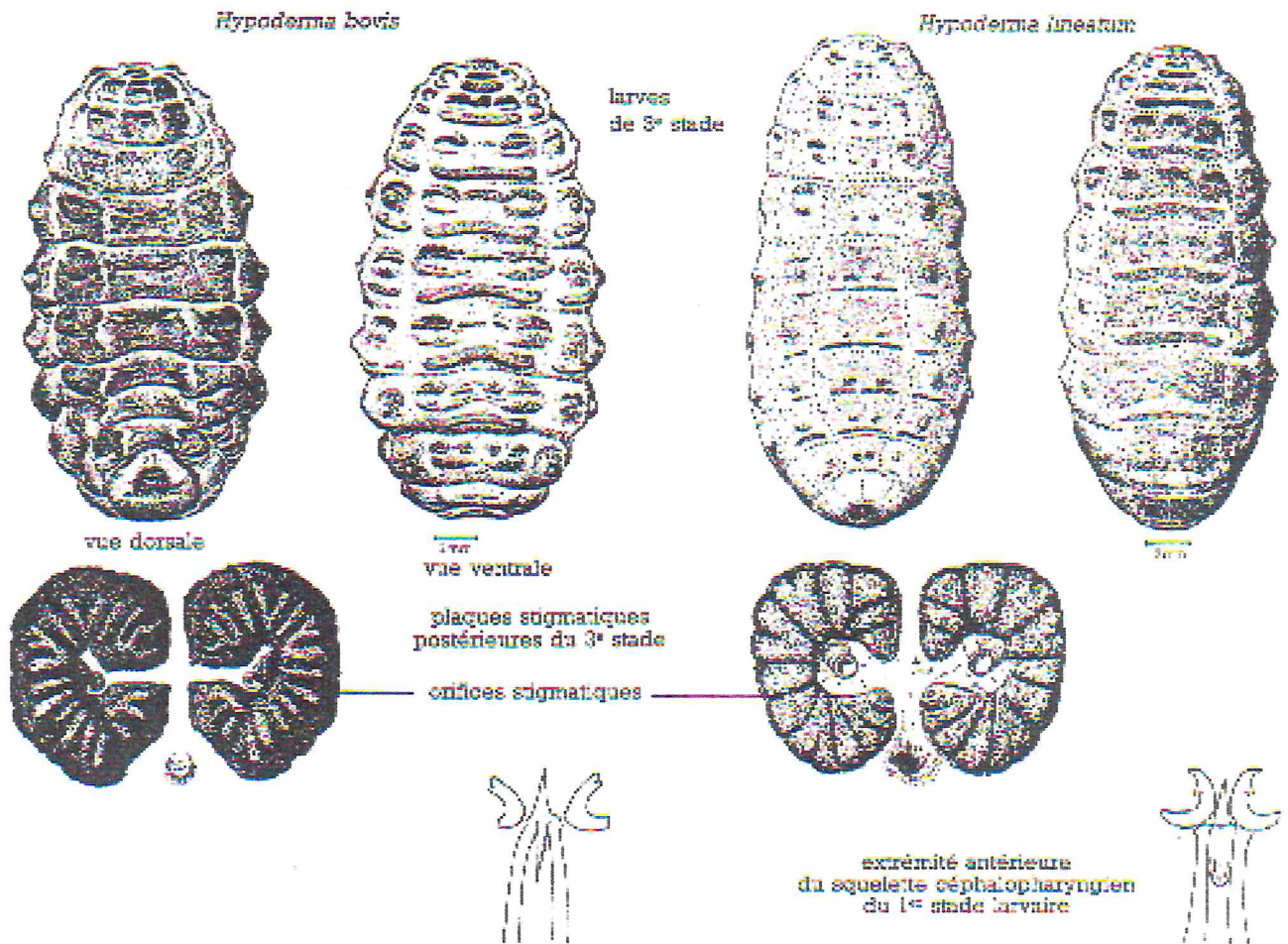


Figure 9 : Clé d'identification des larves d'hypodermes (James, 1947)

Analyse statistique

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 (Carrat et Mallet, 2012) :

- test de comparaison de deux proportions observées (prévalences chez mâles et femelles) ;
- test chi-deux pour comparer différentes tranches d'âge de bovins divisés en trois catégories d'âge, moins de deux ans, entre deux et cinq ans et plus de cinq ans ;
- 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%.

