

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة سعد دحلب البليدة (1)
UNIVERSITE SAAD DAHLEB-BLIDA 1



INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRE

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de DOCTEUR VETERINAIRE

ETUDE DE LA SEROPREVALENCE DU VIRUS
SCHMALLENBERG «SBV» CHEZ LES VACHES AVORTEES DANS LA
WILAYA DE BLIDA.

Présenté par:

SIDI MOUSSA AHLEM YASMINE

Devant le jury

<i>NOM</i>	<i>GRADE</i>	<i>QUALITE</i>
Dr YAHIMI Abdelkrim	MCA, ISV BLIDA 1	Présidente
Dr HADDOUM Mira Rima	MAA, ISV BLIDA 1	Examinatrice
Dr DJELLATA NADIA	MCA, ISV BLIDA 1	Promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE

2024-2025

REMERCIEMENT

- ❖ *Je veux tout d'abord remercier notre créateur DIEU pour tout ce qu'il a fait pour moi car sans lui rien de tout cela ne serait possible*
- ❖ *A Mon encadreur Dr DJELLATA YAHIMI NADIA, Merci énormément pour tous les conseils de vie et les orientations et le soutien et votre temps qui vous m'avez donné pendant tous mon cursus jusqu'à la fin. Sans oublier que ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans votre aide.*
- ❖ *Je remercie Dr YAHIMI ABDELKRIM pour avoir accepté de présider ce jury . Je suis incroyablement reconnaissante pour Dr YAHIMI ABDELKRIM. Votre capacité à rendre l'apprentissage agréable et engageant a transformé la façon dont je perçois l'éducation.*
- ❖ *Je remercie Dr HADDOUM Mira Rima pour avoir accepté d'examiner ce travail et de participer à ce jury.*
- ❖ *Je remercie aussi tous les professeurs de la première jusqu'à la cinquième année universitaire. Merci de faire l'amphi un lieu chaleureux et encouragement. votre énergie positive à créer un environnement d'apprentissage pour devenir un bon vétérinaire dans le terrien malgré leurs charges académique et professionnelles.*
- ❖ *En fin, nous remercions toutes personnes de bonnes volontés qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire*

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude :

- ❖ *Mon soutien, ma force, ma meilleure amie et la clé de bonheur et la joie dans ma vie MAMA. aujourd'hui je veux te remercier pour ton amour et tes encouragements, merci pour tous les efforts que vous n'avez cessé de fournir pour mon éducation, votre souci a toujours été de me voir avancer. Je t'aime MAMA.*
- ❖ *A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours là pour me voir réussir à toi PAPA. je ne saurai trouver les mots qu'il faut pour exprimer tout mon amour et ma profonde gratitude pour tous les sacrifices consentis. Ce travail est le fruit de votre inestimable contribution. Je vous l'offre avec toute l'admiration que j'ai pour vous. Ce jour est à toi papa.*
- ❖ *A la chouchou de la famille. A mon soutien moral et source de joie ma cher sœur INES pour l'encouragement. je te souhaite que la réussite dans ta vie.*
- ❖ *A ma grand-mère maternelle, Chaque jour je pense à toi. Repose en paix je t'aime ma belle. ce modeste travail est pour toi spécifiquement*
- ❖ *A ma grande famille, Que ce travail si modeste soit pour vous le témoignage de ma grande considération, mon respect et mon amour.*
- ❖ *A tata Amel et tata Nadia. Merci pour toutes les choses et le soutien que vous m'avez apportés.*
- ❖ *À mes formidables enseignants tout au long de ma vie scolaire, merci d'avoir cru en moi lorsque je doutais de moi. Vos encouragements et votre soutien m'ont donné la confiance nécessaire pour avoir un but dans ma vie. Je suis vraiment reconnaissant de m'avoir guidé.*
- ❖ *A tous mes amis, A ma promotion aussi à tous ceux et celle que j'aime*

RESUME

Le virus de Schmallerberg (SBV) est un virus nouvellement identifié appartenant au genre Orthobunyavirus, de la famille des Bunyaviridae, et transmis par des arthropodes hématophages, en particulier des moustiques et des moucheron piqueurs du genre Culicoides. Ce virus a été mis en évidence en novembre 2011 par les chercheurs du Friedrich Loeffler Institute (FLI), Ile de Riems en Allemagne. La maladie se manifeste chez le bovin adulte par des avortements, une chute de la production laitière, de la fièvre, une diarrhée pouvant être sévère. Dans ce mémoire, on s'est intéressé à l'étude de la séroprévalence du *virus Schmallerberg* chez les vaches ayant avortées dans la wilaya de BLIDA. La présente étude a été menée entre les mois d'octobre 2024 et février 2025. Elle concerne une analyse sérologique, à l'aide d'un test ELISA par le kit ID Screen® *Schmallerberg virus*, de prélèvements sanguins issus de 130 vaches dont l'âge varie entre 3 et 6 ans ayant avortées et provenant de 97 troupeaux de bovins laitiers. La séroprévalence individuelle apparente (résultats douteux et positifs) du *virus Schmallerberg* a été de **23.84% (31/130)** (IC 95% : 19,89 à 28,12). Pour ce qui est de la séroprévalence obtenue à l'échelle du troupeau, cette dernière a été de **27.83% (27 / 97)** (IC 95% : 21,31 à 33,76). La poursuite de la présente étude par l'identification plus spécifique du *virus Schmallerberg* à l'aide de test plus spécifique tel que la PCR associée à une recherche des différents facteurs de risques et de protection est fortement recommandée.

Mots clés : *Le Virus Schmallerberg*, Avortement bovin, Blida, Test ELISA.

SUMMARY

Schmallenberg virus (SBV) is a newly identified virus belonging to the Orthobunyavirus genus, of the Bunyaviridae family, and transmitted by haematophagous arthropods, in particular mosquitoes and biting midges of the Culicoides genus. The virus was identified in November 2011 by researchers at the Friedrich Loeffler Institute (FLI) in Riems, Germany. The disease manifests itself in adult cattle through abortions, a drop in milk production, fever and diarrhea, which can be severe. In this thesis, we studied the seroprevalence of the Schmallenberg virus in cows that had aborted in the wilaya of BLIDA. The study was carried out between October 2024 and February 2025. It involved a serological analysis, using an ELISA test with the ID Screen® Schmallenberg virus kit, of blood samples from 130 aborted cows aged between 3 and 6 years from 97 dairy herds. The apparent individual seroprevalence (doubtful and positive results) of Schmallenberg virus was 23.84% (31/130) (95% CI: 19.89 to 28.12), while the herd-wide seroprevalence was 27.83% (27/97) (95% CI: 21.31 to 33.76). It is strongly recommended that the present study be continued with a more specific identification of the Schmallenberg virus using a more specific test such as PCR, combined with an investigation of the various risk and protection factors.

Key words: *Schmallenberg virus*, Bovine abortion, Blida, ELISA test.

ملخص

فيروس شمالنبرغ (SBV) هو فيروس تم تحديده حديثا ينتمي إلى جنس Orthobunyavirus ، من عائلة Bunyaviridae، وينتقل عن طريق المفصليات الدموية ، ولا سيما البعوض والبراغيث اللاذعة من جنس Culicoides. تم التعرف على الفيروس في نوفمبر 2011 من قبل باحثين في معهد فريدريش لوفلر (FLI) في ريمس ، ألمانيا.

يتجلى المرض في الماشية البالغة من خلال الإجهاض ، وانخفاض إنتاج الحليب ، والحمى والإسهال ، والتي يمكن أن تكون شديدة. في هذه الأطروحة ، درسنا الانتشار المصلي لفيروس شمالنبرغ في الأبقار التي أجهضت في ولاية البلدية. أجريت الدراسة بين أكتوبر 2024 وفبراير 2025. تضمنت تحليلا مصليا ، باستخدام اختبار ELISA مع مجموعة فيروسات ID Screen® Schmallenberg ، لعينات دم من 130 بقرة مجهزة تتراوح أعمارها بين 3 و 6 سنوات من 97 قطيعا من الألبان. كان الانتشار المصلي الفردي الواضح (النتائج المشكوك فيها والإيجابية) لفيروس شمالنبرغ 23.84 % (130/31) (فاصل الثقة 95%: 19.89 إلى 28.12). بينما كان الانتشار المصلي على مستوى القطيع 27.83 % (97/27) (مجال الموثوقية 95%: 21.31 إلى 33.76). يوصى بشدة بمواصلة الدراسة الحالية بتحديد أكثر تحديدا لفيروس شمالنبرغ باستخدام اختبار أكثر تحديدا مثل تفاعل البوليميراز المتسلسل ، جنبا إلى جنب مع التحري عن عوامل الخطر والحماية المختلفة.

الكلمات المفتاحية: فيروس شمالنبرغ ، إجهاض الأبقار ، البلدا ، اختبار ELISA.

LISTE DES FIGURES

- **Figure n°1** : Déroulement de la gestation chez la vache. **17**
- **Figure n°2** : Schéma de placentome **19**
- **Figure n°3**: Schéma de la structure du virus *Schmallenberg* (à gauche) et observation au microscope électronique (à droite) **37**
- **Figure n°4**: Virus *Schmallenberg* observé au microscope électronique à transmission **38**
- **Figure n°5**: Mode de réplication des *orthobunyavirus* **40**
- **Figure n°6** : Zone d'étude «Wilaya de BLIDA» **50**
- **Figure n°7**: Le kit ELISA utilisé pour la recherche des anticorps *anti-virus de Schmallenberg* **51**
- **Figure n°8** : Les différents étapes de la méthodes ELISA **53**
- **Figure n°9** : L'image de la plaque ELISA **56**
- **Figure n°10**: Résultats de l'Analyse individuelle des 130 sérums bovins avortés par technique Elisa pour le virus *Schmallenberg* **57**
- **Figure n°11** : Résultats de l'Analyse des 97 troupeaux par la technique Elisa pour le virus *Schmallenberg*. **59**

LISTE DES TABLEAUX

- **Tableau 01** : Valeur des seuils d'interprétation de kit ELISA utilisé pour la détection d'anticorps dirigés contre le virus de *Schmallenberg* **54**
- **Tableau 02** : Résultats de l'Analyse individuelle des 130 sérums bovins avortés par technique Elisa pour le virus *Schmallenberg*. **56**
- **Tableau 03** : Séroprévalence individuelle apparente des anticorps contre le virus *Schmallenberg* **58**
- **Tableau 04** : Résultats de l'Analyse des 97 troupeaux par la technique Elisa pour le virus *Schmallenberg*. **58**
- **Tableau 05** : Séroprévalence apparente des 83 troupeaux étudiés pour le virus *Schmallenberg* . **60**

Sommaire

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE	13
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES AVORTEMENTS BOVINS	15
I . L'AVORTEMENT	16
I . 1 LA DEFINITION DE L'AVORTEMENT	16
I .1.1 DEFINITION LA PLUS COURAMMENT	16
I .1.2 DEFINITION LEGALE	16
I .1.3 DEFINITION BIOLOGIQUE	17
I .1.4 DEFINITION EN PRATIQUE	17
I . 2. AVORTEMENTS ISOLEES OU REPETES	18
I .3. MECANISMES DE L'AVORTEMENT BOVIN	18
I .3.1. LIENS ANATOMIQUES ENTRE LA MERE ET LE FŒTUS	18
I .3.2.PERIODES A RISQUE LORS DE LA GESTATION	19
I .3.3 SECRETIONS PLACENTAIRES NECESSAIRES AU MAINTIEN DE LA GESTATION	20
I .3.4 MECANISMES A L'ORIGINE DE L'AVORTEMENT	20
I .4. CONDUITE A TENIR LORS D'AVORTEMENT BOVIN	21
I .4.1. L'ANAMNESE	21
I .4.2. LA CONTAGIOSITE	22
I .4.3. LES VOIES DE CONTAGION	22
I .4.4. LE MOMENT D'APPARITION	22
I .4.5. L'EXAMEN CLINIQUE DE L'AVORTON	23
I .5. LES PRINCIPALES CAUSES RESPONSABLES D'AVORTEMENTS BOVINS	23

A) CAUSES NON INFECTIEUSES	23
A.1. TRAUMATISMES ET ACCIDENTS	23
A.2. CAUSES IATROGENES	24
o <u>ADMINISTRATION DE MEDICAMENTS</u>	24
❖ <i>LES GLUCOCORTICOÏDES</i>	24
❖ <i>PGF2 α</i>	24
❖ <i>BENZIMIDAZOLE</i>	24
A.3. INTOXICATION	24
o <u>PAR LA CONSOMMATION DE PLANTES</u>	24
❖ <i>PLANTES A EFFET ABORTIF</i>	24
1) <i>LE PIN</i>	24
2) <i>LE GENEVRIER</i>	25
3) <i>LA GRANDE CIGUË</i>	25
o <u>PAR DES MYCOTOXINES</u>	26
❖ <i>EFFET ABORTIF DE L'AFLATOXICOSE</i>	26
❖ <i>EFFET ABORTIF CAUSE PAR L'INGESTION DE ZEARALENONE</i>	26
o <u>PAR LES NITRATES</u>	27
o <u>PAR LE PLOMB</u>	27
A.4. AUTRES CAUSES ABORTIVES NON INFECTIEUSES	28
B) CAUSES INFECTIEUSES	28
B.1. AGENTS BACTERIENS	28
o <u>LA BRUCELLOSE</u>	28
o <u>LA CHLAMYDIOSE</u>	29
o <u>LA FIEVRE Q</u>	29
o <u>LA LISTERIOSE</u>	29
o <u>LA CAMPYLOBACTERIOSE</u>	30
o <u>LA SALMONELLOSE</u>	30

B.2. AGENT VIRAUX	30
○ <u>DIARRHEE VIRALE BOVINE (BVD)</u>	31
○ <u>LE VIRUS DE SCHMALLEMBERG</u>	31
○ <u>LA RHINOTRACHEITE INFECTIEUSE BOVINE (IBR)</u>	32
○ <u>LE VIRUS DE LA FIEVRE CATARRHALE OVINE (FOV)</u>	32
○ <u>FIEVRE DE LA VALLEE DU RIFT</u>	33
B.3. AGENTS PARASITAIRES	33
B.3.1. MYCOSES	33
B.3.2. LES PROTOZOAIRES A L'ORIGINE D'AVORTEMENTS BOVINS	34
○ <u>LA NEOSPOROSE</u>	34
○ <u>LA TRICHOMONOSE</u>	34
○ <u>LA TOXOPLASMOSE</u>	34
CHAPITRE II : LE VIRUS SCHMALLEMBERG	35
II. 1. HISTORIQUE	36
II.2. PRESENTATION DU VIRUS	37
II .3. PROPRIETES BIOLOGIQUES	38
II.3.1 DISTRIBUTION ET ESPECES AFFECTEES	38
II.3.2 RESISTANCES AUX AGENTS PHYSICO-CHIMIQUES	38
II.3.3 TRANSMISSION	38
○ <u>TRANSMISSION VECTORIELLE</u>	38
○ <u>TRANSMISSION TRANSPLACENTAIRE</u>	39
○ <u>TRANSMISSION HORIZONTALE</u>	39
II .4. CYCLE DU VIRUS	39
II .5. PATHOGENIE	40
II .6. LA SYMTOMATOLOGIE	41
II.6.1. LES SYMPTOMES BENINS	41
II.6.2. LES TROUBLES DE LA REPRODUCTION	41

II .7. LE DIAGNOSTIC DU VIRUS SCHMALLENBERG	42
II.7.1. LES PRELEVEMENTS REALISES	42
o <u>LE DIAGNOSTIC DIRECT</u>	42
o <u>LE DIAGNOSTIC INDIRECT</u>	42
II.7.2. LE DIAGNOSTIC DIRECT	42
o <u>RT-QPCR REVERSE TRANSCRIPTION QUANTITATIVE POLYMERASE CHAIN REACTION</u>	42
o <u>ISOLEMENT DU VIRUS SUR CULTURE CELLULAIRE</u>	43
II.7.3. LE DIAGNOSTIC INDIRECTE	43
o <u>LE TEST DE SERONEUTRALISATION</u>	43
o <u>LA METHODE ELISA</u>	44
o <u>IMMUNOFLUORESCENCE INDIRECTE</u>	45
II.7.4. LE DIAGNOSTIC HISTOPATHOLOGIQUE	45
II .8. LES MESURES SANITAIRES ET PROPHYLAXIQUES	45
II.8.1. LE CONTROLE DU VECTEUR	46
II .8. 2. LES MESURES MEDICALES	46
II .8.3. LES MESURES REGLEMENTAIRES	47
 CHAPITRE III_ : SEROPREVALENCE DU VIRUS <i>SCHMALLENBERG</i> CHEZ LES VACHES AVORTEES DANS LA WILAYA DE BLIDA	 49
III .1 . MATERIEL ET METHODES	50
III. 2 . RESULTATS	56
III.3. DISCUSSION	61
 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	 63
BIBLIOGRAPHIE	64
ANNEXES	74

INTRODUCTION GENERALE

En élevage bovin, l'objectif principal de tout éleveur est de produire un veau par vache et par an. La majorité des éleveurs, pendant toute la période de gestation de leurs vaches, cherchent à éviter tout problème car cela représente une perte économique dont les conséquences sont très importantes, se traduisant par la diminution de la production laitière, la perte de veau, l'augmentation de l'intervalle entre vêlages, les frais d'entretien des animaux non productifs, les frais obligatoires lors d'application des traitements (interventions vétérinaires) réalisés pendant les suivis et éventuellement la reconstitution des cheptels la réforme prématurée de l'animal voire la perte du cheptel.

L'avortement est l'un des principaux problèmes dans les élevages. Un avortement bovin se produit lorsqu'une vache perd son veau avant terme, généralement avant 260 jours de gestation. L'avortement est l'interruption de la gestation, il est soit précoce ou tardif.

L'étiologie de ce syndrome est très variée, car de nombreux agents infectieux peuvent en être responsables. Elle peut être d'origine virale, comme le virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine ou le virus Schmallerberg ; bactérienne, notamment avec *Brucella*, *Listeria* ou *Leptospira* ; parasitaire, comme dans le cas de la trichomonose ; ou encore mycosique .

En Algérie, il existe peu de données sur l'épidémiologie et la prévalence des maladies infectieuses abortives chez les bovins excepté la brucellose vue que c'est une zoonose à déclaration obligatoire et qui fait partie d'un programme national. Selon l'organisation mondiale de la santé « OMS », les bactéries sont considérées comme la première cause infectieuse de l'avortement. Les principaux germes responsables d'avortement chez les bovins sont *Brucella*, *Chlamydia abortus*, *Coxiella Burnetii* **(1)**. En Algérie, seule la brucellose est considérée comme maladie abortive chez les bovins, le reste des germes ne sont pas considérés à l'heure actuelle comme abortifs et ne font pas parties des maladies à déclaration obligatoire. Malgré l'existence de beaucoup d'agents infectieux causent des avortements, parmi ces agents : *le virus Schmallerberg*. Dans ce contexte, l'objectif de la présente étude est la recherche de la séroprévalence du *virus Schmallerberg* par l'utilisation de la technique d'Elisa

(le kit ID Screen® *Schmallenberg virus*), et son degré d'implication dans le processus des avortements bovins en Algérie parce que c'est la plus récente des maladies vectorielles constituant une menace pour l'élevage.

Le présent document comporte deux parties : la première constitue ; une revue bibliographique s'intéressant aux différentes notions générales des avortements bovins, les agents abortifs en générale et particulièrement *le virus Schmallenberg* « SBV ». La seconde partie ; s'intéresse à la recherche de la séroprévalence du *virus Schmallenberg* (SBV) chez les vaches avortées à l'échelle individuelle et du troupeau. Ces deux parties sont représentées en trois chapitres :

- **CHAPITRE I :** GENERALITES SUR LES AVORTEMENTS BOVINS.
- **CHAPITRE II :** LE VIRUS SCHMALLEMBERG.
- **CHAPITRE III:** SEROPREVALENCE DU VIRUS *SCHMALLEMBERG* CHEZ LES VACHES AVORTEES DANS LA WILAYA DE BLIDA.

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES AVORTEMENTS BOVINS

I. L'AVORTEMENT

Les avortements sont des accidents peu fréquents dans les situations normales. Dans certains élevages. Ils apparaissent cependant sous une forme épidémique ou enzootique. Tout avortement doit être pris en compte par l'éleveur qui doit prévenir son vétérinaire, lequel réalisera les prélèvements obligatoires. Lorsque l'on observe deux avortements par mois ou trois avortements dans l'année dans des effectifs de moins de 100 vaches, ou lorsque plus de 4% des vaches d'un effectif de plus de 100 animaux avortent dans l'année, on peut aussi être en présence d'un complexe pathologique très vaste (salmonellose, diarrhée virale bovine) où les avortements ne sont qu'une des expressions cliniques **(2)**.

