

# Étude séro-épidémiologique des principales maladies infectieuses abortives chez la vache laitière au Maroc

Zaid ZOUAGUI<sup>1</sup>, Ikhlass EL BERBRI<sup>2</sup>, Maria EL GOURANY<sup>2</sup>, Jaouad BERRADAI<sup>2</sup>

(Reçu le 21/10/2024; Accepté le 09/12/2024)

## Résumé

Dans le but de déterminer l'importance des avortements et la séroprévalence de six infections abortives à savoir la brucellose, la leptospirose, la néosporose, la fièvre Q, la salmonellose et l'infection par l'herpèsvirus bovin 4 (BoHV-4) chez les vaches laitières au Maroc, une enquête séro-épidémiologique a été menée au niveau de cinq grands élevages des régions de Fès et du Gharb au Maroc, où des avortements ont souvent été signalés. Un total de 252 sérums a été collecté à partir de femelles de différents âges et une enquête rétrospective, se basant sur des questionnaires et sur les registres des exploitations, a été réalisée sur un total de 4144 femelles entre 2018 et 2022. Des anticorps dirigés contre les agents pathogènes étudiés ont été détectés par des tests ELISA indirecte dans 75,7 % des échantillons testés, avec une séroprévalence globale de 46% pour *Leptospira hardjo*, 25% pour *Neospora caninum*, 43% pour *Coxiella burnetii*, 50% pour le BoHV-4. Quant à Salmonella, des anticorps contre le sérovar Dublin ont été identifiés dans deux élevages avec une séroprévalence moyenne de 2%. Les indicateurs sérologiques de co-infections étaient fréquemment observés. L'absence d'évidence de facteurs non infectieux épidémiologiquement liés aux avortements suggère que les agents étudiés doivent être considérés comme des facteurs de risque importants dans la dynamique du syndrome observé, même si des investigations complémentaires sont nécessaires pour identifier les causes de l'avortement.

**Mots clés:** Maladies abortives, brucellose, leptospirose, néosporose, la fièvre Q, salmonellose, herpèsvirus bovin 4, Maroc

## Sero-epidemiological study of major infectious abortive diseases in dairy cattle in Morocco

### Abstract

In order to determine the importance of abortions and the seroprevalence of six abortive infections namely brucellosis, leptospirosis, neosporosis, Q fever, salmonellosis and bovine herpesvirus 4 (BoHV-4) infection in dairy cows in Morocco, a sero-epidemiological survey was conducted in five large farms in the Fez and Gharb regions of Morocco, where abortions have often been reported. A total of 252 sera were collected from females of different ages and a retrospective survey, based on questionnaires and farm records, was carried out on a total of 4144 females between 2018 and 2022. Antibodies to the pathogens studied were detected by indirect ELISA tests in 75.7% of the samples tested, with an overall seroprevalence of 46% for *Leptospira hardjo*, 25% for *Neospora caninum*, 43% for *Coxiella burnetii*, 50% for BoHV-4. As for Salmonella, antibodies against serovar Dublin were identified in two farms with an average seroprevalence of 2%. Serological indicators of co-infections were frequently observed. The absence of evidence of non-infectious factors epidemiologically linked to abortions suggests that the agents studied should be considered as important risk factors in the dynamics of the observed syndrome, even if further investigations are necessary to identify the causes of abortion.

**Keywords:** Abortive diseases, brucellosis, leptospirosis, neosporosis, Q fever, salmonellosis, bovine herpesvirus 4, Morocco