#### 4. Résultats

##### 4.1. Prévalence de l'infestation

Suite aux tableaux qu'on a obtenu, ces derniers nous a facilité la tâche de calculé la prévalence et l'intensité d'infestation.

**Tableau N°1:** prévalence et intensité d'infestation.

<b>Nombre de bovins examinés</b>	407
<b>Nombre de bovins infestés</b>	71
<b>Nombre total de varons</b>	783
<b>Intensité</b>	11.02

Le pourcentage global des animaux porteurs de varron est de 17.02% ainsi que l'intensité d'infestation est de 11.02% En outre le résultat total indique que le pourcentage est faible dans la willaya de Tizi Ouzou, comparativement aux travaux de Benakhla et al. (1993). Sachant que l'intensité est le nombre total de varons sur le nombre de bovins infecté.

##### 4.2. Principaux facteurs de risque

###### Effet de l'âge

Les animaux trouvés porteurs de varons au cours de la période d'émergence sont répartis en trois classes d'âge afin d'étudier l'influence de l'âge sur la réceptivité des animaux

aux hypodermes. Ainsi, sur les 71 bovins infestés, nous considérons les classes : [0, 3 ans [, [3 ans, 5 ans [, [5 ans et plus].

**Tableau N°2:** 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
<b>Nombre et (%) d'animaux varonnés</b>	49(69,01%)	13(18,30 %)	9 (12,67%.)
<b>Nombre total de varons</b>	540	183	60
<b>Nombre moyen de varons</b>	11,02	14,07	6,66

Le tableau 2 indique que la première classe représente 69,01 % des animaux infestés, la deuxième représente 18,30 % alors que la troisième, celle des bovins de cinq ou plus, seulement 12,67 %. L'intensité d'infestation quant à elle s'élève respectivement à 11.02, 14,07 et 6,66 varons.

En vue de savoir si les différences qui apparaissent entre les catégories d'âges sont significatives, nous avons soumis les résultats du tableau n° 2 à un test statistique approprié. Après application du test de comparaison des proportions, il s'avère qu'il y a une différence significative entre les classes d'âges. En effet, la catégorie des animaux de plus de cinq ans semble les moins intensément affectée. Sachant que le nombre moyen de varons est obtenu par : le nombre total de varons sur le nombre d'animaux varonnés.

### Effet de la race sur la réceptivité des bovins

Lors du comptage des varons aux exploitations nous nous sommes intéressés à la race de l'animal varonné, ce qui nous a permis d'avoir une idée sur l'effet de la race sur la réceptivité à l'infestation. Pour étudier donc l'effet de la race, les animaux trouvés varonnés ont été répartis en 4 groupes : le 3<sup>er</sup> groupe qui représente la race flikvieh et celui englobant les autres races. Et les résultats en sont représentés par le tableau 3.

**Tableau N°3:** Taux et intensité d'infestation en fonction de la race du bovin infesté.

Race	Montbéliard	Prim'Holstein	Flikieh	Locale
<b>Effectif total</b>	236	73	64	31
<b>Effectif atteint</b>	37	13	17	6
<b>Pourcentage</b>	15%	17%	26%	19%

Dans le tableau 3 le pourcentage de bovins varonnés est de 26 % pour la race flickvieh, il est de 19% pour la race locale, ainsi 17% pour la race prim Holstein et la dernier représente 15% de la race Montbéliard.

