

## PARUTION ANTICIPEE

### Investigation d'un cas de botulisme aviaire dans un élevage de poules pondeuses plein-air

Sophie Le Bouquin<sup>1</sup>, Caroline Le Maréchal<sup>2</sup>, Valentine Ballan<sup>2</sup>, Sandra Rouxel<sup>2</sup>, Denis Léon<sup>1</sup>, Loïc Balaine<sup>1</sup>, Typhaine Poëzevara<sup>2</sup>, Emmanuelle Houard<sup>2</sup>, Brice Robineau<sup>3</sup>, Corinne Robinault<sup>4</sup>, Marianne Chemaly<sup>2</sup>, Rozenn Souillard<sup>1</sup>

\*Auteur correspondant : [sophie.lebouquin-leneveu@anses.fr](mailto:sophie.lebouquin-leneveu@anses.fr)

- <sup>1</sup> Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Unité d'épidémiologie et bien-être en aviculture et cuniculture, Ploufragan, France
- <sup>2</sup> Anses, Laboratoire de Ploufragan-Plouzané, Unité hygiène et qualité des produits avicoles et porcins, Ploufragan, France
- <sup>3</sup> Celtivet, Ploumagoar, France
- <sup>4</sup> Direction départementale de la protection des populations des Côtes d'Armor, Ploufragan, France

#### Résumé

Le botulisme est une affection neuro-paralytique sévère due aux toxines de *Clostridium botulinum*, commune à l'Homme et à l'animal. Elle se traduit chez les oiseaux par une paralysie flasque ascendante qui engendre régulièrement des pertes importantes dans les élevages de volailles. Si des cas ont déjà été rapportés et décrits dans l'avifaune et chez les volailles de chair, peu de cas ont été décrits en élevage de poules pondeuses. Cet article rapporte les investigations épidémiologiques conduites en 2014 dans un élevage de 5 000 poules pondeuses plein-air des Côtes d'Armor atteint de botulisme aviaire. Compte tenu de la durée d'élevage particulièrement longue dans cette filière, les investigations avaient pour objectif d'étudier en présence des animaux, la diffusion et la persistance de *C. botulinum* dans l'élevage au cours des six mois qui ont suivi l'épisode clinique. Une évaluation de la contamination des œufs par *C. botulinum* a aussi été réalisée. Un suivi longitudinal a été conduit, au cours duquel des échantillons ont été collectés dans le bâtiment d'élevage et dans son environnement. Trente œufs propres et trente œufs sales

ont aussi chiffonnés et le contenu de 24 œufs analysé. La bactérie a été détectée dans le bâtiment plus de cinq mois après l'épisode clinique, notamment sur les murs et le circuit des œufs. Concernant l'analyse des œufs, la bactérie a été retrouvée sur la coquille mais jamais dans le contenu de l'œuf, ce qui confirme l'absence de transmission verticale du botulisme. En l'absence de mesures de police sanitaire définies pour ce danger sanitaire de première catégorie, des pistes sont proposées, concernant notamment l'identification des principales zones critiques pour les opérations de décontamination et l'instauration de mesures spécifiques permettant d'éviter la dissémination du germe à l'extérieur du bâtiment atteint.

**Mots clés :** Botulisme, poules pondeuses, investigation épidémiologique

## **Abstract**

### **Investigation of a botulism outbreak in a free-range laying hen farm**

Botulism is a severe paralytic disease caused by botulinum neurotoxins (BoNTs), common to humans and animals. An ascending flaccid paralysis is observed on the birds, which regularly results in significant losses in poultry farms. Botulism outbreaks have already been reported and described on wild birds and broiler flocks, but more rarely in other poultry species such as laying hens. This article reports the epidemiological investigations carried out in 2014 in a flock of 5,000 free range laying hens, affected by avian botulism. Given the duration of the breeding period, the aim of the study was to investigate the distribution and the persistence of *C. botulinum* in the poultry farm during the six months following the outbreak. The contamination of the eggs by *C. botulinum* was also evaluated. A longitudinal study was carried out and several samples were collected in the poultry house and the surrounding area. Thirty clean eggs and thirty dirty ones were also swabbed at each visit. In addition, 24 eggs were collected to analyze eggshell and egg content. *C. botulinum* was still detected in the house more than five months after the outbreak, mostly on the walls and in the egg circuit. Regarding egg contamination, the bacterium was detected on the shell but never in the content of eggs, confirming the absence of vertical transmission of botulism.