## INTRODUCTION

L'élevage bovin au Maroc est l'une des principales filières du secteur agricole. Il joue un rôle socio-économique de premier plan. Le Maroc possède un cheptel important (3,5 millions de têtes bovines dont presque la moitié est à vocation laitière; 780 000 exploitations, avec 400 000 exploitations laitières), pour répondre à la grande demande du consommateur en matière de produits laitiers. Cependant, ce secteur fait face à plusieurs contraintes surtout au niveau sanitaire dans la filière reproductive qui a un impact sur la productivité des animaux et donc sur le revenu des exploitations (MADRPM, 2020). En effet, l'échec de la reproduction dû aux avortements est un problème critique dans l'élevage bovin en raison des pertes économiques. Par ailleurs, des répercussions sur la santé publique sont également à prendre en considération car plusieurs agents zoonotiques peuvent être incriminés. Les causes d'avortement sont nombreuses: agents infectieux (bactéries, virus, protozoaires et champignons), agents toxiques, stress thermique et anomalies génétiques (Anderson, 2007; Hoving, 2009). Par ailleurs, bien que la cause de nombreux

avortements n'ait jamais été déterminée, les agents infectieux représentent la plus souvent diagnostiquée à travers le monde (Hoving, 2009).

Une grande variété d'agents infectieux sont associés à l'avortement chez les bovins, allant de maladies qui provoquent un avortement secondaire, une infection systémique ou qui ciblent spécifiquement l'appareil reproducteur et provoquent un avortement sans aucun signe clinique. L'avortement sans signes cliniques est une séquelle courante de nombreuses infections abortives. La brucellose, la salmonellose la leptospirose, la néosporose, la fièvre Q et l'infection par l'herpèsvirus bovin 4 (BoHV-4), sont parmi les causes les plus importantes incriminées dans les avortements chez les bovins (Singh, 2021). Peu données sont disponibles par rapport à la situation épidémiologique et l'implication de ces maladies dans les incidences des avortements chez le cheptel marocain. Dans ce cadre, la présente étude a pour objectif l'évaluation de la séroprévalence de ces infections abortives et leur impact chez les vaches laitières au Maroc.

<sup>1</sup> Département de Médecine, Chirurgie et Reproduction, IAV Hassan II, Rabat, Maroc

<sup>2</sup> Département de Pathologie et de santé publique vétérinaire. IAV Hassan II, Rabat, Maroc

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Description de l'étude

La présente étude s'est déroulée au niveau de trois exploitations dans la région du Gharb et de deux autres dans la région de Fès au Maroc. Ces deux régions sont dotées d'une importante industrie laitière et disposent de grands troupeaux de vaches laitières. La gestion des exploitations implique le recours à l'insémination artificielle, la séparation du veau de sa mère après la naissance, et un mode de renouvellement mixte (auto-remplacement des génisses et importation de l'étranger). La présente étude a porté sur des enquêtes sérologiques et autres épidémiocliniques.

### Questionnaire épidémioclinique

L'enquête basée sur un questionnaire épidémioclinique, a été réalisée au niveau de tous les élevages bovins étudiés. Elle repose essentiellement sur les données des registres des exploitations entre 2018 et 2022. Par ailleurs, le questionnaire d'enquête visait à recueillir des données générales relatives à la gestion des élevages, ainsi que des données plus spécifiques relatives aux avortements, à savoir: la prévalence moyenne d'avortements rencontrés; le devenir de l'avorton (incinération, enfouissement); la possibilité de réalisation de prélèvements sur l'avorton par le vétérinaire; les affections suspectées par le vétérinaire en fonction de l'anamnèse (infectieuse, traumatique, parasitaire, médicamenteuse, nutritionnelle); ainsi que des facteurs de risque potentiels comme la circulation des nuisibles ou des animaux de compagnie, mode de conservation des aliments, etc.

### Enquête sérologique

L'évaluation de la séroprévalence des six agents abortifs (la Brucellose, la Leptospirose, la néosporose, la fièvre Q, la salmonellose et l'infection par l'herpèsvirus bovin 4 (BoHV-4)) a été réalisée sur 252 sérums de vaches de différents âges indépendamment de leurs antécédents d'avortement individuel dans les cinq exploitations. Le choix des prélèvements a été fait d'une manière aléatoire sur la base d'une prévalence théorique d'avortement de 2% pour les trois élevages situés dans la région du Gharb et de 5% pour les deux autres élevages de la région du Fès.

Les échantillons de sang ont été prélevés à l'aide de tubes secs sous vide, stériles de 10 ml de la veine caudale et transportés à 4°C au laboratoire.