### Effet du sexe

En vue d'étudier l'effet du sexe sur le taux d'infestation, nous avons considéré sur les 71 bovins infestés 2 groupes : des mâles et des femelles. Ainsi, les femelles varonnées représentent 70,04 % alors que les mâles représentent 29,57 %.

**Tableau N°4:** Effet du sexe sur la réceptivité des bovins aux hypodermes.

Sexes	Mâles	Femelles
<b>Nombre d'animaux varonnés</b>	21 (29,57 %)	50 (70,04 %)
<b>Nombre de varons</b>	230	573
<b>Intensité d'infestation</b>	10.95	11,46

Le tableau 4 rend compte de cet effet. Il apparaît, au regard des chiffres, que les femelles sont nettement plus fréquemment infestées que les mâles. Après application du test de comparaison des proportions, il s'avère qu'il y a une différence non significative entre les proportions des mâles et les femelles, les pourcentages étant trop proches. Sachant que l'intensité d'infestation est obtenu par : le nombre de varon sur le nombre d'animaux varonnés.

### Effet du système d'élevage

Lors du comptage des varons aux exploitations nous nous sommes intéressés au système d'élevage, ce qui nous a permis d'avoir une idée sur l'effet du système d'élevage sur la réceptivité à l'infestation. Pour étudier donc l'effet de ce dernière, les animaux trouvés varonnés ont été répartis en 3 groupes : le 3<sup>eme</sup> groupe qui représente le système d'élevage extensif et celui englobant les autres systèmes d'élevage. Et les résultats en sont représentés par le tableau 5.

**Tableau N°5:** le taux d'infestation en fonction du système d'élevage.

Système d'élevage	Intensif	Semi extensif	extensif
<b>Nombre d'animaux visités</b>	146	200	60
<b>Nombre d'animaux atteints (pourcentage)</b>	9 (6.16%)	43(21.5%)	19(31%)

Après application du test de comparaison des systèmes d'élevages, il s'avère qu'il y a une différence significative entre ces derniers. Il apparaît, au regard des chiffres, que le système d'élevage semi extensif feront plus fréquemment infestées par un taux de 43 bovins atteints sur 200 bovins visité en système d'élevage semi extensif avec un pourcentage de 21.5%. que les autres systèmes.

En fait, le système extensif est le plus favorable au développement des hypodermes, d'ailleurs on a obtenu 19 bovins atteints sur 60 bovin visité avec un pourcentage de 31% ce qui en fait le facteur de risque le plus important, cela est en parfait accord avec le constat de Zalla et al (2012) et Ahmed et al.(2013).

### 4.3. Identification des deux espèces en cause

#### Identification des larves en cause

Après les échantillons des larves L3 prélevé en mois de mars 2013 et mai 2014 révèle de réalisé une identification de ces larves dans les tableaux suivants :

#### Mars 2013

Tableau N°6: Identification des larves.

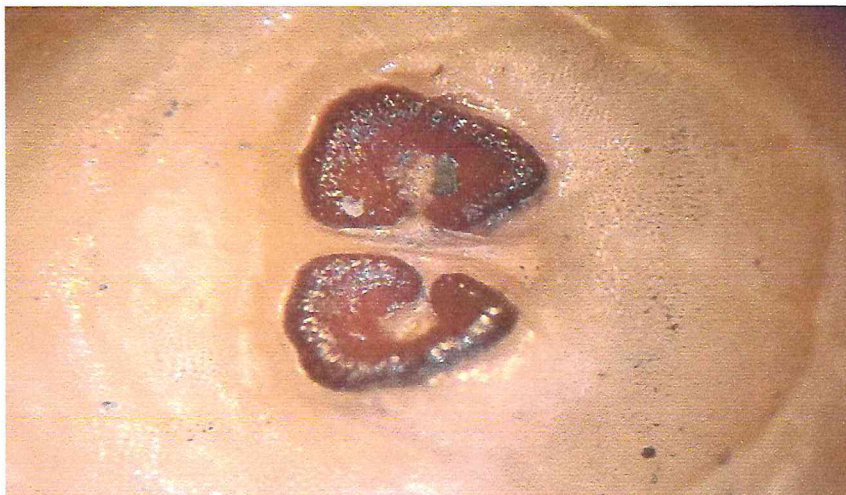
Espèce d'hypoderma	<i>Hypoderma bovis</i>	<i>Hypoderma lineatum</i>	Abcédées
Le nombre	16	14	4
Pourcentage	47%	41%	11%