I.1 LA DEFINITION DE L'AVORTEMENT

La définition de l'avortement n'est pas chose aisée. Cette difficulté explique sans doute pourquoi de plus en plus fréquemment la littérature de langue anglaise fait appel à la notion de pregnancy losses (pertes de gestation), celle-ci regroupant les mortalités embryonnaires, les avortements cliniques dûment constatés par l'éleveur ou le vétérinaire, les retours en chaleurs de l'animal ou encore les diagnostics de non-gestation posés par le vétérinaire. Il n'en demeure pas moins vrai qu'une fois encore il est important de préciser autant que faire se peut la définition à réserver à l'avortement puisqu'elle constitue un préalable indispensable à sa quantification au niveau du troupeau au travers par exemple de l'analyse d'une base de données. Nous ferons pour ce faire référence au glossaire des termes de reproduction publié en 2000 par l'Association pour l'Etude de la Reproduction Animale **(3)**.

Il existe plusieurs définitions des avortements :

- **I.1.1 Définition la plus courant** : utilisée dans notre domaine. L'avortement est l'expulsion d'un veau mort ou vivant avant le terme « avant 260 jours » **(3)**.
- **I.1.2 Définition légale :** ***En France***, d'après le décret du 24 décembre 1965, on considère comme avortement dans l'espèce bovine l'expulsion du fœtus ou du veau mort-né ou succombant dans les 48 heures qui suivent la naissance. **(4)** Cette définition est due au fait que, lors de brucellose, le fœtus peut mourir jusqu'à 48h après son expulsion. En 2005, La France devint un pays indemne de brucella. Cette définition a été modifiée. Mais ***en Belgique*** jamais elle était reconnue **(3)**.

- **I.1.3 Définition biologique** : Pour définir biologiquement un avortement, il faut connaître le déroulement de la gestation. De la fécondation à la fin de l'organogenèse, on parle d'embryon (tous les organes ne sont pas encore formés et différenciés). S'il y a « retour en chaleur » non décalé, il s'agit de mortalité embryonnaire précoce. C'est le cas lors de certaines anomalies génétiques. La fin de l'organogenèse (formation des organes) se situe entre le 42ème et le 45ème jour de gestation chez la vache. L'embryon devient alors un fœtus. Un avortement correspond à la mort d'un fœtus, généralement suivie de son expulsion quelques jours plus tard (sauf cas de momification), entre 42 jours après fécondation chez les bovins (3).
- **I.1.4 Définition en pratique** : L'avortement correspond à la mort du fœtus entre 42 et 260 jours de gestation. Avant 42 jours de gestation, il s'agit de mortalité embryonnaire et entre 260 et 285 jours, la mise-bas est considérée comme prématurée (**Figure 01**) (3).

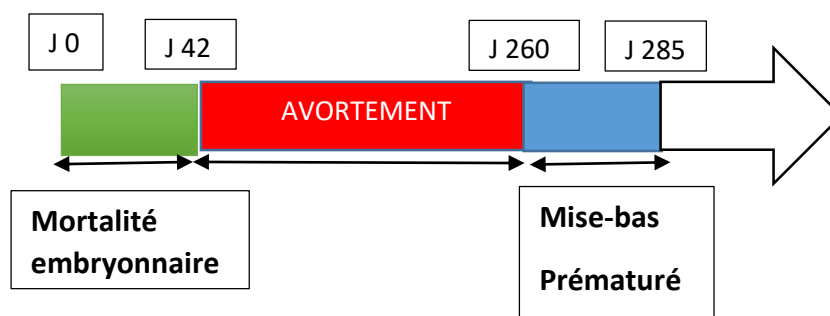


Figure n°1 : Déroulement de la gestation chez la vache (5).

Il convient de distinguer l'avortement clinique par observation l'avorton et des enveloppes fœtales. Par le vétérinaire ou l'éleveur. Ou bien subclinique ou on ne peut pas identifier ni l'avorton ni les glandes annexes(6). On doit baser sur des autres informations suivante : « après qu'un constat de gestation antérieur positif ait été réalisé » : diagnostic de gestation négatif quelle que soit la méthode utilisée, détection d'un retour en chaleurs, ré insémination de l'animal, observation d'un retard d'involution utérine (2)(7).

La fréquence des avortements est le nombre d'événements survenant dans une population pendant une période de temps donnée, telle qu'une année ou un mois. Elle peut être exprimée en fréquence absolue (nombre d'événements) ou relative (nombre d'événements rapporté à l'effectif de la population concernée, généralement exprimé en pourcentage). Pour les bovins, la fréquence des avortements varie considérablement en fonction des continents, des pays, des régions et des contextes d'élevage, et est généralement estimée entre 3 et 6% **(2)(8)**.

I. 2. AVORTEMENTS ISOLÉS OU RÉPÉTÉS

On parle d'avortements répétés dans deux cas :

- Lorsque le troupeau compte moins de 100 vaches, on considère que les avortements sont répétés lorsqu'il y a au moins deux avortements en un mois ou au moins trois avortements durant la période de mise-bas.
- Lorsque le troupeau compte plus de 100 vaches, on considère que les avortements sont répétés quand au moins 4% de vaches ont avorté dans l'année **(9)**.

I.3. MÉCANISMES DE L'AVORTEMENT BOVIN

I.3.1. Liens anatomiques entre la mère et le fœtus

Liens anatomiques entre la mère et le fœtus, Le placenta des bovins est de type cotylédonaire. Au sein du placenta, l'organisation vasculaire est identique à l'échelle de la caroncule ou du cotylédon. Chaque artère et chaque artériole sont au centre d'un axe conjonctif et des veines et veinules les entourent. Les capillaires forment des boucles et des anastomoses. Le nombre d'anastomoses et leur degré d'enroulement augmentent au cours de la gestation. Au sein de ce système, les sangs maternels et fœtaux circulent en sens contraire. Au fil de la gestation, ce réseau vasculaire subit de nombreuses modifications **(Figure n°2) (10)**.

Au cours de la gestation, on observe une élévation du débit sanguin. Mais, la valeur du débit sanguin rapporté au poids du fœtus reste constante. Lors de gémellité, de sous-alimentation maternelle ou de stress thermique, le débit sanguin placentaire diminue, ce qui entraîne une baisse des croissances fœtales et placentaires **(10)**.

I.3.2.Périodes à risque lors de la gestation

Après éclosion hors de la zone pellucide, le blastocyste croît et s'allonge rapidement pour atteindre une taille d'environ 15 à 20 cm aux alentours du 21ème jour après la fécondation. Il y'a formation des nombreux contacts cellulaires entre le trophoblaste et l'épithélium utérin pour assurer l'implantation embryonnaire. Celle-ci se déroule en deux phases : **l'apposition** ensuite **l'adhésion**. L'apposition est permise par la prolifération du chorion qui s'enfonce dans les orifices des glandes utérines. Puis l'inter-digitation des microvillosités utérines et de la membrane plasmique des cellules trophoblastiques entraîne l'adhésion de l'embryon à la muqueuse utérine. A partir de 30 jours de gestation, les placentomes (ensembles constitués du cotylédon foetal et de la caroncule utérine) se mettent en place, ce qui renforce l'adhésion du placenta à l'utérus. Ce sont des zones qui permettent des échanges entre la vache et son veau **(10)**.

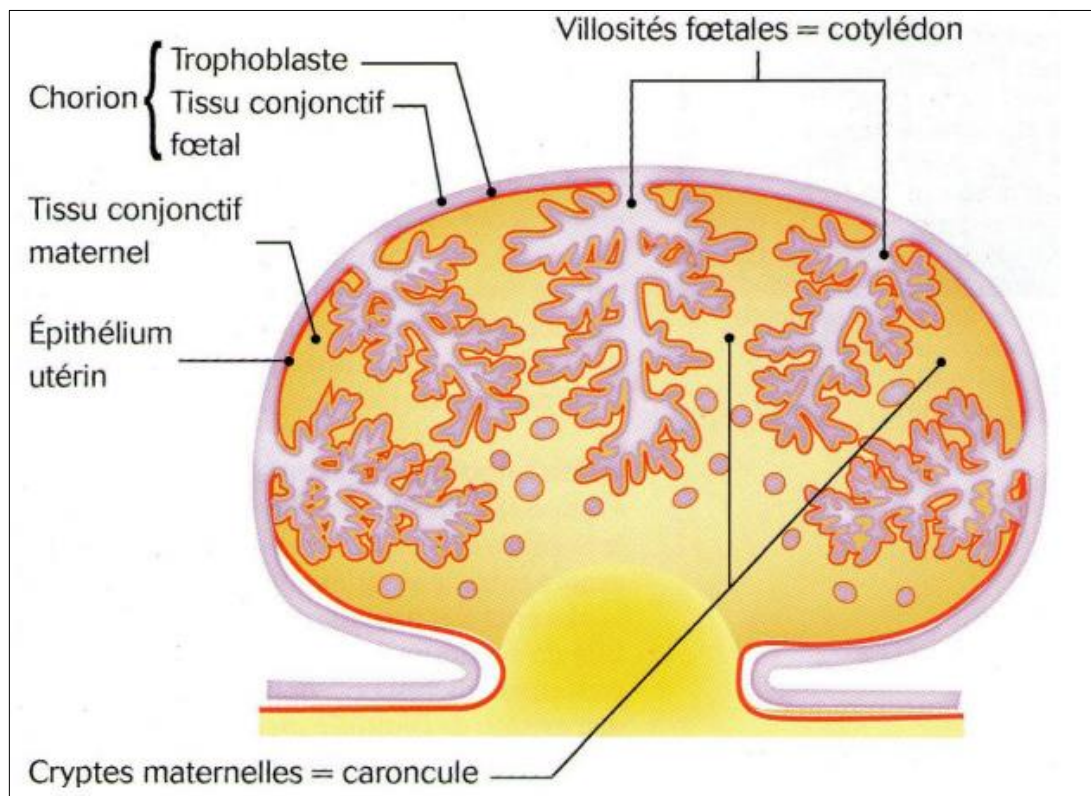


Figure n°2 : Schéma de placentome **(10)**.

Le placenta assure le transport des nutriments au fœtus, Sa développement est déterminé par les capacités d'échanges placentaires. Chez la vache, sa croissance est continue tout au long de la gestation mais présente un léger ralentissement à la fin du deuxième trimestre de

gestation. Or cette période correspond à une augmentation accrue des besoins du fœtus. Un remaniement des caroncules compense le manque de croissance placentaire. Le poids du placenta est influencé par divers facteurs. Chez la vache, une augmentation ou bien une diminution des apports alimentaires ont une influence sur le poids du placenta. Une suralimentation dans le premier tiers de la gestation entraîne une diminution du nombre des 26 cotylédons alors que pendant des deux tiers suivants, elle entraîne plutôt une diminution du poids des cotylédons. Inversement, une sous-alimentation dans la dernière moitié de gestation entraîne une augmentation du poids des cotylédons, ce qui tend à compenser le manque d'apport de nutriments de la part de la mère (10).

Même des facteurs environnementaux, tels que la température, influent sur le développement placentaire. Une température élevée pendant la gestation peut entraîner une diminution de la taille et l'efficacité du placenta (11).

I.3.3 Sécrétions placentaires nécessaires au maintien de la gestation

Le corps jaune est la principale source de progestagènes lors de la gestation de la vache. Mais il existe une sécrétion de progestérone par le placenta. Le relais placentaire se met en place aux alentours du 200^{ème} jour de gestation.

Le placenta est également à l'origine d'une sécrétion importante d'œstrogènes. Le rôle des œstrogènes dans le maintien de la gestation chez la vache n'est pas connu avec précision. L'augmentation de leur concentration en fin de gestation entraînerait la maturation placentaire, la stimulation des contractions du myomètre et l'ouverture du col utérin.

L'hormone lactogène placentaire (PL) est synthétisée par les cellules binucléées pendant toute la gestation. Elle pourrait stimuler la croissance fœtale et placentaire et assurer en fin de gestation le développement de la glande mammaire et la lactogénèse (10).

I.3.4 Mécanismes à l'origine de l'avortement

Les principaux mécanismes à l'origine de l'avortement sont :

- Réponse immunitaire : Une infection peut provoquer une réaction inflammatoire et immunitaire qui altère le placenta et le fœtus, conduisant à l'avortement comme une placentite (12).

- Insuffisance placentaire : Des anomalies ou des infections qui atteignent directement le fœtus (souvent par un virus) ou plus rarement une atteinte de la mère. peuvent compromettre la fonction placentaire, entraînant une hypoxie fœtale et la mort du fœtus **(12)**.
- Dysfonctionnement hormonal : Un déséquilibre hormonal, notamment une insuffisance de progestérone, peut entraîner l'échec de la gestation **(12)**.
- Stress oxydatif : Les infections et les toxines peuvent augmenter le stress oxydatif, endommageant les cellules fœtales et placentaires **(12)**.

I.4. CONDUITE A TENIR LORS D'AVORTEMENT BOVIN

Dès que l'éleveur a détecté un ou plusieurs cas d'avortements dans son élevage, il doit en informer rapidement son vétérinaire. Le vétérinaire doit réaliser des prélèvements pour la recherche la cause de l'avortement selon l'anamnèse **(13) (14)**.

Le vétérinaire doit rédiger un rapport détaillant les circonstances de l'avortement et ses causes probables. Avec ce rapport, il doit faire une déclaration officielle auprès des services vétérinaires département. De côté, l'éleveur doit enregistrer l'avortement sur le carnet sanitaire de l'élevage. Il y inscrit le numéro de l'avortée, son âge, la date de constatation de l'avortement et le mois de gestation supposé ou réel **(13)(14)**.

On fait la déclaration obligatoire de l'avortement chez les bovins car il est beaucoup des risques sur la santé animale et humaine associés aux maladies infectieuses qui peuvent être transmises lors de l'avortement, également entraîner des pertes économiques importantes pour les éleveurs. par exemple 'un élevage laitier, l'éleveur a des obligations concernant le lait produit par l'avortée. Il doit écarter son lait de la consommation humaine jusqu'à ce qu'il ait reçu des résultats d'analyse **(13)(14)**.

Les avortements bovins peuvent être causés par des maladies telles que la brucellose, la fièvre Q, la Chlamydiose, la toxoplasmose, la listériose et d'autres maladies infectieuses **(13)(14)**.

I.4.1. L'anamnèse

Pour parvenir à un diagnostic précis sur les avortements, il est essentiel d'effectuer une enquête approfondie qui prenne en compte les caractéristiques épidémiologiques. Les

informations collectées aideront à orienter le diagnostic, mais des analyses de laboratoire seront nécessaires pour le confirmer **(14)**.

I.4.2. La contagiosité

On peut considérer que les agents responsables entraînent rarement une fréquence élevée d'avortements dans un troupeau. Mais ces derniers ne se manifesteront que de manière sporadique comme « La brucellose et l'IBR ». Si cette infection virale se manifeste dans des troupeaux non vaccinés. Il faut noter la présence d'autres espèces animales telles que les carnivores domestiques et les rongeurs peuvent contribuer à disséminer des agents responsables tels que le Leptospire, Toxoplasma, le Neospora. On remarquera également que certains agents pathogènes sont des commensaux voire des parasites obligés du tractus génital (Actinomyces pyogènes, Campylobacter fetus, Tritrichomonas) ou des muqueuses oculaires ou nasales (Actinomyces pyogènes) **(3)(14)**.

I.4.3. Les voies de contagion

La voie privilégiée est la voie oro-nasal. Cela pose le problème de la qualité de conservation des aliments (Listériose, Leptospirose, Champignons, Levures) et de leur contamination potentielle par des animaux domestiques ou des rongeurs ou par les sécrétions génitales après un avortement **(3, 8)**.

Certains agents responsables peuvent également être transmis par la voie vénérienne. Ces caractéristiques rendent plus nécessaires le degré d'hygiène de l'insémination artificielle et naturelle. Dans certains cas la transmission transplacentaire est également observée (BVD, Toxoplasmose, Néosporose). Cette voie induit l'apparition possible de porteurs chroniques dans la descendance des animaux atteints. Même peut être transmise par les tiques comme la fièvre Q **(3, 8)**.

I.4.4. Le moment d'apparition

La détermination du moment de l'avortement constitue une première démarche importante qui permettra au vétérinaire d'orienter le diagnostic. Dans la majorité des cas, l'expulsion de l'avorton sera observée au cours du dernier tiers de la gestation. Mais il y'a des exceptions. Car on peut observer l'avortement quel que soit le stade de gestation. Par exemple au cours de la première moitié de la gestation après une infection par le BVD, le

Tritrichomonas foetus ou le Toxoplasma gondii. Et deuxième tiers en cas d'infection par Candida, Neospora ou Campylobacter fetus (14, 15).

I.4.5. L'examen clinique de l'avorton

On doit envoyer l'avorton rapidement au laboratoire le plus proche. Pour faire l'examen clinique et les analyses pour déterminer la cause de l'avortement et mettre en place une stratégie pour la prévenir les pertes dans le troupeau et aussi des pertes économiques pour l'éleveur.

L'examen clinique compose par 5 étapes : Premièrement historique ou on doit connaître toutes les informations de la vache, ensuite on fait un examen externe de la taille et le poids et l'apparence générale de fœtus. Puis on passe à l'autopsie de fœtus pour faire des analyses histopathologie et aussi pour rechercher les signes de maladies infectieuses. Par la suite il doit faire les analyses de laboratoire et des tests bactériologiques, virologiques et parasitaires et des analyses sérologiques sur le sang de fœtus et sa mère et sans oublier les analyses de liquides corporels pour détecter la présence des toxiques ou des médicaments. Par la fin, on doit interpréter et diagnostiquer (16).

I.5. LES PRINCIPALES CAUSES RESPONSABLES D'AVORTEMENTS BOVINS

La vache qui avorte peut indiquer plusieurs choses. Les causes d'un avortement chez une vache peuvent être variées, incluant des infections, des carences nutritionnelles, ou des problèmes génétiques.

A) CAUSES NON INFECTIEUSES

A.1. Traumatismes et accidents

Certains avortements ont une origine traumatique. La cause principale est un mauvais aménagement du bâtiment ou des sols glissants qui favorisent les chutes des vaches qui provoquent des blessures et des fractures.

Dans certains élevages, les vaches conservent leurs cornes et peuvent donner des coups à leurs congénères. Lorsque la vache est dominée ou bien la densité animale dans le bâtiment est élevée et les couloirs de circulation sont étroits. Le bâtiment joue un autre rôle dans la survenue d'avortements puisque les germes abortifs excrétés peuvent persister longtemps

dans le sol, les litières et sur les murs. L'éleveur a donc un grand intérêt à avoir un box d'infirmier et de vêlage séparés du reste des vaches. Il faut que ces espaces soient facilement nettoyables et désinfectables (17).

A.2. Causes iatrogènes

Il existe différentes substances connues pour leur capacité à provoquer des avortements. Parmi celles-ci :

- **Administration de médicaments**

- Injection de glucocorticoïdes entraîne une rétroaction négative sur l'hypothalamus du fœtus. Le pic de cortisol obtenu mime le déclenchement du travail et entraîne un avortement (18).
- Injection de PGF2 α a un effet lutéolytique. elle lyse le corps jaune. Cette molécule est efficace à partir du 5ème jour après la formation du corps jaune et jusqu'à ce que le relai placentaire se mette en place, 200ème jour de gestation. Lors l'injection de PGF2 α dans cette période provoque l'avortement (19).
- Utilisation d'antiparasitaires benzimidazole : Les molécules concernées sont surtout tératogènes. Il s'agit par exemple de l'albendazole. Cette molécule inhibe la différenciation et la croissance cellulaire. la présente donc une activité antiméiotique qui se traduit par des malformations ou des anomalies de développement du fœtus (20).

A.3. Intoxication

- **Par la consommation de plantes**

L'avortement peut être provoqué par la consommation de substances à effet utérotonique présent dans certaines plantes. Certaines toxines sont à l'origine d'avortements car elles possèdent une activité analogue à une hormone, telle que les œstrogènes, entrant en jeu dans le maintien ou non de la gestation.

- **Plantes à effet abortif :**

1) Le pin : Le pin jaune « Pinus ponderosa » se trouve en Amérique du Nord. Ses aiguilles surtout consommées en hiver, en présence de neige, lors de disette. La consommation des aiguilles de pin entraîne un avortement et parfois même la mort de la vache (21).

L'effet abortif du pin jaune a été étudié par Stegelmeier en 1995. 4 Quatre groupes de 3 vaches à 250 jours de gestation ont reçu durant quelques jours une ration différente. Le 1er groupe a reçu des tiges de pin portant des aiguilles (présence d'acide isocupressique et d'acide abiétane), le 2ème groupe a reçu de la « *rosin gum* » (substance contenant de l'acide abiétane mais pas d'acide isocupressique), le 3ème groupe a reçu de l'acide abiétane et le 4ème groupe a reçu de la nourriture standard (le groupe témoin) **(22)**.

Les vaches du 1er groupe ont avorté après 2 à 3 jours de distribution de ration. Les avortements sont associés à un faible développement mammaire, de la rétention placentaire et des endométrites. Elles présentaient, de plus, de l'anorexie et une apathie sévère. Les vaches du 2ème et 3ème groupe ont montré des signes d'intoxication (atteinte rénale et nerveuse) sans avortement. Les vaches du 4ème groupe (témoin) n'ont pas présenté de problèmes de santé **(22)**.

Conclusion :

Les aiguilles et tiges de pin contiennent deux substances à l'origine de signes cliniques chez la vache : L'acide abiétane est une substance néphrotoxique et neurotoxique. L'acide isocupressique est la substance présente dans les aiguilles de pin qui provoque des avortements chez les vaches en fin de gestation.