Au laboratoire, les échantillons ont été centrifugés. Les sérums collectés ont été conservés à -20°C jusqu'à leur analyse. Les tests sérologiques ont été réalisés par ELISA Indirect, en utilisant un kit commercial (Bio-k 368 de Bio-X Diagnostics, Rochefort-Belgique), en suivant les instructions du fabricant, pour rechercher la présence d'anticorps spécifiques dirigés contre *Leptospira Hardjo*, *Salmonella dublin*, *Coxiella burnetii*, *Neospora caninum*, et l'agent viral BoHV-4. En outre, tous les sérums ont été testés pour la présence de la brucellose via l'épreuve à l'antigène tamponné.

## RÉSULTATS

Les résultats du questionnaire entrepris au niveau des élevages de l'étude ont fourni les informations suivantes: des cas d'avortement ont été signalés chez 11 (4,4%) des 252 bovins testés pendant la saison de reproduction 2021-2022. Tous les élevages avaient des antécédents d'avortements, et le taux d'avortement variait de 7,5% à 20,3% par exploitation avec une moyenne de 11,7% pour la campagne 2021-2022, et une moyenne de 19,0% lors des campagnes de 2018 à 2021. L'historique des cas d'avortement n'a pas montré de lien évident avec des causes non infectieuses tout au long des saisons de vêlage. Tous les élevages étudiés sont soumis à un programme de vaccination annuel contre la BVD, l'IBR et la brucellose.

Par ailleurs concernant, les résultats de l'enquête sérologique, ils ont révélé l'absence des anticorps dirigés contre la brucellose chez les animaux testés. Pour les autres pathologies recherchées, la présence de l'infection au BoHV-4, la néosporose, la fièvre Q et la leptospirose a été révélée dans les cinq élevages avec des moyennes de séroprévalences globales comprises entre 25% et 50%; et entre 0 et 90,9% chez les vaches avec des antécédents d'avortement. Par ailleurs, la présence d'anticorps contre *Salmonella dublin* n'a été révélée qu'au niveau de deux élevages avec une moyenne globale de 2% (Tableaux 1 et 2).

**Tableau 1: Séro-prévalence globale des différents agents pathogènes abortifs étudiés chez les animaux testés**

Agent pathogène	Cas positifs	Cas négatifs	Séro-prévalence
BoHV-4	127	125	50 %
<i>Neospora caninum</i>	62	190	25 %
<i>Coxiella burnetii</i>	109	143	43 %
<i>Salmonella dublin</i>	6	246	2 %
<i>Leptospira hardjo</i>	116	136	46 %

**Tableau 2: Séro-prévalence des agents pathogènes abortifs étudiés chez les vaches ayant des antécédents d'avortements**

Agent pathogène	Cas positifs	Cas négatifs	Séro-prévalence
BoHV-4	10	1	90,9 %
<i>Neospora caninum</i>	3	8	27,3 %
<i>Coxiella burnetii</i>	9	2	81,8 %
<i>Salmonella dublin</i>	0	11	0 %
<i>Leptospira hardjo</i>	6	5	54,5 %

Sur les 252 vaches testées, 191 (75,7 %) étaient positives pour au moins un des agents pathogènes recherchés: 61 (31,9%) vaches étaient positives pour un seul agent pathogène et 130 (68,1%) étaient positives vis-à-vis d'une association d'agents infectieux (de 2 à 5 agents infectieux) (Tableau 3).

## DISCUSSION

L'avortement chez les vaches reste une préoccupation majeure dans les exploitations laitières, avec des pertes économiques potentiellement importantes. L'identification des causes de l'avortement pourrait réduire l'impact de ce syndrome, en améliorant les mesures des préventions. La brucellose, la leptospirose, la néosporose, la salmonellose, la fièvre Q et l'infection par le BoHV-4, objet de la présente étude, sont parmi les causes les plus courantes d'avortement infectieux dans le monde (Holler, 2012). Pour cette raison, elles sont généralement incluses dans la sérologie de routine lors des épisodes d'avortements (Anderson, 2007).

Cette enquête a révélé une large circulation, sauf pour la brucellose, des agents abortifs étudiés parmi les élevages objet de la présente étude.

