

# Prévalence de la maladie de la bronchite infectieuse aviaire au Maroc entre Juin 2018 et Avril 2019

F. SIKHT<sup>1</sup>, C. CAMUS<sup>2</sup>, M. DUCATEZ<sup>2</sup>, M. KRAIMI<sup>1</sup>, C. DRISSI TOUZANI<sup>1</sup>, N. TLIGUF<sup>3</sup>, M. EL HOUADFI<sup>1</sup>, S. FELLAHI<sup>1</sup>

(Reçu le 23/03/2021; Accepté le 27/03/2021)

## Résumé

La bronchite infectieuse aviaire (BI) est principalement une infection des voies respiratoires supérieures causée par le virus de la bronchite infectieuse aviaire (IBV) appartenant à la famille des Coronaviridae. Le présent travail a pour objectif d'évaluer la prévalence de l'IBV dans sept différentes régions du Maroc en utilisant la RT-PCR en temps réel, afin de mieux connaître la situation épidémiologique de la maladie dans ces régions. L'analyse épidémiologique a montré que l'IBV a circulé avec une forte prévalence de 61% entre 2018 et 2019, ainsi, les résultats obtenus ont été valorisés et évalués par une étude statistique via la version 13 du logiciel SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). L'infection à l'IBV a circulé avec des prévalences distinctes dans les différentes régions du Maroc, mais cette différence n'était pas statistiquement significative. Un pic de positivité a été mis en évidence dans les régions Beni Mellal-Khenifra, Draa-Tafilalet et Souss-Massa. D'autre part, un taux de vaccination très élevé contre la BI (90% des élevages) au Maroc a été constaté.

**Mots clés:** Bronchite infectieuse aviaire, RT-PCR en temps réel, Prévalence, Maroc

## Prevalence of avian infectious bronchitis disease in Morocco between June 2018 and April 2019

### Abstract

Avian infectious bronchitis (IB) is mainly an upper respiratory tract infection caused by infectious bronchitis virus (IBV) belonging to the Coronaviridae family. This work aims to assess the prevalence of IBV in different regions of Morocco using real-time RT-PCR, in order to better understand the epidemiological situation of the disease in these regions. Epidemiological analyses have shown that the IBV circulates with a high prevalence of 61% between 2018 and 2019, thus, the results obtained were valued and evaluated by a statistical study using the SPSS version 13 (Statistical Package for the Social Sciences). IB circulated with distinct prevalence's in the different regions of Morocco, but this difference was not statistically significant. A peak of positivity was found in the Beni Mellal-Khenifra, Draa-Tafilalet, and Souss-Massa regions. On the other hand, a very high vaccination rate against IB (90% of farms) in Morocco has been observed.

**Keywords:** Avian infectious bronchitis, real-time RT-PCR, Prevalence, Morocco

## INTRODUCTION

La bronchite infectieuse (BI) est l'une des maladies virales les plus contagieuses, qui fait partie des pathologies majeures rencontrées chez les poulets et les plus économiquement importantes dans les élevages industriels, non seulement au Maroc, mais dans le monde entier. Cette infection cause des problèmes respiratoires, rénaux et reproducteurs entraînant des pertes économiques importantes pour les éleveurs autant chez le poulet de chair que chez la poule pondeuse et reproductrice. Elle est associée à des mortalités, des retards de croissance, des taux de saisie élevés à l'abattoir et une diminution de la ponte (Cook *et al.*, 2012). Le virus de la bronchite infectieuse aviaire (IBV) est l'agent causal de cette maladie, il appartient à la famille des *Coronaviridae*, genre *Gammacoronavirus* (ICTV 2009).

L'IBV est un virus à ARN, enveloppé, simple brin, de polarité positive et possédant une longueur de 27,6 kilo base (Lai et Cavanagh, 1997). Il contient des protéines non structurales et quatre protéines structurales: une nucléocapside entourant l'ARN viral (N), une glycoprotéine transmembranaire (M), une petite protéine d'enveloppe (E) et une glycoprotéine de surface (S) clivée en deux sous unités, S1 et S2. Ces protéines jouent ensemble différents rôles dans l'attachement viral, la réplication et l'induction des maladies cliniques (Bournell *et al.*, 1987). La protéine M est la plus abondante, elle joue un rôle essentiel dans l'assemblage des coronavirus en interagissant avec les deux protéines S et N (De Haan *et al.*, 2000; Hsu *et al.*, 2013).