In the absence of specific animal health policy measures for this category 1 health hazard, suggestions including the identification of the main critical areas for decontamination operations and the implementation of specific measures to prevent the spread of the disease outside the affected house are made for the management of avian botulism.

**Keywords :** Botulism, Laying hens, Epidemiological investigation

Le botulisme est une affection neuro-paralytique sévère, commune à l'Homme et à l'animal due aux toxines produites par la bactérie *Clostridium botulinum*. Parmi les sept toxines botuliniques caractérisées à ce jour, le botulisme humain est surtout associé aux toxines A, B, E et F, tandis que la toxine C/D est la principale responsable des foyers de botulisme (Le Maréchal *et al.*, 2016; Skarin *et al.*, 2010; Woudstra *et al.*, 2012). Bien que rares, des cas de type E (type toxinique dangereux pour l'Homme) ont déjà été diagnostiqués à la fin des années 1990 en France en élevage de volailles et chez les oiseaux sauvages.

Chez les oiseaux, des signes cliniques de paralysie flasque sont observés et progressent de manière ascendante, touchant d'abord les pattes puis les ailes, le cou et les paupières. L'appareil respiratoire et le cœur sont ensuite atteints, entraînant la mort de l'animal en moins d'une semaine.

En France, le botulisme est actuellement classé comme danger sanitaire de première catégorie pour toutes les espèces sensibles, incluant donc les volailles et les oiseaux sauvages (arrêté ministériel du 29 juillet 2013).

Une recrudescence du botulisme aviaire a été observée dans les années 2007-2008. Selon les données du RNOEA (Réseau national d'observations épidémiologiques en aviculture), basées sur des signalements volontaires des correspondants (vétérinaires et laboratoires), 100 à 120 signalements par an étaient alors rapportés. L'incidence est retombée à environ vingt foyers par an depuis 2012. Le botulisme aviaire reste toutefois une préoccupation sanitaire dans les élevages de volailles, car il engendre des pertes importantes (mortalités élevées, non valeurs économiques des animaux, euthanasie des lots...).

Des cas ont souvent été décrits dans l'avifaune sauvage, dans les élevages de gibiers et de poulets de chair (Dohms *et al.*, 1982; Pecelunas *et al.*, 1999; Roberts and Collings, 1973), mais beaucoup plus rarement dans les autres productions, notamment les poules pondeuses (Sharpe *et al.*, 2011; Skarin *et al.*, 2015). Cet article rapporte les investigations épidémiologiques conduites en 2014 dans un élevage de poules pondeuses plein air des Côtes-d'Armor, atteint de botulisme aviaire. Ces investigations ont été conduites afin : i) d'étudier la diffusion et la persistance de *C. botulinum* dans l'élevage, dans les mois qui ont suivi l'épisode clinique, et ii) d'évaluer la contamination des œufs par *C botulinum*.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **Diagnostic de la maladie**

Un total de 5 020 poulettes futures pondeuses ont été mises en place le 15 mai 2014 dans un bâtiment de 700 m<sup>2</sup> d'un élevage plein-air. L'accès au parcours s'est fait après trois semaines d'élevage. Aucun évènement sanitaire notable ne s'est produit au cours des premières semaines d'élevage. Le 30 novembre 2014, à 46 semaines d'âge, un étouffement dont l'origine n'a pas été identifiée a causé la mort de 260 poules. Dans les deux jours qui ont suivi, l'éleveur a constaté une paralysie flasque sur certains animaux associée à une augmentation de la mortalité (7 poules trouvées mortes le premier jour et 25 le second). Une suspicion de botulisme a été posée par le vétérinaire du fait des signes observés, sans lésions associées. Six prélèvements intestinaux (4

sur cadavres et 2 sur animaux malades) et quatre prélèvements sanguins (sur animaux malades) ont été réalisés (Encadré 1). Un traitement à base de tylosine (200g/jour dans l'eau de boisson pendant 3 jours soit 20 mg/kg) a été mis en place le 3 décembre. Le test de létalité sur souris associé à une PCR en temps réel ont permis le 8 décembre de confirmer le diagnostic et de mettre en évidence *C. botulinum* de type C/D (Woudstra *et al.*, 2012) (Encadré 2). Le 10 décembre, un arrêté portant mise sous surveillance (APMS) a été pris, fixant l'application de mesures sanitaires dans l'exploitation.