Le tableau 6 rend compte l'identification des larves. Il apparaît, au regard des chiffres, que l'hypoderma bovis est légèrement majoritaire avec un taux de pourcentage 47% par apport a l'hypoderma lineatum avec un taux de pourcentage 41%.

Après application du test de comparaison des proportions, il s'avère qu'il y a une différence non significative entre les proportions de l'hypoderma bovis et l'hypoderma lineatum, les pourcentages étant proches.



**Photo N°1:** identification pour une la larve binoculaire (Photo originale)



**Photo N°2:** plaques stigmatiques d'hypodermalineatum de larve L3  
(Photo originale)



**Photo N°3:** plaques stigmatique d'Hypoderma bovis de larve L3.  
(Photo originale)

Mai 2014

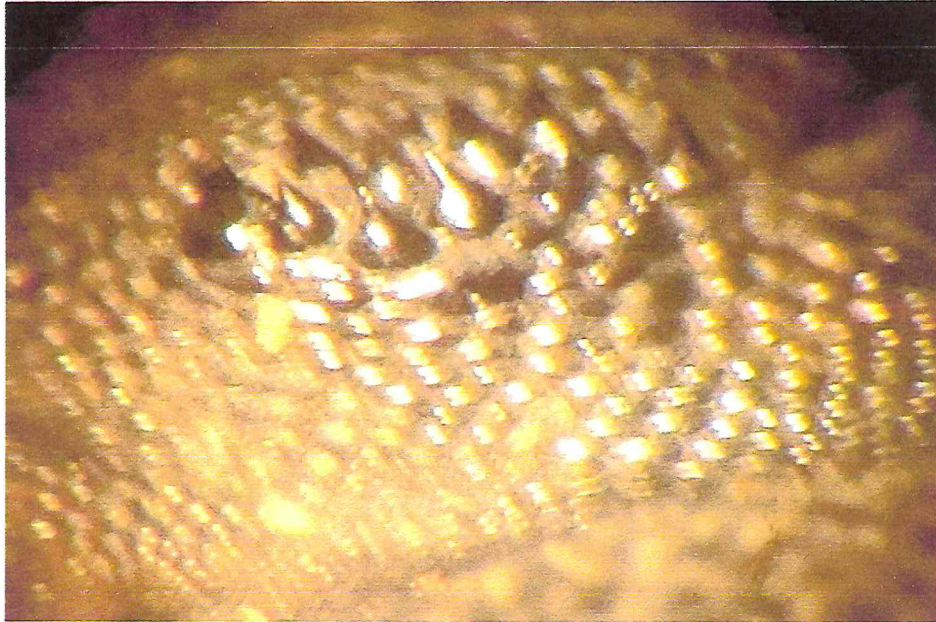
Tableau N°7: Identification des larves.

Espèces d' Hypoderma	Hypoderma bovis	Hypoderma lineatum	Abcédées
Nombre de larves	13	19	5
Pourcentages	35%	51%	13%

Le tableau 7 rend compte l'identification des larves. Il apparaît, au regard des chiffres, que l'hypoderma lineatum est majoritaire avec un taux de pourcentage 51% par apport a l'hypoderma bovis avec un taux de pourcentage 35%.