L'acide isocupressique entraîne une vasoconstriction intense diminuant de moitié le flux sanguin des artères utérines et caronculaires, à l'origine d'une anoxie et d'une mort fœtale rapide **(23)**.

2) Le genévrier : Le genévrier est un conifère présent en Europe en région montagneuse et en Algérie en région de kabyle. Toutes les parties aériennes de la plante sont toxiques. L'ingestion de genévrier est souvent suivie de la mort de l'animal mais on peut également observer des avortements **(24)**.

3) La grande ciguë : Il s'agit d'une plante que l'on retrouve sur les bords de chemin, autour des rivières. Elle est commune en France et plus généralement en Europe, en Afrique et Amérique du Nord. L'effet abortif de la grande ciguë a été étudié par Bunch en 1992 **(25)**. La grande ciguë contient de la pipéridine. Cette molécule est fœtotoxique. Ingérée par la vache gestante, elle entraîne des malformations fœtales.

- **Par des mycotoxines**

Une mycotoxicose est une intoxication résultant de l'ingestion d'aliments qui ont été altérés ou détériorés due à la croissance de champignons produisant des toxines appelées mycotoxines. Certaines mycotoxicoses sont à l'origine d'avortement chez les bovins.

- ✓ **Effet abortif de l'aflatoxicose :**

Aspergillus peut synthétiser l'aflatoxine, surtout l'aflatoxine B1. Les jeunes bovins (moins de 6 mois) sont plus sensibles à l'aflatoxine B1 que les adultes mais lors d'ingestion chronique. On peut observer des signes cliniques et des troubles de la reproduction lors d'intoxication aiguë.

Selon Robinson a rapporté en 1986 des cas d'avortements dû à une aflatoxicose Au Texas, 10 à 14 vaches d'un troupeau de 68 vaches ont eu accidentellement accès à 90 kg de cacahouètes exposées à la pluie et au gel, facteurs qui favorisent le développement d'aflatoxines. Cinq jours plus tard, 10 vaches qui étaient à leur troisième trimestre de gestation ont avorté et sont mortes. Après des analyses : Leurs paramètres hépatiques étaient très augmentés. Des extraits de foie ont montré la présence d'aflatoxine B1 à hauteur de 5 ng/g de foie, taux significativement élevé. L'ingestion d'aflatoxine B1 par une vache au dernier tiers de gestation peut donc entraîner un avortement puis la mort de la vache. Mais, il est difficile de savoir si la consommation d'aflatoxine peut entraîner un avortement sans mort de l'animal (26).

- ✓ **Effet abortif du syndrome ostrogénique causé par l'ingestion de zéaralénone :**

La zéaralénone est une toxine produite par Fusarium (27). La zéaralénone est à l'origine de nombreux signes cliniques dominés par des troubles de la reproduction : une diminution du taux de survie des embryons chez une femelle gestante, une diminution de la production de LH et de progestérone, une morbidité néonatale, une infertilité, une modification physique des organes génitaux (œdème et hypertrophie des organes génitaux des femelles impubères), une féminisation des jeunes mâles (en raison d'une diminution de la production de testostérone) et une diminution de la production laitière (28).

Une série d'avortements a été observée dans un troupeau de 96 vaches appartenant à une ferme expérimentale de Finlande Sur une période d'un mois, 8 vaches ont avorté. Elles étaient entre 1 et 3 mois de gestation. Ces vaches étaient nourries avec un mélange de céréales et de foin. Le foin a été inhabituellement exposé à la pluie et le dessus des balles était humide. Des analyses toxicologiques ont donc été effectuées sur le foin et ont montré la présence de zéaralénone à hauteur de 10 mg/kg de matière sèche. On peut donc dire que la consommation de foin contenant de la zéaralénone à hauteur de 10 mg/kg de matière sèche a été suivie d'une série d'avortements dans un troupeau de vaches **(29)**.

- **Par les nitrates**

Les nitrates ont trois origines : les engrais azotés minéraux, les engrais azotés organiques c'est à dire les lisiers et l'humus du sol. La dose létale des nitrates est de 32 mg/kg de poids vif et celle des nitrites est de 6,5 mg/kg de poids vif chez les bovins. Une fois dans le rumen, les nitrates sont réduits en nitrites par la flore du rumen. Ils sont alors rapidement absorbés par la muqueuse du rumen et expriment leur fort pouvoir toxique. L'hémoglobine est convertie en méthémoglobine et entraîne une baisse du transport de l'oxygène de la mère au fœtus ce qui entraîne une mortalité fœtale intra-utérine et un avortement **(30)**.

Les premiers symptômes de l'intoxication par des nitrates sont une baisse d'appétit et de l'abreuvement. On observe ensuite un changement de couleur des muqueuses (cyanose) particulièrement visible au niveau de la muqueuse vulvaire : elle devient progressivement grisâtre puis gris-brunâtre. Chez les vaches gestantes, les premiers signes d'intoxication aux nitrates sont des avortements qui résultent d'une anoxie fœtale **(30)**.

- **Par le plomb**

On en trouvait autrefois dans des peintures et sur des barrières métalliques et surtout dans les anciennes batteries qui sont la principale cause d'intoxication des bovins au plomb **(31)**. La dose létale dans le cas d'ingestion unique est de 600 à 800 mg/kg de poids vif et de 6 à 10 mg/kg/jour lors d'ingestion répétée. Les signes cliniques lors d'intoxication aiguë chez les ruminants sont des signes nerveux, des signes digestifs et des avortements.

Un cas clinique d'intoxication chronique au plomb suivie d'avortements a été décrit par les chercheurs Frape et Pringle en 1984.

A.4. Autres causes abortives non infectieuses

- Mauvais état général de la mère et en particulier une hyperthermie importante et prolongée peut entraîner un avortement.
- Carences en sélénium associée à La dystrophie musculaire chez le fœtus. On retrouve certaines lésions chez le fœtus aussi comme une cardiomégalie, de l'ascite et un foie nodulaire. Ces avortements dus à une carence très sévères de sélénium **(32)**.
- Stress thermique : Les avortements liés à un stress thermique trop important sont dus à une réduction de la perfusion utérine. Mais le stress thermique est surtout à l'origine de mortalité embryonnaire en raison d'une baisse du taux de vitamine C **(33)**.
- Gémellité : L'incidence de la gémellité est de 1,0 % en élevage laitier et de 0,5% en élevage allaitant. Cette incidence varie aussi en fonction de la race et de l'âge.

La présence d'un corps jaune sur chaque ovaire et un fœtus dans chaque corne utérine. Les échecs de gestation suite à une double ovulation sont principalement dus à de la mortalité embryonnaire **(34)**.

La capacité utérine est un facteur limitant pour la survie des fœtus. Ainsi une gestation multiple est plus souvent suivie d'avortements. La mise en place d'anastomoses vasculaires entre les fœtus semble aussi intervenir dans leur survie. Lors de la mort de l'un des deux, des substances toxiques peuvent atteindre le second fœtus et entraîner sa mort **(35)**.

B) CAUSES INFECTIEUSES

B.1. Agents Bactériens

- **La Brucellose**

La bactérie la plus concernée par les avortements bovins est *Brucella abortus* qui doit être soumise à une déclaration obligatoire car elle est zoonose. Cette maladie se trouve partout dans le monde surtout en Algérie. *Brucella* se multiplie dans l'espace utéro-chorial, entraînant une placentite exsudative et nécrotique. Si les lésions provoquées par cette atteinte placentaire sont étendues, le fœtus meurt par anoxie ce qu'il provoque l'avortement. Les avortements brucelliques sont de type enzootique. C'est le signe clinique le plus fréquent de cette maladie, touchant environ 80% des animaux exposés au germe. L'infection par cette

bactérie entraîne un avortement dans la deuxième moitié du 5^{ème} mois de gestation ou la naissance prématurée de veaux faibles. Les animaux infectés peuvent également présenter des symptômes tels que rétention placentaire, métrites, boiteries, mammites, lymphadénites et orchites. La confirmation du diagnostic nécessite l'identification de la bactérie à partir d'échantillons tels que liquides stomacaux, poumons du fœtus, placenta, sécrétions utérines ou lait **(3, 13, 14, 36)**.

- **La Chlamydiose**

La chlamydiose est une maladie infectieuse causée par la bactérie *Chlamydia abortus*. Elle peut provoquer des avortements chez les bovins après 40^{ème} jours de contaminations dans de nombreux pays à travers le monde, affectant jusqu'à 10 à 20% des gestations **(37, 38, 39)**.

Des études ont montré que l'utilisation de sperme infecté par *Chlamydia abortus* lors d'insémination artificielle peut également entraîner des avortements, soit en raison des effets directs de la bactérie sur l'ovule fécondé, soit en raison de ses effets sur l'endomètre. Les avortements surviennent généralement au cours du dernier trimestre de gestation, bien qu'ils puissent également se produire plus tôt. Des avortements ont également été observés chez des vaches infectées expérimentalement par voie intraveineuse, intramusculaire ou sous-cutanée, avec des délais variables allant de 5 jours à 4 mois après l'infection **(40)**.

- **La Fièvre Q**

La fièvre Q est une maladie infectieuse contagieuse zoonose. Elle est causée par une bactérie appelée *Coxiella burnetii*. Ces bactéries se multiplient lors il y'a une baisse de l'immunité comme la période de gestation. L'avortement dû à *Coxiella burnetii* survient à tout stade de gestation mais surtout dans la deuxième moitié. On peut également avoir la naissance de veaux prématurés et de veaux chétifs. Elle peut causer des troubles de la reproduction, notamment métrites et retours en chaleurs tardifs. La capacité abortive de cette maladie a été confirmée par des études **(41, 42)**.

- **La Listériose**

L. monocytogenes est l'espèce de germe de listériose la plus souvent impliquée dans les avortements bovins. Après la contamination par la voie orale par l'ensilage de PH supérieur de 6, les bactéries peuvent envahir les phagocytes. En se multipliant au niveau du système

réticulo-endothélial, elles entraînent l'apparition de foyers de nécrose sur la rate et le foie. Si l'organisme ne parvient pas à éliminer les bactéries, celles-ci parviennent jusqu'à la circulation sanguine et il y a bactériémie. Les bactéries peuvent alors atteindre de nombreux organes dont l'utérus. Chez la vache gestante, la colonisation du placenta et du fœtus survient dans les 24 heures suivant la bactériémie. L'atteinte placentaire secondaire (œdème, nécrose) entraîne un avortement entre 5 à 10 jours après l'infection **(2)**.

- **La Campylobactériose**

La campylobactériose est une maladie bactérienne qui affecte principalement les vaches et qui se caractérise par un catarrhe vagino-utérin, une infertilité, une mortalité embryonnaire et des avortements qui peuvent survenir entre le cinquième et le sixième mois de gestation, ainsi que des cas de rétention des annexes fœtales **(43)**.

- **La Salmonellose**

Dans un troupeau, les avortements dus aux salmonelles sont accompagnés d'hyperthermie chez la vache qui avorte dans 10% des cas. Ces troubles peuvent être un peu plus fréquents chez les très vaches et chez les veaux du troupeau (voir Chapitre Salmonelloses). Les manifestations sont persistantes au cours d'une saison de vêlage et au cours des années suivantes lorsqu'aucune prévention sanitaire n'est mise en place. Si en revanche, la maladie touche l'ensemble du troupeau (endémie), l'avortement n'est que sporadique. Est plus fréquent vers le 7 mois de gestation mais peut toucher le fœtus ou l'embryon à tous les stades de leur développement. Les avortements précèdent souvent les autres manifestations cliniques de la maladie et la mortalité **(2)**.

B.2. Agent Viraux

Les conséquences d'une infection virale sur le fœtus pendant la gestation varient selon le moment où l'infection est contractée. Si elle survient pendant les deux premiers trimestres, elle peut entraîner une mort embryonnaire ou fœtale, avec un avortement possible à différents moments. Cela entraîne généralement l'expulsion d'un fœtus qui sera souvent autolysé.

Si l'infection survient au cours du dernier trimestre, la réponse immunitaire peut être suffisante pour permettre la naissance à terme du fœtus. Cependant, une réponse immunitaire excessive peut entraîner un état de stress chez le fœtus, qui sera expulsé prématurément. Dans ce cas, l'autolyse ne sera pas nécessairement observée **(43)**.

- **Diarrhée Virale Bovine (BVD) / Maladie des Muqueuses (MM)**

Des études ont démontré que la présence du virus de la diarrhée virale bovine dans les troupeaux entraîne un taux d'avortement de 2 à 3 fois plus élevé, tandis qu'une introduction de ce virus dans un élevage peut causer un taux d'avortement pouvant atteindre 20%. Et aussi des pertes économiques importantes pour les éleveurs de bovins. Des études en Afrique ont montré que la prévalence de la maladie étudiée diffère selon les régions. Au Sénégal, les recherches menées par Bernard et Boijrdin en 1971 **(44)** et Provost et al. en 1964 **(45)** ont rapporté des prévalences allant de 61% à 78%, tandis qu'une autre étude menée par Habimana en 2008 **(46)** a révélé une prévalence de 47%. Une enquête menée dans le nord du Cameroun et l'ouest du Tchad a montré que 75% des sérums de sujets adultes étaient positifs, tandis qu'au nord du Nigeria, Okeke en 1976 **(47)** a rapporté une prévalence de 13,4%.

En Suisse, des études ont montré que l'infection par la maladie étudiée pendant les deux premiers mois de la gestation chez une vache peut entraîner un retour en chaleur, tandis qu'une infection survenant autour du cinquième mois de gestation peut provoquer des avortements ou la naissance de veaux malformés. L'insémination d'une vache infectée peut entraîner un échec.

En France, la prévalence des sujets infectés en permanence et immunotolérants est estimée à moins de 2%, tandis que la proportion de fœtus infectés serait de 8% à 20%. Ces chiffres suggèrent que l'infection par la maladie peut causer un nombre important de décès de fœtus ou de veaux après la naissance **(48)**.

La maladie BVD-MM a des conséquences négatives sur la reproduction des bovins, entraînant des avortements, des mortalités néonatales et des naissances de veaux infectés.

- **Le virus de Schmallenberg**

Le *virus de Schmallenberg* est nommé SBV. En décembre 2011, des malformations menant à une mort fœtale in-utero ou survenant rapidement après la mise-bas ont été rapportées en Allemagne. Le principal signe clinique observé est l'avortement **(49)**.

- **La Rhinotrachéite Infectieuse Bovine (IBR)**

L'Herpèsvirus bovin de type 1 (BHV-1), agent de la Rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR) est l'un des cinq espèces d'Herpèsvirus connues chez les bovins. Il appartient à la famille des Alpha herpes viridae. L'IBR est présente dans le monde entier et près de 50% des cheptels de bovins adultes ont déjà été en contact avec cette pathologie **(50) (51)**.

L'infection par l'IBR peut être à l'origine d'avortements. L'avortement est dû à une atteinte secondaire du fœtus. La mort fœtale survient en 15 à 65 jours. Les avortements sont plus fréquemment rencontrés lors du dernier trimestre de gestation **(52)**. On peut également observer des mortalités néonatales jusqu'à 12 jours après la naissance **(53)**.

- **Le Virus de la Fièvre Catarrhale Ovine (FOV)**

Le virus de la fièvre catarrhale ovine est un virus non enveloppé de la famille des Reoviridae et du genre Orbivirus. Également appelée Blue Tongue. Cette maladie touche tous les ruminants. Le virus se transmet grâce à la pique d'arthropodes vecteurs du type Culicoides. Le virus de la FCO présente un tropisme pour l'utérus gravide qui est très vascularisé dont l'infection provoque des lésions vasculaires et la formation d'hématomes sur le placenta. L'avortement est induit par l'infection du fœtus par le virus même ou par le stress maternel ressenti par le fœtus. Le virus a un tropisme nerveux à l'origine d'anomalies congénitales lors d'infections précoces **(54)**.

Dans les premiers jours de gestation et jusqu'à 70 jours de gestation, on observe principalement de la mortalité embryonnaire et fœtale **(55)**.

Entre le 70^{ème} et le 130^{ème} jour de gestation, le fœtus présente une nécrose cérébrale massive et/ou une malformation du système nerveux central comme de l'hydranencéphalie, une destruction cérébelleuse ou une destruction du tronc cérébral. On observe parfois des troubles comportementaux et des troubles de la locomotion **(55)**.

Pour un stade de gestation supérieur à 130 jours, une atteinte du fœtus par le virus entraîne une destruction sélective des cellules gliales non différenciées, ce qui provoque la formation de kystes cérébraux et une dilatation des ventricules latéraux (55).

- **Fièvre de la Vallée du Rift**

La fièvre de la vallée du rift est une maladie virale aiguë pouvant affecter gravement diverses espèces d'animaux domestiques (tels que les buffles, les camélidés, les bovins, les caprins et les ovins) ainsi que l'homme. La maladie se traduit chez ces espèces par de la fièvre, un tableau clinique sévère, des avortements ainsi qu'une morbidité et une mortalité fortes. Les manifestations cliniques de cette maladie sont fonction de l'espèce animale et d'autres facteurs tels que l'âge et l'état gravide (gestatif). Chez les bovins affectés par la maladie, les femelles gravides avorteront de manière systématique (80-100%) (56).

B.3. Agents Parasitaires

B.3.1. Mycoses

Les champignons impliqués dans des avortements bovins. Les principaux signes cliniques reproducteurs observés lors de mycose chez la vache sont une vulvo-vaginite, une endométrite, un pyomètre et une placentite pouvant provoquer un avortement, ou bien la naissance de veaux mort-nés et l'infertilité. Les avortements mycosiques sont surtout tardifs, aux alentours du 6ème et 8ème mois de gestation. Un avortement mycosique ne semble pas interférer avec les gestations suivantes. Il s'agit souvent de cas isolés mais une succession de cas peut être observée lors de contamination massive de l'environnement par des spores. Les champignons impliqués dans des avortements bovins appartiennent à différents groupes : Aspergillus environ 75% des avortements mycosiques sont dus à ce champignon, Mucor et Candida (57).

Ces champignons se localisent dans le placenta. Ce sont des champignons présentant une distribution mondiale et qui sont fréquemment isolés à partir du sol, de plantes, de graines mal conservés ou moisies mais aussi sur des animaux (58).

Une fois que ces champignons ont atteint l'utérus, on peut observer un avortement. Il semblerait que l'inflammation et la nécrose du placenta causées par l'invasion par les champignons soient à l'origine d'une diminution de la capacité de transfert de l'oxygène de la

mère au fœtus et donc d'une hypoxie à l'origine d'une mort fœtale. Les avortements mycosiques sont surtout tardifs, aux alentours du 6ème et 8ème mois de gestation. Un avortement mycosique ne semble pas interférer avec les gestations suivantes (58).

B.3.2. Les protozoaires à l'origine d'avortements bovins

- **La Néosporose**

Neospora caninum est un protozoaire intracellulaire obligatoire proche de *Toxoplasma gondii*. Cet agent abortif présente une distribution mondiale. Une comparaison entre différentes études portant sur la prévalence des agents infectieux abortifs montre que la néosporose est une cause majeure d'avortement, puisqu'elle serait impliquée dans 18,0 à 24,4% des cas d'avortements. Elle fait partie des trois agents infectieux les plus fréquemment impliqués dans les avortements bovins en France. *N. caninum* est à l'origine d'avortements bovins. Ils surviennent généralement entre 4 et 6 mois de gestation. *N. caninum* a été, pour la première fois, mis en évidence sur un avorton en 1991. Il s'agit donc d'un agent abortif de découverte relativement récente (59).

- **La Trichomonose**

C'est une affection vénérienne des bovins due à *Trichomonas foetus*, qui entraîne chez la vache une inflammation utérovaginale inductrice d'infécondité, de mortalité embryonnaire, d'avortement précoce et de pyromètre. L'avortement est caractérisé par sa précocité (1^{er} - 2^{ème} mois) et par la lyse fœtale (60).

- **La Toxoplasmose**

La toxoplasmose est une anthroponose de répartition mondiale. Elle affecte l'homme et de nombreuses espèces animales domestiques et sauvages. Elle est causée par *Toxoplasma gondii*, protozoaire intracellulaire obligatoire capable de parasiter presque toutes les cellules des animaux à sang chaud. Si une vache est contaminée pendant la gestation, l'infection peut se traduire par un avortement (jusqu'à 30%) (60).

CHAPITRE II

LE VIRUS SCHMALLEMBERG

II. 1. HISTORIQUE

La première épidémie du *virus Schmallerberg 'SBV'* en Europe a eu lieu en 2011-2012. Le virus a été mis en évidence pour la première fois en Europe en Automne 2011 en Allemagne dans laboratoire allemand FLI (Institut Friedrich Loeffler) dans Ile de Riems suite à l'analyse méta génomique d'un pool d'échantillons sanguins en provenance d'une ferme de la ville de Schmallerberg selon les analyse demandent par les vétérinaires de cette région. Puis s'est propagé très rapidement dans l'Europe. Cette première épidémie a été à l'origine d'une séroconversion très élevée : environ 70% jusqu'à près de 100% dans certaines régions comme en Allemagne « 1117 nombre total d'élevage atteints », en France « 1048 cas », en Belgique « 284 cas » et au Pays-Bas « 234 cas » qui étaient les pays les plus touchés au début de l'épidémie **(61)**.