### Encadré 1. Prélèvements pour le diagnostic du botulisme aviaire

Une étude est en cours depuis 2013 afin d'optimiser le diagnostic du botulisme aviaire. Cette étude est menée conjointement par le LNR botulisme aviaire (Anses, laboratoire de Ploufragan-Plouzané) et par Laboceasite de Ploufragan.

Dans le cadre du schéma diagnostique actuellement en place, les prélèvements suivants sont à réaliser.

Type d'échantillon	Quantité par prélèvement	Nombre d'animaux à prélever	Transport	Température de transport	Délai d'acheminement
Sérum	5 ml	4	Tube sec (sans anticoagulant) ou gel avec activateur de coagulation	Température ambiante	<48h
Contenu intestinal	1 g	4	Pot à coproculture	Froid (ne pas congeler)	<48h
Foie	Entier (au moins 25 g pour les gros animaux)	4	Pot/sachet individuel	Froid	<24h
				-18°C	>24h

Les prélèvements sont à expédier à Laboceasite de Ploufragan. Les foies seront ensuite transmis directement au LNR pour analyse.

Nous attirons votre attention sur le fait que ce schéma est susceptible d'évoluer au cours des prochains mois.

### Collecte d'échantillons et recueil de données épidémiologiques au cours des visites

Un suivi longitudinal a été réalisé dans l'élevage au cours de cinq visites réalisées entre décembre 2014 et mai 2015. Un questionnaire épidémiologique portant sur les caractéristiques

de l'élevage et du bâtiment, les pratiques d'élevage et les caractéristiques sanitaires des animaux a été complété à chaque visite. Des prélèvements environnementaux ont été réalisés en différents points du bâtiment (chiffonnettes ou pédi-chiffonnettes sur le sol, les murs, le circuit de ventilation, le circuit des œufs, le local de conditionnement des œufs, le sas à l'entrée du bâtiment, le bac d'équarrissage et les abords). Des prélèvements d'eau et d'aliment ont aussi été réalisés ainsi que des ténébrions, petit insecte fréquemment rencontré dans les litières d'élevage. En complément, des écouvillons cloacaux ont été réalisés sur dix poules à chaque visite, ainsi que des chiffonnettes sur 30 œufs sales et 30 œufs propres. Par ailleurs, au cours des quatre dernières visites, douze œufs propres et douze œufs sales ont été prélevés en supplément pour analyser le contenu des œufs et les coquilles.

## **Encadré 2. Méthodes de confirmation du diagnostic de botulisme**

Les analyses sont réparties entre Laboceca et le LNR.

Laboceca réalise le test de létalité sur souris à partir des sérums et contenus intestinaux et la détection de *C. botulinum* par PCR en temps réel à partir de l'enrichissement d'un mélange d'1 g de contenus intestinaux et d'un mélange d'1 g de foie. L'enrichissement est réalisé en milieu TPGY dans une enceinte anaérobie à 37°C pendant 48 h. L'extraction d'ADN est réalisée à partir d'1 ml de chaque enrichissement et la détection des gènes codant pour les toxines C, D, C/D et D/C est réalisée par PCR en temps réel (Gene Disc).

Le LNR se charge de la détection de *C. botulinum* par PCR en temps réel à partir de l'enrichissement individuel de chaque dans la mesure de 25 g de chaque foie. Les foies sont dilués individuellement au 1/10 en milieu TPGY puis homogénéisés à l'aide d'un pulsiflier pendant quinze secondes et enrichis pendant au moins 24 h à 37°C en conditions anaérobies. L'ADN est ensuite extrait par un kit commercial incluant une étape de lyse chimique puis une purification des ADN sur colonne de silice. Enfin la détection des gènes codant pour les toxines C, D, C/D, D/C et E est réalisée par PCR en temps réel (via un thermocycleur). Cette méthode permet de détecter la présence de *C. botulinum* de type C, D, C/D, D/C et E dans les prélèvements.

Les résultats sont disponibles sous 48 à 72 h (jours ouvrés) après réception des échantillons. Ce délai s'explique par la durée du test sur souris (observation des signes cliniques pendant 48 h) et par l'étape d'enrichissement pour la méthode de détection par PCR.

