

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA**

**Faculté des Sciences Agro-Vétérinaires**

Département des Sciences Vétérinaires

## **MEMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité : Epidémiologie appliquée à la santé animale

# **SYNDROME DE CHUTE DE PONTE A ADENOVIRUS CHEZ LA POULE PONDEUSE**

**Par**

**Safia YOUSFI**

Devant le jury composé de :

A. BOUYOUCHEF	Professeur, U. de Blida	Président
M. OUMOUNA	Maître de conférences A, U. de Blida	Examineur
R.R. TRIKI-YAMANI	Maître de conférences A, U. de Blida	Examineur
K. RAHAL	Professeur, U. de Blida	Promoteur

Blida, Juillet 2011

## ملخص

انخفاض التبييض ظاهرة مسجلة بصفة مستمرة في مزارع الدواجن. الهدف من هذه الدراسة هو جمع المعلومات حول هذه الظاهرة, ثم التأكد من إمكانية وجود الفيروس المسبب للمرض عن طريق إظهار الأجسام المضادة, و في الأخير تقييم برنامج التلقيح ضد هذا المرض على الصعيد الاقتصادي.

الدراسة الميدانية المحققة مع 91 طبيب بيطري أظهرت أن الانخفاض في إنتاج البيض ظاهرة حقيقية و مستمرة التواجد في مزارع الدواجن, مع إنتاج بيض غير عادي. الأسباب المؤدية إلى هذه الظاهرة ليست معروفة و ليس متأكد منها في المختبر.

البحث عن الأجسام المضادة الادمس عن طريق تقنية الاليزا المحققة في 15 مزرعة لتربية الدواجن و اللاتي اظهرن أعراض انخفاض إنتاج البيض مكنتنا و لأول مرة في الجزائر من إبراز الأجسام المضادة للفيروس الشيء الذي يثبت أن هذا الأخير متواجد في مزارع تربية الدواجن.

و بطبيعة الحال, الفائدة الاقتصادية من التلقيح ضد الادمس برهنت بواسطة دراسة الفوائد/ المصاريف, وتبين أن الكسر فوائد/ مصاريف اكبر من 2.5, أي أن التلقيح جد مفيد.

## الكلمات الدالة :

أدمس, الدجاج البياض, اليزا, فوائد/مصروف, الجزائر.

## RESUME

Les chutes de ponte sont régulièrement observées dans les élevages de poules pondeuses. Les objectifs de la présente étude ont été de récolter des informations sur le phénomène de chutes de ponte, puis vérifier une éventuelle circulation de l'EDSV dans les élevages enquêtés, et enfin évaluer l'intérêt économique de la vaccination contre l'EDS.

Une enquête par questionnaire auprès de 91 vétérinaires praticiens faisant régulièrement des suivis d'élevages a montré que le phénomène de chute de ponte est rencontré par tous les vétérinaires, avec présence systématique d'œufs anormaux. L'étiologie de ces chutes de ponte est rarement confirmée au laboratoire.

Une recherche d'anticorps anti-EDS par technique ELISA a été réalisée dans 15 élevages présentant une chute de ponte et a permis pour la première fois en Algérie de montrer la circulation virale.

Aussi, l'intérêt économique de la vaccination contre l'EDS des poulettes démarrées a été démontré par une analyse avantages /coûts. Il ressort à travers plusieurs simulations que le ratio A/C est supérieur à 2.5, ce qui est très avantageux.

### **Mots clés :**

EDS, poule pondeuse, ELISA, avantages/coûts, Algérie.

## REMERCIEMENTS

A Monsieur A. BOUYOUCHEF,  
Professeur à l'Université Saad Dahlab de Blida,  
pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire,

A Monsieur M. OUMOUNA,  
Maître de conférences à l'Université Saad Dahlab de Blida,  
pour nous avoir fait l'honneur de siéger à notre jury de mémoire,

A Monsieur R.R. TRIKI-YAMANI,  
Maître de conférences à l'Université Saad Dahlab de Blida,  
pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de participer à notre jury de mémoire,

A Monsieur K. RAHAL,  
Professeur à l'Université Saad Dahlab de Blida,  
pour l'encadrement rigoureux et pour tout le temps qu'il m'a consacré pendant la réalisation de ce mémoire,

A tous les vétérinaires qui ont participé à l'élaboration de ce travail :

Dr A. LOUNAS, Dr A. ADDI et Dr M. ABED,

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sincères remerciements.