La seconde période de transmission fut l'année 2012 : la maladie a continué de se propager à d'autres pays européens de l'Est et du Sud et aussi le Nord. Enfin, après avoir atteint toute l'Europe continentale, le virus a également traversé la Manche pour se propager au Royaume-Uni **(61)**.

Le virus avait été signalé fin avril 2013 dans la plupart des États membres de l'Union européenne. Il était présent dans plus de huit mille fermes. Au 1er mai 2013, en France métropolitaine, on a recensé près de 5 000 foyers de SBV congénital, principalement dans des exploitations bovines et ovines. Il y a eu 95 foyers entre le 1er septembre 2013 et le 12 avril 2014, dont 77 élevages bovins, 17 élevages ovins et un élevage caprin **(62)**.

En 2016, le virus a davantage circulé au Pays-Bas, provoquant des épidémies de diarrhées liées au virus chez les bovins, et aussi dans Royaume-Uni. La persistance du virus dans les régions endémiques dépend de la disponibilité du vecteur dans ces zones et de la présence d'hôtes réservoirs domestiques et sauvages. Tant que le *virus de Schmallerberg 'SBV'* circulera en Europe, on ne sera pas à l'abri de voir émerger une nouvelle épidémie majeure, qui pourrait même se répéter tous les 5 à 10 ans **(63)**.

La détection de nombreux virus différents appartenant au séro groupe *Simbu* en Méditerranée et en Afrique indique clairement qu'il y a de nombreux virus circulant dans les régions où le SBV a probablement son origine. De plus, en sachant que des réassortiments génétiques sont possibles entre virus de la famille des Bunyaviridae, il est donc possible que

de futures épidémies dues à des virus présentant une pathogénie et une épidémiologie semblables à celles du SBV aient lieu en Europe (64).

II.2. PRESENTATION DU VIRUS

Le *virus de Schmallerberg* est nommé SBV. Il fait partie de la famille *Bunyaviridae* et de Genre *Orthobunyavirus*. Ce genre est divisé en 18 sérogroupes contenant plus de 170 virus. Le *virus Schmallerberg* appartient au séro groupe *Simbu*. Ce virus est de forme sphérique et enveloppé mesurant entre 80 et 120 nm. Les particules virales sont constituées de 4 protéines structurales : 2 glycoprotéines de surface **Gn** et **Gc**, la polymérase **L** et la nucléoprotéine **N**. Les deux dernières protéines permettent la transcription et la réplication du virus (49).

Le génome du *virus Schmallerberg* comprend trois segments d'ARN monobrin négatif : Le segment large (**L**) qui code pour une ARN polymérase ARN-dépendant. Le segment moyen (**M**) code pour les glycoprotéines virales **Gn** et **Gc** ainsi qu'une protéine non-structurale **NSm**. Ce segment est le plus variable des trois, mais on ne connaît pas l'intérêt. Le segment petit (**S**) code pour une protéine de la nucléocapside **N** avec une petite protéine non-structurale **NSs**. La protéine **N** étant la protéine la plus abondante du virion et dans les cellules infectées, elle est largement employée pour les techniques de diagnostic sérologique et moléculaire (Figure n°3) et (Figure n°4) (49).

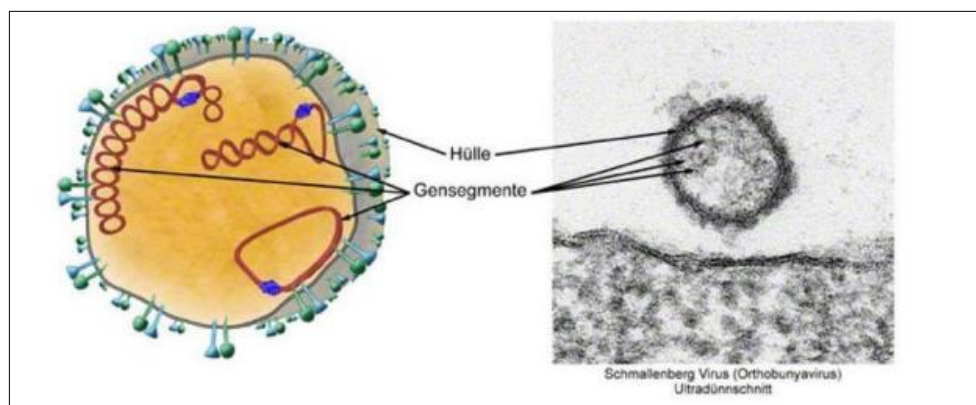


Figure n° 3 : Schéma de la structure du *virus Schmallerberg* (à gauche) et observation au microscope électronique (à droite) (hülle : enveloppe, genesegmente : génome) (65).



Figure n° 4 : *Virus Schmallenberg* observé au microscope électronique à transmission **(66)**.

II .3. PROPRIETES BIOLOGIQUES

II .3.1 Distribution et espèces affectées

Le *virus de Schmallenberg* touche les ruminants domestiques et sauvages, les chevaux et les camélidés. Sa Répartition géographique est dans Europe, dont le Royaume-Uni et la Turquie. La famille de virus existait déjà en Afrique, Asie, Australie et en Palestine **(67)**.

Au 1er août 2012, 5701 foyers de *virus Schmallenberg* sont alors recensés en Europe, toutes espèces confondues 3124 élevages bovins, 2498 élevages ovins et 79 élevages caprins. Au 1er octobre 2012, ce sont 15 pays d'Europe qui sont alors concernés **(68, 69, 70, 71)**. En Turquie, Les résultats RT-PCR étaient positifs chez 1,12% (9/799) des bovins, 5,55% (16/288) des ovins et 5,02% (26/517) des caprins **(72)**.

II .3.2 Résistances aux agents physico-chimiques

Le *virus Schmallenberg* est très sensible à la chaleur et l'acidité. Il est rapidement inactivé par les détergents, les solvants lipidiques et les désinfectants usuels **(67)**.

II .3.3 Transmission

- **Transmission Vectorielle**

Est principalement par les piqûres de moucherons du genre *Culicoides*. *C. sonorensis* pourrait également constituer un réservoir du SBV puisqu'il a été démontré expérimentalement que le virus était capable de se diffuser au sein de cette espèce, déjà

connue comme étant un vecteur du virus de la FCO « la fièvre catarrhale ». Il semblerait que le virus ne puisse pas être transmis par voie transovarienne. Ces moucherons sont plus abondants entre Avril et Octobre, avec une haute saison allant de Juillet à Septembre. Des études ont montré qu'ils pouvaient devenir actifs à 3,5°C et être retrouvés dans la nature pendant des journées plus chaudes d'hiver environ 9°C. Le virus se propage en hiver mais de façon limitée, la température seuil permettant au virus de se répliquer se trouvant entre 12 et 13°C. Le vent joue également un rôle déterminant dans la transmission du virus puisque les moucherons sont transportés par les courants d'air. Les moustiques peuvent également transmettre le virus mais sont des vecteurs beaucoup moins importants que les moucherons (63, 67).

- **Transmission Transplacentaire** : Cette voie est très faible chez bovin (67).
- **Horizontale** : Cette voie de transmission par contact direct est très peu probable. Il n'y a pas transmission par voie sexuelle. On ne sait pas encore si le virus est transmissible par voie vénérienne puisque l'on a retrouvé le génome de l'agent pathogène dans la semence de taureaux (63, 67).

II .4. CYCLE DU VIRUS

Les virus de la famille des Bunyaviridae sont cytolitiques pour les cellules de mammifères mais non cytolitiques pour les cellules d'invertébrés (67). La réplication du SBV est strictement intra-cytoplasmique. Les protéines de surface **Gn** et **Gc** reconnaissent dans un premier temps un récepteur cellulaire. Les particules virales pénètrent dans la cellule par endocytose. L'enveloppe virale et la membrane d'endocytose fusionnent et le matériel génétique est libéré dans le cytoplasme (**Figure n°5**). La transcription et réplication virale peut alors s'opérer par activation de l'ARN polymérase du virion (transcriptase) et la transcription en ARNm des trois segments d'ARN du virion. Le génome des virus à ARN négatif monobrin ne peut pas être traduit directement. L'ARN polymérase possède également une activité endonucléase. Après transcription et traduction primaire de l'ARNm viral, l'ARN du virion se réplique. Puis, une deuxième session de transcription débute, avec une amplification préférentielle des gènes codant pour les protéines structurales nécessaires à la synthèse des virions. L'assemblage des particules virales a lieu au niveau des membranes de Golgi. Les

particules virales en position intra-vésiculaire. Ils sortent de la cellule par bourgeonnement (49).

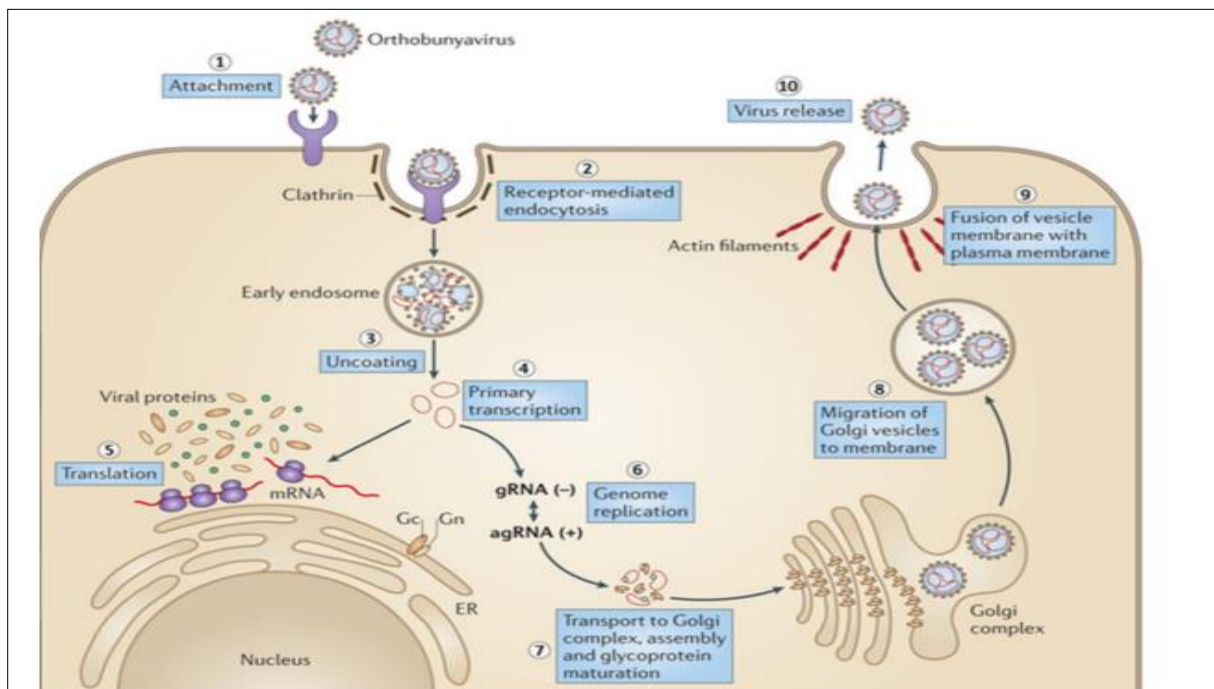


Figure n° 5 : Mode de répllication des orthobunyavirus (73).

II .5. PATHOGENIE

Peu d'éléments sont connus concernant la pathogénie du SBV. Elle dépend des facteurs de virulences codés par les 3 séquences génétiques qui sont le segment large (**L**) et moyen (**M**) et petit (**S**). Des résultats d'histopathologie suggèrent que le SBV a un tropisme marqué pour les cellules nerveuses notamment les neurones et dans le placenta (49).

Chez les génisses ou les vaches gestantes lors une Infection en début de gestation : Mortalités embryonnaires et avortements précoces (troubles de la reproduction). Si Infection entre le 2ème et le 6ème mois de gestation : Sévères lésions dysplasiques du système nerveux central. Et lors qu'Infection en fin de gestation : Lésions moins sévères puisque les systèmes nerveux central et immunitaire fœtal sont davantage développés. On peut avoir une inflammation non suppurative du cerveau et de la moelle épinière (49).

Toutes les infections des femelles gestantes par le SBV durant la période critique de gestation ne sont pas à l'origine d'une perturbation du cours de la gestation, ni n'entraînent systématiquement une réponse immunitaire à médiation humorale fœtale. Cependant, des

anticorps pré-claustraux peuvent être détectables chez des nouveau-nés ne présentant pas de signe clinique. Les anticorps neutralisants acquis après infection sont protecteurs et empêchent donc la réinfection par le virus pendant minimum 2 ans à 3 ans chez les bovins d'après études de 2014 et 2015 (64).

II .6. LA SYMTOMATOLOGIE

Chez les bovins, On a deux grandes catégories de symptômes lors d'infection par le *virus Schmallerberg* :

II.6.1. Les symptômes bénins :

Cette forme est observable chez l'adulte. L'infection peut être asymptomatique ou s'exprimer sous la forme de signes cliniques modérés et non spécifiques pendant quelques jours :

- Fièvre supérieure 41°C
- Mauvaise l'état général
- Perte d'appétit
- Diarrhée pouvant être sévères
- Diminution de la production laitière jusqu'à 50% pendant une dizaine de jours

La virémie dure environs 6 jours. Mais le génome du virus reste longtemps détectable dans le système lymphoréticulaire, surtout au niveau des nœuds lymphatiques mésentériques (74).

II.6.2. Les troubles de la reproduction :

Le virus a la capacité de traverser le placenta, et est à l'origine d'avortements et d'anomalies congénitales après infection d'une femelle gestante. On peut donc observer :

- Avortements
- Mortalités embryonnaires précoces : Elles étaient manifestes lors de l'épidémie de SBV.
- Mortinatalité 'l'expulsion d'un veau mort après plus 260j de gestation'
- Naissance de fœtus momifiés
- Naissances prématurées
- Mortalité des nouveau-nés augmentée

- Malformations congénitales sévères chez les nouveau-nés surtout au niveau du système nerveux central et des muscles squelettiques. On parle de syndrome arthrogrypose. Aussi Les fœtus présentent des malformations du système nerveux central comme une hydranencéphalie, une Porencéphalie, une hydrocéphalie, une hypoplasie cérébrale et cérébelleuse et une micromyélie

L'arthrogrypose est une lésion secondaire révélatrice d'une perte neuronale, à l'origine d'un déséquilibre de l'activité musculaire et d'un développement dysfonctionnel des muscles et des articulations. (74).

II .7. LE DIAGNOSTIC DU VIRUS SCHMALLENBERG

II.7.1. LES PRELEVEMENTS REALISES

- **Pour le diagnostic direct :**

Chez les fœtus avortés ou nouveau-nés malformés, on fait le prélèvement au niveau du Cerveau et tronc cérébral, Placenta, Méconium qui est des excréments accumulés dans les intestins du fœtus durant sa gestation (75).

- **Pour le diagnostic indirect :**

Dans le diagnostic indirect du virus de Schmallenberg (SBV), le sérum est privilégié chez l'adulte pour détecter les anticorps en phase aiguë ou bien la salive peut aussi être utilisée par ELISA c'est une méthode rapide et sensible et spécifique. Chez les fœtus avortés ou les nouveau-nés, le sang fœtal ou le sérum prélevé avant la prise de colostrum permet de détecter des anticorps neutralisants produits par le fœtus lui-même, signe d'une infection congénitale. Les liquides corporels fœtaux peuvent également être analysés à cette fin. (75).

II.7.2. LE DIAGNOSTIC DIRECT

- **RT-qPCR Reverse Transcription Quantitative Polymérase Chain Réaction**

La méthode RT-qPCR est une technique utilisée pour quantifier l'expression des gènes. Elle combine deux étapes principales :

- **Transcription inverse (RT)** : Cette étape convertit l'ARN en ADN complémentaire (ADNc) à l'aide d'une enzyme appelée transcriptase inverse. Elle est essentielle car l'ARN

est généralement instable, et cette conversion permet d'obtenir une molécule d'ADN plus stable (76).

- **PCR quantitative (qPCR)** : Cette étape amplifie spécifiquement l'ADNc produit, tout en mesurant simultanément la quantité de produit amplifié à chaque cycle de la réaction. Cela permet une quantification précise du nombre de copies d'ADN initialement présentes. Cette quantification est rendue possible par l'utilisation de colorants fluorescents ou de sondes spécifiques qui s'hybrident à l'ADNc (76).

La méthode RT-qPCR est très sensible et permet la détection de faibles quantités d'ARN avec une grande précision. Cette méthode est appliquée pour la mise en évidence directe du virus qui se fait essentiellement par détection du génome viral (76).

Le diagnostic de *virus Schmallerberg* repose sur la détection du génome viral. Mais la virémie est courte, de 2-3 jours. Elle se fait par RT-qPCR sur des échantillons de cerveau, cordon ombilical et moelle épinière du fœtus et liquide utérin (49). Le cerveau est l'organe présentant la plus grande charge virale. La RT-PCR peut permettre également de détecter les acides nucléiques viraux chez les adultes pendant une période de temps prolongée dans les tissus lymphoïdes (particulièrement les nœuds lymphatiques mésentériques). Le principal inconvénient de ce test est le manque de sensibilité et le temps de la virémie qui est court ce qui peut induire un résultat négatif (faux négatif) (75).

- **Isolement du virus sur culture cellulaire**

Le virus peut être isolé sur des lignées de cellules d'insectes, des cellules de rein de bébé hamster ou encore sur des cellules de singe vert d'Afrique (75).

II.7.3. LE DIAGNOSTIC INDIRECTE :

Mise en évidence des anticorps de *virus Schmallerberg* sont détectables dans le sérum au moins 2 ans après l'infection (75).

- **Le test de Séroneutralisation**

Le test de Séroneutralisation est considéré comme la méthode de référence pour détecter la présence d'anticorps neutralisants dirigés contre le *virus Schmallerberg*. Cette technique est utile pour diagnostiquer la séropositivité chez l'adulte. Elle permet d'identifier le virus. Ce

test est plus spécifique et plus sensible que les ELISA selon un essai réalisé au sein de laboratoires européens. L'inconvénient de cette méthode est que sa réalisation est longue et qu'elle nécessite des équipements spécifiques de culture cellulaire **(75)**.

- **La méthode ELISA**

Des tests ELISA sont actuellement disponibles dans le commerce. Cette technique est utile pour diagnostiquer la séropositivité d'un adulte. De plus, la réalisation d'un test ELISA sur la salive constitue une méthode de diagnostic rapide et non-invasive et moins coûteux que la PCR. Ces tests peuvent aussi être utilisés pour effectuer des dépistages à grande échelle et mener des études séro-épidémiologiques **(75)**.

Un test ELISA indirect peut être utilisé afin de mettre en évidence la présence d'anticorps dirigés contre le *virus Schmallerberg*. Il nécessite la réalisation de deux prises de sang afin de pouvoir observer une séroconversion. Une unique prise de sang ne permet pas de conclure sur l'intervention du *virus Schmallerberg* dans la survenue de l'avortement. Un résultat positif permet seulement de montrer que la vache a été en contact avec le virus **(49)**. On peut obtenir des faux négatifs lorsque le veau a été atteint avant de développer son immunocompétence. Il ne présentera pas d'anticorps malgré une atteinte par ce dernier **(49)**.

Remarque :

Aucun anticorps neutralisant spécifique du *virus Schmallerberg* n'a été détecté dans le sang de personnes vivant ou travaillant dans des exploitations infectées par le virus. Il n'existe aucune preuve indiquant que les humains sont sensibles au *virus Schmallerberg*. Ça veut dire que le *virus de Schmallerberg* n'est pas considéré à l'heure actuelle comme une zoonose **(77)**.

❖ **Comparaison entre la méthode PCR et la méthode ELISA**

Van Maanen et al (2014) ont présenté les conclusions d'une étude visant à comparer les résultats obtenus en utilisant la méthode PCR ou en mettant en évidence les anticorps dirigés contre le *virus Schmallerberg*. Ils ont prélevés du sang fœtal d'agneaux ou de veaux présentant le syndrome d'arthrogrypose-hydranencéphalie et ils ont appliqué la méthode PCR et la méthode ELISA. Les résultats ont montrés que chez les veaux, 58% ont répondu positivement à la méthode ELISA contre 1% pour la technique PCR **(78)**.

Van Maanen et al (2014) ont conclu que l'utilisation combinée de la PCR et de l'ELISA permet une approche diagnostique plus complète, où la PCR est idéale pour la détection rapide et directe de l'infection, et l'ELISA pour les études de surveillance à grande échelle et le suivi de la réponse immunitaire **(78)**.

- **Immunofluorescence indirect (IFI)**

Dans cette technique, des cellules infectées par le *virus Schmallerberg* sont fixées sur une lame, et les anticorps présents dans le sérum de l'animal sont détectés à l'aide d'un anticorps secondaire marqué par un fluorochrome. L'IFI permet de visualiser directement les interactions entre les anticorps et le virus sous un microscope à fluorescence **(79)**.