Pour toute information complémentaire les coordonnées du LNR botulisme aviaire sont :

Tel : 02 96 01 85 33 (Caroline Le Maréchal, responsable LNR Botulisme aviaire) et 02 96 01 01 48 (Rozenn Souillard, EBEAC)

Mel : LNR-Botu-aviaire@anses.fr

## **Protocole de laboratoire**

La prise d'essai pour les échantillons était de minimum 20 g pour l'aliment, le sol, les fientes, 100 ml d'eau et 10 à 15 ténébrions (lavés avec un détergent pour éliminer *C. botulinum* s'il était présent en surface). Les ténébrions ont été écrasés puis dilués au 1/10 dans du milieu TPGY (Tryptone Peptone Glucose Yeast). Les autres échantillons ont été dilués au 1/2 puis au 1/5 dans le milieu d'enrichissement TPGY selon les recommandations de la norme NF EN ISO 6887-6, puis homogénéisés à l'aide d'un Pulsifier (Microgen) pendant quinze secondes. Pour les chiffonnettes, 250 ml de TPGY ont été ajoutés puis l'échantillon a été homogénéisé à l'aide d'un Pulsifier (Microgen) pendant quinze secondes. Les écouvillons cloacaux ont été dilués dans 9 ml de TPGY. Les œufs ont été groupés par trois puis immergés dans du TPGY et frottés pendant deux minutes dans le milieu. Puis les coquilles ont été décontaminées à l'aide d'Anioxyspray WS (Anios) avec un temps de contact de quinze minutes. Les œufs ont ensuite été cassés par trois puis 25 g ont été dilués au 1/10 dans du TPGY et homogénéisé à l'aide d'un Pulsifier (Microgen) pendant quinze secondes.

Les échantillons ainsi préparés ont été incubés au moins quatre jours à 37°C en conditions anaérobies (station A35, Don Whitley). L'ADN a ensuite été extrait à partir d'un ml de chaque enrichissement à l'aide du kit QiaAmp DNA Mini kit (Qiagen). La détection des gènes codant pour la toxine C/D a été réalisée par PCR en temps réel (Le Maréchal *et al.*, 2016; Woudstra *et al.*, 2012). Un contrôle interne commercial a été utilisé afin de vérifier l'absence d'inhibiteurs de PCR dans l'échantillon (QuantiFast Pathogen+ IC Kits, Qiagen).

## **RESULTATS**

### **Evolution de la maladie**

La phase clinique de la maladie a évolué sur une semaine au cours de laquelle 131 poules sont mortes, soit un taux de mortalité de 2,6 %, sans récurrence ultérieure. Aucun problème sanitaire n'a été constaté après 48 semaines, avec une moyenne de trois poules mortes par semaine jusqu'à l'abattage (Figure 1). Une légère chute de ponte (environ 5 %) a été constatée dans les jours qui ont suivi l'épisode de botulisme. En application de l'APMS, un recensement des animaux présents sur l'exploitation a été réalisé et les mouvements de volailles ont été interdits. Des dispositions complémentaires ont été prises pour éviter la dissémination de la bactérie dans l'environnement : confinement des animaux si possible, isolement des animaux malades, retrait et stockage des cadavres au moins deux fois par jour et interdiction d'enfouissement des cadavres, tri des œufs souillés avant conditionnement. Des mesures de biosécurité renforcées (port d'équipement dédié, lavage et désinfection des mains et du matériel) ont été mises en place. Enfin, des procédures de décontamination, une fois les animaux partis, ont été prescrites.