A mes parents,

Faible témoignage de mon profond amour et de ma grande reconnaissance.

Merci pour votre soutien et toute la confiance que vous placez en moi.

A la mémoire de ma chère grand-mère.

A mes sœurs.

A mon frère.

A tous mes amis (es).

## TABLE DES MATIERES

RESUME	1
REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES ILLUSTRATIONS	6
LISTE DES TABLEAUX	7
INTRODUCTION	8
1. APERÇU SUR LA FILIERE PONTE EN ALGERIE	
1.1. Introduction	10
1.2. Evolution de la filière ponte en Algérie	10
1.3. Organisation de la filière ponte	11
1.4. Evolution de la production et de la consommation des œufs de consommation en Algérie	13
1.5. Problèmes et contraintes de la filière ponte	14
1.6. Conclusion	15
2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE SYNDROME DE CHUTE DE PONTE	
2.1. Introduction	16
2.2. Historique	16
2.3. Importance économique	17
2.4. Etiologie	17
2.5. Epidémiologie	19
2.6. Pathologie	23
2.7. Immunité	25
2.8. Diagnostic	25
2.9. Stratégies de lutte	26
3. OUTILS DE DIAGNOSTIC	
3.1. Généralités	28
3.2. Isolement et identification du virus de l'EDS	28

3.3. Diagnostic sérologique	29
3.3.1. Technique ELISA	29
3.3.2. Inhibition de l'hémagglutination (HI)	31
3.3.3. Immunofluorescence indirecte	33
3.3.4. Séroneutralisation	34
3.4. Conclusion	35
4. ETUDE EXPERIMENTALE	
4.1. Problématique	36
4.2. Objectif	36
4.3. Partie enquête par questionnaire	37
4.3.1. Matériel et méthodes	37
4.3.2. Résultats et discussion	42
4.3.3. Conclusion	58
4.4. Partie enquête sérologique	59
4.4.1. Matériel et méthodes	59
4.4.2. Résultats	64
4.4.3. Discussion	71
4.4.4. Conclusion	75
4.5. Partie analyse économique de la vaccination contre l'EDS	76
4.5.1. Matériel et méthodes	76
4.5.2. Résultats et discussion	76
4.5.3. Conclusion	80
CONCLUSION	81
APPENDICE	
A. Liste des abréviations	82
B. Questionnaire auprès des vétérinaires	83
C. Résultats des questionnaires auprès des vétérinaires	86
D. Fiche de commémoratifs	87
E. Mode d'emploi du kit ELISA	89
F. Résultats des fiches de commémoratifs	90
REFERENCES	92

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 2.1	Représentation en 3 dimensions d'une particule d' <i>Adenovirus</i> (Source Internet 2)	18
Figure 2.2	Aspect externe des œufs lors d'une atteinte par le virus de l'EDS (Source Internet 3)	24
Figure 3.1	Schéma illustrant une réaction négative et positive du test HI (Source Internet 4)	32
Figure 3.2	ECP des <i>Adenovirus</i> (aspect en dentelles) [83]	34
Figure 4.1	Représentation schématique de la démarche générale de préparation d'un questionnaire [85]	39
Figure 4.2	Répartition des vétérinaires selon leur région	44
Figure 4.3	Répartition des vétérinaires selon leur région et l'ancienneté	44
Figure 4.4	Répartition des vétérinaires selon leur ancienneté	45
Figure 4.5	Répartition des vétérinaires selon le nombre d'élevages suivis	46
Figure 4.6	Nombre d'élevages suivis selon l'ancienneté des vétérinaires	46
Figure 4.7	Fréquences des accidents de ponte rencontrés	47
Figure 4.8	Pourcentages des chutes de ponte observés	48
Figure 4.9	Pourcentages des chutes de ponte observés selon les régions	48
Figure 4.10	Durée des chutes de ponte	49
Figure 4.11	Stade de la production où la chute de ponte apparait	50
Figure 4.12	Suspensions de la cause des chutes de ponte rencontrées	50
Figure 4.13	Suspensions virales des vétérinaires	51
Figure 4.14	Suspensions virales des vétérinaires selon les régions	52
Figure 4.15	Symptômes associés aux chutes de ponte	53
Figure 4.16	Protocole de vaccination pratiqué	54
Figure 4.17	Protocole de vaccination pratiqué selon les régions	55
Figure 4.18	Connaissance de la pathologie	55
Figure 4.19	Connaissance de la pathologie selon l'ancienneté	56
Figure 4.20	Accord prélèvements	57
Figure 4.21	Accord prélèvements selon les régions	58
Figure 4.22	Technique de prélèvement	61