La BI a été décrite pour la première fois en 1931 par Schalk et Hawn, au Dakota du Nord aux États-Unis d'Amérique, comme une nouvelle maladie respiratoire des poussins (Schalk et Hawn, 1931). La nature de l'agent infectieux n'a pas été déterminée à ce moment-là. Deux ans plus tard, Bushnell et Brandly ont déclaré une maladie essentiellement identique à la maladie de la bronchite infectieuse. Ils l'ont considéré comme une forme de la laryngotrachéite infectieuse (Bushnell et Brandly, 1933). Néanmoins, après quelques années, Beach et Schalm ont permis de faire le diagnostic différentiel entre ces deux virus par des études d'immunité croisée chez le poulet, et ils ont réalisé la première description du virus (Beach et Schalm, 1936). Ensuite, Beaudette et Hudson ont cultivé l'IBV sur des œufs embryonnés inoculés par voie chorioallantoïdienne (Beaudette et Hudson, 1937). En 1939, le virus a été rapporté à Rhode Island chez les poules pondeuses. Il était associé à des pertes importantes dans la production d'œufs (Delaplane et Stuart, 1939).

La maladie de la BI sévit d'une manière endémique à l'échelle mondiale (Jackwood, 2012). Par ailleurs, depuis sa première apparition au début des années 1930, la maladie a été rapportée dans tous les pays ayant une industrie avicole intensive. Par la suite, elle a été déclarée en Asie durant les années 1940 (sérotypage Massachusetts), aux États-Unis en 1950 (plusieurs sérotypes ont été identifiés en plus du sérotypage Massachusetts). En Afrique du Nord, l'IBV a été l'objet, avec d'autres virus classiques et émergentes, de plusieurs études faites en Tunisie, en Égypte et au Maroc

<sup>1</sup> Unité de Pathologie Aviaire, Département de Pathologie et Santé Publique Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

<sup>2</sup> IHAP, Université de Toulouse, INRAE, ENVT, Toulouse, France

<sup>3</sup> Unité Anatomo-pathologique, Département de Pathologie et Santé Publique Vétérinaire, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc

(De Wit *et al.*, 2011). Une forte prévalence (26%) d'IBV a également été révélée en Afrique de l'Ouest (Ducatez *et al.*, 2009).

Au Maroc, le virus de la bronchite infectieuse aviaire sérotype Massachusetts (Mass), ainsi qu'un sérotype nommé «Moroccan G» ont été isolés et caractérisés pour la première fois en 1985 par les travaux de ElHouadfi *et al.*, (1986). A la fin des années 90, Alarabi et El bouqdaoui ont mené des études en parallèle, concernant les lésions néphropathologiques associées à des difficultés respiratoires, observées dans les élevages de poulets de chair au Maroc entre 1996 et 2000. Trois groupes différents de souches d'IBV ont été identifiés à l'aide d'une RT-PCR couplée à un polymorphisme de longueur de fragment de restriction (RFLP) (Alarabi, 2004; El bouqdaoui *et al.*, 2005). Entre 2011 et 2015, une étude réalisée par Fellahi *et al.* ont montré que les génotypes d'IBV les plus fréquemment détectés étaient les génotypes Mass, Italy 02 et 4/91. Et pour la première fois en Afrique et au Maroc, le génotype Italy 02 a été détecté en 2010 et sa fréquence semble avoir augmenté pour devenir le génotype le plus commun en 2014. Le génotype Mass était prédominant avec une prévalence de 66% (Fellahi *et al.*, 2015). Belkasmî *et al.* ont poursuivi par l'étude de l'efficacité de vaccins commercialisés au Maroc contre la souche Italy 02 nouvellement détectée dans les élevages Marocains. Cette étude a montré que la vaccination au premier jour par un vaccin type Massachusetts avec un rappel avec la souche 793B donne une meilleure protection contre le type Italy 02 (Belkasmî *et al.*, 2017).

Depuis 2018, plusieurs cas cliniques de BI ont été identifiés dans les élevages de poulet de chair dans différentes régions du pays, malgré la vaccination avec H120 et 793B. C'est ainsi que cette étude épidémiologique a deux objectifs: premièrement, définir un profil épidémiologique de l'IBV par la réalisation des enquêtes orientées spacio-temporelles entre 2018 et 2019; deuxièmement, étudier la répartition de l'IBV dans les différentes régions du Maroc et évaluer finalement les associations entre les cas cliniques positifs et vaccination.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Choix des élevages

Cette étude a concerné 88 prélèvements soit sous forme des organes (trachée, poumons) ou des écouvillons trachéaux, provenant de 71 élevages représentant 7 régions du Maroc à savoir: Fès-Meknès, Rabat-Salé-Kenitra, Casablanca-Settat, Draa-Tafilalet, Béni Mellal-Khenifra, Souss-Massa, et la région de l'Oriental. Ces élevages ont été ciblés: notre échantillonnage s'est basé sur des oiseaux suspects d'être infectés par le virus de la BI, âgés de plus de trois semaines et présentant des signes cliniques rappelant la maladie, à savoir, des symptômes respiratoires (râles, éternuements), associés à une diminution de la consommation alimentaire et à une baisse de la production. 96% des élevages étaient de poulet de chair, 3% de dinde de chair, et seulement 1% d'élevages de reproducteur poulet de chair.