La brucellose bovine reste une maladie contrôlée au niveau du territoire marocain grâce aux programmes d'éradication entrepris par le pays. Néanmoins cette pathologie demeure une préoccupation majeure pour les pays en développement (Godfroid *et al.*, 2005). La région méditerranéenne et le Moyen-Orient sont des zones à forte prévalence où la brucellose est reconnue depuis les années 1970 comme une zoonose répandue (Refai, 2002).

La non-détection de la brucellose parmi les troupeaux étudiés suggère l'efficacité des campagnes successives de vaccination et des mesures de biosécurité adoptées dans les exploitations, d'autant plus si l'on considère les résultats d'autres études précédentes réalisées dans la même région d'étude, qui ont rapporté des séroprévalences allant de 1,9 à 33,5% chez des troupeaux de bovins (Lucchese *et al.*, 2016).

Le BoHV-4 sévit de manière significative partout dans le monde sans être pour autant responsable de pathologies importantes (Markine-Goriaynoff *et al.*, 2003). Au Maroc peu d'études ont été réalisées en vue de clarifier la situation vis-à-vis du BoHV-4. Un travail réalisé en 2013 (Hakimi, 2013) dans la même région d'étude, a rapporté une séroprévalence de 16%, une prévalence qui est bien inférieure à celle rapportée par notre étude de 50 %, ce qui peut suggérer une augmentation de la circulation du virus durant les dernières années dans la région.

Comparée à d'autres pays, la séroprévalence observée dans la présente étude est également supérieure au taux de 47,2% rapporté dans une étude au Soudan (Elhussein *et al.*, 2011) ainsi qu'en Turquie 41,3% (Aslan *et al.*, 2015). En revanche, en Algérie, la séroprévalence déclarée chez les vaches laitières a été de l'ordre de 3,61% (Derdour *et al.*, 2017). Au Canada, une étude (Gagnon *et al.*, 2017) a rapporté des séroprévalences de 6% et 9,9% respectivement dans les régions du Québec et de l'Ontario.

La seroprévalence de *N. caninum* dans cette étude était de 25%, un taux plus élevé que ceux allant de 7,8 à 26,4 % rapportés par plusieurs travaux chez des bovins dans la même région d'étude (Awçalla, 2007; Bouhou, 2006; Hakimi, 2013; Lucchese *et al.*, 2016). Des valeurs similaires ont été également rapportées à travers l'Afrique, à savoir : 19,6 % en Algérie, (Ghalimi *et al.*, 2012), 20,4% en Egypte (Ibrahim *et al.*, 2009) et 17,9 % au Sénégal (Kamga-Waladjo *et al.*, 2010). En revanche, une valeur supérieure a été rapportée en Espagne de 35,9% (Quintanilla-Gozaló *et al.*, 1999), et inférieure en Italie 11% (Otranto *et al.*, 2003).

Très peu d'études ont porté sur la fièvre Q au Maroc. Or, la séroprévalence obtenue lors de la présente étude de 43 % suggère une circulation importante de la bactérie parmi la population des bovins dans la région d'étude. Cette séroprévalence est bien élevée que la moyenne internationale estimée de 20 % dans un travail de revue bibliographique portant sur 51 études à travers le monde (Guatteo *et al.*, 2011). Cependant, cette séroprévalence est similaire à celle observée (41,4 %) aux Émirats Arabes Unis (Barigye *et al.*, 2020).

Par ailleurs, notre enquête a révélé une séroprévalence relativement faible (2%) de la salmonellose dans les exploitations enquêtées, avec une sérologie négative dans trois élevages parmi les cinq objets de l'enquête. Peu d'études concernant la prévalence de la salmonellose bovine abortive au Maroc existent à l'heure actuelle. En Algérie, une prévalence de 1,2% a été observée dans 54 exploitations étudiées (Derdour *et al.*, 2017). Une étude portant sur des exploitations laitières sélectionnées au hasard en Angleterre et au Pays de Galles a révélé une séroprévalence spécifique de 3,7 à 6,6 % à chaque visite, avec une prévalence moyenne de 4,9% (Davison *et al.*, 2005). L'infection à *S. Dublin* est une préoccupation majeure en Europe du Nord (Danemark et Suède) et fait l'objet d'une surveillance attentive (Ågren *et al.*, 2016). Dans ces pays, la prévalence a été estimée à la fois par des tests immunologiques sur le lait cru ou les sérums et par la culture des fèces et la PCR. La prévalence était plus faible (inférieure à 1 %) lorsqu'elle était déterminée par culture et par PCR que par sérologie (Nielsen, 2013). Au Danemark en 2003, la séroprévalence

