



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Etude préliminaire sur la Trypanosomose équine à
Trypanosoma evansi dans les wilayas d'Alger et de Blida**

Présenté par

CHAREF Rania

et

CHAOU Rihab

Président(e) :	M. YAHIMI A.	MCB	ISVB
Examineur :	M. SAIDANI Kh.	MCB	ISVB
Promoteur :	Mme ADEL A.	MCB	ISVB

Année : 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, on remercie le dieu créateur des cieux et la terre qui nous a donné la force, la capacité, la volonté, et le courage à fin d'accomplir ce travail.

Au terme de ce travail on tient à présenter notre profonde gratitude à notre encadrant Mme ADEL Amel pour son suivi, pour le temps qu'elle nous a consacrée ainsi que pour son humeur, sa sympathie et sa gentillesse envers nous.

On adresse aussi nos vifs remerciements à la responsable du laboratoire centrale vétérinaire, Mme MADANI Hafsa, notre tuteur de stage pour toutes les informations qu'elle nous a apportées, pour les conseils qu'elle nous a prodigués et pour son suivi.

Nos sincères remerciements vont aux propriétaires de chevaux qui ont bien voulu participer à notre étude.

Dédicace

A mes chers parents,

Quoi que je fasse ou quoi que je dise, je n'arriverai jamais au point de vous remercier comme il se doit, votre affection me couvre, votre brillance illumine mes chemins et votre présence à mes côtés a été toujours une force pour affronter les différents obstacles.

A mes chers frères Imad et Aymen, ma seule sœur Hadjer à mes grands parents et à toutes mes tantes maternelles Niss, Sam, Nanou, Dida, Fati, Fadila qui m'avaient toujours soutenu et encourager pendant tout mon cursus.

A mes chères copines, Rania ma binôme et ma collègue ma sœur de cœur, à ma copine et ma sœur depuis 11 ans de temps Khawla à qui je souhaite une vie pleine de succès et de bonheur, à Sabrina mon âme sœur, Khadidja et Sou.

A tous mes collègues de groupe 05.

Rihàb

Dédicace

Je dédié ce travail :

A mes parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices qu'avez consenti pour mon instruction et mon bien être

Merci Mère **Zozo** pour votre Amour et votre soutien sans faille, Pour m'avoir toujours encouragé, Pour avoir cru en mes rêves et m'avoir donné les moyens de les réaliser, d'avoir toujours été là pour moi t'étais et tu resetteras toujours mon idole, Je ne vous remercierai jamais assez. , Merci Papa.

A Mon grand-père et Mani, Merci pour votre gentillesse et pour l'Amour que vous avez toujours su nous donner, Pour tous ces doux moments passés en votre compagnie, Pour le bonheur dont vous nous comblez.

A Mon petite frère Rayne abd Raouf, mon bijou de la famille, je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

A ma sœur Nourhane : *Pour toutes les parties de franche rigolade que nous avons eu ensemble, Que vous réussissiez toutes dans la voie que vous avez choisie.*

A mes oncles et tantes : **Didi,** t'étais toujours une deuxième maman pour moi **Leila, Sabrina, Cherifa, Brahim, Salim, Meriem** Pour tous les week ends, tous les fêtes, et toutes les vacances passés ensemble, Parce que la Famille ça ne se remplace pas, Parce que vous m'avez toujours soutenu, Pour toutes fois où je n'ai pas pu venir parce que je révisais, Puisseons-nous toujours rester unis.

A mes chers cousin et cousine, Aymen, Yassmin, Loulou

A Rihab, ma binôme, t'étais ma meilleur copine qui m'a permis de passer de formidables moments pendant ces cinq ans, Merci.

A mes amis et mes camarades, Sab, Khadidja, Soo, Amine, LiLi pour tous les bons moments passés ensemble.

Résumé :

Trypanosoma evansi est l'agent pathogène de la trypanosomose et est largement répandu dans le monde. Il est responsable d'une maladie communément appelée « Dhebab » pouvant affecter une grande variété d'hôtes de mammifères. Le cheval est considéré comme l'espèce la plus sensible. Une hypothèse a été suggérée et postulée concernant la transmission de la maladie du dromadaire au cheval. Notre travail a pour but d'effectuer une recherche sur la trypanosomose et sur son existence chez les chevaux de la wilaya d'Alger et de Blida. Une enquête sérologique a été réalisée selon une technique d'Elisa indirecte sur 33 échantillons provenant de 18 communes différentes sur une période allant d'octobre 2018 au fin février 2019. Nos résultats ont montré que la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* chez les équins est absent.

Mots-clés: *Trypanosoma evansi* - cheval - Alger - Blida - Elisa - sérologie.

خلاصة

التريبانوزوما إيفانسي هو الممرض التريبانوزومي والموزع على نطاق واسع في العالم. وهو المسؤول عن مرض يسمى عادة الذباب ويمكن أن يؤثر على مجموعة واسعة من مضيفي الثدييات. يعتبر الحصان أكثر الأنواع حساسية له. تاريخ داء تريبانوزوم الخيول في الجزائر غامض ومهمول وغير مرغوب فيه على عكس داء المثقبات في الجمال حيث تم اقتراح فرضية وافترضها بشأن انتقال المرض من الإبل إلى الخيول. يهدف عملنا إلى محاولة البحث عن المرض ومعرفة وجوده في الخيول بولاية الجزائر وبلدية وتعميمه على المستوى الوطني. أجري مسح مصلي بواسطة تقنية إليزا غير المباشرة على 33 عينة من 18 بلدية مختلفة في الفترة التي تمتد من أكتوبر 2018 إلى نهاية فبراير 2019. أظهرت نتائجنا أن التريبانوزوما إيفانسي أو الذباب عند الخيول مفقود.

الكلمات المفتاحية: داء المثقبات إيفانسي -حصان -الجزائر -البلدية -التشخيص -إليزا -الأمصال

Abstract

Trypanosoma evansi is pathogen and widely distributed in the world. He is the officer in charge of a disease commonly called Dhebab that can affect a wide variety of mammalian hosts. The horse is considered to be the most sensitive species. A hypothesis has been suggested and postulated concerning the transmission of the disease from camel to the Equine. Our work is aimed to try searching for Dhbeeb and know its existence in horses in the wilaya of Algiers and Blida. Hence, a serological survey was carried out by a technique of indirect Elisa on 33 samples from 18 different municipalities of the wilaya of Algiers and Blida from October 2018 to the end of February 2019. Our results have shown that the trypanosome Trypanosoma evansi is missing.

Key words: Trypanosoma evansi - horse - Algiers -Blida - Elisa – serology.

Liste des tableaux :

Titres des tableaux

<u>Tableau 01</u> : Epidémiologie des différents genres de trypanosomoses dans le monde.....	10
<u>Tableau 02</u> : Données générales sur les chevaux examinés	40
<u>Tableau 03</u> : Données générales sur les sites étudiées	41
<u>Tableau 04</u> : Données générales sur l'origine des chevaux étudiés	42
<u>Tableau 05</u> : L'habitat des chevaux étudiés	43
<u>Tableau 06</u> : Utilité des chevaux étudiés	44

Liste des figures :

Titres des figures :

<u>Figure 01</u> : Classification de trypanosoma evansi.....	04
<u>Figure 02</u> : T.evansi sur frottis	05
<u>Figure 03</u> : T.brucei	05
<u>Figure 04</u> : Forme de trypanosoma	06
<u>Figure 05</u> : Forme infectante trypomastigote de T.evansi	07
<u>Figure 06</u> : Cycle évolutif de T.evansi	07
<u>Figure 07</u> : Epidémiologie de T.evansi.....	07
<u>Figure 08</u> : la distribution de T.evansi dans le monde.....	09
<u>Figure 09</u> : Animal Capybara (cabrai) réservoir de T.evansi	11
<u>Figure 10</u> : Tabanidés des genres Haematopota et chyspos prenant un repas sanguin sur un cheval	12
<u>Figure 11</u> : Mouche taon	13
<u>Figure 12</u> : Mort inattendue d'un cheval cachectique	15
<u>Figure 13</u> : Signes d'amaigrissement de T.evansi	16
<u>Figure 14</u> : Matériels et produits utilisés dans la technique de mesure d'hématocrite	18
<u>Figure 15</u> : Technique du Buffy Coat	19
<u>Figure 16</u> : Schéma représentant la fixation des antigènes dans la technique ELISA	20
<u>Figure 17</u> : Schéma représentant la fixation des anticorps dans la technique ELISA	20

Figure 18 : Schéma représentant la fixation des anti-IgG dans la technique ELISA	21
Figure 19 : Schéma représentant la révélation dans la technique ELISA	22
Figure 20 : Piège pour les Taons	24
Figure 21 : Trypamidium® (trypanocide)	24
Figure 22 : carte représente les différentes communes de la wilaya Alger et Blida ciblés pour les prélèvements	26
Figure 23 : Quelques prélèvements réalisés sur terrain	28
Figure 24 : Centrifugeuse Hettich Universal	28
Figure 25 : Prélèvements sanguins après centrifugation	29
Figure 26 : Pissette remplie d'eau distillée	30
Figure 27 : Eprouvette graduée	30
Figure 28 : Micropipettes à précision	31
Figure 29 : Micropipettes multicanaux à précision	31
Figure 30 : Embouts	31
Figure 31 : Un agitateur	32
Figure 32 : Spectrophotomètre	32
Figure 33 : Effectuer un garrot pour repérer la veine jugulaire	33
Figure 34 : Réalisation d'un prélèvements sanguins.....	34
Figure 35 : Réalisation de prélèvements sanguins après une contention par le propriétaire.....	34
Figure 36 : Laboratoire central vétérinaire d'Alger	35
Figure 37 : Agitation des solutions préparées et vérification de PH.....	36
Figure 38 : Bouteille de PB et PBS_Tween préparés et identifiés	36
Figure 39 : Sensibilisation de la plaque	37

<u>Figure 40</u> : Prélèvements organisés avec une fiche de plaque codée.....	37
<u>Figure 41</u> : Etape de lavage avec l'eau distillée	38
<u>Figure 42</u> : Dilution de sérum	39
<u>Figure 43</u> : Les résultats sont affichés sur un Pc.....	40
<u>Figure 44</u> : Troupeau de chevaux	43
<u>Figure 45</u> : Cohabitation d'un cheval avec d'autres espèces.....	43
<u>Figure 46</u> : L'habitat et les animaux et contact avec les chevaux étudiés.....	43

Liste d'abréviation

T. evansi :	Trypanosoma evansi.
LCR :	Liquide céphalo rachidien.
OIE:	World Organisation for Animal Health.
µm:	Micro mètre.
µl :	Micro litre.
µg :	Micro gramme.
HD :	Hôte définitif.
HI :	Hôte intermédiaire.
S.R.E :	Système réticulo endoplasmique.
VSG :	Glycoprotéines Variables de Surface.
DEAE :	Diéthylaminoéthylcellulose.
EDTA :	Éthylènediaminetétraacétique.
ELISA :	Enzyme Linked immuno Sorbent Essay.
PB :	Phosphate Buffered.
PBS-Tween :	Phosphate Buffered Saline Tween.
ABTS :	L'acide 2,2'-azino-bis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
AC:	Anticorp.
Ag:	Anti gène.
PO:	protéine peroxydase.
Km:	Kilometer
PB:	Phosphate buffer
Mn:	Minute

Sommaire :

Introduction	01
--------------------	----

Partie bibliographique :

CHAPITRE I: Etude du parasite

1) Définition.	03
2) Classification.	04
3) Aspects morphologiques.	05
4) Cycle de reproduction.	06

CHAPITRE II: Epidémiologie de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi*

1) Epidémiologie.	08
2) Distribution géographique.	08
3) Espèces hôtes et réservoirs.	11
4) Modes de transmission.	11
5) Importance	13

CHAPITRE III: Etude de la maladie

1) Signes cliniques.....	14
2) Lésions	16
3) Diagnostic	16

3.1. Diagnostic clinique.....	17
3.2. Diagnostic expérimentale.....	17
3.3. Diagnostic différentiel	22
4) Traitement	23
5) Prophylaxie.	23
5.1. Prévention	23
5.2. Prévention médicale.....	24

Partie expérimentale :

• Matériels et méthodes.....	26
1.1 Cadre et Période d'études.....	26
1.2. Choix des sites et des propriétaires	26
1.3. Période d'étude.....	27
A) Matériel.....	27
A.1 Les animaux.....	27
A.2 Collecte des prélèvements.....	27
A.3 Le Matériel de laboratoire.....	29
B) Méthodes.....	32
B.1 Enquête sur terrain.....	32
1.1. Examen clinique et prélèvements sanguins.....	32
B.2 Analyse des prélèvements sanguins	35
• Résultats.....	40

- Discussion.....45
- Conclusion47

Références bibliographiques.....48

INTROUCTION :

Trypanosoma evansi est le trypanosome pathogène le plus largement répandu dans le monde. Il est l'agent responsable d'une maladie communément appelée en arabe « Dhebab » qui peut affecter une grande variété d'hôtes mammifères domestiques et sauvages (**Molefe et al., 2017**). C'est une affection parasitaire provoquée par un protozoaire flagellé souvent présent dans le sang et rarement dans divers tissus ou liquides organiques comme le liquide céphalo-rachidien (LCR) (**Chartier et al., 2000**). La trypanosomose, maladie vectorielle transmise par des mouches appelées *les taons*, a été ajoutée en 2008 à la liste des maladies ayant un impact sur le commerce international par l'organisation mondiale de la santé animale (**OIE, 2008**). La maladie se manifeste de façon chronique et inapparente chez les bovidés, entraînant un retard de croissance, chute de production et même des avortements et se manifeste le plus souvent chez les dromadaires et les équidés de façon aigüe mortelle sans traitement. Ceci se traduit entre autre par une fièvre intermittente, une anémie, une anorexie, un œdème, une lymphadénopathie, une paralysie, et une atteinte nerveuse (**Eloy et Lucheis, 2009**).

En Algérie, *T. evansi* a été découverte par les frères Sergent chez les dromadaires du sud Sahara qu'ils nommèrent plus tard *Trypanosoma berberum* et qui est actuellement nommé *Trypanosoma evansi* (**Sergent et Sergent, 1904**).