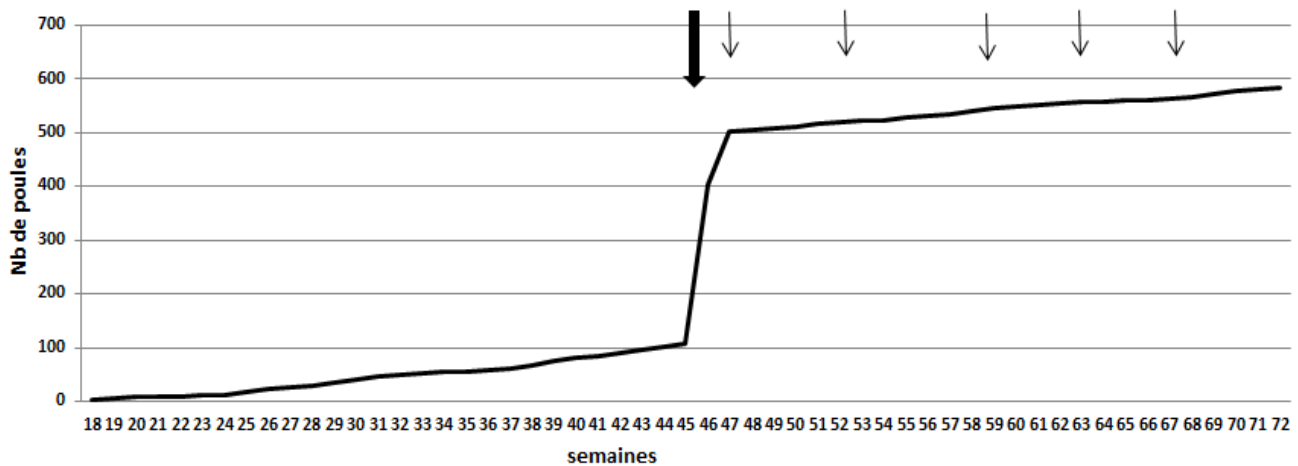


Figure 1. Mortalité cumulée (↓ : épisode de botulisme, ↓ : visite)

### Détection de *Clostridium botulinum* dans les échantillons collectés

*C. botulinum* type C/D a été détecté dans 16,4 % des échantillons collectés au cours des cinq visites (Tableau 1). Il a été détecté dans un tiers des chiffonnettes (5/15) prélevées à l'intérieur du bâtiment, sur le caillebotis et sur les murs, et dans plus de la moitié des chiffonnettes prélevées sur le circuit des œufs (55 %). *C. botulinum* de type C/D a aussi été détecté dans un prélèvement de ténérions. A l'extérieur, la bactérie a seulement été retrouvée dans le bac d'équarrissage. Elle n'a jamais été détectée dans les échantillons d'eau ni dans les aliments, pas plus que dans le local de stockage des œufs, dans le sas ou sur le parcours.

*C. botulinum* a été retrouvé pendant quatre mois après l'épisode de botulisme au niveau du circuit d'admission d'air et pendant plus de cinq mois sur les murs du bâtiment, dans les pendoirs et sur les tapis à œufs.

Le germe a aussi été mis en évidence dans la moitié des chiffonnettes effectuées sur les œufs, essentiellement les œufs propres, sur lesquels il était toujours détecté plus de cinq mois après l'épisode de botulisme. Si l'on s'intéresse à l'analyse des œufs (Tableau 2), *C. botulinum* a seulement été détecté sur les coquilles mais jamais dans le contenu de l'œuf.

Il n'a jamais été détecté dans les prélèvements de fientes, ni dans les écouvillons cloacaux effectués directement sur les animaux.

### DISCUSSION

Il n'a pas été possible, au vu des données disponibles, d'identifier l'origine de la contamination de cet élevage. Deux hypothèses, qui peuvent parfois coexister dans un même élevage, sont classiquement avancées pour expliquer le déclenchement d'un épisode de botulisme : l'ingestion de toxines préformées - on parle alors d'intoxication, et la production *in situ* de toxines associée à une colonisation caecale par *C. botulinum* - on parle alors de toxi-infection. Dans le cas présent, la mise en évidence de *C. botulinum* permet de conclure à la survenue d'une toxi-infection. Même si

l'existence d'un portage sain reste controversé chez les oiseaux et qu'aucune étude n'a permis de le démontrer, on ne peut toutefois exclure un portage de ce germe à un niveau très faible, inférieur au seuil de détection des méthodes disponibles (Popoff, 1989). Le stress consécutif à l'étouffement survenu le jour précédant la déclaration des premiers signes cliniques aurait alors pu être à l'origine du déclenchement d'une toxi-infection. Les cadavres ont aussi pu constituer une source de contamination des animaux même s'ils ont été ramassés rapidement. Ces derniers constituent en effet un excellent substrat de développement pour *C. botulinum*, du fait des conditions anaérobies et de la présence de matière en décomposition qui représentent des conditions idéales pour sa germination et sa croissance (Popoff, 1989). La présence du bac d'équarrissage à proximité du bâtiment et le passage des camions d'équarrissage devant le bâtiment peuvent aussi être considérés comme des facteurs de risque de contamination de ces volailles, d'autant plus qu'elles sont élevées sur parcours.