**Tableau 3: Co-infections chez les vaches testées**

	Nombre de cas	Sér-oprévalence
Aucun agent étudié	61	24 %
A un agent pathogène	61	24 %
Association de 2 agents	57	23 %
Association de 3 agents	51	20 %
Association de 4 agents	18	7 %
Association des 5 agents	4	2 %

des troupeaux laitiers testés positifs à *S. dublin* était de 24 %. Elle a diminué à 12% en 2009 (Ersbøll et Nielsen, 2011). D'autre part, concernant la leptospirose, les résultats de la présente étude sont particulièrement intéressants, compte tenu de l'importance reconnue de l'infection à *Leptospira hardjo* chez les bovins, qui peut provoquer des graves flambées de mammites et constituer une cause majeure d'avortement et de vêlage précoce en plus de ses conséquences éventuelles sur la santé publique (Little et Hathaway, 1983). La séroprévalence moyenne détectée dans les cinq exploitations de l'ordre de 46%, est bien plus élevée que celle rapportée par Lucchese *et al.* (2016) de 9,1 % dans la même région. Elle est également supérieure à celles rapportées en Algérie de 3,9% (Derdour *et al.*, 2017), au Portugal de 15,3% (Rocha, 1998), dans différentes régions d'Espagne de 8% - 33% (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001; Guitián *et al.*, 2001), et en Italie de 0,48% (Cerri *et al.*, 2003).

D'autre part, les taux d'avortement moyens de 19 % et 11,7% relevés lors de nos enquêtes, pour les compagnes de reproduction 2018-2021 et 2021-2022, respectivement, sont significativement supérieurs à celui de 5 % considéré comme le taux d'avortement annuel maximal acceptable dans l'élevage bovin (Holler, 2012). Par ailleurs, l'analyse des fiches d'enquête semble être en faveur d'une origine infectieuse des avortements observés, d'autant plus qu'aucun élément épidémiologique ne semblait indiquer la survenue d'avortements liés à d'autres facteurs non-infectieux comme une malnutrition, des anomalies génétiques ou des traumatismes. Ce constat est supporté par les résultats des analyses sérologiques susmentionnées qui ont indiqué une forte circulation d'agent pathogènes responsables d'avortements. Cette situation très inquiétante, implique une intervention rapide pour juguler les facteurs de risque liés aux infections suscitées pour minimiser les pertes économiques provoquées dans les élevages et faire barrière aux effets sur les santé animale et publiques, Considérant l'aspect zoonotique de certaines des pathologies évoquées.

## CONCLUSION

Il ressort de la présente étude l'incidence relativement élevée des avortements au niveau des élevages étudiés. Elle met également en exergue l'importance de l'étiologie infectieuse dans la survenue des avortements dans les élevages bovins laitiers au Maroc. Les régions d'étude n'étant qu'un modèle peu représentatif de l'élevage laitier au Maroc, les agents recherchés circulent vraisemblablement avec des prévalences plus importantes dans les autres régions et élevages qui appliquent des mesures de biosécurité moins rigoureuses. Des études plus larges à l'échelle du pays sont à même de répondre à cette question. Néanmoins, des mesures de lutte peuvent être déjà proposées afin de limiter les conséquences sanitaires et socio-économiques du syndrome d'avortement aussi bien dans les régions d'étude qu'à l'échelle nationale. Par ailleurs, cette étude met en évidence le rôle favorable des programmes prophylactiques et des mesures de biosécurité dans le contrôle de la brucellose bovine au Maroc.