La population équine algérienne, est estimée à 250.000 chevaux (**Rahal et al., 2009**). L'infection par *T. evansi* chez les équidés en Algérie est méconnue et ignorée mais elle a été déclarée par l'OIE (**OIE, 2009**). Son diagnostic est difficile vu que les symptômes pathognomoniques sont peu démonstratifs nécessitant un diagnostic sérologique de certitude recommandé par l'OIE (**OIE, 2005**).

De plus, les changements climatiques auront un impact négatif en Méditerranée, considérée comme l'un des 25 points chauds dans le monde, de ce fait, l'Algérie faisant partie de cette région est classée comme pays très vulnérable. Dans la partie centrale et méridionale, dans le vaste désert algérien, le climat est typiquement désertique (**Remouche, 2018**). Caractérisé par la chaleur et la sécheresse toute l'année ce qui implique une existence du vecteur et sa propagation vers le nord touchant ainsi les chevaux. En outre, les zones humides ou les zones marécageuses soit artificielles ou naturelles sont des facteurs principaux de la vie des animaux, et la présence de ses territoires permet une prolifération des mouches et leur survie dans l'environnement. Ces vecteurs jouent un rôle majeur dans l'épidémiologie de

l'infection, ce qui nous pose question sur l'éventuelle circulation de la trypanosomose à *T. evansi* équine dans notre pays (**Christophe et Naze-Ganier, 2001**).

L'objectif spécifique de ce travail est la recherche de la Trypanosomose à *T. evansi* équine dans les wilayas d'Alger et de Blida.

Ce travail comprend deux parties :

- une partie bibliographique.
- et une partie expérimentale qui consiste dans la recherche de *T. evansi* chez le cheval dans les wilayas d'Alger et de Blida.

CHAPITRE I : Etude du parasite

Définition :

T. evansi est à l'origine d'une trypanosome appelée «Dhebab » qui signifie en arabe la mouche qui joue le rôle de vecteur. C'est le premier trypanosome pathogène isolé pour la première fois en 1880 dans la région de **Punjab** au Nord de l'Inde chez des chevaux et des chameaux infectés (**Evans, 1910**). Ce parasite a la plus vaste répartition géographique connue de tous les trypanosomes pathogènes. Sa distribution s'étend sur toutes les zones tempérées et chaudes de la planète (**Hoare, 1972**). Il affecte un grand nombre d'espèces animales sauvages et domestiquées en Afrique, en Asie, en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Les principales espèces hôtes varient géographiquement, mais les chameaux, les chevaux, les buffles et les bovins sont particulièrement touchés, bien que d'autres animaux, y compris la faune sauvage, soient également sensibles (**Silva et al., 2010**).

C'est une maladie transmise par les arthropodes; plusieurs espèces de mouches hématophages, notamment les tabanidés et les stomoxes, sont impliquées dans le transfert de l'infection d'un hôte à l'autre, agissant en tant que vecteurs mécaniques (**Dedet, 2006**). Au Brésil, les chauves-souris vampires sont également impliquées dans un type unique de transmission biologique (**Desquesnes, 2004**). Ce sont des parasites obligatoires dixéne (**Triki & Bacha, 2016**). Ayant deux hôtes :

- Un hôte vertébré (cheval) : multiplication dans les liquides physiologiques particulièrement le sang.
- Un hôte invertébré (vecteur) la mouche, où ils vivent dans le tractus digestif, et la glande salivaire.

Classification :

Ce sont des protozoaires appartenant à la famille des **Trypanosomatidés** et ils font partie du sous genre des **Trypanozoon**. La classification est complète dans la figure 1 (**Bruce, 1915**).

Phylum	PROTOZOAIRE=PROTOZOA
Sous-phylum	SARCOMASTIGOPHORA
Classe	ZOOMASTIGOPHOREA
Ordre	DAIKNOPLASTI
Sous-ordre	TRYPANOMATINA
Famille	TRYPANOSOMATIDES =TRYPANOSOMATIDEA
Genre	Trypanosoma
Sous genre	Trypanozoon
Espèce	

T. (T) brucei
<i>T. (T) evansi</i>
T. (T) equiperdum

Figure 1: Classification de *Trypanosoma evansi*.

Aspects morphologiques :

C'est un protozoaire que ne l'on rencontre que sous la forme sanguine, qui est proche de celle de *Trypanosoma brucei* (Figure3). Cette forme sanguine dans sa présentation la plus courante est appelée forme longue ou **slender**. C'est un trypanosome de taille moyenne (longueur de **15 à 34 μm** ; moyenne **24 μm**). Il est considéré comme un parasite au polymorphisme très limité (Figure 2). Il est possible de rencontrer des formes intermédiaires et des formes trapues, celle-ci reste très rare. Il possède un flagelle dont la partie libre est courte, de **3 à 5 μm** (ou inexistante dans les formes trapues), la membrane ondulante est très développée (**Bruce, 1911 ; Brun et al., 1998**).

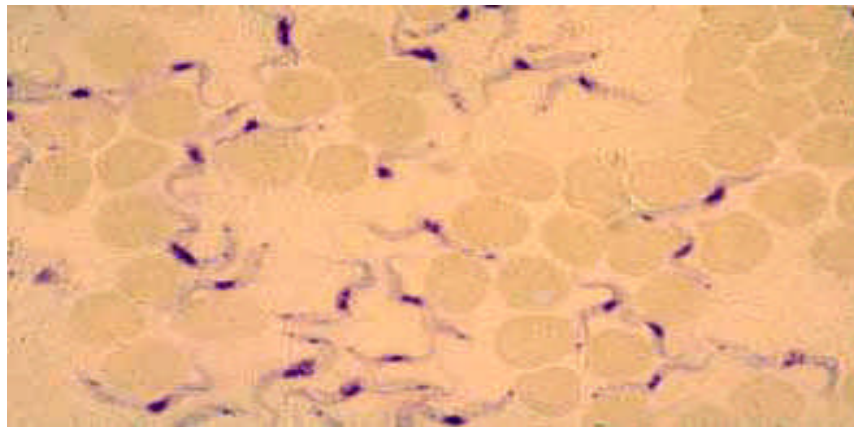


Figure 2 : *T.evansi* sur frottis.

<https://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/194176/fig3/>

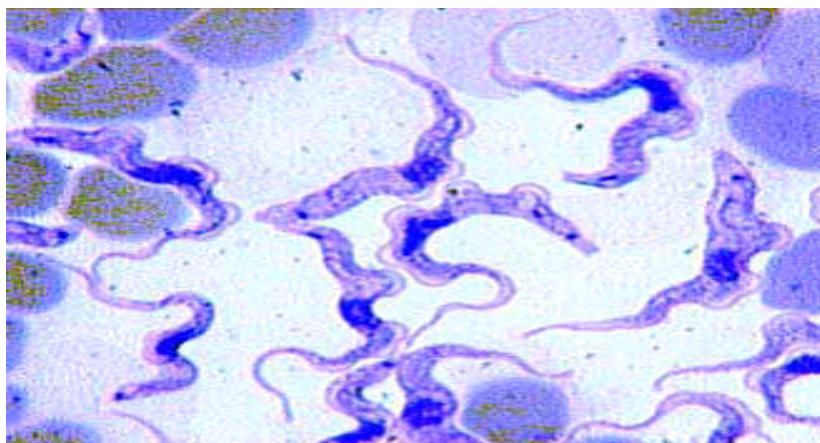


Figure 3 : *Trypanosoma brucei*.

<https://tinycards.duolingo.com/decks/6uuAEc6p/microbiology-ch-18-protozoans>

forme trypomastigote

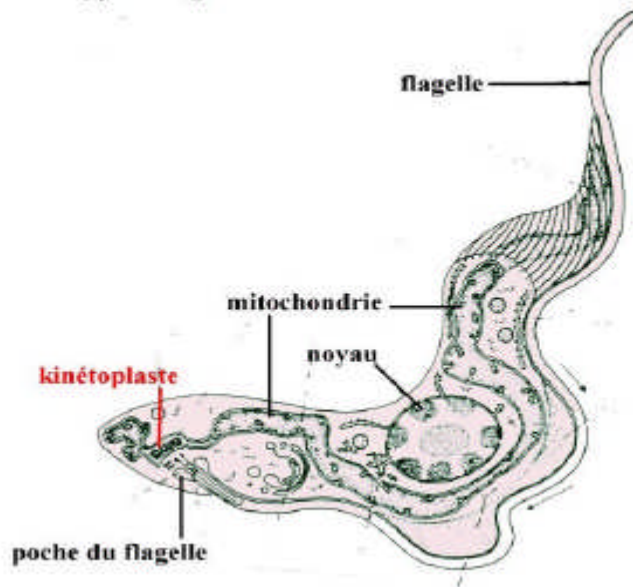


Figure 4: Forme de trypanosoma (Triki, 2013).

Cycle de reproduction :

T. evansi reste uniquement sous la forme proliférative retrouvée chez l'hôte, à savoir la forme longue, même lors de son passage sur les pièces buccales d'un arthropode piqueur, contrairement aux autres *trypanosoma* qui comporte différentes formes chez l'hôte et chez le vecteur. Il se multiplie habituellement continuellement de manière clonale, par divisions cellulaires successives par scissiparité ou division binaire. Mais on sait maintenant qu'ils peuvent aussi se reproduire par voie sexuée et échanger ainsi du matériel génétique entre eux ; ce phénomène reste apparemment rare dans la nature (Njiru et Constantine, 2007).

Hôte définitif (HD) : cheval et mammifères = *T. evansi*.

Hôte intérimaire (HI) : Diptère *Tabanus Spp.*

Seules Les femelles sont hématophages.

Lors d'une pique, les tabanidés capturent la forme trypomastigote de (HD), la forme trypomastigote ne se transforme pas en epimastigote contrairement aux autres trypanosomes. La trypomastigote se multiplie dans l'estomac et sera transférée vers les glandes salivaires, et se transforme en une forme trypomastigote métacyclique infectieuse d'où elle pique (HD) sain, en entraînant une injection des trypomastigotes avec la salive, puis une multiplication extracellulaire locale pendant 1 à 2 semaines. Enfin la migration par voie sanguine vers le système réticulo endoplasmique (S.R.E) et les ganglions. Après quelques mois, il y a fragilisation

de la barrière méningée et passage des trypanostigotes dans le système nerveux central et avec persistance fluctuante des formes trypanostigote sanguines (rares)(Triki et Bacha, 2016).

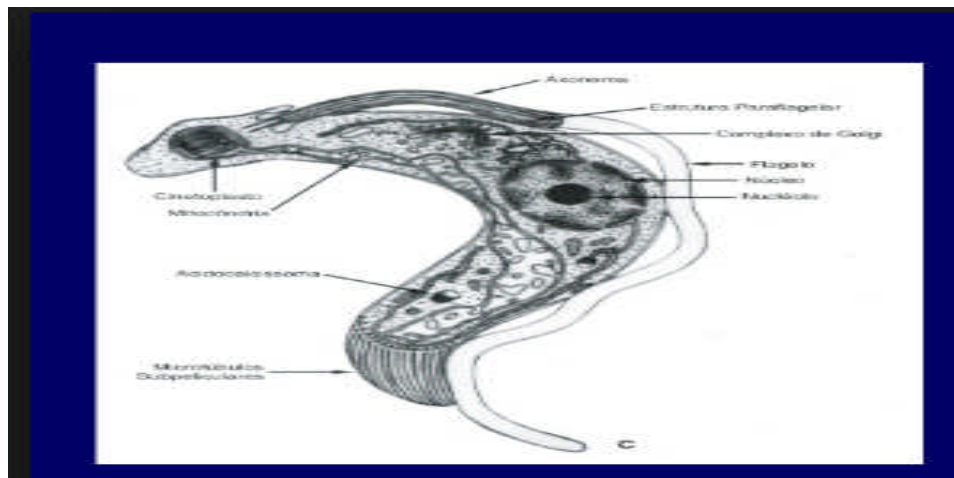


Figure 5: Forme infectante trypanostigote de *T. evansi*.

<https://es.slideshare.net/Michigan91/tripanosoma-evansi-equino>

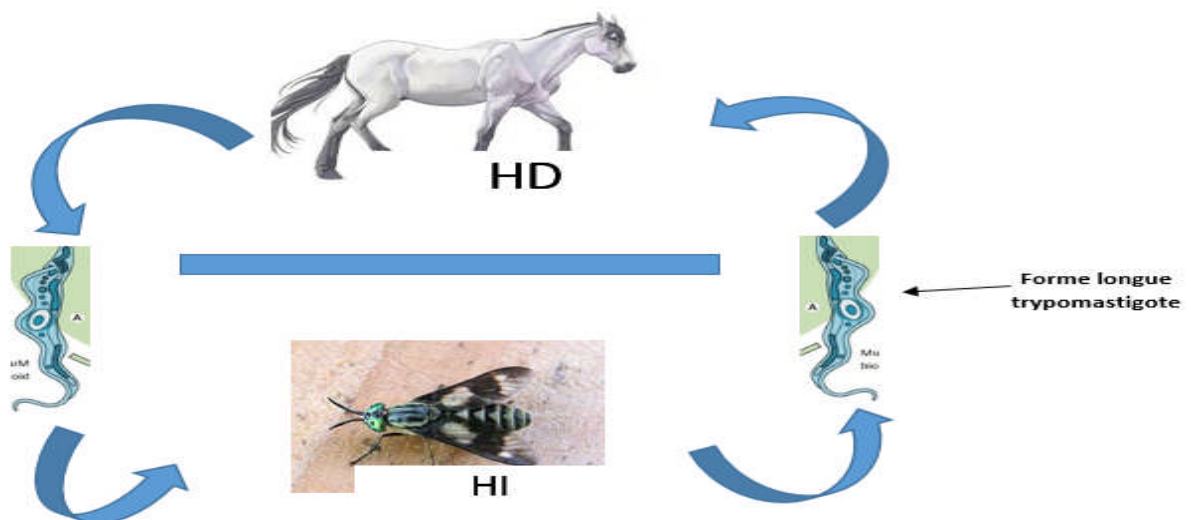


Figure 6: Cycle évolutif de *T. evansi* (Charef & Chaou, 2019).