Le taux de mortalité observé ici est faible (2,6 %) et inférieur à celui rencontré dans de nombreux cas de botulisme où des mortalités de 20 à 30 % ne sont pas rares (Sharpe *et al.*, 2011; Skarin *et al.*, 2015). Il a été démontré que la sensibilité des animaux diminuait avec l'âge (Dohms and Cloud, 1982), or l'épisode rapporté ici s'est produit sur des animaux âgés de 46 semaines. Les taux de morbidité et mortalité observés varient aussi en fonction de la quantité de toxine ingérée ou assimilée. L'éleveur a très rapidement mis en place des mesures de gestion sanitaire, notamment l'enlèvement des cadavres, la mise en quarantaine des animaux malades et la mise en place rapide d'un traitement antibiotique, qui peuvent aussi expliquer le faible taux de mortalité relevé durant cet épisode. Une légère chute de ponte a été observée ici, mais elle n'a pas été constatée dans les autres cas rapportés et ne semble pas être un signe caractéristique d'un épisode de botulisme (Sharpe *et al.*, 2011; Skarin *et al.*, 2015).

*C. botulinum* a persisté longtemps à l'intérieur du bâtiment et était toujours détectable cinq mois après l'épisode clinique, notamment sur les murs, le circuit des œufs et les coquilles. Ce résultat est cohérent avec ceux rapportés dans la bibliographie qui ont démontré la survie de *C. botulinum* dans l'environnement pendant plusieurs années (Okamoto *et al.*, 1999) et sa persistance même après nettoyage et désinfection dans des élevages infectés (Souillard *et al.*, 2014).

Alors que la contamination verticale n'a jamais été démontrée, la détection de *C. botulinum* dans le bâtiment, longtemps après l'épisode, pourrait s'expliquer par une contamination pseudo-verticale des œufs, via une contamination de la coquille d'origine caecale. En effet, les chiffonnets réalisés sur le circuit des œufs et celles effectuées sur les coquilles ont constitué le plus grand nombre d'échantillons contaminés. Même si le portage de *C. botulinum* n'a pu être démontré à partir des écouvillons cloacaux, les volailles pourraient rester porteuses de *C. botulinum* pendant plusieurs mois, à des niveaux non détectables par notre méthode et de ce fait pourraient être responsables de la contamination des coquilles.

Quelle que soit l'origine du maintien de *C. botulinum*, ces résultats permettent d'identifier les supports les plus appropriés pour détecter les bactéries dans l'environnement d'un élevage de poules suspect : le circuit des œufs en particulier semble un excellent candidat. C'est aussi sur ces supports identifiés qu'il faudra renforcer les mesures de nettoyage et de désinfection après le



départ des animaux. D'autre part, ces résultats confirment la nécessité de mettre en œuvre des mesures de gestion sanitaire spécifiques sur le lot, notamment en termes de biosécurité, pour éviter la dispersion des clostridies vers d'autres bâtiments d'élevage ou vers d'autres élevages. Des mesures particulières sont aussi à préconiser sur les œufs issus de l'élevage, le matériel nécessaire au ramassage (alvéoles de stockage, palettes, chariots) et les camions de ramassage des œufs qui passent d'élevage en élevage. Une attention particulière devra être portée sur les contaminations croisées entre élevages, *via* les échanges de matériel (chariots, palettes,...) et le nettoyage et la désinfection du matériel et des véhicules.

En accord avec l'évaluation du risque publiée par l'Afssa (Afssa, 2002; Afssa, 2009), le risque de contamination humaine lié à la consommation d'œufs contaminés est considéré comme nul à négligeable, et est relié à la possible contamination de la coquille par la bactérie et non à la présence de toxine botulinique dans le jaune. Chez une pondeuse malade, une quantité de toxine circulante suffisamment importante pour permettre sa diffusion dans l'œuf provoquerait la mort rapide de l'animal (Afssa, 2009). Cette hypothèse semble être confirmée par notre étude dans laquelle nous avons fréquemment détecté *C. botulinum* sur la coquille, mais jamais dans l'œuf.