II.7.4. LE DIAGNOSTIC HISTOPATHOLOGIQUE

L'histopathologie est l'examen microscopique des tissus affectés capable de révéler des lésions caractéristiques, comme l'infiltration de cellules inflammatoires et des signes de nécrose. L'histopathologie peut être complétée par des techniques telles que la PCR (Polymérase Chain Réaction) pour détecter le matériel génétique du virus, ou l'immunohistochimie pour identifier les antigènes viraux dans les tissus **(75)**.

Les lésions Histopathologies rencontrées lors d'atteinte par le *virus Schmallerberg* sont :

- **Les lésions cérébrales** : Le virus peut causer des anomalies cérébrales, comme l'encéphalomyélite, se manifestant par des lésions de la substance grise et de la substance blanche du cerveau et une nécrose des neurones dans le cerveau **(75)**.
- **Les malformations congénitales** : Les anomalies sont souvent observées dans les tissus cérébraux et peuvent inclure des microcéphalies ou des anomalies des structures cérébrales comme les ventricules élargis ou des agénésies corticales **(75)**.
- **Les tissus musculaires et osseux** : Les lésions dans les muscles peuvent inclure des signes de dégénérescence musculaire, et les os peuvent montrer des anomalies de minéralisation **(75)**.

II .8. LES MESURES SANITAIRES ET PROPHYLAXIQUES

II.8.1. LE CONTROLE DU VECTEUR

- A l'échelle du troupeau :

L'utilisation d'insectifuges ou d'insecticides, cette méthode pourrait être considérée comme un moyen de réduire le risque d'exposition des animaux sensibles aux moucheron vecteurs du virus. Un traitement chimique beaucoup plus appliqué chez les ovins. Cette mesure est peu pratique pour le bétail vivant en liberté **(80)**.

- A l'échelle environnementale :

Le contrôle environnemental des sites de reproduction des moucheron dans les exploitations est inefficace. Les méthodes de contrôle des Culicoides ont une action limitée puisque le virus SBV semble se répliquer et se propager rapidement chez ces moucheron **(80)**.

- Gestion du pâturage :

Elle a également pour but de prévenir la transmission transplacentaire. Les jeunes bovins (génisses) devraient être gardés à l'extérieur pour qu'ils soient exposés aux moucheron et puissent développer une immunité protectrice vis-à-vis du virus avant la première mise à la reproduction. Il semblerait que la durée d'immunité après infection naturelle par le virus soit d'au minimum 2 ans à 3 ans .chez les bovins d'après plusieurs études de 2014 et 2015 **(80)**.

II .8. 2. LES MESURES MEDICALES

- La vaccination :

La vaccination du bétail contre un virus transmissible par un insecte peut jouer un rôle essentiel dans la réduction de la circulation du virus dans une zone touchée et même pour élimination la maladie. L'utilisation d'un vaccin est beaucoup plus sûre pour acquérir une immunité contre l'agent pathogène que l'exposition des animaux aux vecteurs pour provoquer une infection naturelle **(81)**.

La maladie peut être évitée en ayant recours à des vaccins inactivés dirigés contre des virus proches de du *virus Schmallerberg*. Une étude menée en 2013 par Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) : Principalement impliqué dans les études virologiques et Bayer Health Care : Développeur du vaccin expérimental et aussi Universités vétérinaires allemandes et néerlandaises portant sur des vaccins à virus inactivés a montré que l'immunité protectrice

chez les bovins et les ovins se mettait en place 3 semaines après la seconde injection de vaccin, la première injection ayant été faite 3 semaines avant la seconde **(81)**.

Pour éviter la propagation de cette maladie, on doit mettre en place un programme de vaccination avant la première mise à la reproduction. De plus, la vaccination des mères avant la saison de reproduction semble être la méthode de prévention la plus efficace. La vaccination d'une femelle assurera la protection du fœtus des effets tératogènes en empêchant la transmission transplacentaire du virus. Elle protège aussi les hôtes sensibles contre la maladie et empêche apparemment la transmission vectorielle **(81)**.

Des vaccins inactivés sont disponibles en Europe. Par exemple : en France, deux vaccins ont obtenu chacun une AMM circonstances exceptionnelles : • Bovilis® SBV (MSD Santé Animale) • SBVVAX® (Merial). Selon les fabricants, l'immunité serait acquise 3 semaines après la primo-vaccination, qui comprend une ou deux injection(s) selon les protocoles. En revanche, la durée de l'immunité induite est encore indéterminée. L'AMM est disponible pour les bovins et les ovins. Cependant, l'ANSES a supprimé l'AMM pour le vaccin SBVVAX® en Janvier 2018 **(81)**.

II .8.3. LES MESURES REGLEMENTAIRES

L'atteinte par le *virus Schmallerberg* est considérée comme une maladie d'élevage. Il n'existe pas de réglementation spécifique en matière de gestion de *virus Schmallerberg* à l'échelle européenne ou internationale. Par conséquent, les exploitations suspectes ou les foyers ne font pas l'objet de mesures de restriction particulières **(82)**.

Un dispositif de surveillance nationale de la forme congénitale de la maladie a été mis en place en France dès le mois de janvier 2012 pour détecter le virus. Son objectif est de repérer une incidence élevée de cas cliniques sur le territoire. Ce dispositif fait appel à un réseau de vétérinaires sentinelles réparti dans toutes les régions de France métropolitaine et européennes **(83)**.

Les critères cliniques de l'atteinte congénitale par le *virus Schmallerberg* sont les suivants **(84)** :

- ❖ L'Arthrogrypose : Déformation ou blocage de l'articulation d'un ou plusieurs membres
- ❖ La Scoliose, cyphose : Malformations de la colonne vertébrale

- ❖ La Torticolis : Anomalie du port de la tête
- ❖ La Brachygnathie : Raccourcissement de la mâchoire inférieure
- ❖ L'Hydrocéphalie : « Grosse tête »

Toute suspicion peut mener à une déclaration volontaire des éleveurs et de leur vétérinaire. Néanmoins, la confirmation biologique de l'infection (par PCR ou sérologie sur nouveau-né) n'est pas obligatoire et est à l'appréciation de l'éleveur et du vétérinaire **(83)**.

Le statut d'élevage « confronté au *virus Schmallerberg* » s'appliquera pour « tout élevage ovin ou caprin dans lequel, sur un lot de mise-bas, au moins deux agneaux ou chevreaux ou tout élevage bovin dans lequel au moins un veau ont présenté à la naissance au moins un des signes cliniques listés ci-dessus ». La situation épidémiologique actuelle est enzootique. On observe des fluctuations d'incidence selon les années, probablement dues aux variations dans la proportion d'animaux naïfs, à l'abondance des moucheron et aux conditions climatiques notamment. L'évolution épidémiologique de la maladie peut être suivie sur le site de la plateforme nationale d'épidémiosurveillance en santé animal (ESA) **(83)**.

CHAPITRE III
SEROPREVALENCE DU VIRUS *SCHMALLENBERG* CHEZ
LES VACHES AVORTEES DANS LA WILAYA DE BLIDA

III.1 MATERIEL ET METHODES

III.1.1 Zone d'étude, échantillonnage

L'étude a été réalisée entre les mois d'octobre 2024 et février 2025. Elle concerne 130 cas d'avortements bovins cliniques provenant de 130 vaches dont l'âge varie entre 3 et 6 ans et appartenant à 97 élevages situés dans la wilaya de Blida et dont le dépistage de la brucellose et de la tuberculose est réalisé de manière systématique.

La wilaya de Blida qui s'étend sur une superficie de 1 478,62 km², se situe dans la partie nord du pays, dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au nord par les wilayas de Tipaza et d'Alger, à l'ouest par la wilaya d'Ain Defla, au sud par la wilaya de Médéa et à l'est par la wilaya de Bouira (**Figures n°6**) (85).



Figures n°6: Zone d'étude «Wilaya de BLIDA» (85)

III .1.2 Analyse Sérologique

Chaque vache ayant avorté a fait l'objet d'un prélèvement de 5 ml de sang, réalisé par un vétérinaire, au niveau de la veine caudale au moyen d'un tube sec de type Vacutainer. Les prélèvements ont été réalisés dans un délai maximum de deux mois après la déclaration de chaque avortement ; ce qui réduit les chances de trouver des anticorps à un taux très faible. Les prélèvements ont ensuite été acheminés au laboratoire de biotechnologie animale de l'université Blida 1 dans une glacière à une température de + 4°C puis centrifugés pendant 5 min à 3 000 tours par minute. Les sérums ont été recueilli grâce à une micropipette et mis dans des eppendorff d'une capacité de 1.5 ml puis conservés à une température de – 20°C jusqu'au moment de la réalisation du test sérologique.

La présence d'anticorps *anti-virus Schmallenberg* a été détectée au moyen de kits ELISA (IDVET, Montpellier, France). Le kit utilisé pour la recherche des anticorps *anti-virus de Schmallenberg* est le kit ID Screen® *Schmallenberg* virus compétition Multi-species utilisant une nucléoprotéine recombinante du *virus de Schmallenberg* (**Figure n°7**). La spécificité et sensibilité diagnostiques annoncées de ce test par le producteur sont de 100 % respectivement.



Figure n°7 : Le kit ELISA utilisé pour la recherche des anticorps *anti-virus de Schmallenberg*

❖ **La composition du kit utilisé est la suivante (Annexes) :**

- Microplaques sensibilisées avec une nucléoprotéine recombinante du *virus Schmallenberg* ; contenant chacune 96 puits répartis en 12 colonnes (1-12) et 8 lignes (A-H) (stocké à 5°C ± 3° C).

- Le conjugué : Une anti-nucléoprotéine – HRP prête à l'emploi (stocké à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).
- Contrôle positif (stocké à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).
- Contrôle négatif (stocké à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).
- Solution de lavage concentrée (20X).
- Solution de révélation (stockés à $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$).
- Solution d'arrêt (0,5 M).

❖ Mode opératoire

1. Ramener tous les réactifs à température ambiante ($21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) avant l'emploi et les homogénéiser par retournement ou au vortex.
2. Distribuer :
 - 50 μl de contrôle positif dans les cupules A1 et B1.
 - 50 μl de contrôle négatif dans les cupules C1 et D1.
 - 50 μl de chaque échantillon à tester dans les cupules restantes.
3. Incuber 45 min $\pm$ 4 min à 37°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$).
4. Vider les puits. En utilisant le laveur automatique, laver 3 fois chaque cupule avec environ 300 μl de solution de lavage. Eviter le dessèchement des cupules entre les lavages.
5. Distribuer 100 μl de conjugué prêt à l'emploi dans chaque cupule.
6. Incuber 30 min $\pm$ 3 min à 21°C ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).
7. Vider les puits. En utilisant le laveur automatique, laver 3 fois chaque cupule avec environ 300 μl de solution de lavage.
8. Distribuer 100 μl de solution de révélation dans chaque cupule.
9. Incuber 15 min $\pm$ 2 min à 21°C ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) à l'obscurité.
10. Distribuer 100 μl de solution d'arrêt dans chaque cupule pour arrêter la réaction.
11. Mesurer et enregistrer les densités optiques à 450 nm grâce au lecteur ELISA.

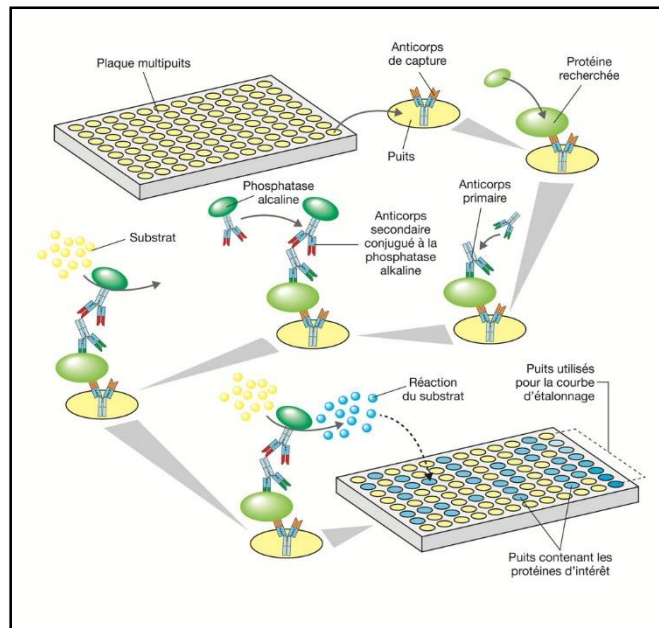


Figure n°8 : Les différents étapes de la méthodes ELISA

Pour le kit ELISA utilisé concernant la recherche des anticorps anti- *virus Schmallerberg* le principe était le suivant :

- Les cupules sont sensibilisées avec une nucléoprotéine recombinante spécifique du *virus Schmallerberg*.
- Les échantillons à tester et les contrôles sont distribués dans les cupules. Les anticorps spécifiques *anti-virus Schmallerberg*, s'ils sont présents, forment un complexe antigènes-anticorps qui masque les épitopes de la nucléoprotéine.
- Après lavage, un conjugué *anti-nucléoprotéine* marqué à la peroxydase (HRP) est distribué dans les cupules. Il se fixe aux épitopes de la nucléoprotéine restent libres, formant un complexe antigène-anticorps-conjugué-HRP.
- Après élimination du conjugué en excès par lavage, la réaction est révélée par une solution de révélation (TMB).
- La coloration qui en résulte est liée à la quantité d'anticorps spécifiques présents dans l'échantillon à tester :
 - ✓ En présence d'anticorps dans l'échantillon, il n'apparaît pas de coloration.
 - ✓ En l'absence d'anticorps dans l'échantillon, il apparaît une coloration bleue qui devient jaune après blocage.

❖ Validation du test et interprétation des résultats

Le test est validé si :

- ✓ La valeur moyenne de la densité optique des contrôles négatifs (DO_{cn}) est supérieure à 0.7 pour le virus *Schmallenberg*.

$$DO_{cn} > 0.7$$

- ✓ Le rapport entre la moyenne des contrôles positifs (DO_{cp}) et la moyenne des contrôles négatifs (DO_{cn}) est inférieur à 0.3 (< 30%) pour le virus *Schmallenberg*

$$DO_{cp}/DO_{cn} < 0.3$$

Ces deux conditions étant réunies, une mesure des densités optiques des échantillons testés à une longueur d'onde de 450 nm a été réalisée. Les pourcentages S/N (*sample* [pour échantillon] / *negative* [pour sérum de contrôle négatif]) ont été calculés en appliquant l'équation 1 et interprétés selon la notice du fabricant du test ELISA (**Tableau n°1**).

$$\frac{S}{N} \% = \frac{DO_{\text{échantillon}}}{DO_{\text{contrôle négative}}} \times 100 \quad \text{(Équation 1)}$$

Un élevage a été considéré comme séropositif si au moins une vache appartenant à cet élevage était séropositive. La séroprévalence a été calculée en divisant le nombre de sérums sérologiquement positifs et douteux sur le nombre total des sérums analysés.

Tableau n°1 : Valeur des seuils d'interprétation de kit ELISA utilisé pour la détection d'anticorps dirigés contre *le virus de Schmallenberg*

Interprétation	<i>Virus de Schmallenberg</i>
Positif	S/N % ≤ 40 %
Douteux	40 % < S/N % ≤ 50 %
Négatif	S/N % > 50 %

ELISA : Méthode immuno-enzymatique

S/N : Sample (échantillon testé) / Négative (échantillon témoin négatif)

III .1.3 Analyse statistique

Le calcul de la prevalence a été réalisé par le logiciel XLSTAT (version 2023. 2. 0. 1411), les taux de séroprévalence à l'échelle individuelle et du troupeau sont donnés avec un intervalle de confiance à 95 %.

III .2 RESULTATS

III.2.1 Résultats de la seroprevalence obtenue à l'échelle individuelle du virus Schmallerberg.

Le Tableau suivant (**Tableau n°2**) représente les résultats obtenus concernant le statut des 130 sérums sanguins de vaches avortées par technique ELISA et cela à l'encontre du virus recherché à savoir *le virus Schmallerberg*.



Figure n° 9 : L'image de la plaque ELISA

Tableau 02 : Résultats de l'Analyse individuelle des 130 sérums bovins avortés par technique Elisa pour *le virus Schmallerberg*.

Statut	Virus Schmallerberg	
	N	%
Douteux	2	1.54%
Positif	29	22.31%
Negatif	99	76.15%
Total	130	100%

P : positif ; D : douteux ; N : négatif ; % : pourcentage, N : nombre.

Il en ressort que :

En se référant aux seuils d'interprétation fixés par le fabricant du kit ELISA utilisé par la présente étude (**Tableau n°1**), (**Figure n°8**). Les sérums testés étaient considérés douteux pour le *virus Schmallerberg* si $40 \% < S/N \% \leq 50 \%$, positifs si $S/N \% \leq 40 \%$ et négatifs si $S/N \% > 50 \%$.

Ainsi, sur les 130 sérums testés :

- 99 étaient considérés négatifs soit **76.15%**.
- 2 étaient considérés douteux soit **1,54%**.
- 29 étaient considérés positifs soit **22.31%**.

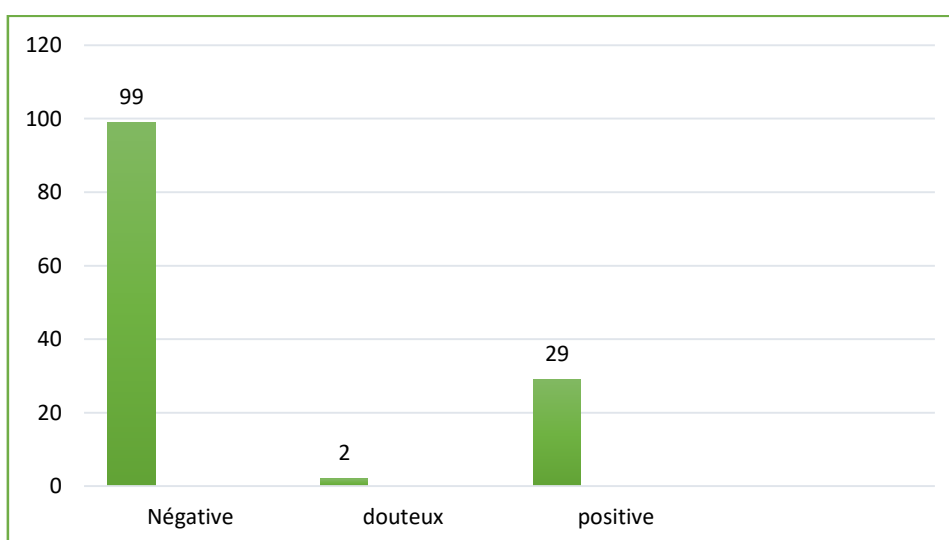


Figure n°10 : Résultats de l'Analyse individuelle des 130 sérums bovins avortés par technique Elisa pour le virus Schmallerberg

➤ Calcul de la Séroprévalence individuelle Apparente

La séroprévalence individuelle apparente est le nombre de vaches positives et douteuses par rapport au nombre total de vaches analysées.

La séroprévalence individuelle apparente (résultats douteux et positifs) du *virus Schmallerberg* a été de **23.84%** (31/130) (IC 95% : 19,89 à 28,12) (**Tableau n°3**).

Tableau n°3 : Séroprévalence individuelle apparente des anticorps contre le *virus Schmallerberg*

Statut	Virus Schmallerberg	
	N	%
Douteux	2	1.54%
Positif	29	22.31%
Negatif	99	76.15%
Total	130	100%
Taux de prévalence individuelle apparente (IC à 95%) = (P+D) / T	23.84% (31 / 130) (IC 95% : 19,89 à 28,12)	

P : positif ; D : douteux ; T : total ; N : nombre ; % : pourcentage ; IC : intervalle de confiance.

III .2.2 Résultats de la seroprevalence obtenue à l'échelle du troupeau pour le virus Schmallerberg.

Le (Tableau n°4) présente les résultats obtenus du statut des 97 troupeaux de bovin laitier par la technique ELISA et cela à l'encontre du virus recherché : *virus Schmallerberg*.

Un élevage a été considéré comme séropositif si au moins une vache appartenant à cet élevage était séropositive.

Tableau n°4 : Résultats de l'Analyse des 97 troupeaux par la technique Elisa pour le virus Schmallerberg.

Statut	Virus Schmallerberg	
	N	%
Douteux	2	2.06%
Positif	25	25.77%
Negatif	70	72.16%
Total	97	100%

P : positif ; D : douteux ; N : négatif ; % : pourcentage, N : nombre.

Il en ressort que :

En se référant aux seuils d'interprétation fixés par le fabricant du kit ELISA utilisé par la présente étude (Tableau n°1), (Figure n°9). Un élevage a été considéré comme :

- Négatif si toutes les vaches appartenant à cet élevage avaient présentées un statut négatif pour le *virus Schmallerberg*.

- Douteux si au moins une vache appartenant à cet élevage était Douteuse avec absence de statut positif au sein du même élevage pour le *virus Schmallerberg*.
- Positif si au moins une vache appartenant à cet élevage était respectivement positive pour le *virus Schmallerberg*.

Ainsi, sur les **97** élevages :

- **70** étaient considérés négatifs soit **72.16%**.
- **2** étaient considérés douteux soit **2.06%**.
- **25** étaient considérés positifs soit **25.77%**.