CHAPITRE II : Epidémiologie de la trypanosomose à *T. evansi* :

Epidémiologie :

La trypanosomose est une maladie pouvant aller d'une forme subclinique à l'avortement ou au décès, avec ou sans signes vasculaires, nerveux ou génitaux. Divers symptômes sont observés d'un hôte à l'autre (**Didier et al, 2009**).

Principalement mortelle chez les chevaux, aigus ou chroniques chez les dromadaires, variables chez les bovins et les buffles, aigus chez les chiens et généralement légère mais parfois aigus chez les porcs, les ovins et les caprins (**Eloy et Lucheis, 2009., Gill, 1977**). Elle peut présenter divers aspects en fonction de la localisation géographique, la trypanosomose chez les buffles et les bovins est essentiellement absente en Amérique latine, bien qu'il s'agisse d'une contrainte majeure en Asie du Sud-Est (**Desquesne et al., 2008**).

L'épidémiologie d'une maladie dépend des caractéristiques d'un agent pathogène, de ses hôtes, de son réservoir et de ses vecteurs, ainsi que de leur environnement et de leurs interrelations. En conséquence, dans le cas particulier de la trypanosomose, qui est une maladie multi spécifique, elle peut présenter des caractéristiques très variables en raison de la complexité de son épidémiologie (**OIE, 2019**).

Distribution géographique :

La transmission mécanique est assurée par un vecteur, lui permettant de devenir le trypanosome le plus pathogène et le plus répandue dans le monde, elle porte divers noms Mbori, Salaf, Tahaga, Mal de caderas en Amérique de sud, Surra en Thaïlande et Dhebab en nord d'Afrique (**Desquesnes, 2008**). En Afrique, *T. evansi* est présent dans tous les pays où des camélidés sont présents, allant du Sénégal au Kenya (équateur), on le trouve non seulement en Mauritanie, au Maroc, en Algérie, en Tunisie, en Libye, en Égypte, au Soudan, en Érythrée et en Éthiopie, mais également dans les régions septentrionales du Mali, du Burkina Faso, du Niger, du Nigéria, du Tchad, de la Somalie et du Kenya . De nos jours, sa distribution géographique est continue du nord de l'Afrique au Moyen-Orient et en Asie du Sud-Est. Il est continuellement présent vers l'est, dans la péninsule arabique (**Antoine-Moussiaux Et Desmecht, 2008**) notamment en Arabie saoudite, à Oman, dans les Émirats arabes unis, en Jordanie, en Palestine, au Liban, en Syrie, en Iraq et en Turquie, et même avec un record

occasionnel en Bulgarie; il est présent d'Iran au Kazakhstan ainsi qu'en Afghanistan et au Pakistan. La distribution du parasite s'étend ensuite largement à l'Est : on le retrouve en Asie centrale et de Sud-Est jusqu'en Indonésie et Thaïlande. En Europe quelques foyers ont été déclarés ces dernières années, notamment en France (Desquesnes et al., 2009) et en Espagne (Tamarit et al., 2010). Enfin, il touche la quasi-totalité de l'Amérique du Sud (Desquesnes et al., 2013).

Scientific Name: *Trypanosoma evansi*
Subgenera: *Trypanozoon*
Main host: Equines; bovines and camelids
Main Vector: Tsetse flies (*Glossina spp.*); Stable-flies (*Stomoxys spp.*); Horse-flies (*Tabanids spp.*)
Transmission: Mechanical



Figure 7 : Epidémiologie de *T. evansi*.

https://www.frontiersin.org/files/Articles/403039/fimmu-09-02253-HTML-r1/image_m/fimmu-09-02253-q001.jpg

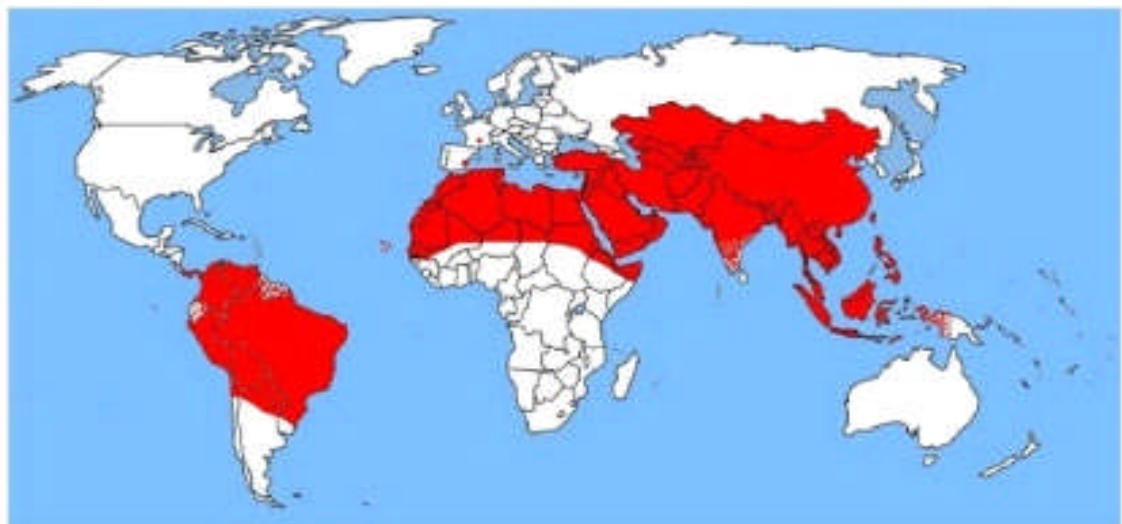


Figure 8: La distribution géographique de *T. evansi* dans le monde (Desquesne et al., 2013).

Tableaux 1: Épidémiologie des différents genres de trypanosomes dans le monde (Merial, 2009).

Dénomination	Zone Géographique	Espèces concernées	Vecteurs	Réservoir
<i>Trypanosoma brucei brucei</i>	Afrique de l'ouest et de l'est	Equidés Camélidés Carnivores	<i>Glossina spp</i>	Animaux sauvages
<i>Trypanosoma vivax</i>	Afrique de l'ouest et central, soudan, Amérique du sud et central	Equidés ruminant	<i>Glossina spp</i> <i>Tabanidés</i> <i>Stomoxys</i>	Animaux sauvages
<i>Trypanosoma cruzi</i>	Amérique tropicale	Hommes Carnivores Animaux sauvages	Hétéroptère	Animaux sauvages Carnivores
<i>Trypanosoma evansi</i>	Europe du Sud Proche-Orient Moyen-Orient Inde - Chine - Asie Mineure Afrique de l'Est et de l'Ouest - Mexique Amérique du Centre et du sud	Equidés Camélidés Ruminants Carnivores	<i>Tabanidés</i> <i>Chrysopes</i> <i>Stomoxys</i> Aèdes Vampires	Animaux domestiques et sauvages
<i>Trypanosoma equiperdum (dourine)</i>	Afrique Amérique	Equidés	Transmis par coït	Equidés

Espèces hôtes et réservoirs :

T. evansi possède également une vaste gamme d'hôtes domestiques et sauvages dans le monde entier. Presque tous les mammifères sont réceptifs à *T. evansi*, mais seuls certains d'entre eux sont susceptibles, pouvant développer des signes cliniques significatifs et jouer un rôle dans son épidémiologie. Il a la gamme d'hôtes la plus large parmi les trypanosomes salivaires (**Radwanska et al., 2018**). Il est Pathogène chez la plupart des animaux domestiques particulièrement chez les camélidés, les équidés, les buffles, et les porcs. C'est la principale cause de morbidité et de mortalité chez les chameaux et certains animaux sauvages comme les cerfs (**Singh, 1998**).

T. evansi admet un grand nombre de réservoirs potentiels, à commencer par les espèces domestiques capables d'abriter des infections chroniques ou inapparentes sur de longues périodes telles que les bovins, les chèvres ou les porcs (**Antoine-Moussiaux et Desmecht, 2008**). Les Réservoirs sont aussi les chameaux et les chevaux, le bétail de buffle, le capybara (Figure 9) et la chauve-souris vampire (**Joshi et al., 2006**). Les rats et les souris sont très susceptibles comme hôtes expérimentaux pour détecter des infections infra cliniques (non brevetées) (**Desquesnes et al., 2013**).



Figure 9: Animal Capybara (Cabiaï) réservoir de *T.evansi*.

<https://www.zoolabarben.com/animal/capybara>

Transmission :

T. evansi ne nécessite pas de vecteur biologique. Cet organisme, qui peut être trouvé dans le sang et les tissus, se transmet mécaniquement par les insectes piqueurs hématophages (femelles) (**Antoine-Moussiaux et Desmecht, 2008**). Les membres de la famille des cerfs et des mouches à cheval, les tabanidés (par exemple, les genres *Tabanus*, *Atylotus*, *Chrysops*, *Lyperosia* et *Haematopota*) dont la pique est très douloureuse ce qui provoque des réactions de défense de la part de l'hôte (**Abdesalam et al., 2002**). Leur morsure laisse à la surface de la peau une goutte de sang susceptible d'attirer d'autres mouches (**Muzari et al., 2010**). Les mouches du genre *Stomoxys* sont considérées comme les plus importants vecteurs (**Sergent, 1912**). La transmission par d'autres insectes piqueurs (par exemple, *Hippobosca spp.* les moustiques de la famille *Culicidae* et les moucherons de la famille *Ceratopogonidae*) a été signalée à titre expérimental ou soupçonnée sur le terrain et pourrait contribuer à la propagation locale (**Oyieke et Reid, 2003**). Les mouches suceuses, telles que *Musca spp.* peuvent propager *T. evansi* lorsqu'elles visitent des plaies contaminées. D'autres moyens de transmission comprennent la propagation iatrogène sur des aiguilles ou des instruments chirurgicaux contaminés et l'ingestion de tissus infectés par des carnivores (**Williams, 2003**). La transmission transplacentaire a été démontrée chez les ruminants et les ânes (**Pathak et al., 1999**). Des cas de transmission dans le lait et le colostrum ont été rapportés chez des ovins infectés de manière expérimentale (**Wang, 1988**). Les vecteurs évoluent autour des points d'eau et dans les zones marécageuses et sont actifs pendant les saisons chaudes (**Desquesnes, 2006**).



Figure 10: Tabanidés des genres *Haematopota* et *Chrysops* prenant un repas sanguin sur un cheval (**Kocher, 2013**)



Figure 11 : Mouche taon.

<https://lessupertrucs.skyrock.com/1088564702-Les-insectes-le-taon.html>

Importance de la trypanosomose :

La maladie causée par *Trypanosoma evansi*, est l'une des maladies les plus importantes dans les régions tropicales et semi-tropicales. Bien que ce trypanosome puisse infecter la plupart des mammifères, les camélidés et les chevaux en sont les principaux hôtes et représentent la perte économique majeure (**Baldissera et al., 2017**). Des infections et des cas cliniques ont été rapportés chez la plupart des mammifères domestiques et certaines espèces sauvages. *T. evansi* est transmis mécaniquement par divers tabanidés et autres mouches et peut facilement devenir endémique lorsqu'il est introduit dans une nouvelle région. Les taux de morbidité et de mortalité dans une population non immunisée peuvent être élevés. Au début des années 1900, une épidémie à Maurice a tué presque tous les équidés de l'île (**Gutierrez et al., 2005**). De graves épidémies ont aussi été signalées aux Philippines (**Ruid, 2000**), en Indonésie et au Vietnam (**Davison et al., 2000**). Outre la maladie et les décès, *Trypanosoma evansi* entraîne des pertes économiques dues à la baisse de productivité chez les animaux d'élevage, à la réduction de la prise de poids, à la diminution de la production de lait, aux pertes de reproduction et au coût du traitement (**Seidl et al., 2001**).

CHAPITRE III : Etude de la maladie

Singes cliniques :

Les effets pathogènes de *T. evansi* sont classiques, tels que tous les autres trypanosomes de mammifères pathogènes plus sensibles pour les camélidés, les chevaux et les chiens suivis des bovins et loin derrière les porcs (**Gill, 1977**). Comprenant une fièvre, une anémie, perte d'appétit et chute de poids, perte de condition et de productivité, signes nerveux et / ou avortement, diminution du taux de potassium et du sodium et augmentation du taux de l'urée (**Singh et al., 1994**). Une cachexie et mort, avec signes particuliers liés à l'espèce hôte. Cependant, ce qui est tout à fait surprenant, c'est l'intensité variable de ces signes, allant de l'inapparent à léthal d'une espèce hôte à l'autre, mais parfois au sein d'une même espèce hôte, en fonction de la zone géographique ou de la situation épidémiologique (**Luckins, 1998**). L'immunosuppression est l'un des effets non visibles mais très importants du *T.evansi* (**Onah et al., 1998., Sharma et al., 2000**).

Chez les chevaux : la période d'incubation est de 1 à 4 semaines, et parfois jusqu'à 8 semaines après les symptômes suivants apparaissent: fièvre fluctuante avec pics élevés de parasitémie (41,5° à 44°C), faiblesse, léthargie, l'anémie semble être principalement hémolytique, associé à une réduction de la durée de vie des érythrocytes et à une érythrophagocytose étendue (**Habila et al., 2012**), perte de poids importante (Figure 12) éruption cutanée locale ou générale transitoire, hémorragies pétéchiales aux paupières, en particulier la membrane nictitante (qui peut jaunir en atteignant le stade ictérique), et dans les muqueuses vulvaires et vaginales, hémorragies dans la chambre antérieure de l'œil (où les trypanosomes peuvent également se trouver dans du matériel gélatineux du cantus interne) (**Desquesnes et al., 2013**). L'avortement et l'altération de la locomotion, avec des signes nerveux décrits, tels que «il peut trébucher aux pattes antérieures et traîner les pattes postérieures» qui s'appelle probablement «Mal de Caderas», et un œdème apparaît après un certain temps au niveau "sous-maxillaire, des jambes, de la poitrine, de l'abdomen, des testicules et de la gaine ou pis" (**Eloy & Lucheis, 2009**).