Deux méthodes de détection sur les œufs ont été utilisées, par des chiffonnettes ou en analysant directement les coquilles. Au vu des résultats, les deux méthodes peuvent être utilisées, mais la présence de *C. botulinum* ne semble pas liée au niveau de propreté de la coquille. L'état de propreté de la coquille ne semble donc pas être un bon critère pour évaluer la contamination et le tri des œufs sales ne semble pas être une mesure d'hygiène efficace ni suffisante en cas d'épisode de botulisme dans un élevage de pondeuses. Or aucune mesure de restriction spécifique n'a été mise en place pour les œufs propres issus de cet élevage. Considérant la persistance de *C. botulinum* sur la coquille pendant plusieurs mois après l'épisode clinique, les risques de contamination croisée au centre de conditionnement ou à la casserie d'œufs existent et les conditions anaérobies doivent absolument être évitées pour prévenir la production de toxines pendant le process de préparation des œufs.

## CONCLUSION

Cette étude de cas a permis de montrer que *C. botulinum* est susceptible de persister pendant plusieurs mois dans un bâtiment d'élevage de poules pondeuses, essentiellement sur le circuit des œufs, une zone critique pour les opérations de décontamination. *C. botulinum* a été détecté sur des coquilles d'œufs propres et sales mais pas dans leur contenu, ce qui confirme l'absence de transmission verticale pour cette maladie. En l'absence de mesures de police sanitaire définies pour ce danger sanitaire de première catégorie, des pistes sont proposées, concernant notamment l'instauration de mesures spécifiques permettant d'éviter la dissémination du germe à l'extérieur du bâtiment atteint.

## Remerciements

Les auteurs remercient l'éleveur, le vétérinaire sanitaire et les agents de la direction départementale en charge de la protection des populations des Cotes d'Armor, pour leur participation à cette étude.

## Références bibliographiques

Afssa 2002. Le botulisme d'origine aviaire et bovine. In Rapport Afssa, 82.

Afssa 2009. Avis de l'Afssa sur un projet d'arrêté fixant des mesures techniques et administratives relatives à la lutte contre le botulisme aviaire. In Afssa saisine 2008-SA-0334, 9.

Arrêté du 29 juillet 2013 relatif à la définition des dangers sanitaires de première et deuxième catégorie pour les espèces animales.

Dohms, J.E., Allen, P.H., Rosenberger, J.K., 1982. Cases of type C botulism in broiler chickens. Avian Dis 26, 204-210.

Dohms, J.E., Cloud, S.S., 1982. Susceptibility of broiler chickens to *Clostridium botulinum* type C toxin. Avian Dis 26, 89-96.

Le Maréchal, C., Woudstra, C., Fach, P. 2016. Botulism. In Clostridial diseases of animals, In: F. A. Uzal, J. G. Songer, J. F. Prescott, Popoff, M.R. (Eds.) Blackwell Publishing Ltd Ames IA, 303-330.

Okamoto, K., Adachi, M., Sato, K.I., Chuma, T., 1999. Epidemiological factors in chicken botulism. Japan Veterinary Medical Association 52, 168-173.

Pecelunas, K.S., Wages, D.P., Helm, J.D., 1999. Botulism in chickens associated with elevated iron levels. Avian Dis 43, 783-787.

Popoff, M.R., 1989. Revue sur l'épidémiologie du botulisme bovin en France et analyse de sa relation avec les élevages de volailles. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz 8, 129-145.

Roberts, T.A., Collings, D.F., 1973. An outbreak of type-C botulism in broiler chicken. Avian Dis 17, 650-658.

Sharpe, A.E., Sharpe, E.J., Ryan, E.D., Clarke, H.J., McGettrick, S.A., 2011. Outbreak of type C botulism in laying hens. Vet Rec 168, 669.

Skarin, H., Lindberg, A., Blomqvist, G., Aspan, A., Baverud, V., 2010. Molecular characterization and comparison of *Clostridium botulinum* type C avian strains. Avian Pathol 39, 511-518.

Skarin, H., Lindgren, Y., Jansson, D.S., 2015. Investigations into an Outbreak of Botulism Caused by *Clostridium botulinum* Type C/D in Laying Hens. *Avian Dis* 59, 335-340.

Souillard, R., Woudstra, C., Le Marechal, C., Dia, M., Bayon-Auboyer, M.H., Chemaly, M., Fach, P., Le Bouquin, S., 2014. Investigation of *Clostridium botulinum* in commercial poultry farms in France between 2011 and 2013. *Avian Pathol* 43, 458-464.

Woudstra, C., Skarin, H., Anniballi, F., Fenicia, L., Bano, L., Drigo, I., Koene, M., Bayon-Auboyer, M.H., Buffereau, J.P., De Medici, D., Fach, P., 2012. Neurotoxin gene profiling of clostridium botulinum types C and D native to different countries within Europe. *Appl Environ Microbiol* 78, 3120-3127.