## RÉFÉRENCES

- Ågren E.C.C., Sternberg Lewerin S., Wahlström H., Emanuelson U., Frössling J. (2016). Low prevalence of Salmonella in Swedish dairy herds highlight differences between serotypes. *Prev. Vet. Med.*, 125: 38–45.
- Alonso-Andicoberry C., García-Peña F. J., Pereira-Bueno J., Costas E., Ortega-Mora L.M. (2001). Herd-level risk factors associated with *Leptospira* spp. seroprevalence in dairy and beef cattle in Spain. *Prev. Vet. Med.*, 52: 109–117.
- Anderson M.L., (2007). Infectious causes of bovine abortion during mid- to late-gestation. *Theriogenology*, 68: 474–486.
- Aslan M.E., Azkur A.K., Gazyagci S. (2015). Epidemiology and genetic characterization of BVDV, BHV-1, BHV-4, BHV-5 and *Brucella* spp. infections in cattle in Turkey. *J. Vet. Med. Sci.*, 77: 1371–1377.
- Awçalla F. (2007). Étude épidémiologique des avortements dus à *Neospora caninum* chez les bovins au Maroc. Thèse doct. Vet., Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Maroc, 188p.
- Barigye R., Hassan N.A., Alqubaisi D.M.N., Abdalla-Alfaki I. M. (2020). Serological evidence of *Coxiella burnetii*, *Leptospira interrogans Hardjo*, *Neospora caninum* and bovine pestivirus infections in a dairy cattle herd from the United Arab Emirates. *Vet. Ital.*, 56: 163–168.
- Bouhou I. (2006). Étude sur les avortements bovins avec référence à la néosporose. Thèse doct. Vet., Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Maroc, 170p.
- Cerri D., Ebani V.V., Fratini F., Pinzauti P., Andreani, E. (2003). Epidemiology of leptospirosis: observations on serological data obtained by a 'diagnostic laboratory for leptospirosis' from 1995 to 2001. *New Microbiol.*, 26: 383–9.
- Davison H.C., Smith R.P., Pascoe S.J.S., Sayers A.R., Davies R.H., Weaver J.P., Evans S.J. (2005). Prevalence, incidence and geographical distribution of serovars of Salmonella on dairy farms in England and Wales. *Vet. Rec.*, 157: 703–711.
- Derdour S.Y., Hafsi F., Azzag N., Tennah S., Laamari A., China B., Ghalmi F. (2017). Prevalence of the main infectious causes of abortion in dairy cattle in Algeria. *J. Vet. Res.*, 61: 337–343.
- Elhussein A.M., Elhassan A.M., Fadol, M.A., El-Hussein, A.M., 2011. Seroprevalence of bovine herpes virus-1, bovine herpes virus-4 and bovine viral diarrhoea virus in dairy cattle in Sudan. *Pak. Vet. J.*, 31: 317–320.
- Ersbøll A. K., Nielsen L. R. (2011). Spatial patterns in surveillance data during control of Salmonella Dublin in bovine dairy herds in Jutland, Denmark 2003–2009. *Spat Spatiotemporal Epidemiol.*, 2: 195–204.
- Gagnon C.A., Traesel C.K., Music N., Laroche J., Tison N., Auger J.P., Charette S.J. (2017). Whole genome sequencing of a Canadian bovine gamma herpesvirus 4 strain and the possible link between the viral infection and respiratory and reproductive clinical manifestations in dairy cattle. *Front. Vet. Sci.*, 4: 92.
- Ghalmi F., China B., Ghalmi, A., Hammitouche D., Losson B. (2012). Study of the risk factors associated with *Neospora caninum* seroprevalence in Algerian cattle populations. *Res. Vet. Sci.*, 93: 655–661.
- Godfroid J., Cloeckart A., Liautard J.P., Kohler S., Fretin D., Walravens K., Letesson J.J. (2005). From the discovery of the Malta fever's agent to the discovery of a marine mammal reservoir, brucellosis has continuously been a re-emerging zoonosis. *Vet. Res.*, 36: 313–326.
- Guatteo R., Seegers H., Taurel A. F., Joly A., Beaudeau F. (2011). Prevalence of *Coxiella burnetii* infection in domestic ruminants: a critical review. *Vet. Microbiol.*, 149: 1–16.
- Guitián F.J., García-Peña F.J., Oliveira J., Sanjuána M.L., Yusa E. (2001). Serological study of the frequency of leptospiral infections among dairy cows in farms with suboptimal reproductive efficiency in Galicia, Spain. *Vet. Microbiol.*, 80: 275–284.
- Hakimi, I. (2013). Etude séro-épidémiologique des infections abortives majeures chez les bovins dans la région de Sidi-Slimane. Thèse doct. Vet., IAV Hassan II, Maroc, 191p.