Dans l'évolution chronique, on observe des poils fixes et une perte de poids progressive pouvant conduire à des "squelettes vivants" tels que décrits par (**Evans, 1880**). Mais l'appétit reste suffisamment conservé, alors que d'autres auteurs évoquent une perte d'appétit (**Silva et al, 2008**). L'émaciation est souvent accompagnée d'une jaunisse et d'une urine très colorée. La

maladie peut entraîner la mort en 2 à 8 semaines. Les animaux peuvent soit mourir soudainement et de façon inattendue, soit présenter des signes de délire et lutter pendant des heures avant de mourir d'épuisement (Figure13). *T. evansi* est présent dans les fluides intra et extravasculaires qui, associé à des modifications régulières de sa Glycoprotéine Variable de Surface (VSG), provoque de fréquentes rechutes de parasitémie et des signes cliniques rémittents (**Sudarto et al., 1990**).

Il existe des différences significatives dans la gravité des syndromes causés par *T. evansi* en fonction de la virulence de la souche et de la sensibilité de l'hôte, mais des signes aigus sont souvent observés lors de la première infestation avec des taux de mortalité élevés supérieurs à 50% (**Bauer et al., 2010**). En revanche, dans les zones enzootiques, les chevaux peuvent présenter une certaine résistance vis-à-vis des cas chroniques ou subcliniques et être des porteurs sains (**Margot, 2011**).



Figure 12 : Mort inattendue d'un cheval cachectique

<https://www.midilibre.fr/2018/09/04/gard-sos-chevaux-en-detresse-le-quotidien-de-lassociation-de-paula-lois,4689057.php>



Figure 13: Signes d'amaigrissement de *T. evansi*.

<https://pt.slideshare.net/Michigan91/tripanosoma-evansi-equino/8>

Lésions :

Les lésions macroscopiques tendent à être non spécifiques et peuvent inclure un dépérissement ou une émaciation de la carcasse, un œdème sous-cutané, des signes d'anémie, une hypertrophie de la rate, des ganglions lymphatiques et hépatiques et des pétéchies sur certains organes internes. Une atrophie musculaire peut être notée, en particulier aux membres postérieurs. L'ictère et la néphrite peuvent également être présents. On observe parfois une accumulation de fluide dans d'autres cavités corporelles (par exemple, une ascite, un hydrothorax) (**Murrina, 2015**). Des lésions cardiaques, notamment nettes sous une forme chronique, une myocardite en plages à la surface du muscle cardiaque associé parfois à l'hydropéricarde, sont observées (**Ahmadou, 2009**). Les poumons peuvent également être affectés chez certaines espèces, des lésions respiratoires (congestion, consolidation, œdème, emphysème, hémorragies et / ou pneumonies) ont été rapportées chez des bovins et des buffles domestiques infectés par *T. evansi* (**Murrina, 2015**). Une présence des signes neurologiques chez certains chevaux est possible, comme il peut y avoir un grave œdème et des troubles de l'appétence, une substance blanche jaune, gélatineuse et friable décrite par (**Murrina, 2015**).

Diagnostic :

Le diagnostic est basé sur des prélèvements sanguins au niveau de la veine jugulaire comme les symptômes ne sont pas spécifiques à la maladie (fièvres, anémie,

amaigrissement...). Les prélèvements doivent être conservés au frais avant leur préparation au diverses techniques (OIE, 2009).

➤ **diagnostic clinique :**

Difficulté de diagnostic :

Il n'existe pas de symptômes qu'on puisse considérer comme pathognomoniques des trypanosomoses. La fièvre, les œdèmes, les hypertrophies ganglionnaires, l'affaiblissement, etc., qui constituent les principaux symptômes des trypanosomoses, se manifestent dans un grand nombre d'affections parasitaires différentes (Saldil, 1977).

Diagnostic expérimental :

Observation microscopique classique :

➤ **Observation immédiate :**

Sang non coagulé prélevé à la veine jugulaire de l'animal suspect pour l'observation immédiate est réalisée directement sur une lame recouverte de lamelle, sans artifices préalables. Chez les animaux, c'est le sang seulement qu'on examine le plus souvent à l'état frais. Mais elle ne permet pas de déceler toutes les infections, surtout lorsque la parasitémie est faible, De plus, on ne peut pas faire une diagnose précise des espèces de trypanosomes (Desquesnes *et al.*, 2001)

➤ **Observation après concentration :**

Il existe différentes techniques pour concentrer les trypanosomes lorsque la parasitémie est trop faible pour être décelée dans le sang :

- 1) Centrifugation classique : La centrifugation simple du sang total n'est pas pratique
- 2) Centrifugation dans des tubes à microhématocrite : est encore appelée technique de

Woo, l'hématocrite peut donner de bons résultats dans le diagnostic des trypanosomoses animales (Rickman et Robson , 1972., Rogers et Woo, 1974).

Le sang est recueillis de préférence au niveau d'une veinule de l'oreille, mélangé à un anticoagulant additionné de glucose puis les tubes capillaires sont remplis à raison de 60 µl et centrifugés à 12 000 rpm.

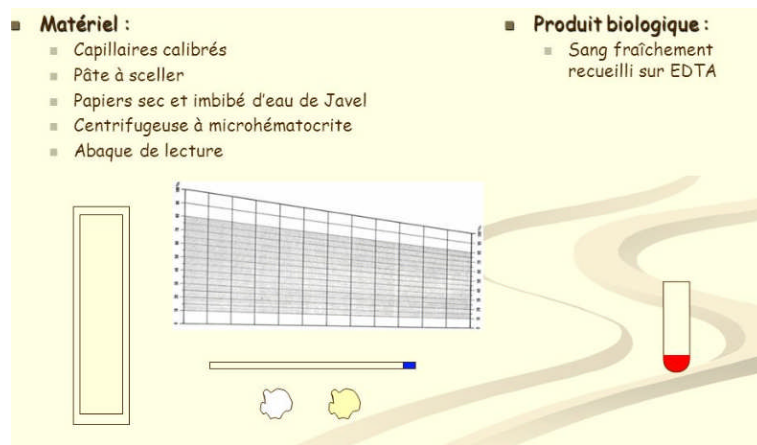


Figure 14: Matériels et produits utilisés dans la technique de mesure de l'hématocrite

<https://slideplayer.fr/slide/10378460/>

- 3) Centrifugation d'éluât recueilli après filtration du sang à travers une colonne de DEAE Cellulose (Diéthylaminoéthylcellulose) est un échangeur d'anions qui retient les éléments figurés du sang chargés négativement et laisse passer les trypanosomes à faible charge négative. L'éluât contenant les trypanosomes est ensuite centrifugé et le culot examiné. Les applications de cette méthode autorisent à penser qu'il s'agit d'un moyen très sensible pour mettre en évidence les trypanosomoses (**Atarhouch, 2003**).
- 4) Centrifugation après lyse des globules rouges : La lyse hypotonique des globules rouges suivie de centrifugation conduit aussi à concentrer les trypanosomes pour rendre plus facile le diagnostic. Le sang est récolté sur anticoagulant (EDTA ou bien héparine) et mélangé au double de son volume d'eau distillée puis, au bout de 30s, l'isotonie est rétablie en ajoutant une solution à double concentration de tampon. La centrifugation à 1500 tours pendant 20 mn concentre les trypanosomes (**Njiru et al., 2005**).

Ces techniques ne sont applicables que dans les laboratoires implantés ou mobiles, et il est important d'en tenir compte et de les pratiquer couramment car elles permettent de déceler des infections qui passeraient inaperçues (**Saydil, 1977**).

L'étape qui suit la concentration des trypanosomes par centrifugation selon les différentes méthodes ci-dessus est celle de l'observation microscopique. Il s'agit de l'examen direct du sang ou d'un culot de centrifugation, gagne en précision par l'observation en fond noir. Grâce à ce procédé, les trypanosomes apparaissent illuminés sur le fond noir et on les perçoit nettement à leur mouvement (**Desquesnes, 1997**).

Observation de lames colorées :

C'est le moyen le plus sûr pour faire un diagnostic spécifique des trypanosomes. Le prélèvement à étaler et colorer provient du sang des veinules de l'oreille, d'un culot de centrifugation, d'une ponction de ganglion ou d'œdème etc. Le prélèvement est étalé en couche mince (frottis) ou en goutte épaisse. La méthode de coloration la plus utilisée et qui donne de bons résultats est la méthode panoptique de Oppenheim qui utilise successivement les solutions de May-Grünwald et de Giemsa (**Desquesnes *et al.*, 2017**).

La technique du Buffy Coat :

Sang est prélevé dans un anticoagulant (Héparine ou EDTA) à l'oreille, ou à la veine jugulaire de l'animal suspect puis un microtube capillaire à hématocrite est Rempli aux 4/5e. Ce dernier est Bouché à la plasticine® ou avec de la pâte à modeler à une extrémité. Le tube est disposé dans une centrifugeuse à hématocrite pendant 5 minutes. La vitesse de rotation est calibrée par le fabricant entre 8000 et 10000 tr/min. Après la centrifugation, les trypanosomes se trouvent à l'interface globules blancs/plasma. Ensuite, on Coupe le microtube à 1 mm au-dessous de l'interface globules blancs/globules rouges (Figure15). Et On le Recueille doucement sur une lame. Enfin, il est examiné au microscope à contraste de phase à l'objectif x20. Les trypanosomes sont différenciés par leur motilité (**Desquesnes *et al.*, 2017**).

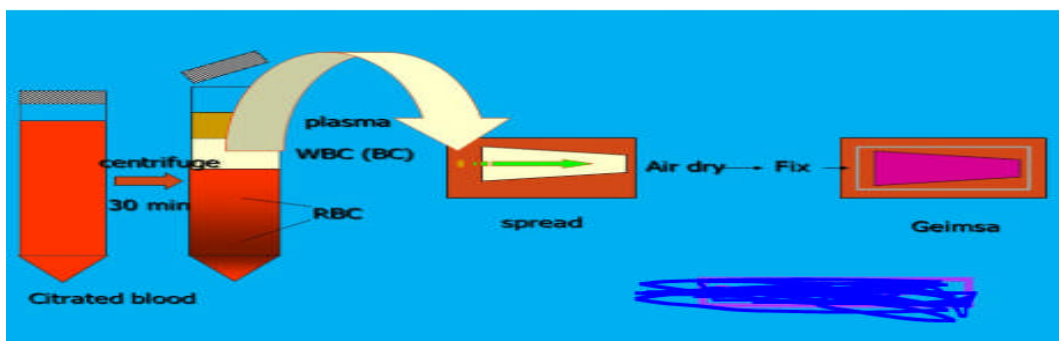


Figure 15 : Technique du Buffy Coat.

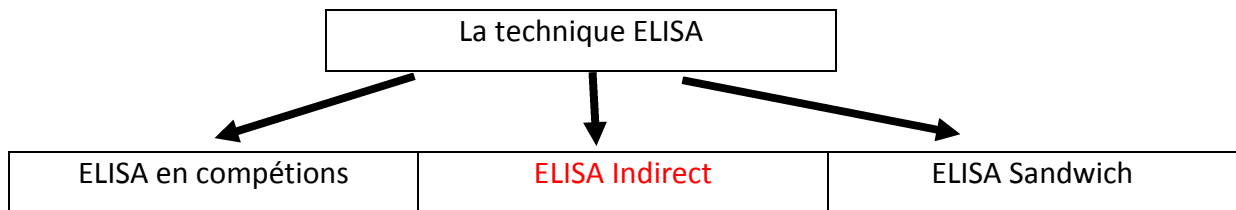
slideplayer.com/slide/5762715/

Technique d'ELISA :

La technique d'ELISA est une abréviation de (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) est basée sur le principe de dosage immuno-enzymatique sur un support solide. Il s'agit d'une méthode utilisée pour détecter la présence ou l'absence d'un antigène anticorps par un

échantillon grâce à un révélateur coloré. C'est une méthode quantitative qui permet de savoir la quantité d'antigène (Ag) ou anticorps (AC) dans notre échantillon (Desquesne *et al.*, 2015).

Il existe plusieurs techniques d'ELISA:



Pour le diagnostic de *T. evansi*, on utilise la méthode indirecte :

ELISA indirect : elle consiste à détecter la présence d'un AC spécifique dans un échantillon.

➤ **Fixation de l'Ag :**

Ag connus et spécifiques à l'AC recherché sont incubés à 4°C et se fixent sur le fond de puits d'une manière électrostatique. Ils sont ensuite lavés pour enlever les Ag en excès (non fixés) (Desquesne, 2015).

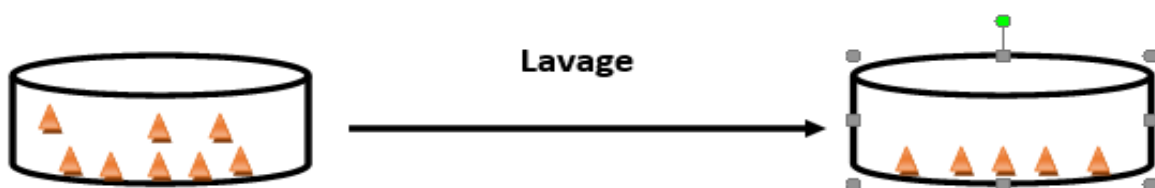


Figure 16 : Schéma représentant la fixation des antigènes dans la technique ELISA (Originale, 2019).

➤ **Fixer l'anticorps à doser:**

On incube nos échantillons à 37°C. Les AC spécifiques vont se fixer avec les Ag déjà fixés. Un lavage ensuite est nécessaire pour enlever les AC en excès.

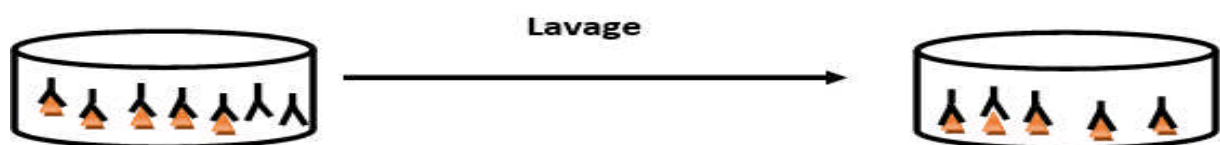


Figure 17 : Schéma représentant la fixation des anticorps dans la technique d'ELISA (Originale, 2019).