Figure 4.23	La veine alaire	61
Figure 4.24	Sang prélevé sur tube sec	61
Figure 4.25	Décantation du sang	61
Figure 4.26	Stockage des sérums dans des tubes Ependorf étiquetés	62
Figure 4.27	Représentation schématique de l'organisation d'une plaque pour la réalisation du test ELISA	62
Figure 4.28	Capacité des élevages enquêtés	64
Figure 4.29	Moment de l'apparition des chutes de ponte	65
Figure 4.30	Durée des chutes de ponte observée	66
Figure 4.31	Pourcentages des chutes de ponte observés	67
Figures 4.32	Aspect externe des œufs (œufs hardés +décolorés+ petit calibre)	67
Figure 4.33	Titres moyens d'anticorps des deux séries de prélèvements des 15 élevages enquêtés	69

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Unités de production des œufs de consommation algérienne et parts du marché détenues par les divers opérateurs économiques [6]	12
Tableau 1.2	Evolution de la production des œufs de consommation entre 2000 et 2006 [3]	14
Tableau 2.1	Différentes études de séroprévalence d'EDS	20
Tableau 2.2	Diagnostic différentiel avec quelques pathologies	26
Tableau 3.1	Différentes étapes de la technique ELISA indirect	30
Tableau 3.2	Résultats obtenus par la technique ELISA dans le titrage d'Ac	31
Tableau 3.3	Tableau comparatif entre les différentes techniques de diagnostic sérologique	35
Tableau 4.1	Nombre de sujets nécessaire pour l'estimation d'une prévalence en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée, dans une population infinie (taux de sondage <10%) [85]	38
Tableau 4.2	Nombre de sujets nécessaire pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10% à partir du nombre n donné par le tableau 4.1 [85]	39
Tableau 4.3	Tableau récapitulatif des différentes étapes d'élaboration de notre questionnaire	40
Tableau 4.4	Critères de l'interprétation des titres d'anticorps obtenus par ELISA	63
Tableau 4.5	Résultats sérologiques des 15 élevages enquêtés	69
Tableau 4.6	Résultats sérologiques de l'EDS en fonction du stade de production	70
Tableau 4.7	Résultats sérologiques de l'EDS en fonction de l'état vaccinal des élevages	70
Tableau 4.8	Résultats sérologiques de l'EDS en fonction du tableau clinique	71
Tableau 4.9	Molécules utilisées à titre préventif	78

Tableau 4.10	Evaluation monétaire des coûts et des avantages de la vaccination contre l'EDS	78
Tableau 4.11	Variation du rapport A/C en fonction du % de chute de ponte, prix de l'œuf et taille de l'élevage	79

## INTRODUCTION

La production avicole s'est fortement développée en Algérie durant ces dernières années. Cependant, l'intensification de la filière avicole n'évolue pas sans problèmes. En effet, les professionnels de la filière ponte décrivent des épisodes de chute de production, associés ou non à des signes cliniques et dont l'étiologie n'a pu être définie à ce jour [1].

Plusieurs causes peuvent être à l'origine de ces chutes de ponte, liées notamment aux conditions d'élevage (stress, densité, ambiance), à l'alimentation et certains agents infectieux (viraux, bactériens et parasitaires) [2].

Parmi les pathologies virales affectant la productivité des poules pondeuses, on cite le Syndrome Chute de Ponte (EDS). Comme son nom l'indique, c'est une pathologie qui peut représenter une menace sérieuse en induisant des chutes de ponte brutales ou progressives, qui peuvent atteindre les 40% [3].

Aucune étude n'a montré l'existence de l'EDS en Algérie. C'est pourquoi l'objet de ce travail est de mener une étude bibliographique et une enquête épidémiologique, afin d'en savoir plus sur ce phénomène pathologique.

Dans une première partie, ce travail dresse, après une description de la filière ponte en Algérie, une revue de la bibliographie sur le syndrome de chute de ponte ainsi que les différentes techniques de son diagnostic.