Photo N°4: larve L3 *Hypoderma bovis*. (Photo originale)





**Photo N°5:** Epines du dernier segment de larve L3 d'*Hypoderma lineatum*, notons que *H bovis* en est dépourvues. (Photo original)



**Photo N°6:** larve L3 *Hypoderma bovis*. (Photo originale)

## 5. Discussion

A la lumière des résultats de notre étude, la prévalence globale est de 17,02%, celle-ci est plus basse par rapport à celles enregistrées par Benakhla et al (1993 et 1999) dans l'est algérien, et cela pourrait s'expliquer, entre autres, par le changement des conduites d'élevage

(tendance à délaisser le système extensif pour les systèmes semi-extensif et intensif plus compatibles avec la production laitière), l'emploi très répandu des antiparasitaires externes surtout les avermectines reconnus pour être à 100% efficaces contre les larves d'*Hypoderma*. Pourtant, cette prévalence est plus élevée que celles rapportées par Saidani (2007), Saidani et al (2011 et 2014a) dans les wilayat du nord centre algérien telles que Bejaia, Jijel et Bouira. Cela s'explique surtout par la proportion des élevages extensifs dans les différentes études sachant que le système extensif est considéré par plusieurs auteurs comme étant le facteur de risque le plus important dans l'infestation par *Hypoderma* spp. (Saidani et al, 2011 ; Zalla et al, 2012 ; Ahmed et al, 2013)

En ce qui est de l'intensité ou de la charge parasitaire, celle-ci est de 11,02. Une telle intensité est considérée lourde puisque plusieurs auteurs (Beesly, 1974 ; Benakhla et al, 1993 ; Saidani et al, 2014) stipulent que les pertes économiques sont très perceptibles dès que le nombre de nodules par bovin infesté dépasse 10 (10 à 15% de perte en lait. 15 kg de perte en viande sans oublier les dégâts infligés à l'industrie du cuir).

Concernant la chronobiologie des *Hypoderma* spp. il s'avère que les mois mars, avril et mai correspondent au pic d'émergence des varrons, cela correspond à la meilleure période de diagnostic clinique de l'hypodermose bovine. En effet, le diagnostic clinique est moins sensible mais plus spécifique que la sérologie (Panadero et al, 2007). Mais, on peut améliorer grandement la sensibilité du diagnostic clinique (comptage des varrons) si les animaux sont examinés deux fois par mois durant ces mois d'émergence. At Dans toutes les études menées jusqu'ici, aucun nodule n'a été détecté à partir de fin juin, et cela s'explique par l'effet du climat sur la biologie des arthropodes en général et des œstres en particulier (Tarry, 1980).

Quant aux facteurs de risque, le sexe, du moins dans les conditions de notre étude, semble exercer un effet sur la prévalence mais non sur l'intensité d'infestation, les femelles sont plus fréquemment infestées que les mâles, toutefois ceci s'explique plutôt par la conduite d'élevage. Le tableau 2 montre que la classe d'âge comprenant les bovins de moins de trois ans semble la plus fréquemment touchée mais celle d'entre 3 et 5 ans est la plus lourdement infestée ; en effet, l'hypodermose bovine n'épargne aucun âge ni sexe ni race de bovins dès lors qu'il y a un contact entre l'insecte et l'animal (Vázquez, 2010 ; Morrondo, 2012). Il est généralement admis que les animaux les plus âgés sont moins lourdement affectés (Benakhla et al, 1993) du fait d'une immunité partielle liée plutôt au nombre d'expositions au parasite (Ahmed et al, 2013) ; c'est pourquoi la classe des bovins de plus de 5 ans est la moins

fréquemment et lourdement infestée. Dans le tableau 5, il apparait clairement que les systèmes extensif et semi-extensifs sont les plus touchés par le varron, ce qui est en parfait accord avec les travaux de plusieurs auteurs (Zalla et al, 2012, Ahmed et al , 2013, Saidani et al, 2014b). Pour l'effet de la race, les races améliorées semblent les plus touchées en raison du stress de la haute production (Benakhla et al, 1993).