### Détection moléculaire de l'IBV

#### Extraction du matériel génétique

L'extraction de l'ARN viral de l'IBV a été faite en utilisant le kit Macherey Nagel (Duren, Allemagne, N°740956.250). Elle consiste en une série d'étapes qui commencent par une

dénaturation et lyse cellulaire, suivie par la précipitation des acides nucléiques, une série de lavages et se termine par l'éluion de l'ARN extrait.

### Transcription inverse et Amplification de l'ARN viral

L'ARN extrait a été amplifié par RT-PCR en temps réel qui a été réalisée dans un thermocycleur «7500 Fast Real-time PCR system» (Applied Biosystems), en utilisant des amorces et une sonde situées dans la région non traduite du génome de la souche de référence du virus de la bronchite infectieuse IBV M41, dessinées par (Callison *et al.*, 2006): L'amorce IBV5GU391 (5-GCT TTT GAG GAG CCT AGC AGC GTT-3) située aux positions nucléotidiques 391-408 de la séquence du génome de la souche de référence IBV M41 (Numéro d'accension GenBank AY851295); IBV5GL533 (5-GCC ATG ATG TTG TTG TCA CTG TCT ATT G-3) située aux positions nucléotidiques 533-512 et une sonde Taqman® à double marquage IBV5G (5-FAM-CAC CAC CAG CAG AAC CTG TCA CCT C-BHQ1-3) située aux positions nucléotidiques 494-473 de la séquence du génome de la souche de référence IBV M41.

La réaction d'amplification a été réalisée avec le kit Bio-lineSensifast (Life Science Company), elle a été réalisée dans un volume réactionnel final de 20 µl par échantillon comprenant 10 µl de 2x RT-PCR Buffer, 0,4 µl de chaque amorce (sens et anti-sens à 10 µM), 10 µl de la sonde Taqman (10 µM), 4,5 µl d'eau. Finalement, 0,2 µl de l'enzyme RT et 0,4 µl du RNA inhibiteur ont été ajoutés.

Le protocole d'amplification utilisé est comme suit: une incubation de 20 min à 45°C pour l'activation de la Reverse-Transcriptase, et 95°C pendant 5 min pour sa désactivation. Ensuite une amplification de 40 cycles avec les paramètres suivants: une dénaturation à 94°C pendant 2s, suivie d'une hybridation de 58°C pendant 45s, et une élongation finale de 2 minutes à 72°C.

### Analyses statistiques

Les statistiques décrivant la corrélation entre la positivité des prélèvements par RT-PCR en temps réel et les différents facteurs (régions et statut vaccinal) ont été calculées pour chaque variable. Un test non paramétrique (test de Khi-deux) a été utilisé pour calculer la corrélation entre la distribution des fréquences IBV dans différentes régions et le statut de vaccination. La différence a été considérée comme significative au risque d'erreur de 5 p. 100. Les calculs statistiques ont été effectués en utilisant le logiciel SPSS version 13 (Statistical Package for the Social Sciences).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Prévalence de l'infection au Maroc

Nous avons utilisé les amorces et le protocole de la RT-PCR en temps réel décrits par Callison *et al.* (2006) pour la détection des échantillons positifs. Le choix de cette technique par rapport à la RT-PCR conventionnelle était basé sur sa sensibilité. Par ailleurs, elle a un seuil de détection approximatif de 10 copies du génome viral recherché dans l'échantillon, tel qu'il a été décrit par Poitras et Houde (2002).