La deuxième partie de ce travail (enquête épidémiologique) vise à mieux décrire le phénomène « chutes de ponte », tel que vécu et décrit par des vétérinaires praticiens dans les deux secteurs : privé et étatique à travers différentes régions d'élevage en l'Algérie, pour s'assurer si des problèmes liés à ce syndrome existent sur le terrain, quel est le pourcentage de chutes de ponte observé, quels étaient les symptômes associés et si les vaccinations mises en œuvre incluent cette pathologie virale.

Ensuite, nous avons effectué des séro-analyses par la technique ELISA, en vue de mettre en évidence une éventuelle circulation du virus dans les élevages de poules pondeuses.

Enfin, nous avons évalué le programme de vaccination contre l'EDS dans un élevage industriel de poules pondeuses sur le plan économique.

## **CHAPITRE 1**

### **APERÇU SUR LA FILIERE PONTE EN ALGERIE**

#### 1.1. Introduction :

En Algérie, l'aviculture a connu en l'espace d'une décennie un essor considérable, au point où elle a pris une réelle autonomie, et cela est dû essentiellement à l'intérêt accordé par les pouvoirs publics au développement de cette filière.

Notre pays a opté pour la mise en place d'un circuit avicole moderne intégré, allant de la fabrication de l'aliment par l'ONAB, en passant par les centres régionaux d'élevage industriel (ORAVIO, ORAC, ORAVIE), jusqu'aux abattoirs modernes, et enfin des centres de distribution [4].

L'évolution et l'organisation de la filière ponte ainsi que ses problèmes seront exposés dans ce chapitre.

#### 1.2. Evolution de la filière ponte en Algérie :

La filière ponte est la filière qui a connu le développement le plus spectaculaire au cours de ces dernières années : 14 millions de poules pondeuses en 2005 et 17 millions en 2006 soit une croissance de 19 % [5], et 21 millions de poules pondeuses en 2009 [6].

Historiquement, l'aviculture nationale est caractérisée par trois étapes distinctes. La première de l'indépendance à 1968 durant laquelle peu de choses ont été réalisées. Il s'agit essentiellement de la transformation des anciennes porcheries en poulaillers d'engraissement.

La deuxième étape, de 1968 à 1989 a vu naître une grande entreprise publique (ONAB) chargée entre autres du développement de l'aviculture. Durant cette période les facteurs de production (Reproducteurs, Aliments, Poulette démarrée), relevaient des structures publiques tandis que les produits finis (œufs de consommation et poulets) du secteur privé.

La troisième étape de 1990 à nos jours faisait suite à la suppression du monopole de l'Etat. Cette étape a été marquée par de grandes réalisations au niveau du secteur privé et l'arrêt quasi-total des investissements dans la filière du secteur public [6].

La suppression du monopole de l'Etat et l'arrivée de nouveaux entrants aboutissent à une bipolarisation au niveau de cette filière [7].

Depuis 1997, il y a un changement profond dans le sens de l'émergence d'entreprises et de groupes intégrés (aliment de bétail, reproduction du matériel biologique, abattage). Une étape importante a été franchie dans ce sens avec l'intégration de l'ensemble des offices impliqués dans la production avicole au sein du holding public « Agroman ».

En 2005, un nouveau schéma organisationnel de la filière a été mis en place avec l'intégration des entreprises publiques dans des Sociétés de Gestion et de Participation (SGP) « Proda » contrôlé par le Conseil de Participations de l'Etat [8].

### 1.3. Organisation de la filière ponte :

Selon JEZ [9], la filière se définit comme une représentation de l'ensemble des systèmes d'acteurs directement impliqués à tous les stades de l'élaboration du produit, et s'étend donc de l'amont de la production aux marchés de consommation finale.

Les trois offices régionaux et l'ONAB se sont restructurés en trois groupements SPA, chaque groupement comprend deux divisions, une division aviculture et une division aliment avicole et chaque division est subdivisée en EURL et chaque EURL comprend 4 à 5 unités de production et/ou de transformation [10].

La structuration et le fonctionnement de la filière, fait intervenir plus d'une vingtaine d'opérateurs ayant des statuts différents (voir tableau 1.1).

Tableau 1.1 : Unités de production des œufs de consommation algérienne et parts du marché détenues par les divers opérateurs économiques [8].