- Holler L.D. (2012). Ruminant Abortion Diagnostics. *Vet. Clin. North Am. Food Anim.*, 28: 407–418.
- Hoving E. (2009). Abortions in Dairy Cattle - I Common Causes of Abortions. *Virginia Cooperative Extension*, 404–288.
- Ibrahi H. M., Huang P., Salem T.A., Talaat R.M., Nasr M.I., Xuan X., Nishikawa Y. (2009). Short report: prevalence of *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* antibodies in northern Egypt. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 80: 263–267.
- Kamga-Waladjo A.R., Gbati O.B., Kone, P., Lapo, R.A., Chatagnon G., Bakou, S.N., Tainturier, D. (2010). Seroprevalence of *Neospora caninum* antibodies and its consequences for reproductive parameters in dairy cows from Dakar-Senegal, West Africa. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42: 953–959.
- Little T.W.A., Hathaway S.C. (1983). *Leptospira hardjo* infection in cattle, An emerging problem in the United Kingdom. *Prev. Vet. Med.*, 2: 423–433.
- Lucchese L., Benkirane, A., Hakimi I., ElIdrissi A., Natale A. (2016). Seroprevalence study of the main causes of abortion in dairy cattle in Morocco. *Vet. Ital.*, 52:13-9.
- MADRPM (2020). Ministère de l’Agriculture, du Développement rural et des Pêches maritimes, <https://www.agriculture.gov.ma/fr/filiere/lait> (accessed 15 Sep. 2023).
- Markine-Goriaynoff N., Minner F., De Fays K., Gillet L., Thiry E., Pastoret P.-P., Vanderplasschen A. (2003). L’Herpèsvirus Bovin 4. *Ann. Med. Vet.*, 147: 215–247.
- Nielsen L.R. (2013). Review of pathogenesis and diagnostic methods of immediate relevance for epidemiology and control of Salmonella Dublin in cattle. *Vet. Microbiol.*, 162: 1–9.
- Otranto D., Llazari A., Testini G., Traversa D., Di Regalbono A. F., Badan M., Capelli G. (2003). Seroprevalence and associated risk factors of neosporosis in beef and dairy cattle in Italy. *Vet. Parasitol.*, 118: 7–18.
- Quintanilla-Gozalo A., Pereira-Bueno J., Tabarés E., Innes E.A., González-Paniello R., Ortega-Mora L.M. (1999). Seroprevalence of *Neospora caninum* infection in dairy and beef cattle in Spain. *Int. J. Parasitol.*, 29: 1201–1208.
- Refai M. (2002). Incidence and control of brucellosis in the Near East region. *Vet. Microbiol.*, 90: 81–110.
- Rocha T. (1998). Leptospirosis in farm animals in Portugal: a review Article in Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics): A review of leptospirosis in farm animals in Portugal. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 17: 699–712.
- Singh R. (2021). Abortion in dairy cattle: Causes and prevention, <https://www.pashudhanpraharee.com/abortion-in-dairy-cattle-causes-prevention-2/>. (accessed 19 Feb. 2023).
- Yahyaoui Azami H., Ducrottoy M. J., Bouslikhane M., Hattendorf J., Thrusfield M., Conde-Álvarez R., Zinsstag J. (2018). The prevalence of brucellosis and bovine tuberculosis in ruminants in Sidi Kacem Province, Morocco. *PLoS One*, 13: e0203360.