➤ **Fixer l'anticorps de détection:**

On incube à 37°C dans les puits, la solution d'anticorps de détection. Ce sont des anti-IgG qui vont reconnaître les AC à doser. Les puits sont ensuite lavés pour éliminer les anticorps de détection en excès avec du tampon de lavage. Notons que les anticorps de détection sont couplés à une enzyme qui en présence de son substrat le transforme en produit de réaction détectable et mesurable grâce à l'apparition d'une coloration (**Desquesne, 2015**).

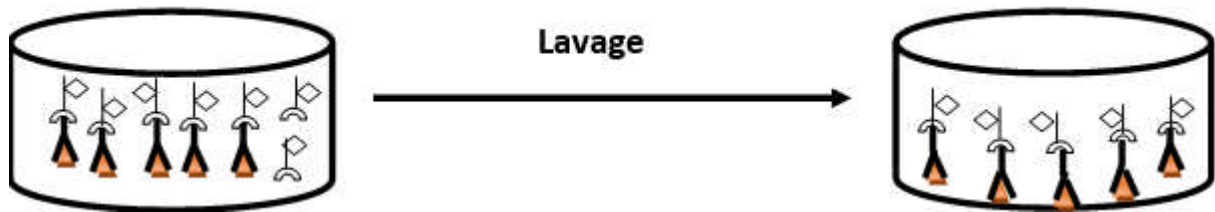


Figure 18: Schéma représentant la fixation des anti-IgG dans la technique ELISA (**Originale, 2019**).

➤ **La révélation**

Après incubation, le substrat spécifique à l'enzyme qui est déjà fixée. Si la réaction est positive (présence des AC recherchés), le substrat va être transformé et induire une coloration. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité d'enzyme présente (**Dechicha, 2018**).

Si la coloration n'a pas changé, donc c'est négatif (**Dechicha, 2018**).

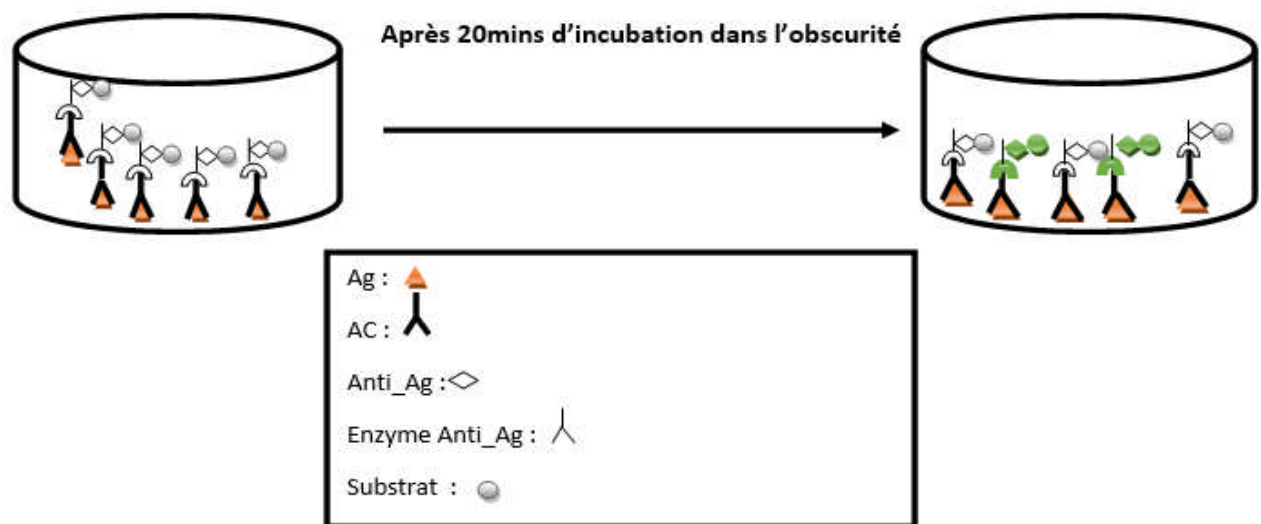


Figure 19 : Schéma représentant la révélation dans la technique ELISA (Originale, 2019)

➤ **la lecture :**

La lecture des plaques d'ELISA fait à l'aide d'un spectrophotomètre.

Cette technique a une bonne reproductibilité et un faible coût ce qui en fait un très bon outil pour les enquêtes épidémiologiques. En effet, cette méthode permet de détecter un contact antérieure avec le trypanosome mais pas de distinguer une forme active d'une affection guérie (Desquesne, 2015).

Diagnostic différentiel :

Anémie infectieuse des équidés : elle est caractérisée par une fièvre intermittente, de la faiblesse, un amaigrissement, une anémie et les œdèmes des extrémités. Son évolution est souvent chronique (fièvre inapparente), le test sérologique COGGING est la seule méthode pour la mise évidence du virus d'anémie (Rahal, 2004).

Anasarque ou la fièvre pétéchiiale du cheval : Se caractérise par deux symptômes cardinaux a) Les œdèmes généralisés ou locaux, b) L'hémolyse sans ou avec des pétéchie sur les muqueuses qui donnent naissance à des ulcères lents à guérir (Ritzenthaler, 2019).

Autres hémoparasitose comme la :

Piroplasmose : se caractérise par une forte fièvre 41°C, anémie, ictère, œdèmes des membres, urine très foncé, une fatigue, une splénomégalie palpable par voie transrectale à gauche et des colique (Rahal, 2004).

Traitement :

T. evansi peut être traité avec des médicaments antiparasitaires (trypanocides). L'efficacité et la toxicité d'un médicament particulier peuvent différer d'une espèce à l'autre, en fonction de la dose de médicament et d'autres facteurs (âge, sexe, état de santé...) (**Zhou, 2004**). Le traitement peut être cliniquement curatif sans éliminer complètement le parasite et des rechutes sont possibles. Les cas présentant des signes neurologiques sont très difficiles à traiter, bien que certains médicaments plus récents puissent traverser la barrière hémato-encéphalique dans une certaine mesure. Le traitement peut être autorisé ou non dans les pays où *T. evansi* n'est pas endémique.

Prophylaxie :

Prévention :

Dans les zones d'endémie, il est difficile de contrôler les mouches piqueuses qui transmettent *T. evansi*; Cependant, certains animaux peuvent être protégés avec des insecticides / insectifuges, des pièges, des moustiquaires dans les étables et / ou d'autres contrôles. Lors d'une récente épidémie, la plupart des cas se sont produits chez des chevaux gardés dans des enclos ouverts, tandis que des chevaux se trouvant dans des écuries à l'abri des mouches ont été épargnés (**Didier et al., 2009**). Les mouches sont plus infectieuses peu de temps après avoir piqué un hôte infecté et la probabilité de transmission la plus élevée est celle des hôtes voisins. Il est également conseillé d'éloigner les animaux très susceptibles des points d'eau ou autres endroits favorables aux vecteurs (**Antoine-Moussiaux et Desmecht, 2008**). Les carnivores et omnivores ne sont pas autorisés pour consommer les carcasses infectées par le *T. evansi* (**Mamadou, 1997**).



Figure 20 : Piège pour les Taons.

Prophylaxie médicale :

Des médicaments tels que, le prothridium, le Trypamidium® (chlorure d'isoméamidium) à titre prophylactique et l'acéturate de diminazène (agent curatif), Le quinapyramine et depuis peu la mélarsamine (Cymelarsan®) sont utilisés pour les camélidés et les équidés (**Leboucher, 2010**).

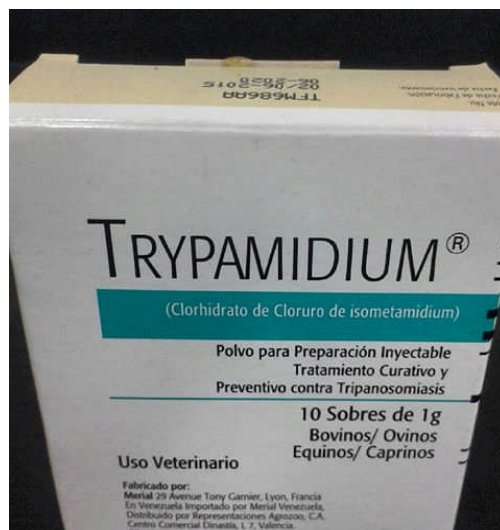


Figure 21: Trypamidium® (trypanocide)

<https://www.picbear.org/tag/trypamidium>

Il n'existe pas un vaccin suite à une des caractéristiques essentielles des affections dues au *T. Evansi* c'est la capacité à modifier leur antigène de surface tout au long de l'évolution de la maladie (**Jackson et al., 2012**). En effet, après infection, l'hôte produit des anticorps dirigés contre les antigènes de surface ou Glycoprotéines Variables de Surface (GVS) de la première

vague. Ces anticorps vont éliminer la plupart des trypanosomes mais quelques-uns vont en réchapper et s'équiper d'un nouveau "manteau" antigénique non reconnu par ces anticorps. Ces quelques individus vont donner naissance à une population porteuse de nouvelles GVS. L'hôte, à son tour produit de nouveaux anticorps contre ces antigènes, mais quelques individus changent de "manteau" et survivent (**Taylor et Rudenko, 2006**). Par ce mécanisme génétique complexe, le trypanosome parvient à dérouter et à devancer le système immunitaire de l'hôte (**Mamadou, 1997**).

Partie expérimentale

Objectifs :

L'objectif du présent travail est de réaliser une enquête sérologique préliminaire sur la trypanosomose à *T. evansi* chez les chevaux dans les régions d'Alger et de Blida.

1) MATERIELS ET METHODES :

1.1. Cadre et Période d'études :

Une étude transversale s'est déroulée au niveau des Wilayas :

- Alger
- Blida

A cet effet, nous avons retenu dans les régions d'Alger : La forêt de BOUCHAOUI qui est considérée comme un endroit de convergence de nombreux chevaux d'Alger.

A Blida, les chevaux prélevés appartenaient aux communes : Ben chaaben, ben Khalil, Bouinane, Boufarik, Bouagabe, Cherifia, Chefa, Gheraba, Oued chbel, oued el elayeg, Soumaa, Zawiya.



Figure 22: Carte représentant les différentes communes de la wilaya de Blida ciblées pour les prélèvements (Originale, 2019).

1.2. Choix des sites et des propriétaires :

Les sites d'études ont été sélectionnés de façon à toucher un grand nombre de communes en particulier dans la Wilaya de Blida, région plus rurale que la wilaya d'Alger.

Les propriétaires des chevaux ciblés étaient soit éleveurs, soit cavaliers, soit vétérinaires.

1.3. Période d'étude :

L'étude s'est déroulée entre le mois d'octobre 2018 et la fin du mois de février 2019.

A) Matériel:

A.1. Les animaux :

L'étude a porté sur des chevaux nés et élevés en Algérie, certains sont achetés des autres wilayas. Ces chevaux sont détenus par divers propriétaires et sont élevés dans diverses conditions.

L'enquête a été réalisée sur la base d'un questionnaire. Les paramètres visés par cette enquête ont porté sur le signalement des chevaux (race, sexe, âge, robe, marques particulières), sur l'activité professionnelle des propriétaires, les activités rurales de leurs voisinage et enfin sur leurs connaissances de la maladie étudiée.

A.2. Collecte des prélèvements :

Le prélèvement a consisté dans une prise de sang au niveau de la veine jugulaire avec des tubes secs stériles de type Vacutainer® (VACUETTE 4ml) (sous vide), des aiguilles stériles, et un porte aiguille (Figure 22). Préalablement, une désinfection à l'alcool du lieu de prélèvement était toujours effectuée.

Le matériel utilisé :

- Tubes secs de type Vacutainer® (VACUETTE 4ml).
- Aiguilles vertes de type Vacutainer®.
- Porte aiguille
- Porte tubes
- Alcool
- Coton
- Pipettes pasteur en verre (1ml)
- Seringues stériles (10ml)
- Cryotubes (1ml) (Eppendorfs®)

- Etiquettes
- Centrifugeuse (Figure 21)

Après soit une coagulation et une décantation, soit une centrifugation, le sérum était récolté grâce à des pipettes pasteur en verre stériles, ou des seringues stériles, puis transvasé dans des cryotubes préalablement étiquetés.

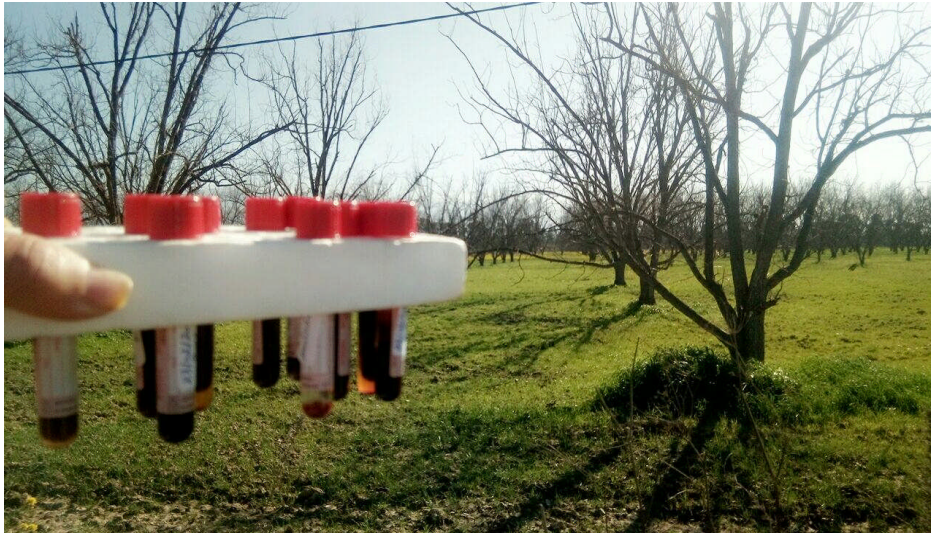


Figure 23 : Quelques prélèvements réalisés sur le terrain (Originale, 2018)

Certains prélèvements ont subi une centrifugation au niveau du laboratoire de biochimie de l'institut des sciences vétérinaires de Blida.



Figure 24 : Centrifugeuse Hettich Universal (Originale, 2019).