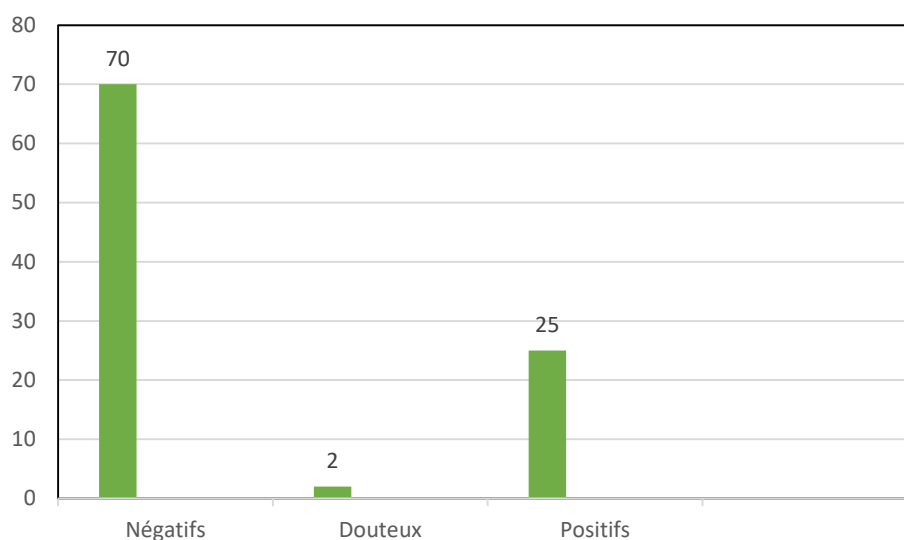


Figure n°11 : _ Résultats de l'Analyse des 97 troupeaux par la technique Elisa pour le virus Schmallerberg

➤ Calcul de la Séroprévalence Apparente des 97 troupeaux étudiés

La séroprévalence apparente est le nombre de troupeaux présentant un statut douteux et positifs par rapport au nombre total de troupeaux.

Ainsi, un troupeau est considéré comme séropositif (résultat douteux et positif) si au moins une vache appartenant à cet élevage était séropositive.

Les taux de séroprévalence apparente des troupeaux obtenue a été pour le *virus Schmallerberg* de **27.83% (27 / 97)** (IC 95% : 21,31 à 33,76) (**Tableau n°5**).

Tableau n°5 : Séroprévalence apparente des 83 troupeaux étudiés pour le *virus Schmallerberg*.

Statut	Virus Schmallerberg	
	N	%
Douteux	2	2.06%
Positif	25	25.77%
Négatif	70	72.16%
Total	97	100%
Taux de prévalence apparente du troupeau (intervalle de confiance 95%) = (P+D) / T	27.83% (27 / 97) (IC 95% : 21,31 à 33,76)	

P : positif ; **D** : douteux ; **T** : total ; **N** : nombre ; % : pourcentage ; IC : intervalle de confiance

III .3 DISCUSSION

En Algérie, seule la brucellose est considérée comme maladie abortive chez les bovins (86), le reste des germes ne sont pas considérés à l'heure actuelle comme abortifs. Dans ce contexte, la présente étude s'est intéressé à la recherche de *virus Schmallerberg* chez les vaches ayant avortées et leurs éventuelle responsabilité quant à l'induction des avortements.

La Séroprévalence **individuelle** apparente du *virus Schmallerberg* obtenue par la présente étude est de **23.84%**, valeur inférieure à celle rapportée en Algérie par Djellata et al (2025) dans le même contexte (vaches avortées) (46.3%) (87) et à celles rapportées par d'autres études dans d'autres pays à savoir : 56.6% et 64.7% en Éthiopie (88), (89), 57,4% en Chine (90), 61% en Tanzanie (91), de 69,9% en Irlande (92), de 94 % au Royaume uni (93), de 29,2 % au Nigéria (94) et de 37,7 % en Pologne (95). Cependant, elle reste supérieure à celle de 13,4% observée en Serbie (96).

La séroprévalence apparente de **troupeaux** du *virus Schmallerberg* obtenue par la présente étude est de **27.83%**, valeur inférieure à celle retrouvée en Tanzanie (87%) (91), en Chine (100%) (90) et en Algérie (73.6%) (87).

A noté que les études citées précédemment ont utilisés la même technique de dépistage à savoir la technique Elisa et réaliser dans le même contexte à savoir l'éventuelle implication du *virus Schmallerberg* dans les cas d'avortement bovin. Cependant, et malgré l'utilisation de la même technique d'analyse « ELISA », le même support biologique à savoir des sérums de vaches avortées, des différences de séroprévalence ont été notés pouvant être expliquée dans certains cas par le faible nombre de vaches avortées, de troupeaux visés, les conditions et la saison de réalisation des prélèvements, le délai entre la survenue de l'avortement et la réalisation des prélèvements sérologique comparé à la présente étude.

Par rapport à la cinétique des anticorps du *virus Schmallerberg* et pour une meilleure interprétation des résultats de la sérologie, on aurait souhaité réalisé un second prélèvement à 15 voire 30 jours d'intervalles (séroconversion), mais malheureusement le refus catégorique des éleveurs nous a empêchés. La technique ELISA utilisée dans le cadre de notre étude offre l'avantage de donner des résultats plus spécifiques et plus sensibles à un moindre coût.

Cependant, Il aurait été intéressant d'effectuer une recherche d'ADN sur les avortons, cela n'a pas été possible pour des raisons pratiques de terrain (surtout l'indisponibilité des avortons).

L'utilisation du test ELISA a été privilégiée vu qu'il est sensible, spécifique, fiable et applicable au dépistage à grande échelle. Il permet de suspecter un contact entre l'animal et l'agent infectieux (exposition), sans pour autant incriminer forcément cet agent comme responsable de l'avortement. Seule la mise en évidence du virus dans l'avorton et les produits annexes, par exemple par le biais de la méthode PCR, permettra d'imputer la responsabilité de l'agent dans l'avortement.

Vu les répercussions assez importantes et non négligeables de la contamination par le *virus Schmallerberg* chez les bovins notamment les adultes et qui se traduit fréquemment par des signes cliniques non spécifiques, l'infection par le *virus Schmallerberg* dont la transmission est vectorielle (moustiques et les moucheron piqueurs) se manifeste généralement par une maladie légère et transitoire, avec anorexie, hyperthermie et chez certains bovins par de la diarrhée et la diminution de la production de lait (jusqu'à 50 %) **(97, 98)**. Dans ce cas de figure, le vent jouant un rôle important dans la transmission du virus, vu que les moucheron et moustiques infectés sont facilement transportés par les courants d'air **(99)**. Le taux de propagation du *virus de Schmallerberg* étant estimé entre 0,9 et 1,5 km/jour **(100)**.

En plus du mode vectoriel de la transmission du virus de *Schmallerberg*, il existe une transmission verticale réalisée entre la mère contaminée ou infectée et le fœtus au cours du premier et du début du deuxième trimestre de la gestation ce qui va entraîner la survenue d'un avortement, une mortinatalité et la naissance de nouveau-nés malformés **(101, 102)**. En fin, pour ce qui est de la transmission horizontale ou directe du virus SBV des bovins infectés vers les bovins sains par contact direct ou par voie oro-nasale ou féco-orale, cette voie n'a pas été démontrée **(103)**. Pareil pour la transmission du SBV des taureaux infectés vers les femelles lors de la saillie naturelle ou via l'insémination artificielle, et malgré la détection du SBV dans le sperme de taureaux infectés, ce mode de transmission n'a pas encore été bien étudié **(104)**.

En définitive, notre étude a montré que l'atteinte par le *virus Schmallerberg*, peut être considérée comme une maladie abortive importante dans les élevages bovins laitiers dans la wilaya de Blida vus les prévalences importantes et non négligeables obtenus par la présente étude.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a permis de confirmer la présence du *virus Schmallerberg* chez les vaches laitières avortées dans la wilaya de Blida, d'en estimer les prévalences à l'échelle individuelle et du troupeau. La principale conclusion qui en ressort est la suivante : L'infection par *virus Schmallerberg* est commune chez les bovins laitiers en Algérie. La caractérisation de la prévalence du *virus Schmallerberg* constitue une première étape intéressante pour la mise de place de recommandations visant à réduire la fréquence des avortements.

A l'issu des résultats obtenus, plusieurs recommandations ont été émises tel que :

- La poursuite de la présente étude par la réalisation d'enquêtes épidémiologiques à plus large échelle associées à l'identification plus spécifiques du virus impliqué par PCR.
- L'identification des différents facteurs de risque liés à l'exposition au *virus Schmallerberg* dans les élevages de bovins en Algérie.
- Il serait souhaitable de pouvoir mettre en place une approche fédérée avec les groupements vétérinaires et les laboratoires vétérinaires et humains. Un inventaire de leurs capacités diagnostiques serait souhaitable pour pouvoir optimiser le diagnostic étiologique des avortements. Le cas échéant, le financement de ces laboratoires devrait être renforcé.
- L'augmentation des ressources destinées au fonds agricole pour dédommager les éleveurs en cas de décision de réforme des animaux pour raisons sanitaires devrait être un incitant majeur les invitant à déclarer les avortements.

BIBLIOGRAPHIE

1. OMS. ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE. GUIDE POUR LA SELECTION ET L'ACQUISITION DU MATERIEL ET DES ACCESSOIRES. (2010).
2. GOURREAU JEAN –MARIE, FATAH BENDALI, SYLVIE CHASTANT, BERNARD CLEARC « LE LIVRE : MALADIES DES BOVINS » 4^{EME} EDITION PAR SELON L'INSTITUT DE L'ELEVAGE, FEVRIER 2008. P 512-519.
3. HANZEN CH., PATHOLOGIES : LES PATHOLOGIES DE LA GESTATION CHEZ LES RUMINANTS (UNIVERSITE DE LIEGE, VETE2078-1 : GESTION DE LA SANTE ET DES PRODUCTIONS DES RUMINANTS), (2016), [HTTP://HDL.HANDLE.NET/2268/70605](http://hdl.handle.net/2268/70605).
4. NYAABINWA PASCAL, 2009. SYNTHESSES SUR LE PLAN REGLEMENTAIRE DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES AVORTEMENTS CHEZ LA VACHE LAITIERE. UC AD-EISMV_ DOCTORAT EN SCIENCES ET MEDECINES VETERINAIRE.
5. BENDAOU DJELLOUL, CHERIF RACHIDA « LES AVORTEMENTS CHEZ LES BOVINS » PROJET DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE EN 2013 P49.
6. PHILIPPE NICOLLET ET VALOGNES AURELE « ACTUALITES EN MATIERE DE DIAGNOSTIC VETERINAIRE DE LA FIEVRE Q, ENJEUX ET EVOLUTIONS ». BULLETIN DE L'ACADEMIE VETERINAIRE DE FRANCE 160(4) ,289-295,2007.
7. AL FORAR, JM GAY, DD HANCOCK, « FETAL LOSS FREQUENCY IN TEN HOLSTEIN DAIRY HERDS » CC GAYTHERIOGENOLOGY 45 (8), 1505-1513, 1996
8. GIVENS M.D., MARLEY M.S.D., INFECTIOUS CAUSES OF EMBRYONIC AND FETAL MORTALITY. THERIOGENOLOGY. (2008) ; 70 : 270 – 285.GDS, 2008.
9. GUENEAU, E. ET PELLETIER, DU COTE DU LABORATOIRE D'ANALYSES: QUE POUVEZ-VOUS FAIRE? AUTUN, 2012. 27EME JOURNEE TECHNIQUE DES GTV BOURGOGNE. PP. 18-26
10. CONSTANT, F. ET GUILLOMOT, M. FORMATION ET FONCTIONNEMENT DU PLACENTA DES BOVIDES. LE POINT VETERINAIRE, NUMERO SPECIAL REPRODUCTION DES RUMINANTS : GESTATION, NEONATALOGIE ET POST-PARTUM. 2006, PP. 6-11.
11. HANZEN. 2007. « EXPLOITING GENETIC AND PHYSIOLOGICAL DETERMINANTS OF EMBRYONIC RESISTANCE TO ELEVATED TEMPERATURE TO IMPROVE EMBRYONIC SURVIVAL IN DAIRY CATTLE DURING HEAT STRESS ».VOLUME 68, SUPPLEMENT 1, 1 SEPTEMBER 2007
12. RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., HINCHCLIFF, K.W., & CONSTABLE, P.D. (2006). VETERINARY MEDICINE: A TEXTBOOK OF THE DISEASES OF CATTLE, HORSES, SHEEP, PIGS AND GOATS, 10TH EDITION. SAUNDERS ELSEVIER. (CHAPITRE SUR LES AVORTEMENTS BOVINS).

13. TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J.F., BATTUT I., ETIOLOGIE DES AVORTEMENTS CHEZ LA VACHE. POINT VET., 1997, 28(183), 1231-1238. CINETIQUE DE LA BPAG (BOVINE PREGNANCY ASSOCIATED GLYCO PROTEIN) DANS LE PLASMA ET DANS LE LAIT AU COURS DES TROIS MOIS SUIVANT LE PART CHEZ LA VACHE LAITIERE (129-134). IN : REPRODUCTION ET PRODUCTION LAITIERE. - TUNIS: SERVICED. -294 (ACTUALITE SCIENTIFIQUE A UPELF-UREF).
14. BERTHELOT X., PICARD-HAGEN N., L'ORIGINE INFECTIEUSE DES AVORTEMENTS EN ELEPAGE BOVIN, LE NOUVEAU PRATICIEN VÉTÉRINAIRE. ELEPAGES ET SANTE. VOL 2/ N° 11. (DECEMBRE / FEVRIER 2009); 479.
15. ANDERSON, M.L., INFECTIOUS CAUSES OF BOVINE ABORTION DURING MID-TO LATE GESTATION. 2. THERIOGENOLOGY. VOL. 68, 3, (2007), PP. 474-486.
16. ANDERSON 2007 <INFECTIOUS OF BOVINE ABORTION DURING MID-TO LATE GESTATION> THERIOGENOLOGY . VOL .68,3,(2007),PP.474-486
17. SMITH,B.P.(2014) LIVRE DE LARGE ANIMAL INTERNAL MEDICINE
18. BENYOUSSEF, S. COURS LES ANTI-INFLAMMATOIRES. PHARMATOX. [EN LIGNE] 2011-2012.(CITATION:8NOVEMBRE2013)[HTTP://PHARMATOX.VOILA.NET/COURS /CORTICOIDES.PDF](http://pharmatox.voila.net/cours/corticoides.pdf).
19. PETIT, S. DICTIONNAIRE DES MEDICAMENTS VETERINAIRES. RUEIL-MALMAISON : LES EDITIONS DU POINT VETERINAIRE, 2013
20. ENRIQUEZ, B. ET BEUGNET, P. LES INTOXICATIONS DES RUMINANTS PAR LES ANTIPARASITAIRES EXTERNES ET LES ANTHELMINTHIQUES. LE POINT VETERINAIRE. NUMERO SPECIAL 1998, VOL. 29, NUMERO SPECIAL: TOXICOLOGIE DES RUMINANTS, PP. 113-120.
21. FROHNE, D. ET PFÄNDER, H. J. POISONOUS PLANTS, 2ND EDITION. LONDRES : MANSON PUBLISHING, 2005.
22. STEGELMEIER, B.L., ET GARDNER, D.R., ET JAMES, L.F., ET PANTER, K.E., ET MOLYNEUX, R.J. THE TOXIC AND ABORTIFACIENT EFFECTS OF PONDEROSA PINE. VETERINARY PATHOLOGY. 33 1996, VOL. 33, 1, PP. 22-28
23. GUERIN, P. COURS: PATHOLOGIES DE LA GESTATION. 2010.
24. LORGUE, G., LECHENET, J. ET RIVIERE, A. PRECIS DE TOXICOLOGIE CLINIQUE VETERINAIRE. MAISONS ALFORT : EDITIONS DU POINT VETERINAIRE, 1987
25. BUNCH, T. D., PANTER, K. E. ET JAMES, L. F. ULTRASOUND STUDIES OF THE EFFECTS OF CERTAIN POISONOUS PLANTS ON UTERINE FUNCTION AND FETAL DEVELOPMENT IN LIVESTOCK. JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE. MAI 1992, VOL. 70, 5, PP. 1639-1643.
26. ROBINSON, R. M., ET WEST, H.W., ET WHITFORD, H.W., ET RAY, A.C., ET ABBITT, B., ET COTTER, S.R., ET MURPHY, J., ET REAGOR, J.C. BOVINE ABORTION AND DEATH ASSOCIATED WITH CONSUMPTION OF AFLATOXIN-

- CANTAMINATED PEANUTS. JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. 15 MAI 1986, VOL. 188, 10, PP. 1187-1188.
27. LYNCH, G. P. MYCOTOXINS IN FEEDSTUFFS AND THEIR EFFECT ON DAIRY CATTLE. JOURNAL OF DAIRY SCIENCE. SEPTEMBRE 1972, VOL. 55, 9, PP. 1243-1255.
 28. JOUANY, J. P. ET YIANNIKOURIS, A. LES MYCOTOXINES DANS LES ALIMENTS DES RUMINANTS, LEUR DEVENIR ET LEUR EFFETS CHEZ L'ANIMAL. INRA PRODUCTION ANIMALE. 1 15 2002, PP. 3-16.
 29. KALLELA, K. ET ETTALA, E. THE OESTROGENIC FUSARIUM TOXIN (ZEARALENONE) IN HAY AS A CAUSE OF EARLY ABORTIONS IN THE COW. NORDISK VETERINAERMEDICIN. 36 1984, VOL. 36, 9-10, PP. 305-309.
 30. MEISSONIER, E. INTOXICATION PAR LES NITRATES CHEZ LES RUMINANTS. LE POINT VETERINAIRE. DECEMBRE-JANVIER 1978, VOL. 6, 30, PP. 67-70.
 31. PINAULT, L. ET MILHAUD, G. INTOXICATION DES RUMINANTS PAR LE PLOMB. LE POINT VETERINAIRE. 1998, VOL. 29, NUMERO SPECIAL: TOXICOLOGIE DES RUMINANTS, PP. 105-111.
 32. COTE, G. LES EFFETS DU SELENIUM SUR LA SANTE DES BOVINS DE BOUCHERIE. FEDERATION DES PRODUCTEURS DE BOVINS DU QUEBEC, JUIN 2005
 33. BONNEFOY, J. M. ET NOORDHUIZEN, J. MAITRISER LE STRESS THERMIQUE CHEZ LA VACHE LAITIERE. BULLETIN DES GTV. N°60 JUILLET 2011, PP. 77-85.
 34. LOPEZ-GATIUS, F. OVULATION FAILURE AND DOUBLE OVULATION IN DAIRY CATTLE: RISK FACTORS AND EFFECTS. THERIOGENOLOGY. MARS 2005, PP. 1298-1307
 35. ECHTERNKAMP, S. E. EFFECTS OF OVULATION RATE AND FETAL NUMBER ON FERTILITY IN TWIN PRODUCING CATTLE. JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE. 25 JUIN 2007, VOL. 85, 12, PP. 3228-3238
 36. ANDERSON M.L., INFECTIOUS DISEASES CAUSING BOVINE ABORTION AND FETAL LOSS. VET.CLINICSNORTHAMER.FOODANIM.PRACT., (1993),9,343-368 ET KARABAGHALI H., 1972.KIRKBRIDE C.A., ETIOLOGIC AGENTS DETECTED IN A 10-YEAR STUDY OF BOVINE ABORTIONS AND STILLBIRTHS ET VELINGJ., VAN ZIJDERVELD F.G., VAN BEMMEL A.M., BARKEMA H.W., SCHUKKEN Y.H., EVALUATION OF THREE NEWLY DEVELOPED ENZYMZ-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAYS AND TWO AGGLUTINATION TESTS FOR DETECTING SALMONELLA ENTERICA SUBSP. ENTERICA SEROVAR DUBLIN INFECTION IN DAIRY CATTLE. J CLIN MICROBIO ; 38 ; (2000) : 4402 – 4407. IN: 3ÈME EDITION, CABI PUBLISHING, OXON, UK, 614.
 37. SHEWEN PE., 1986. CHLAMYDIAL INFECTION OF THE BOVINE REPRODUCTIVE SYSTEM (279-282.): IN: MORROW DA (ED): CURRENT THERAPY IN THERIOGENOLOGY. 2. DIAGNOSIS, TREATMENT AND PREVENTION OF

REPRODUCTIVE DISEASES IN SMALL AND LARGE ANIMALS, ED 2. PHILADELPHIA, WB SAUNDERS .