Dans cette étude, tous les prélèvements ont été analysés par RT-PCR en temps réel, en vue de la détection de l'IBV. L'enquête épidémiologique a montré une prévalence glo-

bale de l'infection à l'IBV de 61% et 43 sur 71 élevages, se sont révélés positifs, avec des valeurs de Ct allant de 9,96 à 34,04. Les prélèvements étudiés ici étaient issus de poulets suspects d'être infectés par IBV, avec signes cliniques respiratoires, mortalité et détérioration des performances zootechniques (diminution de la consommation et de la production), comme cela a été rapporté dans la littérature (Ignjatovic *et al.*, 2003; Ignjatovic *et al.*, 2002; Ziegler *et al.*, 2002). Notre prévalence corrobore plusieurs études dans la littérature. En effet, une étude menée en Europe de l'ouest par Worthington, *et al.* (2009) a montré la circulation de l'IBV avec une prévalence de 59%. Au Maroc, Drissi *et al* ont rapporté entre 2012 et 2013 une prévalence de 63% dans des élevages de poulet de chair (Drissi TouzaniWalali, 2013). Ensuite Fellahi *et al.* (2015), ont trouvé une prévalence nationale de 57% chez les élevages de poulets de différents types de production. Entre 2015 et 2018, une prévalence de 47% a été observée (Belkasmî *et al.*, 2019). Il est logique que la prévalence que nous avons observée soit similaire à celles observées précédemment au Maroc lors de campagnes de surveillance passive également (animaux présentant des signes cliniques), et plus élevée que celle observée en 2006-2008 lors de campagnes de surveillance active (échantillonnage d'oiseaux à la fois sains et présentant des signes cliniques) en Afrique de l'Ouest par exemple (Ducatez *et al.*, 2009).

### Prévalence de l'infection par région

En calculant le nombre d'élevages positifs à l'IBV par rapport aux négatifs dans chaque région, une distribution différente de cette pathologie entre les 7 régions étudiées a été constatée (Figures 1 et 2). Cette différence n'était pas statistiquement significative comme il a été rapporté dans l'étude faite par Fellahi *et al.* (2015), et qui a révélé une présence de l'IBV dans toutes les régions du Maroc (Fellahi *et al.*, 2015). Au contraire dans l'étude faite par Belkasmî *et al.* entre 2015 et 2018, aucune diversité n'a été observée dans la distribution géographique (Belkasmî *et al.*, 2019). A travers notre analyse, nous avons vérifié l'hypothèse de l'indépendance des cas positifs dans les différentes régions étudiées en utilisant le test de khi-deux. La maladie de la BI

a été rapportée avec une prévalence forte de 100% dans les 3 régions de BeniMellal-Khenifra, Draa-Tafilalet, et Souss-Massa, suivies par la région de Casablanca-Settat avec une positivité de 80%. Quant aux régions de Fes-Meknes et de Rabat-Salé-Kénitra, IBV était présent dans 56% et 50% des prélèvements, respectivement. Finalement, la prévalence n'a atteint que 25% dans la région de l'Oriental.

### Statut vaccinal

Parmi les 71 élevages étudiés, 64 avaient été vaccinés contre le virus de la BI, soit 90% des élevages testés. 56,25% de ces derniers ont été révélés positifs à l'infection à l'IBV, alors que 100% des élevages non vaccinés ont été positifs (Figure 3). Cela peut être attribué aux co-infections

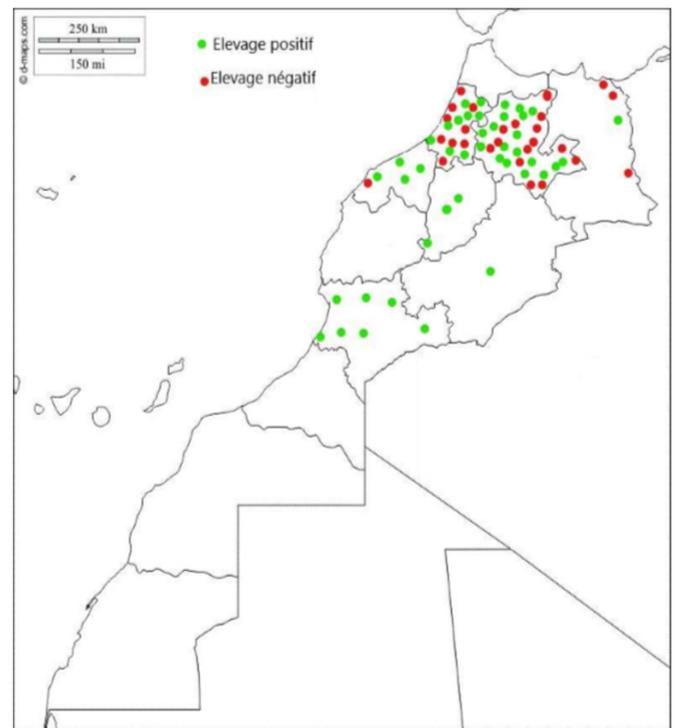


Figure 2: Distribution du virus de la bronchite infectieuse aviaire étudié sur la carte géographique du Maroc pour cette étude