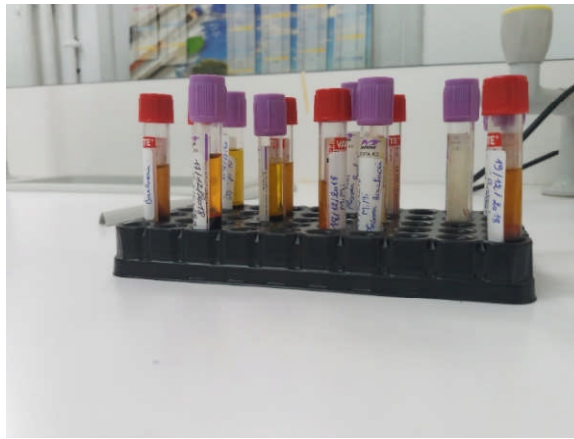


Figure 25 : Prélèvements sanguins après centrifugation (Originale, 2018).

Les sera ont été conservés au congélateur à -20°C en attendant d'être analysés.

A.3. Le Matériel de laboratoire :

Divers matériel et produits ont été utilisés pour l'analyse sérologique :

- Antigène RoTat 1.2 VSG 1.5 dérivé d'un stock *T. evansi* isolé de sérum d'un dromadaire infecté.
- Un conjugué : protéine A peroxydase (PO).
- Substrat : 16.7g ATBS chromogène substrat (Roche).

Des réactifs et des tampons :

- Tampon de phosphate PB 0.01M, PH 6.5.
- PBS-Blotto 1%.
- PBS-Tween 0.01M, Ph 7.4.
- Un ABTS-Tampon : on a dilué 16.7g de poudre (Roche) dans 100ml d'eau du Milli-Q et conserver à 4°C .
- Solution de substrat : on a dilué ATBS-Tablet (Roche 50mg/Tablet) dans 100ml d'ABTS-Tampon.
- bouteille gradué.
- pissette.
- éprouvette graduée.

- des microplaques à 96 puits.
- micropipette a cône
- micropipette multicanaux a précision.
- embouts pour micropipette (tips).
- balance de précision.
- agitateur 70 tours/min.
- porte tubes.
- cuve de réactifs pour micropipette.
- réfrigérateur.
- étiquettes.
- eau distillée.



Figure 26: Pissette remplie d'eau distillée

(Originale, 2019).



Figure 27: Eprouvette graduée

(Originale, 2019).

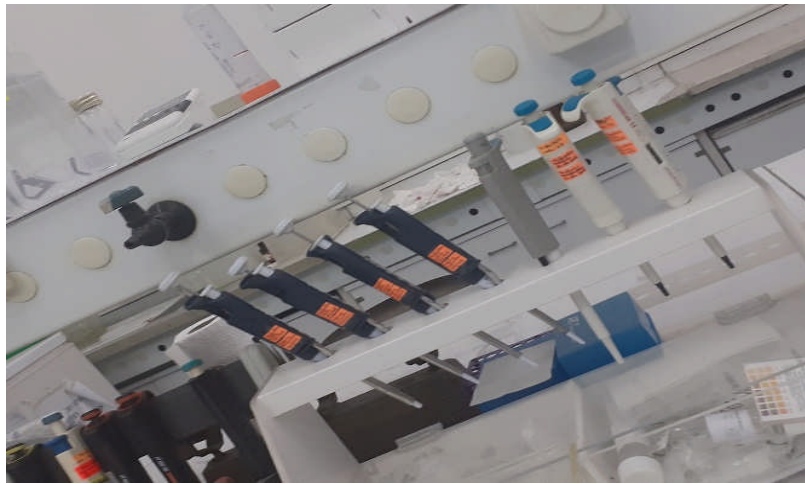


Figure 28: Micropipettes à précision (Originale, 2019).

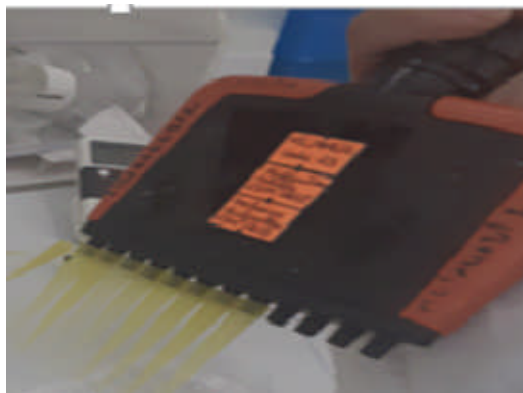


Figure 29: Micropipette multicanaux à précision(Originale, 2019).

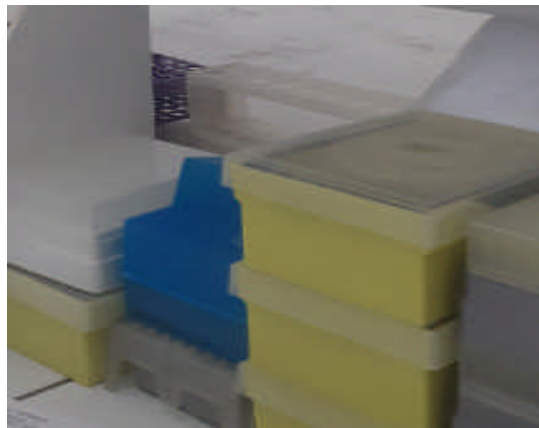


Figure 30 : Embouts (Originale, 2019).



Figure 31: Un agitateur (Originale, 2019).



Figure 32: Un spectrophometre (Originale, 2019).

B) Méthodes :

B.1. Enquête sur terrains :

1. Examen clinique et prélèvement sanguin :

➤ Examen à distance :

L'examen est basé sur le signalement de l'animal et l'observation de son état général (le comportement, état de conscience, attitude antalgique, aspect de poils, état d'embonpoint). Il consiste aussi à remarquer les conditions d'élevage du cheval, ainsi que tout ce qui peut nous orienter vers la présence du vecteur dans les environs (les vallées, l'eau stagnante....) et les animaux qui se trouvent en contact avec lui.

➤ Examen de près et prélèvement :

Si le cheval est déjà attaché, l'examen se fait rapidement en commençant par l'observation des muqueuse de la tête (oculaire, nasale, buccale), palpation des ganglions, et la recherche des lésions parasitaires (en regardant l'aspect du poil, les alopecies, les croûtes ...). Dans le cas des chevaux agités, la contention par le levé d'un membre antérieur est nécessaire. Si le cheval est non attaché, ce qui était souvent le cas, on approche prudemment et en position de sécurité pour avoir une bonne contention et une immobilisation du cheval soit par le levé du membre ou par l'utilisation du tord nez ou parfois par l'intermédiaire du propriétaire qui facilite la contention pour réaliser un examen général. Ensuite, le prélèvement est réalisé au niveau de la veine jugulaire du cheval. A

l'aide d'un coton imbibé d'alcool, on désinfecte la zone de la veine jugulaire, on place l'aiguille sur un porte-aiguille, on repère la veine à l'aide d'un simple garrot réalisé à la main. Dès que la veine se gonfle, on introduit l'aiguille et on place le tube sec sous vide pour aspirer le sang. L'identification de tube est basée sur la date, la zone de réalisation du prélèvement et le signalement du cheval.

Le sérum a été collecté dans des tubes eppendorfs déjà identifiés par un code après centrifugation ou décantation à l'aide d'une seringue ou d'une pipette stériles et finalement conservé convenablement à (-20°) jusqu'à l'analyse sérologique.



Figure 33: Effectuer un garrot pour repérer la veine jugulaire (Originale, 2019).



Figure 34: Réalisation d'un prélèvement sanguin (Originale, 2019).

Figure 35: Réalisation de prélèvement sanguin après une contention par le propriétaire
(Originale, 2019).

B.2. Analyse des prélèvements sanguins :

Au laboratoire, les sérums ont été analysés par la technique indirecte ELISA (**Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay**) au laboratoire central vétérinaire d'Alger (Cinq maisons) au niveau de l'institut nationale de la médecine vétérinaire.



Figure 36: Photo du laboratoire central vétérinaire d'Alger (Originale, 2019).

Les analyses sérologiques ont été réalisées sur une période de trois jours du 1 au 3 avril 2019:

Le premier jour au laboratoire:

1) Préparation des solutions :-

La première solution préparée a été le PB : on mélange 0,95g de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ et 0,55g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dans une bouteille d'un 1L d'eau distillée, ensuite on a agité par l'agitateur, et vérifier le pH de la solution, si le pH est inférieur au pH 6,5 ajoute des bases et siil est supérieur on rajoute de l'acide.

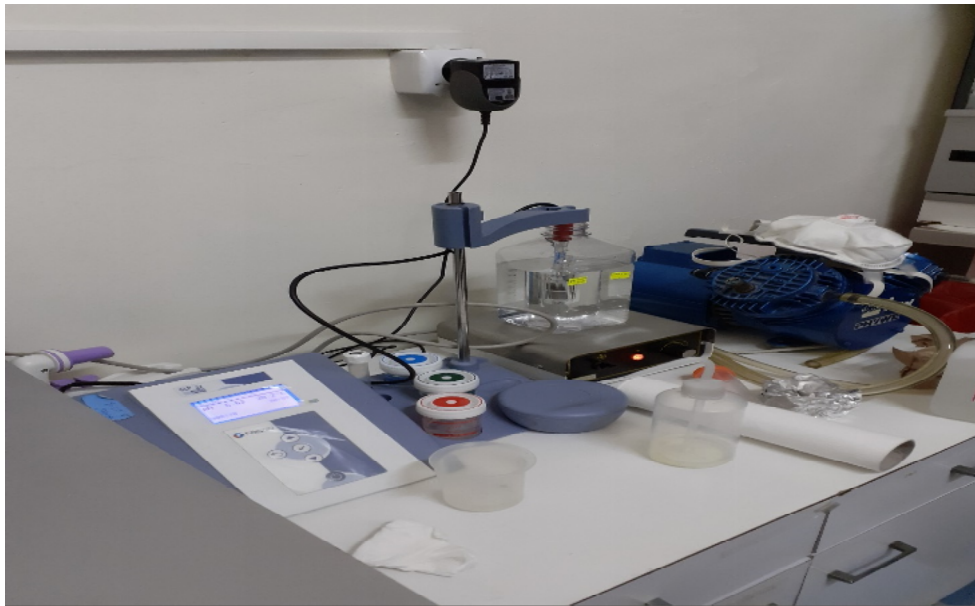


Figure 37: Agitation des solutions préparées et vérification du pH (Originale, 2019).

La deuxième solution préparée était le PBS-Tween : on prépare la solution d'un litre concentré au lieu de cinq litres.



Figure 38: Bouteille de PB et PBS-Tween préparée et identifiée (Originale, 2019).

2) Sensibilisation des plaques d'ELISA :

On prend deux plaques d'ELISA et pour une plaque de 96 puits + 4 témoins, on prend dans une cuve de réactifs, à l'aide d'une micropipette, 2 μg de VSG dilué dans 15000 μl de PB. On verse à l'aide d'une micropipette multicanaux à précision 150 μl de la solution dans chaque puit et on incube les plaques pendant toute la nuit à +4°C.



Figure 39 : Sensibilisation de la plaque (Originale, 2019).

3) Préparation des échantillons :

Les prélèvements sont chiffrés et placés dans des portes tubes puis organisés dans des fiches correspondant à des plaques d'ELISA pour faciliter la manipulation et avoir un résultat précis.



Figure 40: Prélèvements organisés avec une fiche de plaque codée (Originale, 2019).

Deuxième jour :

On lave les plaques sensibilisées par la solution de lavage PBS-Tween dilué 4 fois (100ml de PBS-tween préparé + 400 ml d'eau distillée) 3fois par une pissette (350 μ l pour chaque puit).

1) Préparation de PBS-blotto1% :

À l'aide d'une balance de précision, on pèse 2,37g /ml de NaCl, 0,04g/ml de NaH₂PO₄.H₂O, 0,288g /ml de Na₂HPO₄.2H₂O, 0,18g/ml de NaN₃ et 2g/ml de poudre de lait. Le tout sera mélangé dans une bouteille identifiée et graduée, à 500ml d'eau distillée.

2) Saturation des plaques :

On prend 350 µl / Puit de PBS-blotto 1% avec une micropipette multicanaux et on verse dans la plaque pour bloquer les réactions et on incube pendant 1 heure.

3) Préparation des sérums :

En suivant le plan des plaques d'ELISA codés et à l'aide d'une micropipette à précision on verse dans les puits 3 µl de chaque eppendorf avec un changement strict des embouts pour chaque échantillon.

4) Lavage des plaques saturées :

Une fois l'incubation des plaques saturées achevée, on lave par le PBS-Tween trois fois.



Figure 41: Etape de lavage avec le PBS-Tween dilué (Originale, 2019).

5) Dilution du sérum :

Le rapport de dilution est (1/150) pour les chevaux. On va diluer le sérum dans le PBS –Blotto. On verse 84 µl de PBS Blotto dans chaque puit et on transfère 6 µl le sérum dans la même plaque. On laisse 4puits pour les témoins et on incube pendant 1heure. A la fin de l'incubation on lave les plaques toujours par le PBS-Tween troisfois.