38. GRAYSTON J.T., KUO C.C., WANG S.P. ET ALTMAN J., 1986. A NEW CHLAMYDIA PSITTACI STRAIN, TWAR, ISOLATED IN ACUTE RESPIRATORY TRACT INFECTIONS. NEW ENGL. J. MED. 315: 161-168.
39. NABEYA M., KANEKO K., OGINO H., NAKABAYASHI D., WATANABE ROY C., 2007. RH I NOTRACHEÏTE INFECTIEUSE BOVINE (I BR). SEMINAIRE EN SCIENCES ANIMALES SAN-12474
[HTTP://WWW.IOWABEEFCENTER.ORG/PDFS/BCH/03220.PDF](http://www.iowabeefcenter.org/pdfs/bch/03220.pdf)
40. STORZ J. ET WHITEMAN C.E., 1980. CHLAMYDIA-INDUCED BOVINE ABORTIONS: CAUSE, PATHOGENESIS, AND DETECTION (560-565). IN: REPORTS AND SUMMARIES. XITH INTERNATIONAL CONGRESS ON DISEASES OF CATTLE, TEL AVIV. BHV-1 INFECTIONS: RELEVANCE AND SPREAD IN EUROPE. COMPARATIVE IMMUNOLOGY, MICRO BIOLOGY AND INFECTIOUS DISEASES, 14: 175-186.
41. AKAKPO A. J., TEOU K. L., KPONMASSI T. ET ZELLER I., 1994. EPIDEMIOLOGIE DES AFFECTIONS ABORTIVES DES RUMINANTS AU TOGO : ENQUETE SEROLOGIQUE SUR LA BRUCELLOSE, LA CHLAMYDIOSE, LA FIEVRE Q ET LA FIEVRE DE LA VALLEE DU RIFT (125-137). IN BIOTECHNOLOGIES DU DIAGNOSTIC ET DE LA PREVENTION DES MALADIES ANIMALES.- PARIS: ED. AUPELF-UREF; JOHN LIBBEY EURO TEXT.
42. OLLOY A., 1992. CONTRIBUTION A L'ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE DES MALADIES INFECTIEUSES ABORTIVES CHEZ LES BOVINS AU CONGO. THESE :MED. VET.: DAKAR; 26
43. HANZEN C.H., 2008A. LE CONSTAT DE GESTATION CHEZ LES RUMINANTS. [EN LIGNE] ACCES INTERNET: WWW.FMV.ULG.AC.BE/OGA/NOTES/R05CONSTATGESTATION2008.PDF (PAGE CONSULTÉE LE 20/02/2009).
44. BERNARD G. ET BOURDIN P., 1971. ETAT IMMUNITAIRE ACTUEL, NATUREL OU ACQUIS DU CHEPTEL SENEGALAIS VIS-A-VIS DE LA PESTE BOVINE, DE LA MALADIE DES MUQUEUSES, DE LA RHINOTRACHEÏTE INFECTIEUSE ET DE LA MALADIE RESPIRATOIRE & VIRUS PARAINFLUENZA III. REV. ELEV. MÉD. VÉT. PAYS TROP., 24 : 183-189.
45. PROVOST A., BGGEL K., BORREDON C. ET MAURICE, 1964. LA MALADIE DES MUQUEUSES EN AFRIQUE CENTRALE. OBSERVATIONS CLINIQUES ET EPIZOOTIOLOGIQUES. REV. ELEV. MED. VET. PAYS-TROP., 20: 27-49.
46. HABIMANA S., 2008. EVALUATION DE LA SEROPREVALENCE ET IMPACT DES MALADIES ABORTIVES SUR LA REUSSITE DE L'INSEMINATION ARTIFICIELLE BOVINE AU SENEGAL. THESE: MED. VET.: DAKAR; 36.

47. OKEKE E. N. ,1976 UNE ETUDE SUR LES MALADIES A CARACTERE BOVIPESTIQUE AU NIGERIA : EVIDENCE PRELIMINAIRE : SEROLOGIQUE POUR L'EXISTENCE DE DIARRHEE BOVINE VIRALE. BULL. ANIM.: PROD. AFR., 24: 5-8.
48. ARCANGIOLI M. A. ET MAILLARD R., 2006. CLINIQUE, EPIDEMIOLOGIE, GESTION SANITAIRE. UNITE DE PATHOLOGIE DU BETAIL - ENVL, GDS: 69.
49. DOCEUL, V., ET LARA, E., ET SAILLEAU, C., ET BELBIS, G., ET RICHARDSON, J., ET BREARD, E., ET VIAROUGE, C., ET DOMINGUEZ, M., ET HENDRIKX, P., ET CALAVAS, D., ET DESPRAT, A., ET LANGUILLE, J., ET COMTET, L., ET POURQUIER, P., ET ELEOUËT, J. F., ET DELMAS, B., ET MARIANNEAU, P., ET VITOUR, D., ET ZIENTARA, S. EPIDEMIOLOGY, MOLECULAR VIROLOGY AND DIAGNOSTICS OF SCHMALLENBERG VIRUS, AN EMERGING ORTHOBUNYAVIRUS IN EUROPE. THE VETERINARY RESEARCH. 2013.
50. STRAUB, 1991. BHV-1 INFECTIONS: RELAVANCE AND SPREAD IN EUROPE. COMPARATIVE IMMUNOLOGY, MICRO BIOLOGY AND INFECTIOUS DISEASES, 14: 175-186.
51. SEAL, 2007.INFECTIOUS BOVINE RHINOTRACHEITIS.BEEF CATTLE HANDBOOK.BCH-3220.[EN LIGNE]. ACCÈS INTERNET [HTTP://WWW.IOWABEEFCENTER.ORG/PDFS/BCH/03220.PDF](http://www.iowabeeffcenter.org/pdfs/bch/03220.pdf).
52. FEADER FOND EUROPEEN AGRICOLE POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL, VETAGRO SUP CAMPUS VETERINAIRE DE LYON. MAITRISER LES AVORTEMENTS (BOVINS, OVINS, CAPRINS). RHONE-ALPES : GDS RHONE-ALPES, 2010
53. THIRY, E., ET LEMAIRE, M., ET SCHYNTS, F., ET VANDERHEIJDEN, N., ET MEYER, G., ET DISPAS, M., ET PASTORET, P. P. LA RHINOTRACHEITE INFECTIEUSE BOVINE: CARACTERISTIQUES DU VIRUS, L'INFECTION ET SES MANIFESTATIONS CLINIQUES. BULLETIN DES GTV. 1997, 4, PP. 7-16.
54. QUINN, P. J., ET MARKEY, B.K., ET LEONARD, F.C., ET FITZPATRICK, E.S., ET FANNING, S., ET HARTIGAN, P.J. VETERINARY MICROBIOLOGY AND MICROBIAL DISEASE, SECOND EDITION. AMES : WILEYBLACKWELL, 2011.
55. GOURREAU, J. M. FIEVRE CATARRHALE OVINE : HISTOIRE, SIGNES CLINIQUES, PREVENTION. PARIS : GUIDES FRANCE AGRICOLE, 2009
56. FERNANDEZ P., WHITE W. ATLAS DES MALADIES ANIMALES TRANSFRONTALIERES ; ED :2011
57. GLOVER, A. D., RECH, R. R. ET HOWERTH, E. W. PATHOLOGY IN PRACTICE. JOURNAL OF THE AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. 2011, VOL. 239, 3, PP. 319-321
58. LEFEVRE, P. C., ET BLANCOU, J., ET CHERMETTE, R., ET UILENBERG, G. INFECTIOUS AND PARASITIC DISEASES OF LIVESTOCK. PARIS, CACHAN : TEC & DOC LAVOISIER, 2010

59. BRUGERE-PICOUX , CLAUDE ADLERET ,SYLVIE CHASTANT ,YVES MILLEMANN,DOMINIQUE REMY « LA NEOSPOROSE BOVINE PRESENTATIION D'UN CAS CLINIQUE DANS UN TROUPEAU DE VACHES LAITIERES » BULLENTIN DE L'ACADEMIE VETERINAIRE DE FRANCE , ANNEE 1998 /151-2/PP. 133-139.
60. HANZEN C., 2004: LES AVORTEMENTS CHEZ LES RUMINANTS ET LES ESPECES EQUINE ET PORCINE. [EN LIGNE] ACCES INTERNET: WWW.TILOSINE.GOOGLEPAGES.COM/AVORTEMENTS-SIDVET.PPT
61. L'ARTICLE DE MINISTERE DE L'AGRICULTURE DE L'ALIMENTATION DE LA PECHE DE LA RURALITE ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE – REPUBLIQUE FRANCAISE « VIRUS DE SHMALLENGER (SBV) UNE NOUVELLE EMENGENCE DANS LE NORD DE L'EUROPE » 2013
62. FICHE « MALADIE A VIRUS DE SCHALLENGER » JUIN 2014
63. STAVROU, A., DALY, J. M., MADDISON, B., GOUGH, K. ET TARLINTON, R. (2017). HOW IS EUROPE POSITIONED FOR A RE-EMERGENCE OF SCHMALLENGER VIRUS? [EN LIGNE]. THE VETERINARY JOURNAL, 230, PP. 45-51. DOI : 10.1016/J.TVJL.2017.04.009.: [HTTPS://WWW.SCIENCEDIRECT.COM/SCIENCE/ARTICLE/PII/S1090023317300874](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023317300874)
64. GDS CREUSE. MALADIE DE SCHMALLENGER [EN LIGNE]. IN : GDSCREUSE.FR. DECEMBRE 2016. [HTTP://WWW.GDSCREUSE.FR/?P=5068](http://www.gdscreuse.fr/?P=5068)
65. SOURCE:BUSINESSFORBUSINESS
([HTTP://WWW.B4BMV.DE/NACHRICHTEN/SUEDVORPOMMERN_ARTIKEL,-SCHMALLENGER-VIRUS- _ARID,113944.HTML](http://www.b4bm.de/nachrichten/suedvorpommern_artikel,-schmallenberg-virus-_arid,113944.html))
66. SOURCE: SCIENCEPHOTOLIBRARY
([HTTPS://WWW.SCIENCEPHOTO.COM/MEDIA/502646/VIEW](https://www.sciencephoto.com/media/502646/view))
67. MACLACHLAN, N. J. ET DUBOVI, E. J. (2016). FENNER'S VETERINARY VIROLOGY. 5. LONDRES, ROYAUME-UNI : ACADEMIC PRESS. ISBN : 978-0-12-800946-
68. MARTINELLE ET AL., 2012 MARTINELLE L, DAL POZZO F, KIRSCHVINK N, DE LA GRANDIÈRE M.A, THIRY E, SAEGERMAN C. LE VIRUS SCHMALLENGER OU L'EMERGENCE DU PREMIER ORTHOBUNYAVIRUS DU SEROGROUPE SIMBU EN EUROPE ANN. MED. VET., 2012, 156, 7- 24
69. VAN DEN BROM R, LUTTIKHOLT S.J.M, LIEVAART-PETERSON K, PEPERKAMP N.H.M.T, MARS M.H, VAN DER POEL W.H.M ET VELLEMA P (2012). EPIZOOTIC OF OVINE CONGENITAL MALFORMATIONS ASSOCIATED WITH SCHMALLENGER VIRUS INFECTION. TIJDSCHR. DIERGENEESKD. 137,106–111., 2012
70. CHAINTOUTIS S.C, KIOSSIS E, GIADINIS N.D, BROZOS C.N, SAILLEAU C, VIAROUGE C, BRÉARD E, PAPANASTASSOPOULOU M, ZIENTARA S, PAPADOPOULOS O ET AL. (2014). EVIDENCE OF SCHMALLENGER VIRUS

CIRCULATION IN RUMINANTS IN GREECE. TROP. ANIM. HEALTH PROD. 46, 251– 255

71. CONRATHS FJ, PETERS M, BEER M. SCHMALLEMBERG VIRUS, A NOVEL ORTHOBUNYAVIRUS INFECTION IN RUMINANTS IN EUROPE: POTENTIAL GLOBAL IMPACT AND PREVENTIVE MEASURES. N Z VET J. 2013;61:63–67
72. FIRAT DOGAN ,BILAL DIK ,SEVAL BILGE-DAGALP ,TOURAJ ALIGHOLIPOUR FARZANI ,VEYSEL SOYDAL ATASEVEN ,GÜLIZAR ACAR ,İLKER ŞAHINKESEN ,AYKUT ÖZKUL (PREVALANCE OF SCHMALLEMBERG ORTHOBUNYAVIRUS (SBV) INFECTION IN SAMPLED RUMINANTS IN TURKEY'S EASTERN MEDITERRANEAN REGION BETWEEN 2015 AND 2017) RESEARCH IN VETERINARY SCIENCE .VOLUME 145 JULY 2022, PAGES 63-70
73. ELLIOTT R.M, BLAKQORI G, VAN KNIPPENBERG I.C, KOUDRIAKOVA E, LI P, MCLEES A, SHI X ET SZEMIEL, A.M. (2013). ESTABLISHMENT OF A REVERSE GENETICS SYSTEM FOR SCHMALLEMBERG VIRUS, A NEWLY EMERGED ORTHOBUNYAVIRUS IN EUROPE. J. GEN. VIROL. 94, 851– 859.
74. GDSCENTRE.LEVIRUS DE SCHMALLEMBERG
[HTTP://WWW.GDSCENTRE.FR/INDEX.PHP/NAVBAR-OVINS-2/O-SANITAIRE/O-PORTAIL-SBV/LE-VIRUSSCHMALLEMBER](http://www.gdscentre.fr/index.php/navbar-ovins-2/o-sanitaire/o-portail-sbv/le-virus-schmalleMBER)
75. VAN DER POEL, W.H. M. DIAGNOSTICS FOR SCHMALLEMBERG VIRUS. THE VETERINARY RECORD. 2012, VOL. 171, 12, PP. 294-295
76. BUSTIN, S.A., ET AL. (2009). THE MIQE GUIDELINES: MINIMUM INFORMATION FOR PUBLICATION OF QUANTITATIVE REAL-TIME PCR EXPERIMENTS. CLINICAL CHEMISTRY, 55(4), 611-622
77. WERNIKE, K., CONRATHS, F., ZANELLA, G., GRANZOW, H., GACHE, K., SCHIRRMIEIER, H., VALAS, S., STAUBACH, C., MARIANNEAU, P., KRAATZ, F., HÖRETH-BÖNTGEN, D., REIMANN, I., ZIENTARA, S. ET BEER, M. (2014). SCHMALLEMBERG VIRUS - TWO YEARS OF EXPERIENCES [EN LIGNE]. PREVENTIVE VETERINARY MEDICINE, 116 (4), PP. 423-434. DOI : 10.1016/J.PREVETMED.2014.03.021.
[HTTPS://WWW.ACADEMIA.EDU/25209177/SCHMALLEMBERG_VIRUS_TWO_YEARS_OF_EXPERIENCES](https://www.academia.edu/25209177/SCHMALLEMBERG_VIRUS_TWO_YEARS_OF_EXPERIENCES)
78. VAN MAANEN, C., ET VAN DER HEIJDEN, H., ET WELLENBERG, G.J., ET WITTEVEEN, G., ET LUTTIKHOLT, S., ET VELLEMA, P., ET PEPERKAMP, K., ET MARS, J., ET BOUWSTRA, R., ET KOOI, B. SCHMALLEMBERG VIRUS ANTIBODIES IN BOVINE AND OVINE FETUSES.
79. WERNIKE, K., GACHE, K., SCHIRRMIEIER, H., & BEER, M. (2013). DEVELOPMENT OF A COMMERCIAL ELISA AND AN IMMUNOFLUORESCENCE TEST FOR THE DETECTION OF SCHMALLEMBERG VIRUS-SPECIFIC ANTIBODIES. JOURNAL OF VETERINARY DIAGNOSTIC INVESTIGATION, 25(4), 508-511.

80. STAVROU, A., DALY, J. M., MADDISON, B., GOUGH, K. ET TARLINTON, R. (2017). HOW IS EUROPE POSITIONED FOR A RE-EMERGENCE OF SCHMALLENBERG VIRUS? [EN LIGNE]. THE VETERINARY JOURNAL, 230, PP. 45-51.
[HTTPS://WWW.SCIENCEDIRECT.COM/SCIENCE/ARTICLE/PII/S1090023317300874](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023317300874)
81. NSES. DOSSIER N° 13595 [EN LIGNE]. IN : ANSES.FR. JANVIER 2018.
[HTTPS://WWW.ANSES.FR/FR/SYSTEM/FILES/SBVVAX-SUPPRESSION.PDF](https://www.anses.fr/fr/system/files/SBVVAX-SUPPRESSION.PDF)
82. FRGDS OCCITANIE. SCHMALLENBERG (VIRUS DE) [EN LIGNE].
: [HTTPS://WWW.FRGS-OCCITANIE.FR/SCHMALLENBERG-VIRUS-DE-112](https://www.frgds-occitanie.fr/schmallenberg-virus-de-112)
83. LA PLATEFORME NATIONALE D'EPIDEMIOSURVEILLANCE EN SANTE ANIMALE (ESA)
([HTTP://WWW.PLATEFORME-ESA.FR/](http://www.plateforme-esa.fr/))
84. GDS CREUSE. MALADIE DE SCHMALLENBERG
. [HTTP://WWW.GDS CREUSE.FR/?P=5068](http://www.gdscreuse.fr/?P=5068)
85. SELON ASPECT ADMINISTRATIF .COPYRIGHT 2021 INTERIEUR. GOV.DZ
[HTTPS://INTERIEUR.GOV.DZ/MONOGRAPHIE/ARTICLE DETAIL.PHP?LIEN=1959&WILAYA=9](https://interieur.gov.dz/monographie/article_detail.php?lien=1959&wilaya=9)
86. SIFI M. DÉCRET EXÉCUTIF N° 95-66 DU 22 RAMADHAN 1415 CORRESPONDANT AU 22 FÉVRIER 1995 FIXANT LA LISTE DES MALADIES ANIMALES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE ET LES MESURES GÉNÉRALES QUI LEUR SONT APPLICABLES. JORA, (1995), 012, 8 PP. DISPONIBLE EN LIGNE :
[WWW.QUALILAB.DZ/DOCUMENTS/VIANDES/3-MALADIES ANIMALES/3-MALADIES ANIMALES.PDF](http://www.qualilab.dz/documents/viandes/3-maladies_animales/3-maladies_animales.pdf)
87. DJELLATA N, YAHIMI A ET HANZEN C (2025). INVESTIGATING SEROLOGICAL EVIDENCE OF SCHMALLENBERG VIRUS IN CATTLE IN EASTERN ALGERIA. IN: *VETERINARY RESEARCH FORUM*. FACULTY OF VETERINARY MEDICINE, URMIA UNIVERSITY, 2025. P. 129-132.
88. SIBHAT B, AYELET G, GEBREMEDHIN E. Z, SKJERV E, ASMARE K. (2018) - SEROPREVALENCE OF SCHMALLENBERG VIRUS IN DAIRY CATTLE IN ETHIOPIA. ACTA TROPICA ; VOLUME 178, FEBRUARY 2018, PAGES 61-67.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ACTATROPICA.2017.10.024](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.10.024)
89. ASMARE K, SIBHAT B, AYELET G, ZEWDUGEBREMEDHIN E, ARAGAWLIDETE K & SKJERVE E. (2018) - SEROLOGICAL EVIDENCE OF BOVINE HERPESVIRUS-1, BOVINE VIRAL DIARRHEA VIRUS AND SCHMALLENBERG VIRUS INFECTIONS IN RELATION TO REPRODUCTIVE DISORDERS IN DAIRY CATTLE IN ETHIOPIA. ACTA TROPICA. VOLUME 178, FEBRUARY 2018, PAGES 236-241.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ACTATROPICA.2017.12.005](https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.12.005).
90. ZHAI S. L, LV D. H, WEN X. H, ZHU X. L, YANG Y. Q, CHEN Q. L & WEI W. K. (2017) - PRELIMINARY SEROLOGICAL EVIDENCE FOR SCHMALLENBERG VIRUS

INFECTION IN CHINA. TROP ANIM HEALTH PROD. SEPTEMBER 2017. DOI 10.1007/S11250-017-1433-2.