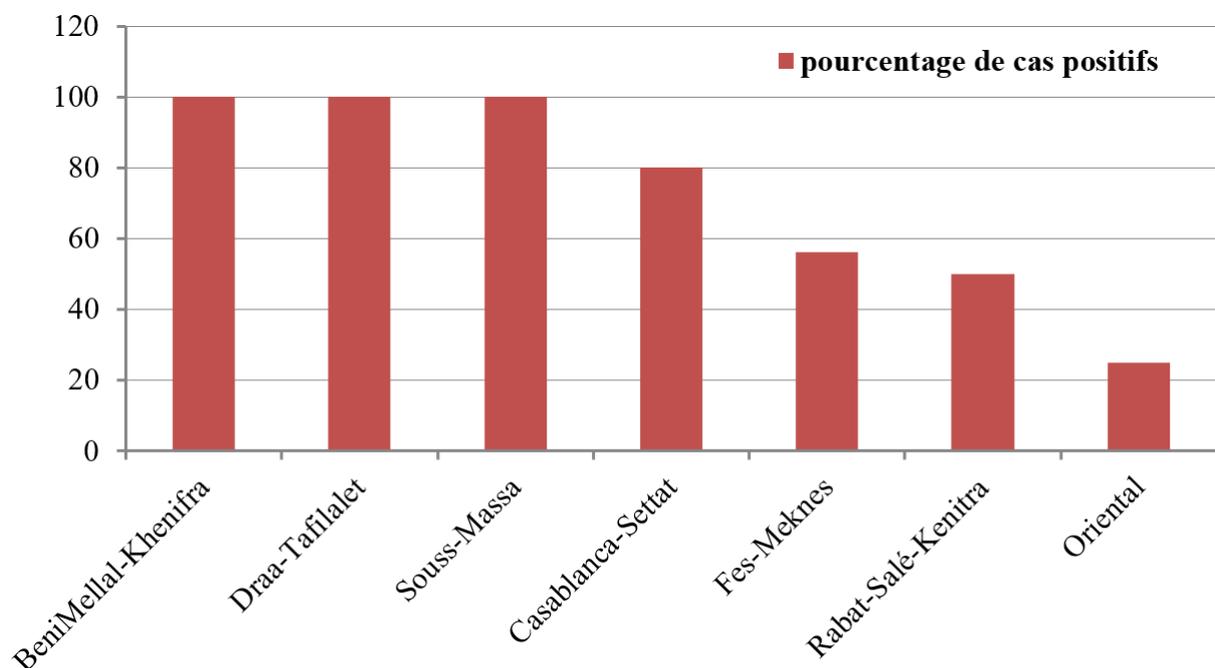


Figure 1: Prévalence de la maladie de la bronchite infectieuse aviaire distribuée selon les régions du Maroc

d'IBV avec d'autres agents pathogènes ce qui augmente la probabilité d'une manifestation clinique même en présence de vaccination. Ainsi, le fait que les poulets de chair n'avaient pas de rappel de vaccination contre la BI et avec une seule valence (Mass), ce qui est insuffisant pour leur protection contre le virus, constitue un facteur possible favorisant l'infection (Belkasmi *et al.*, 2017). De plus, la réponse immunitaire des oiseaux vaccinés n'est jamais uniforme au sein d'un troupeau. Cette hétérogénéité de réponse des poussins vaccinés s'explique notamment par la souche des oiseaux, mais aussi par la variabilité génétique propre à chaque animal (Cavanagh, 2007).

À l'exception de la région de Souss-Massa, dans laquelle le taux de positivité au virus a atteint les 100%, d'où l'importance de la vaccination, toutes les régions étudiées réalisent des protocoles vaccinaux distincts contre la BI : 24 élevages

vaccinent à J1, 34 élevages vaccinés à J3, 6 élevages à J5 et 7 élevages ne vaccinent pas contre la maladie. Ainsi le taux de positivité, ou la prévalence de la maladie, diffèrent selon le protocole vaccinal de telle façon qu'on trouve 57% des élevages positifs au niveau du groupe vacciné à J1, 61% dans le groupe des élevages vaccinés à J3, et 50% au niveau des élevages vaccinés à J5 (Figure 4). Belkasmi *et al.* (2017) ont montré que la vaccination au premier jour avec la souche Mass ne protège pas contre l'infection à l'IBV. Cet échec vaccinal peut être ainsi expliqué par le passage d'un virus sauvage différent du virus vaccinal, et puisque les prélèvements traités appartiennent à des poulets âgés de plus de 3 semaines, l'hypothèse de la persistance du virus vaccinal est écartée, étant donné que ce dernier ne persiste que jusqu'à 15 jours d'âge dans les tissus comme il a été rapporté dans l'étude faite par El Houadfi *et al.* (1986).