Les deux espèces d'*Hypoderma* coexistent en Algérie, ce qui en concordance avec les travaux de Benakhla et al (1993), ceux de Saidani et al. (2011). La prédominance d'*Hypoderma bovis* en Avril et celle d'*Hypoderma lineatum* en mai, s'explique par l'apparition en vagues des varrons et le même animal peut être infesté à la fois par les deux espèces. En outre, ces deux espèces ne sont pas uniformément réparties dans le monde, puisque seule *Hypoderma lineatum* est trouvée en Espagne (Panadero et al, 2007 ; Varquez, 2010), *Hypoderma bovis* est plus fréquente en France, celle-ci est très rare aux Etats Unis d'Amérique et elle n'est retrouvée qu'au nord du pays. La connaissance de la distribution des deux espèces est capitale avant la mise en œuvre de tout plan de lutte puisque *Hypoderma bovis* est plus néfaste que *Hypoderma lineatum* surtout lors d'erreur dans le choix de la période de traitement étant donné que celle-là passe par le rachis en stade L1 et une paralysie pourrait s'ensuivre si un grand nombre de larves est lysé à ce niveau suite au traitement.

### 6. Conclusion générale et perspectives

En tout état de cause, l'importance économique de l'hypodermose justifie pleinement la nécessité d'une lutte contre cette myiase. L'incidence de l'hypodermose est certes faible à Tizi Ouzou, contrairement à ce qu'elle est dans l'Est algérien, ainsi qu'en témoignent les travaux de Benakhla et *al*, de 1990 à 1999. Quant aux symptômes liés au stade adulte, l'écomorphologie de la wilaya de Tizi Ouzou (voir carte 1), notamment les régions montagneuses d'Aghriva et Mekla, confèrent une certaine protection pour l'animal. Pourtant, le bovin profite faiblement de la meilleure période des pâturages (de mars à juin) en raison des courses de chaleurs. Enfin, cette faible incidence, la position géographique de la wilaya, délimitée au nord par la mer et des reliefs boisés à l'ouest tout au long de sa frontière avec Bejaia, la biologie du parasite, constituent autant d'éléments en faveur de l'éradication de l'hypodermose. Nous pouvons exploiter cette situation pour d'un côté et dans un premier temps parvenir à l'éradication de cette parasitose à Tizi Ouzou, et d'un autre côté assainir les wilayas avoisinantes en procédant par contiguïté. En agissant de la sorte, on peut aboutir à l'éradication de cette maladie en Algérie et étendre cette action dans un cadre de lutte coordonnée aux autres pays du Maghreb.

Enfin, bien que notre étude ait pu explorer la corrélation entre la réceptivité aux hypodermes et certains facteurs liés à l'hôte bovin ou le milieu, évaluer le statut épidémiologique de la wilaya de Tizi Ouzou, y préciser le cycle biologique et par là même les périodes propices aux traitements préventifs et curatifs, il n'en demeure pas moins intéressant de la compléter par d'autres investigations visant à :

- Estimer la prévalence de l'infestation en prenant pour unité épidémiologique le pourcentage de cheptels atteints et non le pourcentage de bovins parasités par cheptel infesté, car cette deuxième entité a donné à Tizi Ouzou un taux moins dangereusement rassurant, puisqu'il suffit d'un bovin varonné pour que tout le cheptel soit contaminé voire les cheptels environnants.
- Etudier les variations interannuelles de l'infestation hypodermique, ce qui nécessite des enquêtes de longue haleine.

En définitive, il faut à tout prix lutter contre cette parasitose, ayant connu la biologie du parasite en cause, vu les énormes difficultés contre lesquelles buttent l'Algérie pour subvenir à ses besoins en lait, surtout actuellement, sans compter le déficit en

protéines animales qui caractérise la ration alimentaire de la plupart des algériens (l'algérien est le premier consommateur mondial de blé).