91. MATHEW C, KLEVAR S, ELBERS A. R. W, VAN DER POEL W. H. M, KIRKLAND P. D, GODFROID J, MDEGELA R. H, MWAMENGELE & STOKSTAD M. (2015) - DETECTION OF SERUM NEUTRALIZING ANTIBODIES TO SIMBU SEROGROUP VIRUSES IN CATTLE IN TANZANIA. BMC VETERINARY RESEARCH (2015) 11:208. DOI 10.1186/S12917-015-0526-2.
92. COLLINS A. B, BARRETT D. J, DOHERTY M. L, MCDONNELL M & MEE J. F. (2017) – SIGNIFICANT RE - EMERGENCE AND RE-CIRCULATION OF SCHMALLEMBERG VIRUS IN PREVIOUSLY EXPOSED DAIRY HERDS IN IRELAND IN 2016. *TRANSBOUNDARY AND EMERGING DISEASES*, VOLUME 64, ISSUE 5, OCTOBER 2017, PAGES 1359-1363. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/TBED.12685](https://doi.org/10.1111/tbed.12685).
93. DALY J. M, KING B, TARLINTON R. A, GOUGH K. C, MADDISON B. C & BLOWEY R. (2015) - COMPARISON OF SCHMALLEMBERG VIRUS ANTIBODY LEVELS DETECTED IN MILK AND SERUM FROM INDIVIDUAL COWS. BMC VETERINARY RESEARCH (2015) 11:56 DOI 10.1186/S12917-015-0365-1.
94. OLUWAYELU D. O, MESEKO C. A & ADEBIYI A. I. (2015) - SEROLOGICAL SCREENING FOR SCHMALLEMBERG VIRUS IN EXOTIC AND INDIGENOUS CATTLE IN NIGERIA. *SOKOTO JOURNAL OF VETERINARY SCIENCES*, VOLUME 13 (NUMBER 3). 14 – 18. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.4314/SOKJVS.V13I3.3](http://dx.doi.org/10.4314/sokjvs.v13i3.3).
95. LARSKA M, KĘSIK-MALISZEWSKA J & KUTA A. (2014) - SPREAD OF SCHMALLEMBERG VIRUS INFECTIONS IN THE RUMINANTS IN POLAND BETWEEN 2012 AND 2013. *BULL VET INST PULAWY* 58, 169-176, 2014. DOI: 10.2478/BVIP-2014-0026.
96. BOJKOVSKI J, VASIC A, BUGARSKI D, ZDRAVKOVIC N, VAKANJAC S, KABA J, CZOPOWICZ M, SILAGHI C, NIEDER M, SPINU M & PAVLOVIC I. (2015) - SCHMALLEMBERG VIRUS ANTIBODIES DETECTED IN DAIRY COWS IN THE REPUBLIC OF SERBIA. *BULG. J. AGRIC. SCI.*, 21: 906–908
97. HOFFMANN B, SCHEUCH M, HÖPER D ET AL. NOVEL ORTHOBUNYAVIRUS IN CATTLE, EUROPE, 2011. *EMERG INFECT DIS* 2012 ; 18 (3) : 469-472.
98. WERNIKE K, ESCHBAUMER M, BREITHAUP T A ET AL. SCHMALLEMBERG VIRUS CHALLENGE MODELS IN CATTLE: INFECTIOUS SERUM OR CULTURE-GROWN VIRUS? *VET. RES.* **2012**, 43, 84.
99. SEDDA L, ROGERS DJ. THE INFLUENCE OF THE WIND IN THE SCHMALLEMBERG VIRUS OUTBREAK IN EUROPE. *SCI. REP.* **2013**, 3, 3361
100. BALMER S; VÖGTLIN A, THÜR B ET AL. SEROSURVEILLANCE OF SCHMALLEMBERG VIRUS IN SWITZERLAND USING BULK TANK MILK SAMPLES. *PREV. VET. MED.* **2014**, 116, 370–379

101. BILK S, SCHULZE C, FISCHER M ET AL. ORGAN DISTRIBUTION OF SCHMALLEMBERG VIRUS RNA IN MALFORMED NEWBORNS. *VET. MICROBIOL.* **2012**, *159*, 236–238
102. WERNIKE K, HOLSTEG M, SCHIRRMIEIER H ET AL. NATURAL INFECTION OF PREGNANT COWS WITH SCHMALLEMBERG VIRUS—A FOLLOW-UP STUDY. *PLOS ONE* **2014**, *9*, E98223
103. WERNIKE K, ESCHBAUMER M, SCHIRRMIEIER H ET AL. ORAL EXPOSURE, REINFECTION AND CELLULAR IMMUNITY TO SCHMALLEMBERG VIRUS IN CATTLE. *VET. MICROBIOL.* **2013**, *165*, 155–159
104. SCHULZ C, WERNIKE K, BEER M ET AL. INFECTIOUS SCHMALLEMBERG VIRUS FROM BOVINE SEMEN, GERMANY. *EMERG. INFECT. DIS.* **2014**, *20*, 338–339.

ANNEXE 01 : LA FICHE TECHNIQUE DU KIT SCHMALLENBERG

ID.vet
Innovative Diagnostics

Système de
management
certifié



ID Screen[®]
Schmallenberg virus Competition
Multi-species



Kit ELISA Compétition pour la détection des anticorps dirigés contre le virus
de Schmallenberg dans le sérum et le plasma

Usage *in vitro*

» Février 2013: Note sur l'étape de lavage indiquée dans le
mode opératoire.

SBVC ver 1114 FR

IDvet, 310, rue Louis Pasteur – Grabels - FRANCE
Tel: + 33 (0)4 67 41 49 33 - Fax: + 33 (0)4 67 45 36 95
www.id-vet.com - E-mail: info@id-vet.com

Information Générale

Ce kit de diagnostic est destiné à la mise en évidence d'anticorps dirigés contre le virus de Schmallenberg (SBV).

Il peut être utilisé sur des échantillons de sérum ou de plasma individuels bovins, ovins et caprins.

Description et Principe

Les cupules sont sensibilisées avec une nucléoprotéine recombinante du virus de Schmallenberg (SBV).

Les échantillons à tester et les contrôles sont distribués dans les cupules. Les anticorps spécifiques anti-SBV, s'ils sont présents, forment un complexe antigène-anticorps qui masque les épitopes de la nucléoprotéine.

Après lavage, un conjugué anti-nucléoprotéine marqué à la peroxydase (HRP) est distribué dans les cupules. Il se fixe aux épitopes de la nucléoprotéine restent libres, formant un complexe antigène-conjugué-HRP.

Après élimination du conjugué en excès par lavage, la réaction est révélée par une **solution de révélation** (TMB).

La coloration qui en résulte est liée à la quantité d'anticorps spécifiques présents dans l'échantillon à tester :

- en l'absence d'anticorps dans l'échantillon, il apparaît une coloration bleue qui devient jaune après blocage

- en présence d'anticorps dans l'échantillon, il n'apparaît pas de coloration.

La lecture est réalisée à 450 nm.

Composants du kit

Réactifs*
Microplaques sensibilisées avec une nucléoprotéine recombinante de SBV
Anti-nucléoprotéine-HRP (Prêt à l'emploi)
Contrôle Positif
Contrôle Négatif
Solution de lavage (20X)
Solution de révélation
Solution d'arrêt (0,5 M)

* La composition du kit est indiquée sur l'étiquette de dessus de kit.

1. Les plaques, le conjugué, les contrôles et la solution de révélation doivent être stockés à +5°C ($\pm 3^\circ\text{C}$).
2. Les autres réactifs peuvent être stockés entre +2°C et +26°C.
3. Les composants portant la même dénomination (*solution de lavage, tampons de dilution*) peuvent être utilisés dans l'ensemble de la gamme IDvet.

Matériel nécessaire mais non fourni

1. Pipettes de précision mono ou multi-canaux capables de délivrer des volumes de 10 μl , 100 μl , 200 μl .
2. Embouts de pipette à usage unique.
3. Lecteur de microplaques à 96 puits.
4. Eau distillée ou désionisée.
5. Système de lavage manuel ou automatique.

Remarques et précautions d'emploi

1. Ne pas pipeter à la bouche.
2. La solution de révélation peut être irritante pour la peau.
3. La solution d'arrêt (0,5M) peut être nocive en cas d'ingestion et peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau (R22-43). Éviter le contact avec la peau (S24-37).
4. Ne pas exposer la solution de révélation à une lumière vive ni à des agents oxydants.
5. Décontaminer tous les réactifs avant élimination.

Préparation des échantillons

Pour réduire la différence des temps d'incubation entre les échantillons, il est possible de préparer une microplaque de 96 puits contenant les échantillons à tester et les échantillons de contrôle, puis de les transférer dans la plaque ELISA avec une pipette multicanaux.

Préparation de la Solution de lavage

Si nécessaire, ramener la Solution de lavage concentrée (20X) à température ambiante ($21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) et bien agiter pour assurer la dissolution des cristaux.

Préparer la Solution de lavage (1X) par dilution au 1/20^{ème} de la Solution de lavage (20X) dans de l'eau distillée/désionisée.

Mode opératoire

Ramener tous les réactifs à température ambiante ($21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) avant l'emploi et les homogénéiser par retournement ou au Vortex.

1. Distribuer:

- 50 μl de **Contrôle Positif** dans les cupules A1 et B1.
- 50 μl de **Contrôle Négatif** dans les cupules C1 et D1.
- 50 μl de chaque échantillon dans les cupules restantes.

2. Incuber 45 min $\pm$ 4 min à $37^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ}\text{C})$.

3. Vider les puits. Laver 3 fois* chaque cupule avec environ 300 μl de **Solution de lavage**. Éviter le dessèchement des cupules entre les lavages.

4. Distribuer 100 μl de **Conjugué Prêt à l'emploi** dans chaque cupule.

5. Incuber 30 min $\pm$ 3 min à $21^{\circ}\text{C} (\pm 5^{\circ}\text{C})$.

6. Vider les puits. Laver 3 fois* chaque cupule avec environ 300 μl de **Solution de lavage**.

7. Distribuer 100 μl de **Solution de révélation** dans chaque cupule.

8. Incuber 15 min $\pm$ 2 min à $21^{\circ}\text{C} (\pm 5^{\circ}\text{C})$ à l'obscurité.

9. Distribuer 100 μl de **Solution d'arrêt** dans chaque cupule pour arrêter la réaction.

10. Mesurer et enregistrer les densités optiques à 450 nm.

* La qualité du lavage peut influencer les résultats. Afin d'améliorer les résultats, nous recommandons 5 lavages au lieu de 3 après l'incubation des échantillons et du conjugué.

Validation

Le test est validé si:

- ✓ la valeur moyenne de densité optique des Contrôles Négatifs (DO_{CN}) est supérieure à 0.7.

$$DO_{CN} > 0.7$$

- ✓ le rapport entre la moyenne des Contrôles Positifs (DO_{CP}) et la moyenne des Contrôles Négatifs (DO_{CN}) est inférieur à 30%.

$$DO_{CP} / DO_{CN} < 0.3$$

Interprétation

Pour chaque échantillon, calculer le pourcentage de compétition S/N (S/N%):

$$S/N \% = \frac{DO_{\text{échantillon}}}{DO_{CN}} \times 100$$

Les échantillons présentant un S/N%:

- inférieur ou égal à 40% sont considérés comme positifs.
- Supérieur à 40% et inférieur ou égal à 50% sont considérés comme douteux.
- supérieur à 50% sont considérés comme négatifs.

Résultat	Statut
$S/N \% \leq 40\%$	POSITIF
$40\% < S/N \% \leq 50\%$	DOUTEUX
$S/N \% > 50\%$	NEGATIF

Storage conditions of ID Screen® kit components (until expiry date)
Conditions de conservation des réactifs du kit ELISA ID Screen® (jusqu'à date de péremption)
Condiciones de conservación de los reactivos del kit ELISAID Screen® (hasta la fecha de caducidad)
Lagerbedingungen der ID Screen® ELISA Testkit Reagenzien (bis zum Ablaufdatum)

Components / Réactifs / Componentes / Komponente	Before use / Avant ouverture/ Antes de la abertura / Vor dem Öffnen	Once opened / Après ouverture / Después de la abertura / Nach Anbruch
Negative and positive controls / Contrôles négatif et positif / Controles negativo y positivo / Negativ- und Positivkontrollen	+2°C / +8°C	+2°C / +8°C In case of infrequent use, divide into small aliquots and store at -20°C until the kit expiry date. An aliquot may undergo no more than 3 freezing-thawing cycles. Dans le cas d'utilisation peu fréquente du kit, diviser en petits aliquots et stocker à -20°C jusqu'à la date d'expiration du kit. Chaque aliquot ne doit pas subir plus de 3 cycles de congélation-décongélation. En caso de utilización poco frecuente del kit, dividir en pequeñas alícuotas y conservar a -20°C hasta la fecha de caducidad del kit. Una alícuota puede sufrir no más de 3 ciclos de congelación-descongelación. Wenn das Kit nur selten verwendet wird, die Kontrollen aliquotieren und bis zum Ablaufdatum des Testkits bei -20°C aufbewahren. Jedes Aliquot darf nicht mehr als dreimal eingefroren und wieder aufgetaut werden.
Freeze-dried components (positive control, antigen, conjugate or other) / Composants lyophilisés (contrôle positif, antigènes, conjugué ou autres) / Componentes liofilizados (control positivo, antígenos, conjugados u otros) / Gefriergetrocknete Komponenten (Positivkontrolle, Antigen, Konjugat oder andere)	+2°C / +8°C	Once reconstituted as indicated on the vial and in the instructions for use (IFU) provided with the kit, the component can be stored between +2°C and +8°C, for a defined short-term period (please refer to the IFU for details). For long-term storage, divide into small aliquots and store at -20°C until the kit expiry date. An aliquot may undergo no more than 3 freezing-thawing cycles. Une fois reconstitué tel qu'indiqué sur le flacon et dans le mode d'emploi fourni avec le kit, le composant peut être conservé entre + 2 ° C et + 8 ° C, pour une courte durée déterminée (se reporter à la notice d'utilisation pour plus de détails). Pour le stockage à long terme, diviser en petits aliquots et stocker à -20 ° C jusqu'à la date d'expiration du kit. Un aliquot ne doit pas subir plus de 3 cycles de congélation-décongélation. Una vez reconstituido como se indica en el vial y en las instrucciones de uso (inserto) provistas con el kit, el componente puede almacenarse entre + 2 ° C y + 8 ° C, durante un período definido a corto plazo (consulte el inserto para detalles). Para el almacenamiento a largo plazo, divida en pequeñas alícuotas y almacene a -20 ° C hasta la fecha de caducidad del kit. Una alícuota puede sufrir no más de 3 ciclos de congelación-descongelación. Nachdem das Reagenz wie auf dem Fläschchen oder in der Gebrauchsinformation (GI) des Testkits beschrieben aufgelöst wurde, kann es eine bestimmte Zeit zwischen +2°C und +8°C aufbewahrt werden (siehe GI). Für langfristige Lagerung, die Kontrollen aliquotieren und bis zum Ablaufdatum des Testkits bei -20°C aufbewahren. Jedes Aliquot darf nicht mehr als dreimal eingefroren und wieder aufgetaut werden.

Components / Réactifs / Componentes / Komponente	Before use / Avant ouverture / Antes de la abertura / Vor dem Öffnen	Once opened / Après ouverture / Después de la abertura / Nach Anbruch
Plates / Plaques / Placas / Platten	+2°C / +26°C	Re-seal in the bag (air-tight) and store at +2°C / +8°C for up to 6 months. Refermer hermétiquement le sachet. Se conserve ainsi jusqu'à 6 mois après ouverture à +2°C / +8°C. <i>Cerrar herméticamente la bolsa. Se conserva hasta 6 meses luego de la abertura entre +2 / +8°C</i> Die Verpackung wieder fest verschließen und bis zu 6 Monate zwischen +2°C / +8°C aufbewahren.
Concentrated Conjugate / Conjugué concentré / Conjugado Concentrado / Konzentriertes Konjugat	+2°C / +8°C	Undiluted / Non dilué / No diluido / Unverdünnt (10X): +2°C / +8°C Diluted / Dilué / Diluido / Verdünnt (1 X): - Store up to 24 hours at +2 / +26°C - Se conserve jusqu'à 24 heures entre +2 / +26°C - <i>Se conserva hasta 24 horas entre +2 / +26°C</i> - Bis zu 24 Std. zwischen +2°C / +26°C aufbewahren
Ready-to-use conjugate / Conjugué Prêt à l'emploi / Conjugado listo para usar / Gebrauchsfertiges Konjugat	+2°C / +8°C	+2°C / +8°C
Diluants / Diluants / Diluyentes / Verdünnungsmittel	Please refer to the indications on the vial label. Merci de se référer aux indications présentes sur l'étiquette du flacon. <i>Por favor, consulte las indicaciones en la etiqueta del frasco.</i> Siehe Angaben auf dem Flaschenetikett.	
Substrate / Substrat / Solución de revelación / Substratlösung	+2°C / +8°C	+2°C / +8°C Close the bottle carefully and keep away from the light. Bien refermer le flacon après chaque utilisation. Préserver le contenu de la lumière. <i>Cerrar bien el frasco luego de cada utilización. Mantener el contenido alejado de la luz.</i> Die Flasche gut verschließen und unter Lichtausschluss lagern.
Wash concentrate 20X Solution de lavage 20X / Solución de lavado 20X / Waschlösung 20X	+2°C / +26°C	Undiluted / Non-dilué / No diluido / Unverdünnt (20X): +2°C / +26°C Diluted / Dilué / Diluido / Verdünnt (1X): - Store up to 5 days at +2°C / +26°C - Se conserve jusqu'à 5 jours entre +2°C / +26°C - <i>Se conserva hasta 5 días entre +2°C / +26°C</i> - Bis zu 5 Tage zwischen +2°C / +26°C aufbewahren.
Stop solution / Solution d'arrêt / Solución de parada / Stopplösung	+2°C / +26°C	+2°C / +26°C

QUALITY CONTROL DATA SHEET - FICHE DE CONTRÔLE QUALITÉ
ID Screen® Schmallenberg virus Competition Multi-species

Product code / Code Produit : SBVC

Batch / N° de lot : E19

Manufacture date / Date de fabrication: 12/2018

Expiry date / Date d'expiration: 12/2020

KIT COMPONENTS / COMPOSITION DU KIT

Components / Composants / Componentes	Lot / Lote	Exp. / Cad.
Coated microplate / Microplaque sensibilisée / Microplaca sensibilizada	688-009	12/2020
Positive Control / Contrôle positif / Control positivo	388-009	12/2020
Negative Control / Contrôle négatif / Control negativo	33-007	12/2021
Ready-to-use conjugate 1 X / Conjugué prêt à l'emploi 1 X / Conjugado listo para usar 1X	588-008	12/2020
Wash concentrate 20X / Solution de lavage 20X / Solución de lavado 20X	15-100	06/2021
Substrate solution / Solution de révélation / Solución de revelación	7-016	03/2021
Stop solution / Solution d'arrêt / Solución de parada	10-102	06/2023
Product Code / Code Produit	SBVC	Batch / lot
Insert / Mode d'emploi	1114	Exp.
		E19
		12/2020

ACTIVITY / ACTIVITE

Mean OD of Negative Control / DO moyenne du Contrôle Négatif 1.354*
Mean OD of Positive Control / DO moyenne du Contrôle Positif 0.086*

* These values were obtained in our Quality Control laboratory in our conditions. Laboratories may obtain slightly different values under their own conditions. Factors which affect the OD values of the controls include temperature, operator, and small variations in pipetted volumes and incubation times. As results are expressed as ratios, these variations in OD values will not affect the status of the sample as determined by the test.

The criteria to be used for test validation are described in the instructions for use of each kit.

* Valeurs obtenues dans notre laboratoire de Contrôle Qualité, données à titre indicatif.

Remarque : les paramètres pouvant affectés ces valeurs sont la température, l'opérateur, et les légères variations de volumes pipetés et de temps d'incubation.

Comme les résultats sont exprimés en ratios, ces variations de valeurs de DO n'affecteront pas le statut de l'échantillon déterminé par le test. Les critères de validation du test sont décrits dans les modes d'emploi de chaque kit.

ANALYTICAL SENSITIVITY CONTROL / CONTROLE DE LA SENSIBILITE ANALYTIQUE

The analytical sensitivity is tested using an internal weak positive standard (a strong positive serum diluted in a negative one) produced by IDvet. By analyzing this internal standard, IDvet is able to guarantee that the kit's analytical sensitivity remains constant between batches.

La sensibilité analytique est obtenue par dilution d'un sérum faiblement positif (sérum positif fort dilué dans un sérum négatif) fabriqué par IDvet. Ce standard permet de garantir une sensibilité analytique constante d'un lot de kit à l'autre.

SENSITIVITY CONTROL / CONTRÔLE DE LA SENSIBILITÉ

12 VNT-positive sera from Germany were tested. All sera were found positive.

12 sérums positifs en séro-neutralisation provenant d'une zone endémique (Allemagne) ont été testés. Tous les échantillons ont été trouvés positifs.

SPECIFICITY CONTROL / CONTROLE DE LA SPECIFICITE

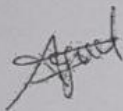
300 samples from various species from a SBV-free zone (France, sera collected before 2010) were tested: all samples were found negative.

300 sérums, de différentes espèces, provenant d'une zone non infectée par le virus SBV (origine : France, échantillons collectés avant 2010) ont été testés : tous les échantillons ont été trouvés négatifs.

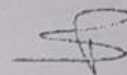
REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY CONTROLS / CONTROLE DES REPETABILITE ET REPRODUCTIBILITE

Intra-plate repeatability was evaluated by measuring the coefficient of variation (CV %) of 96 repetitions of the negative control and a weak positive serum. The measured CV% was 4 and 6%, respectively. Reproducibility (inter-plate repeatability) was evaluated by performing the intra-plate repeatability assay on two separate runs. The CV obtained was 6% for the negative control and 8% for the weak positive serum.

La répétabilité a été évaluée par la mesure du coefficient de variation (CV%) sur 96 répétitions du contrôle négatif et d'un sérum faiblement positif : ce CV est respectivement de 4 et 6%. La reproductibilité a été évaluée en effectuant une répétabilité inter-plaque en deux cycles de manipulations. Le CV% obtenu est de 6% pour le contrôle négatif et 8% pour le sérum faiblement positif.



Quality Control Manager : Anaïs Agnel
Responsable Contrôle Qualité
anaïs.agnel@id-vet.com



Director : Philippe Pourquier
Directeur
philippe.pourquier@id-vet.com

**ANNEXE 02 : L'APPAREILLAGE UTILISE POUR L'ANALYSE PAR LA TECHNIQUE
ELISA (LAVOIR, LECTEUR ELISA ET L'IMPRIMANTE)**