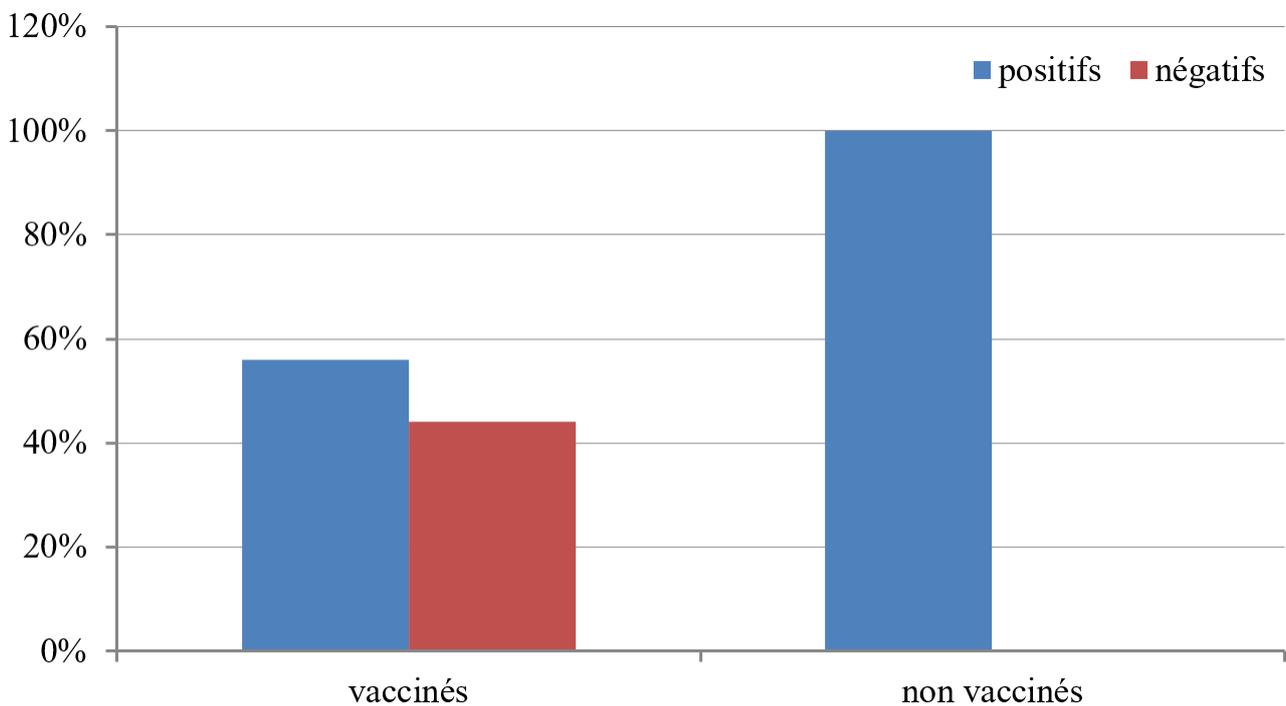


Figure 3: Prévalence de la maladie de la bronchite infectieuse chez les élevages vaccinés et non vaccinés