Cependant, tout dépend de la volonté des pouvoirs publics algériens à doter l'action de lutte contre l'hypodermose bovine d'un support législatif et à créer les moyens financiers et techniques requis pour la prophylaxie et par la suite pour l'épidémio-surveillance en vue de protéger les zones assainies d'éventuelles réinfestations, mais aussi et surtout la prise de conscience des différents tenants de la filière bovine, qui devraient saisir que les dégâts causés par le varons ne sont plus acceptables de nos jours, d'où l'intérêt de son éradication.

*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

## Références bibliographiques

---

- 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.
- AHMED H., KHAN M. R., PANADERO-FONTAN R., LOPEZ S. C., ASIF S., MUSTAFA I. & MAZHAR Q. M., 2013.** Influence of Epidemiological Factors on the Prevalence and Intensity of Infestation by *Hypoderma* spp. (Diptera: Oestidae) in Cattle of Potowar Region, Pakistan. *Pakistan J. Zool.*, vol. 45(6), pp. 1495-1500,
- 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.
- 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.
- 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.
- BARRETT, C.C., 1981.** A new technique for collecting cattle grub larvae. *The Southwestern Entomologist*, 6: 144-146.
- BEESELY W.N., 1982.** Symposium in warble fly control in Europe Brussels.
- BELKAID M., ZENAIDI N., HAMRIOUI B., TABET DERRAZ O. & CHELLALI A., 1999.** Cours de parasitologie : Helminthiases. Réimpression. Ben-Aknoun (Alger) : OPU. 212 p.
- BELLI P. & LAVAL A., 1981.** Apparition de troubles paralytiques chez les brouards charolais faisant l'objet d'une infestation massive par les larves d'hypodermes. *Rec. Méd. Vét.* , 132,1. P. 63-66.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

## Références bibliographiques

---

**BOULARD C. & WEINTRAUB, 1973.** Immunological response of rabbits to *Hypoderma*. In : *Internation. J. Parasitol.*, 3. P. 376-386.

**BOULARD C., 1975.** Evolution des anticorps circulants chez les bovins traités contre l'hypodermose bovine. In: *Ann. Rech. Vét.*, 6. P. 143-154.

**BOULARD C., KECK G., 1980.** Traitement de l'hypodermose par les insecticides organophosphorés : Effets adverses d'ordres toxiques ou immunologiques. In : *La semaine vétérinaire* n° 186, 11 octobre 1980. Pages 1, 8, 11, 12.

**BOULARD C., ARGENTE G. & HILLION E., 1988.** Hypodermose bovine. *Le Point Vétérinaire*, vol 20, n°111.

**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.

**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.

**CARRAT F. & MALLET A., 2012-2013.** Biostatistique. Faculté de médecine. Université de Pierre et Marie Curie. France. 183 pages.

**CHARON 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.

**CLARK B., 1797.** Observation in the genus *Oestrus*. In : *trans. Linn. Soc. London*, 1779, 3. P. 289-329 Illus.

**COLWELL, D.D., 1985.** Cellular immunity in warble grub infestations: eosinophil responses to invading and migrating larvae. *Research Highlights*, 86: 44-46.

**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.

**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.

**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.

**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.



## Références bibliographiques

---

**DOBY J.M., DEUNEFF J., COUATARMAMACH A., GUIGUEN C., 1985.** Human hypodermosis in France. *Soc. Pathol. Exot.*, 78. P. 205-215.

**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.

**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.

**EUZEBY J., 1976.** Traitement et prophylaxie de l'hypodermose des bovins : Données actuelles. In: *Rev. Med Vét.*, 127. P. 187-235.

**FAN P.C. (1997)** . Annual economic loss caused by *Taenia saginata asiatica* Tæniasis in East Asia. *Parasitology Today*, 13, 194-196.

**GIL-COLLADO, M., 1961.** *Insectos y ácaros de los animales domésticos.* Edit. Salvat, Barcelona.

**GINGRICH, R.E., 1970.** Survival of first-instar larvae of *Hypoderma lineatum* (Diptera: Oestridae) implanted in heterologus murine hosts. *Journal of Medical Entomology*, 7 (2): 256-260.