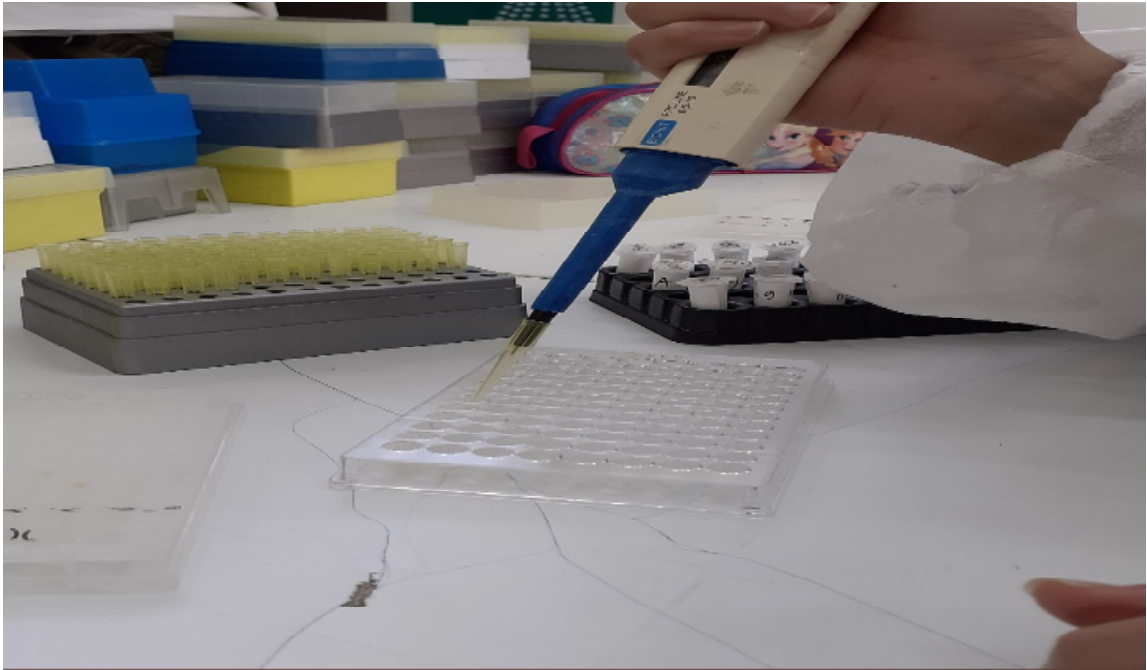


Figure 42 : Dilution du sérum (Originale, 2019).

6) L'ajout du conjugué :

Dans une cuve, la protéine A-PO est diluée dans le PBS-Tween 1 /5000 pour obtenir une dilution finale égale à 1/1000. Puis, on verse 150 μ l /puit. Enfin, on incube 1heure à température ambiante.

-Lavage :

Une fois l'incubation terminée, on lave les plaques cinq fois par PBS-Tween.

7) L'ajout du substrat :

On verse 150 μ l / puit de substrat et on incube pendant 20min dans une boîte fermée pour assurer une obscurité totale.

On vérifie le changement de couleur des témoins.

8) Lecture :

La lecture des plaques se fait par le spectrophotomètre et les résultats sont affichés sur un ordinateur portable.



Figure 43: Les résultats sont affichés sur un laptop (Originale, 2019).

Troisième jour :

De nouveaux échantillons seront préparés et réalisés par la même méthode.

2) Résultat :

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats des enquêtes faites sur le terrain et ceux des analyses de laboratoire. Ils portent sur les données générales, ensuite les données cliniques et biologiques, et enfin sur les analyses parasitologiques et sérologiques.

Données générales :

Sur les 32 chevaux examinés, il y a 14 mâles, 18 femelles (dont 3 étaient gestantes) et leur âge moyen a été de 5 ans. Ces chevaux appartiennent à une seule race qui est le barbe arabe et sont élevés dans différentes conditions.

Tableau 2: Données générales sur les chevaux examinés.

Nombre des sujets examiné	Age moyen	Sexe	
		Femelle	Mâles
32	5ans	18	14

Au cours de cette étude, nous avons eu à parcourir plusieurs régions. Les proportions des chevaux examinés dans les différentes régions sont les suivantes :

Tableau 3: Données générales sur les sites étudiés.

Régions	Chevaux examiné	Race	nombre	Sexe		Age Moyen
				Male	Femelle	
Al Affroune	02	Barbe arabe	01			3ans
		poney	01		01	
Ben-chaabe	03	Barbe arabe	03	01	02	9ans
ben Khalil	02	Barbe	02	01	01	8ans
		Arabe				
Bouinane	02	Barbe arabe	01	02	/	5ans
		pur-sang	01			
Boufarik	01	barbe arabe	01	/	01	5ans
Bouagabe	03	Barbe arabe	02	/	03	3ans
		demi- Bretagne	01			
Cherifia	02	barbe arabe	02	/	02	6ans
		barbe arabe	01			
Chefa	02	barbe	01	01	01	6ans
		anglais	01			
Gheraba	01	barbe arabe	01	01	/	3ans
oued el elayeg Club	01	barbe arabe	01	/	01	2ans
hippique Blida	02	Barbe arabe	02	01	01	7ans
Soumaa	01	Barbe arabe	01		01	4ans

/

Zawiya	01	barbe anglais	01		01	4ans
ISVB	01	Barbe arabe	01	01	/	9ans
Bouchaoui	03	Barbe arabe	03	/	03	6ans
Mehalma	02	Barbe arabe Pursing	01 01	02	/	7ans
Douira	01	Barbe arabe	01	/	01	8ans

Typologie des propriétaires :

Les résultats de la répartition des propriétaires des chevaux ont montré une diversité des fonctions de ces propriétaires. En effet, sur les 15 propriétaires, 40 % sont des éleveurs, 53,33% sont soit des fonctionnaires soit des commerçants (des mécaniciens, des transporteurs, et même un vétérinaire).

L'origine des chevaux étudiés :

Tableau 4: Données sur l'origine des chevaux étudiés.

Né chez le propriétaire	Acheté dans des écuries avoisinantes	Acheté dans d'autres wilayas	Importé de l'étranger
4	6	23	/

Les 33 chevaux étudiés sont en contact permanent avec d'autres espèces : ovins, bovins, caprins, oie, poules, dindes etc. Soit au même endroit ou avec d'autres écuries avoisinante dans un entourage minimum de 5Km.



Figure 44 : Troupeau des chevaux
(Originale, 2019)



Figure 45: Cohabitation d'un cheval avec
d'autres espèces (Originale, 2019).



Figure 46 : L'habitat et les animaux en contact avec les chevaux étudiés(Originale,2019).

Tableau 5: L'habitat des chevaux étudiés :

Extérieure	Intérieure
1 %	99%

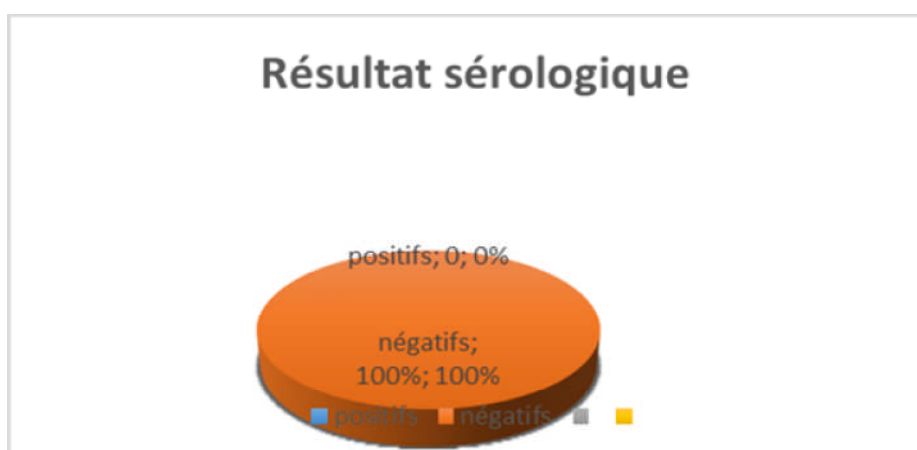
On a remarqué que les chevaux de l'extérieur ne représentent que 1% et que leurs état général était mauvais.

Tableaux 6:Utilité des chevaux étudiés :

Loisirs	Sport	Trait	Autres (FANTASIA)
54,54%	18,18%	3,03%	21,21%

Résultats sérologiques :

L'analyse sérologique a montré 0% de séropositivité, ce qui ne nous a pas permis de mettre en évidence la circulation de *T.evansi* dans la wilaya de Blida et d'Alger.



Résultat sérologique par la technique ELISA indirect pour mettre évidence *T.evansi*

2) Discussion

La trypanosomose à *T. evansi* fait aujourd'hui partie de la liste des maladies multi espèces à déclaration obligatoire à l'organisation mondiale de la santé animale (**OIE, 2019**). C'est une maladie pour laquelle le cheval est très sensible. Notre enquête a ainsi permis de réaliser des prélèvements sur 33 chevaux. Cependant, la recherche sérologique n'a pu montrer aucune circulation du parasite.

Le nombre faible de prélèvements collectés est expliqué par plusieurs facteurs dont l'hémolyse de certains prélèvements sanguins qui ont été écartés.

Sur le terrain, l'obtention des équidés pour notre étude n'a pas été aisée car pour une quelconque manipulation, les propriétaires sont souvent récalcitrants et refusent que l'on touche à leurs chevaux de peur de les rendre malades ou de les contaminer par une anémie à cause des prélèvements sanguins. Aussi,, les prélèvements sanguins pour la recherche de la trypanosomose équine constituent pour les éleveurs un facteur limitant de la performance de leurs animaux.

Notre étude a été menée durant quatre mois d'hiver. La période hivernale est caractérisée par le stress des équidés dus à la traction animale et au transport des personnes et biens vers le champ, ce qui constituent des facteurs favorables à l'infection par la trypanosomose (**Alfroud, 2003**). L'absence de ces facteurs dans les wilayas d'Alger et de Blida malgré la saison hivernale pourrait expliquer les résultats sérologiques négatifs.

La trypanosomose à *T. evansi* est une maladie transmissible mécaniquement par les insectes piqueurs hématophages (femelles). Les vecteurs évoluent autour des points d'eaux et dans les zones marécageuses et sont actifs pendant les saisons chaudes surtout en été et en printemps. La saison de travail dans une période hivernale est l'une des causes majeurs pour une séronégativité tant que la période n'était pas tolérante à la maladie, le vecteur ne circule pas dans l'environnement donc il n'est pas sujet aux piqûres par des mouches et le cheval sera donc indemne de la trypanosomose.

Néanmoins, les vecteurs seraient attirés par les robes sombres comme l'alzan selon les propriétaires, qui disent que la couleur foncée des équins attire les mouches.

Cependant, 99% des propriétaires préfèrent garder leurs chevaux dans leurs écuries .Le type d'élevage en stabulation entravée est très favorable pour les équidés surtout les chevaux

(Alfroud, 2003). A Alger et Blida, la majorité des propriétaires disent que la stabulation libre est un facteur de risque pour la maladie du fait du contact direct avec le territoire vectoriel.

L'Elisa elle est couramment utilisée en épidémiologie car elle est peu coûteuse, rapide, et aussi spécifique que sensible. L'application de cette technique au niveau de Thaïlande et même au Cameroun a mené à des positifs donc c'est une bonne technique pour une bonne confirmation de la présence ou l'absence de la trypanosomose à *T. evansi* **(Desquesnes, 2013)**.

4) Conclusion :

Dans cette thèse nous avons présenté les caractéristiques de base de *T. evansi*, y compris son origine, sa répartition géographique, son cycle évolutif, sa transmission vénérienne ou mécanique et même son impact économique sur les animaux.

Un autre aspect important de ce parasite concerne l'évolution de la trypanosomose équine dans sa forme clinique qui est souvent mortelle.

Au cours de cette étude, 33 chevaux ont fait l'objet d'une enquête. Parmi ces chevaux, 18 femelles et 14 mâles. Tous ces chevaux ont été examinés cliniquement et 33 prélèvements sanguins ont été réalisés puis soumis aux analyses sérologiques avec le test ELISA indirect.

Pour les données cliniques soit examen rapproché ou à distance 90% des chevaux avaient un bon état général contre 9% avec un état moyen et 1% en mauvais état.

Le test Sérologique a montré l'absence de la circulation de *T. evansi* sur les chevaux investigués des Wilayas d'Alger et de Blida.

Le danger de cette maladie se traduit par l'absence d'une prévention médicale (vaccin) et le manque totale de traitement après infection.

Références Bibliographiques :

- Abdesalam, A., Delafosse, A., Elsen, P., Amslerdelafosse, S., 2002. Potential vectors of *Trypanosoma evansi* in camels Eastern Chad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop* 55, 21-30.
- Ahmadou, M., 2009. CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA TRYPANOSOMOSE EQUINE AU CAMEROUN. Thèse de doctorat, ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 92p.
- Antoine-Moussiaux, A., Desmecht, D., 2008. Epidémiologie de l'infection par *Trypanosoma evansi*. *Ann. Med. Vet.* 152, 191-201.
- Atarhouch, T., Rami, M., Bendahman, M., Dakkak, A., 2003. Camel trypanosomosis in Morocco 1: results of a first epidemiological survey. *Vet. Parasitol* 111, 277-286.
- Baldissera, M., Souza, F., Boligon, A., Grandi, TH., Silva, D., LM Stefani, L., Baldisserotto, B., Monteiro, S., 2017. Résoudre le problème de la barrière hémato-encéphalique pour traiter les infections causées par *Trypanosoma evansi* : évaluation du nérolidol nanosphères chargées chez la souris. *Parasitology* 144, 1543 –1550.
- Bauer, B., Touratier, L., Frézil, J., 2010. Trypanosomoses. In : Clinical signs and lesions. Dans *Infectious And parasitic diseases of livestock: Lefèvre, Blancou, Chermette, Uilenderg*, pp. 1657-1665.
- Bruce, D., 1911. The Morphology of *Trypanosoma evansi* (Steel). *Roy. Soc. Proc B* 81,16-17.
- Bruce, D., 1915. The Croonian lectures on trypanosomes causing disease. In : man and domestic animals in Central Africa. Lecture I. Classification of trypanosomes. *Brit. med. J.* 1, pp 1073-1071.
- Brun, R., Hecker, H., Lun, Z-R. 1998. *Trypanosoma evansi* and *T. equiperdum*, In : distribution, biology, treatment and phylogenetic relationship. *Vet. Parasitol*, pp. 95–107.
- Capo, V., Despommier, D., 1996. Clinical Aspects of Infection with *Trichinella* spp.. *Clin. Microbiol. Rev* 9(1), 47–54.
- Davison, C., Thrusfield, M., Husein, A., Muharsinis., Partoutomo, S., Rae, P., Luckins, G., 2000. The occurrence of *Trypanosoma evansi* in buffaloes in Indonesia, estimated using various diagnostic tests. *Epidemiol. Infect* 124, 163-172.
- Chartier, C., Itard, J., Morel, P.C., TRONCY P.M., 2000. Précis de parasitologie tropicale. Editions TEC & DOC, Paris, 431 p.
- Christophe, M., Naze-Granier, G., 2001. Les zones humides : bénéfiques et menaces. <https://www.notre-planete.info/terre/biome/zone-humides.php> (consulté le 1 juillet 2019).
- Dedet, J., 2006. Les découvertes d'Edmond SERGENT sur la transmission vectorielle des agents de certaines maladies infectieuses humaines et animales. *HISTOIRE DE LA MÉDECINE* Article n° 3038, 147-150.
- Dechicha, A., 2018. Cours d'infectieux 5eme année médecine vétérinaire.
- Didier, F., Christophe, L., Sylvie, L., Régine., Lefait, R., Michel, S., Bernard, T., André, Y., 2009. LA LUTTE ANTIVECTORIELLE EN France. IRD Éditions, Marseille, 533 p.