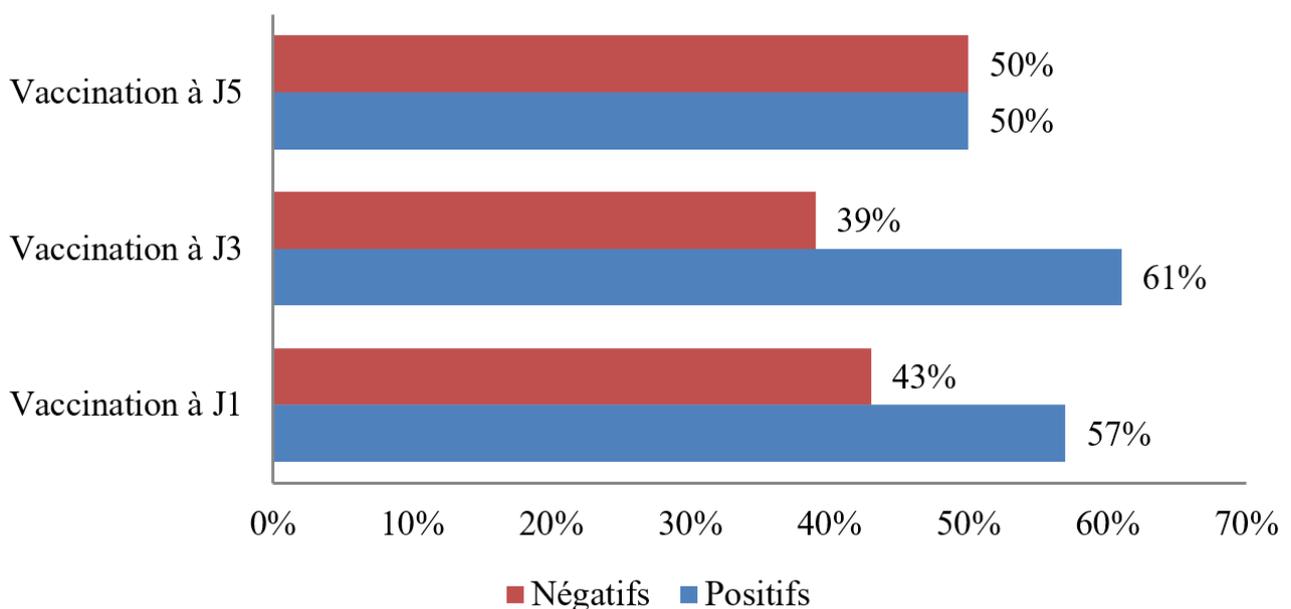


Figure 4: Prévalence de la maladie de la bronchite infectieuse aviaire par rapport aux protocoles vaccinaux instaurés dans les élevages

## CONCLUSION

Depuis sa première détection au Maroc, au début des années 1980, la maladie de la bronchite infectieuse a causé, et cause toujours, des pertes économiques importantes pour le secteur avicole. Malgré un taux de vaccination fort au Maroc (90%), le virus de la BI circule d'une manière endémique au niveau des élevages vaccinés, et non vaccinés, avec une prévalence importante de plus de 60%. Toutes ces données nous poussent à mener des recherches pour caractériser les génotypes de la BI en circulation afin de suivre les dérives génétiques et antigéniques et de fournir des informations nécessaires à la sélection des souches vaccinales.