**HADWEN S., FULTON J.S., 1924.** On the migration of *Hypoderma lineatum* form the skin to the gullet In : *Parasitology*, 16. P. 98-106.

**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.

**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 : [www.oznet.ksu.edu/entomology/medical\\_veterinary/HYPODER.html](http://www.oznet.ksu.edu/entomology/medical_veterinary/HYPODER.html)

**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.

**KHAN M.A., 1969.** Significance of “spinal stage” *Hypoderma* larvae in systemic insecticide toxicity. In: *Vet. Rec.Sci.*, 10. P. 355-360.

**KHAN M.A., 1971.** Some factors involved in systemic insecticide toxicosis esophagical lesion in heifers treated with Coumaphos, Cruphomate and Trichlorfon. In: *Can. J. An. Sci.*, 51. P. 411-417.

**LAPAGE, G. , 1968.** *Veterinary Parasitology.* Edinburgh: Oliver and Boyd Edit.: 511-524.

**MAGAT A. & FAURE N., 1970.** Efficacité du méninchlorfon dans le traitement de l'hypodermose bovine. *Bull. Soc. Sci. & Med. Comparée*, Lyon, 72.

## Références bibliographiques

---

- 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.
- 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.
- NELSON W.A. & WEINTRAUB J., 1972.** *Hypoderma lineatum* (de Villers) (Diptera, Oestridae): invasion of bovine skin by newly hatched larvae. In : *Journal Pazaritol.*, **58**. P. 624-641..
- NELSON, W.A., 1987.** Immune responses in Parasitic Infections, Protozoa, Arthropods and Invertebrates. Ed. Soulsby C.R.C. Press, Boca Ratón, **4**: 175-209.
- 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.
- NICOLAS-GAULARD I., MOIRE N., BOULARD C., 1995.** Inhibitory mechanism of the hypodermin A on T-cell proliferation by modulating PGE<sub>2</sub> 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.
- 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.
- 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.
- OTRANTO, D.; COLWELL, D.D., 2005.** *Hypoderma sinense*: a debated issue. *Veterinary Parasitology*, **128** (3-4): 353-354.
- 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.
- 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.
- 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.
- PRUETT, J.H.; KUNZ, S.E. 1996.** Thermal requirements for *Hypoderma lineatum* (Diptera: Oestridae) egg development. *Journal of Medical Entomology*, **33**: 976-978.

## Références bibliographiques

---

**RUIZ, P., 1982.** *Contribución al estudio de la hipodermosis en la provincia de Córdoba.* Memoria de Licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba.

**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.

**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.

**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.

**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.

**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.

**TARRY, D.W., 1980.** Warble fly infestation and climate. *The Veterinary Record*, 106: 559-560.

**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.

**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.

**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.

**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.

**ZALLA P., SHOSBI N., BEJO B., POSTOLI R., RAPTI D.. 2012.** Impact of management system on the presence of hypodermosis in cattle. *Macedonian Journal of Animal Science*, Vol. 2, No. 2, pp. 235– 240.

**ZUMPT F. (Ed.), 1965.** Myiasis in Man and Animals in the Old World. Butterworth, London. P. 205–229.

## Références bibliographiques

---

Saidani, K., Benakhla, A. ,López-Sández, C.M. , Morrondo, P. ; Díez-Baños, P. , Panadero, R. 2014a. The estimation of economic impact of bovine hypodermosis in Algeria. XXI Congreso Internacional de la Federación Mediterránea de Sanidad y Producción de Rumiantes (Femesprum)

Khelaf SAIDANI, Ceferino LÓPEZ-SÁNDEZ, Karima MEKADEMI, Pablo DIAZ-FERNÁNDEZ, Pablo DIEZ-BAÑOS, Ahmed BENAKHLA, Rosario PANADERO, 2014b. Bovine Hypodermosis in North-Central Algeria: Prevalence, Intensity of Infection and Risk Factors. Kafkas Univ Vet Fak Derg. Article in press available online