Tableau 1. Détection de *C. botulinum* dans l'élevage

	Date de la visite					Nb échantillons prélevés	Total par catégorie	Proportion de prélevements positifs (en %)
	Visite 1	Visite 2	Visite 3	Visite 4	Visite 5			
<b>Bâtiment</b>	1 pédi-chiffonnette sur caillbotis	C/D	ND	C/D	ND	2/5	<b>5/15</b>	33
	1 chiffonnette sur les murs	ND	ND	Nég	ND	1/5		
	1 chiffonnette sur les murs	ND	ND	C/D	ND	2/5		
<b>Ventilation</b>	1 chiffonnette sortie d'air	ND				0/1	<b>1/6</b>	
	1 chiffonnette entrée d'air	ND	ND	ND	C/D	1/5		
<b>Circuit d'œufs</b>	1 chiffonnette tapis à œufs en haut	C/D	C/D	ND	ND	2/5	<b>11/20</b>	55
	1 chiffonnette pondoir en haut	C/D	Nég	ND	ND	1/5		
	1 chiffonnette tapis à œufs en bas	C/D	C/D	C/D	C/D	5/5		
<b>Eau et aliment</b>	1 eau	C/D	ND	C/D	Nég	3/5	<b>0/6</b>	
	1 aliment	ND	ND	ND	ND	0/5		
<b>Ténébrions</b>	1 prélèvement de ténébrions	ND	ND	ND	C/D	Nég	<b>1/5</b>	
<b>Sas sanitaire</b>	1 pédi-chiffonnette sas	ND	ND	ND	ND	0/5	<b>0/10</b>	
	1 chiffonnette local à œufs	ND	ND	ND	ND	0/5		
<b>Poules</b>	10 écouillons cloacaux		ND	ND	ND	0/4	<b>0/4</b>	
<b>Fientes</b>	1 chiffonnette sur les fientes	ND	ND	ND	ND	0/5	<b>0/10</b>	
	1 prélèvement de fientes	ND	ND	ND	ND	0/5		
<b>Surface des œufs</b>	1 chiffonnette sur 30 œufs propres	C/D	C/D	C/D	Nég	4/5	<b>5/10</b>	
	1 chiffonnette sur 30 œufs sales	C/D	Nég	Nég	Nég	1/5		
<b>Extérieurs</b>	1 chiffonnette dans bac équarrissage	C/D	Nég	Nég	Nég	1/5	<b>1/24</b>	
	1 prélèvement de terre	ND	ND	ND	ND	0/5		
	1 pédi-chiffonnette sur les abords	ND	ND	ND	ND	0/5		
<b>Total</b>	1 prélèvement de terre du parcours		ND	ND	ND	0/4	<b>24/110</b>	21,8
	1 pédi-chiffonnette sur parcours	ND	ND	ND	ND	0/5		

ND : non détecté

Nég : négatif

C/D : *C. botulinum* de type C/D

Tableau 2. Analyse des œufs (par pool de 3 œufs)

			Visite 2	Visite 3	Visite 4	Visite 5	
			26/01/2014	12/03/2014	14/04/2014	18/05/2014	
<b>Œufs propres</b>	Pool 1	Coquille	ND	ND	ND	ND	
		Contenu	ND	ND	ND	ND*	
	Pool 2	Coquille	ND	ND	ND	ND	
		Contenu	ND	ND	ND	ND*	
	Pool 3	Coquille	ND	ND	ND	ND	
		Contenu	ND	ND	ND	ND*	
	Pool 4	Coquille	ND	ND	ND	ND	
		Contenu	ND	ND	ND	ND*	
	<b>Œufs sales</b>	Pool 1	Coquille	ND	ND	ND	ND
			Contenu	ND	ND	ND*	ND*
		Pool 2	Coquille	ND	ND	ND	ND
			Contenu	ND	ND	ND	ND
Pool 3		Coquille	C/D	ND	ND	ND	
		Contenu	ND	ND	ND	ND*	
Pool 4		Coquille	C/D	ND	ND**	ND	
		Contenu	ND	ND	ND**	ND*	

ND : non  
détecté

\* Pool de 2 œufs

\*\*1 œuf

C/D : *C. botulinum* de type C/D