## RÉFÉRENCES

- Acevedo-Beiras A. M. (2017). Virus de la bronchite infectieuse: un défi pour la aviculture. *Revista de Salud Animal*, 39.
- Alarabi M. A. H. (2004). A field study of kidney disease among the broiler flocks in Morocco and its relationship to infectious bronchitis virus. Ph. D. Thesis.
- Beach J. R., Schalm, O. W. (1936). A filterable virus, distinct from that of laryngotracheitis, the cause of a respiratory disease of chicks. *Poultry Science*, 15: 199-206.
- Beaudette F. R. (1937). Cultivation of the virus of infectious bronchitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 90: 51-60.
- Belkasmı S. F., Fellahi S., Umar S., Delpont M., Delverdiere M., Lucas M. N., Fihri O. F. (2017). Efficacy of Massachusetts and 793B vaccines against infectious bronchitis Moroccan-Italy 02 virus in specific-pathogen-free chickens and commercial broilers. *Avian diseases*, 61: 466-471.
- Belkasmı S. F. (2019). coronavirus aviaires émergents et réémergents au Maroc. Ph. D Thesis.
- Bournsnel M. E. G., Brown T. D. K., Foulds I. J., Green P. F., Tomley F. M., Binns M. M. (1987). Completion of the sequence of the genome of the coronavirus avian infectious bronchitis virus. *Journal of General Virology*, 68: 57-77.
- Bushnell L. D., Brandly C. A. (1933). Laryngotracheitis in chicks. *Poultry Science*, 12: 55-60.
- Callison S. A., Hilt D. A., Boynton T. O., Sample B. F., Robison R., Swayne D. E., Jackwood, M. W. (2006). Development and evaluation of a real-time Taqman RT-PCR assay for the detection of infectious bronchitis virus from infected chickens. *Journal of Virological Methods*, 138: 60-65.
- Cavanagh D., Naqi, S. A. (2003). Infectious bronchitis. *Diseases of Poultry*, 11:101-119.
- Cavanagh D. (2007). Coronavirus avian infectious bronchitis virus. *Veterinary research*, 38: 281-297.
- Cook, J. K., Jackwood M., Jones, R. C. (2012). The long view:40 years of infectious bronchitis research. *Avian Pathology*, 41: 239-250.
- Cui J., Li F., Shi Z. L. (2019). Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. *Nature Reviews Microbiology*, 17: 181-192.
- De Haan C. A., Vennema H., Rottier P. J. (2000). Assembly of the coronavirus envelope: homotypic interactions between the M proteins. *Journal of Virology*, 74: 4967-4978.
- Delaplane J. P., Stuart H. O. (1939). Studies on infectious bronchitis. *Rhode Island Agr. Expt. Sta. Bull*, 273.
- De Wit, J. J., Cook J. K., Van der Heijden H. M. (2011). Infectious bronchitis virus variants: a review of the history, current situation and control measures. *Avian Pathology*, 40: 223-235.
- Drissi Touzani Walali C. (2013). Application de la RT-PCR en temps réel pour la détection du virus de la bronchite infectieuse aviaire dans 49 élevages de poulet de chair au Maroc: Thèse de doctorat, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
- Ducatez M. F., Martin A. M., Owoade A. A., Olatoye I. O., Alkali B. R., Maikano I., Muller C. P. (2009). Characterization of a new genotype and serotype of infectious bronchitis virus in Western Africa. *Journal of General Virology*, 90: 2679-2685.
- El Bouqdaoui M., Mhand R. A., Bouayoune H., Ennaji M. M. (2005). Genetic grouping of nephropathogenic avian infectious bronchitis virus isolated in Morocco. *Int. J. Poult. Sci.*, 4:721-7.
- ElHouadfi M., Jones R. C., Cook J. K., Ambali A. G. (1986). The isolation and characterisation of six avian infectious bronchitis viruses isolated in Morocco. *Avian Pathology*, 15: 93-105.
- Fellahi S., Ducatez M., Harrak M. E., Guérin J. L., Touil N., Sebbar G., El-Houadfi M. (2015). Prevalence and molecular characterization of avian infectious bronchitis virus in poultry flocks in Morocco from 2010 to 2014 and first detection of Italy 02 in Africa. *Avian Pathology*, 44: 287-295.
- Hsu D. Z., Chen Y. W., Chu P. Y., Periasamy S., Liu M. Y. (2013). Protective effect of 3, 4-methylenedioxyphenol (sesamol) on stress-related mucosal disease in rats. *BioMed. Research International*, 2013.
- Ignjatovic J., Sapats S. (2000). Avian infectious bronchitis virus. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties*, 19: 493-501.
- Ignjatovic J., Ashton, D. F., Reece R., Scott P., Hooper P. (2002). Pathogenicity of Australian strains of avian infectious bronchitis virus. *Journal of Comparative Pathology*, 126: 115-123.
- Ignjatovic J., Reece R., Ashton F. (2003). Susceptibility of three genetic lines of chicks to infection with a nephropathogenic T strain of avian infectious bronchitis virus. *Journal of Comparative Pathology*, 128: 92-98.
- International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). Release (2009). ICTV 9<sup>th</sup> Report; EC41: Leiden, June 2009; Email ratification 2009 (MSL #25). [https://talk.ictvonline.org/taxonomy/p/taxonomy-history?taxnode\\_id=19980731](https://talk.ictvonline.org/taxonomy/p/taxonomy-history?taxnode_id=19980731).
- Jackwood, M. W. (2012). Review of infectious bronchitis virus around the world. *Avian diseases*, 56: 634-641.
- Lai M. M., Cavanagh D. (1997). The molecular biology of coronaviruses. In *Advances in Virus Research*, 48:1-100.
- Liu S., Chen J., Chen J., Kong X., Shao Y., Han Z., Liu M. (2005). Isolation of avian infectious bronchitis coronavirus from domestic peafowl (*Pavocristatus*) and teal (*Anas*). *Journal of General Virology*, 86: 719-725.
- Poitras E., Houde A. (2002). La PCR en temps réel: principes et applications. *Reviews in Biology and Biotechnology*, 2: 2-11.
- Schalk A. F. (1931). An apparently new respiratory disease of baby chicks. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 78: 413-423.
- Worthington K. J., Savage C., Naylor C. J., Wijmenga W., Jones, R. C. (2004). An RT-PCR survey of infectious bronchitis virus genotypes in the UK and selected European countries between 2002 and 2004 and the results from a vaccine trial. In *Proceedings of the IV Symposium on Avian Corona and Pneumovirus Infections, Rauischholzhausen, Germany* (pp. 101-133).
- Ziegler A. F., Ladman B. S., Dunn P. A., Schneider A., Davison S., Miller P. G., .Gelb Jr J. (2002). Nephropathogenic infectious bronchitis in Pennsylvania chickens 1997-2000. *Avian Diseases*, 46: 847-858.