- Desquesnes, M., 1997. Standardisation internationale et régionale des épreuves immunoenzymatiques: méthode, intérêts et limites. *Rev. Sci. Tech. Off.Int. Epiz.* 16, 809-823.
- Desquesnes, M., Mclaughlin, G., Zoungrana, A., Davila, A., 2001. Detection and identification of *Trypanosoma* of African livestock through a single PCR based on internal transcribed spacer 1 of rDNA. *Int. J. Parasitol* 31, 610-614.
- Desquesnes, M., 2004. Livestock trypanosomoses and their vectors in Latin America. Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)/Élevage et médecine vétérinaire tropicale (EMVT), <https://www.oie.int/doc/ged/D9818.PDF>
- Desquesnes, M., 2008. First outbreak of *Trypanosoma evansi*. *In* : camels in metropolitan France. *Veterinary Record*, 162(23), pp.750–75.
- Desquesnes, M., Bossard, G., Patrel, D., Herder, S., Patout, O., Lepetitcolin, E., Thevenon, S., Berthier, D., Pavlovic, D., Brugidou, R. et al., 2008. First outbreak of *Trypanosoma evansi* in camels. *In* : metropolitan France. *Vet. Rec*, pp. 750-752.
- Desquesnes, M., Bossard, G., Thevenon, S., Patrel, D., Ravel, S., Pavlovic, D., Herder, S., Patout, O., Lepetitcolin, E., Holzmuller, P., et al., 2009. Development and application of an antibody-ELISA to follow up a *Trypanosoma evansi* outbreak in a dromedary camel herd in France. *Vet. Parasitol*, 162, 214–220.
- Desquesnes, M., Holzmuller, P., Lai DeHua, A. Dargantes, Lun ZhaoRong, Jittaplapong, S., 2013. *Trypanosoma evansi* et surra: bilan et perspectives sur l'origine, l'histoire, la répartition, la taxonomie, la morphologie, et effets pathogènes. *BioMed Research International*, article ID 194176 <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/194176>
- Desquesnes, M., Kocher, A., Kamyngkird, k., Yangtara, S., Leboucher, E., Rodtian, P., Dargantes, Jittapalapong, S., 2015. Evaluation of an Indirect-ELISA Test for *Trypanosoma evansi* Infection (Surra) in Buffaloes and Its Application to a Serological Survey in Thailand. *BioMed Research International*, 2-8.
- Desquesnes, M., Zakaria, B., Berthier, D., Géraldine, B., Bila, C., Ilboudo, H., Vincent, J., Jacques, K., Youl, M., Léopold, M., et al., 2017. COMPENDIUM OF STANDARD DIAGNOSTIC PROTOCOLS FOR ANIMAL TRYPANOSOMOSEs OF AFRICAN ORIGIN, 14-21.
- Eloy, L. J., Lucheis, S.B., 2009. Canine trypanosomiasis. *In* : etiology of infection and implications for public health. *J Venom Anim Toxins incl Trop Dis* 15(4), 589-611.
- Evans, G., 1880., Report on 'Surra' disease *In* : the Dera Ismail Khan district. Punjab Government Military Department, 446 p.
- FUTURA SANTE. <https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/medecine-maladie-sommeil-terrible-fleau-afrique-664/page/> (consulté le 22 février 2019).
- Gill, B., 1977. *Trypanosomes and Trypanosomiasis of Indian Livestock*. New Delhi, India, Icar Ed. 137 p.
- Gutierrez, C., Corbera, J., Juste, C., Doreste, F., Morales I., 2005. An outbreak of abortions and high neonatal mortality associated with *Trypanosoma evansi* infection in dromedary camels in the Canary Islands. *Vet. Parasitol* 130, 163-168
- Habila, N., Inuwa, M., Aimola, A., Udeh, U., Haruna, E., 2012. Mécanismes pathogènes des infections à *Trypanosoma evansi*. *Research in Veterinary Science*, 93 (1), 13-17.

Herrera, H., 2004. Enzootiology of *Trypanosoma evansi*. *in* : Pantanal, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 125(3-4), PP. 263–275.

Hoare, A., 1972. *The Trypanosomes of Mammals. A Zoological Monograph*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 276 p.

Jackson, A., Berry, A., Aslett, M., Allison, H., Burton, P., Vavrova-Anderson, J., Brown, R., Browne, H., Corton, N., Hauser, H., et al., 2012. La diversité antigénique est générée par des mécanismes évolutifs distincts chez les espèces de trypanosomes africains *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109, 3416 – 3421.

Joshi, P., Chaudhari, A., Shegokar, V., Powar, R., Dani, V., Sornalwar, A., Jannin, J., Truc, P., 2006. Treatment and follow-up of the first case of human trypanosomiasis caused by *Trypanosoma evansi* in India. *Trans. Royal Soc. Trop. Med. Hyg* 100, 989-991.

Kocher, A., 2013. LA TRYPANOSOMOSE À *TRYPANOSOMA EVANSI* CHEZ LES CHEVAUX EN THAÏLANDE : ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE ET STANDARDISATION D'UN TEST ELISA INDIRECT. THESE pour obtenir le grade de DOCTEUR VÉTÉRINAIRE. Thèse d'exercice Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse ENVT, 73 p.

Leboucher, E., 2010. Rapport de Stage. Master 2, BGAE, spécialité SAEPS. Montpellier, France, Cirad- EMVT /UM2. 65 p.

Luckins, A., 1998. Epidemiology of Surra: Unanswered Questions. *J. Protozool. Res* 8, 106-119.

Margot, C., 2011. ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES SUR LE SURRA (*TRYPANOSOMA EVANSI*) CHEZ LES ÉLÉPHANTSETLES CHEVAUX EN THAÏLANDE. THÈSE, CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON, L'UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON I, 91P

Mamadou, L., 1997. Épidémiologie de la trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* en Mauritanie. Thèse de doctorat : Biologie des populations et écologie. Faculté de médecine, Université de Montpellier 1, 199p.

MERIAL, 2009. Vétérinaires Santé équine Trypanosomose.

http://fr.merial.com/vet/vets/equine/disease/eqvet_ptz_trypanosomose.aspmerial.fr

Molefe, N., Yamasaki, S., Macalanda., Suganuma, K., Watanabe, K., Xuan, X., Inoue, N., 2017. L'administration orale d'azithromycine améliore la trypanosomose chez des souris infectées par *Trypanosoma congolense* *Parasitol. Res* 16, 2407 – 2415.

Muzari, M., Skerratt, L., Jones, R., Duran, T., 2010. Alighting and feeding behaviour of tabanid flies on horses, kangaroos and pigs. *Vet. Parasitol.* VETPAR-5173; Article in press, 8 pages.

Njiru, Z., Constantine, C., Guya, S., Crowther, J., Kiragu, J., Thompson, R., Davila, A., 2005. The use of ITS1 rDNA PCR in detecting pathogenic African trypanosomes. *Parasitol. Res* 95, 186-192.

Njiru, Z., Constantine, C., 2007. Population sub-structuring among *Trypanosoma evansi* stocks. *Parasitology research* 101(5), 1215–1224.

[OIE] Organisation Internationale de la santé animale. 2005. Manuel terrestre de l'OIE. Chapitre 2.5.15. Surra (*Trypanosoma evansi*), 836-846.

OIE, 2009. Base de données mondiale sur la santé animale - Version: 1.4. Base de données mondiale sur la santé animale. Paris, France: Organisation mondiale de la santé animale.
<http://www.oie.int>

OIE, 2012. Infection à *Trypanosoma evansi* (Surra) (chapitre 2.1.21). In : Manuel des tests de diagnostic et des vaccins pour les animaux terrestres. Paris, France, OIE, 314-328.
http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.21_TRYPANO_SURRA.pdf

OIE. Maladies, infections et infestations de la Liste de l'OIE en vigueur en 2019.
<http://www.oie.int/fr/sante-animale-dans-le-monde/maladies-de-la-liste-de-loie-2019> (13 février 2019).

Onah, D., Hopkins, J., 1998. Increase in CD5+ B cells and depression of immune responses in sheep infected with *T.evansi*. *Vet. Immunol. Immunopathol* 63(3), 209-22.

Oyieke, F., Reid, G., 2003. The mechanical transmission of *Trypanosoma evansi* by *Haematobia minuta* (Diptera: Muscidae) and *Hippobosca camelina* (Diptera: Hippoboscidae) from an infected camel to a mouse and the survival of trypanosomes. In : fly mouthparts and gut (a preliminary record). *Folia Veterinaria*, pp.38-41.

Pathak, K., Kapoor, M., 1999. Transplacental transmission of *Trypanosoma evansi* in a donkey. *Indian Vet. J.* 76(2), 1.

Radwanska, M., Vereecke, N., Deleeuw, V., Pinto, J., Magez, S., 2018. Trypanosomose salivarienne: examen des parasites impliqués, de leur distribution mondiale et de leur interaction avec le système immunitaire hôte inné et adaptatif. *Frontiers in Immunology* 2253, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02253>

Rahal, k., 2004. Le Cheval Hippologie, Examen Clinique et dominantes pathologie équine en Algérie. 4528. Office des publications universitaires, 1er place Central Ben-Aknoun Alger, 262 p.

Rahal, K., Guedioura, A., Oumouna, M. 2009. Paramètres morpho métriques du cheval barbe de Chaouchaoua. *Rev Méd Vét* 160, 586–589.

Reid, S., Husein, A., Partoutomo, S., Copeman, D., 2001. The susceptibility of two species of wallaby to infection with *Trypanosoma evansi*. *Australian Vet. J* 79, 285- 288.

Rickman., Robson.,1970. The testing of proven *Trypsoma bru* & and *T. rhodesimsc* strain by the blood incubation infectivity test. *Enll. Org. Mond. Sa* 42(6), 911-916.

Ritzenthalier, 2019. La fièvre pétéchiale du cheval. *Archives suisses de médecine vétérinaire ASMV: la revue professionnelle des vétérinaires*, 75-83. WWW.library.ethz.ch .

Rogers, D., Woo., 1974. statistical study of the sennitivity of the haematocrit centrffuge technique in tbe detectio" of trypanosomes in blood. *Tro>ts. r. Soc. trop. Med. Hyg*68 (4), 319-326.

Saydil, M., 1977. Diagnostic des trypanosomiase animales. *Rev. Elev. Méd. Vet* 30 (1), 1-10.

Seidl, A., Moraes, A., Silva, R., 2001. *Trypanosoma evansi* control and horse mortality in the Brazilian Pantanal. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 96, 599-602.

Sergent, Ed., & Sergent, Ét., 1904. Note préliminaire sur une trypanosomiase des dromadaires d'Algérie. C R Soc Biol 56, 120-122.

Sergent, Ed., Sergent, Ét., 1912. Étude comparative du debab et de quelques autres trypanosomiasés. Bull Soc Pathol Exot 5, 274-278.

Sharma, D.K., Chauhan, P., Agrawal, R., 2000. Interaction between *Trypanosoma evansi* and *Haemonchus contortus* infection in goats. Vet. Parasitol 92(4), 261-267.

Silva, R., Freitas, E., Fuentes, M., Lopes, V., Lima, C., Bezerra, M., 2008. Composition chimique et valeurs de l'énergie métabolisable des aliments de remplacement, déterminées avec différents oiseaux. Acta Sci. Anim. Sci, 30 (3), 269-275.

Silva, S., Wolkmer, P., Costa, M., Tonin, A., Eilers, T., Gressler, L., Otto, M., Zanette, R., Santurio, J., Lopes, S., Monteiro, G., 2010. Biochemical changes in cats infected with *Trypanosoma evansi*. [Changements biochimiques chez des chats infectés avec *T. evansi*.] Veterinary Parasitology, 171 (12), 48-52.

Singh, V., Singh, A., Chhabra, M., 1994. Polypeptide profiles of whole cell lysate of *Trypanosoma evansi* stocks from northern India. Indian J. Anim. Sci 64, 14-17.

Singh, P., 1998. Epidemiological study on *Trypanosoma evansi* infection among, free living wild animals in India. J. Protozool. Res 8, 139-143.

Sudarto, M., Tabel, H., Hainies, D., 1990. Démonstration immunohistochimique de *Trypanosoma evansi* dans les tissus de rats infectés expérimentalement et d'un buffle d'eau naturellement infecté (*Bubalus bubalis*). J Parasitol 76, 162 – 167.

Tamarit, A., Gutierrez, C., Arroyo, R., Jimenez, V., Zagalá, G., Bosch, I., Sirvent, J., Alberola, J., Alonso, I., Caballero, C., 2010. *Trypanosoma evansi* infection in mainland Spain. Veterinary Parasitology 167(1), 74-76.

Taylor, J., Rudenko, G., 2006. Changer de manteau de trypanosome: qu'y a-t-il dans la garde-robe? Tendances Genet 22, 614 – 620.

Triki, R., 2013. Diapo trypanosomose cours 4 eme année vétérinaire

Triki, R., Bacha, B., 2016. Principales Parasitose Animales. 5688. office des publications universitaires, 1, Place centrale-Ben Aknoun Alger, 303 p.

Wang, Z., 1988. The similarities and differences of the characteristics between *T. equiperdum* and *T. evansi*. Bul. Vet. Col. (PLA) (Chinese) 8, 300-303.

Williams, R., 2003. Report for Animal Health Australia: Persistence of Disease Agents in Carcasses and Animal products. Animal Health Australia 2003, 147-148.

Zhou, J., Shen, J., Liao, D., Zhou, Y., Lin, J. 2004. Resistance to drug by different isolates *Trypanosoma evansi* in China. Acta Tropica 90, 271–275.