<b>Activités</b>		<b>Groupe ONAB</b>	<b>Opérateurs Privés</b>
<b>Amont</b>	Importateurs des produits vétérinaires	-	67 opérateurs
	Importateurs de matériel avicole	-	58 opérateurs
	Industrie des aliments du bétail	24 unités (382 Tonnes / Heure)	330 fabriques (1 340 Tonnes / Heure)
	Elevage des reproducteurs «Ponte»	3 unités (275 000 sujets / An) (67 %)	136 388 sujets / An (33 %)
	Accoupage « Ponte »	3 unités (16,7 millions de poussins / An) (73%)	6,2 millions de poussins / An (27 %)
	Elevage des poulettes démarrées	40 unités (10,9 millions de sujets / An) (89 %)	68 unités (1,4 millions de sujets / An) (11 %)
<b>Structures de production</b>	Elevage des pondeuses	9 unités (0,377 milliards d'œufs / An) (8 %)	4 000 éleveurs (4,2 milliards d'œufs/ An) (92%)
<b>Aval</b>	Abattage	73 500 Tonnes / An (23 %)	241 920 Tonnes / An (77 %)
	Commerce de gros des produits avicoles	Inexistant	266 opérateurs
	Commerce de détail des produits avicoles	Inexistant	11 000 opérateurs



Il est facile de constater à travers ce tableau la prédominance du secteur privé dans la filière «ponte». Les parts de marché du privé dans la production des œufs de consommation excèdent en effet les 90% du total.

Les entreprises publiques (ONAB et Groupes avicoles) interviennent essentiellement en amont alors que le secteur privé intervient à divers niveaux de la filière : la commercialisation des produits vétérinaires, la fabrication du matériel avicole, la production et la commercialisation des intrants avicoles (Aliments, œufs à couver), l'élevage avicole, l'abattage et la commercialisation des produits avicoles.

Les industries en amont sont totalement dépendantes des marchés extérieurs notamment en ce qui concerne le cheptel de reproduction, certains équipements, les produits vétérinaires et vaccins et de la quasi-totalité des composants alimentaires, leur fonctionnement repose sur le recours aux importations et passe par la mobilisation de ressources financières importantes [11].

Globalement, on assiste à l'émergence d'un secteur privé dominant mais atomisé, non encore structuré, à coté des grands opérateurs de secteur public qui font face désormais à de grandes difficultés financières [12].

#### 1.4. Evolution de la production et de la consommation des œufs de consommation en Algérie :

L'Algérie était un pays importateur d'œufs de consommation durant les années 1980. Le développement réel de la production locale a débuté en 1982, juste après la restructuration de l'entreprise mère, à l'époque l'Office National des Aliments du Bétail (ONAB).

L'importation de l'œuf de consommation était de l'ordre de 3 milliards d'œufs par an en moyenne (période de 1980 à 1991).

En 1989, la consommation d'œufs a atteint 120 unités par an et par habitant.

En 1992, l'importation de l'œuf de consommation s'est arrêtée totalement, la production nationale couvrait largement les besoins du pays.

En 1996, l'introduction de la TVA a quelque part provoqué des remous, entre 2001 et 2004, commence la perturbation du marché, ce qui s'est traduit sur le terrain par un fort déséquilibre entre l'offre et la demande.

En 2007 la hausse des prix de l'aliment provoque la panique. Cette hausse subite de l'aliment indispensable devient source de grandes inquiétudes chez les aviculteurs, notamment les petits producteurs aux capacités financières limitées (Source Internet n°1).

Tableau 1.2 : Evolution de la production des œufs de consommation entre 2000 et 2006 [5].

Année	Œufs (10 <sup>6</sup> Unités)
2000	2 020
2001	2 160
2002	3 220
2003	3 302
2004	3 500
2005	3 528
2006	3 570

Les dernières statistiques de 2009 montrent que la production nationale a atteint les 5 Milliards d'œufs de consommation [6].

### 1.5. Problèmes et contraintes de la filière ponte :

La filière ponte se heurte à des problèmes à ses différents niveaux (en amont et en aval de la production), et pour l'essentiel, ils sont représentés par :

- Dépendance alimentaire et technologique évaluée en 2005 à 490 millions USD (Importation d'intrants alimentaires).
- Dysfonctionnement de la filière avicole avec une inexistence de pôles industriels structurants en aval. Ceci se traduit par la constitution d'activités techniquement interdépendantes mais peu articulées les unes par rapport aux autres.

- Faiblesse de la productivité des élevages avicoles, liée à la médiocrité des performances zootechniques.
- Opacité du marché (Informations absentes, circuit de distribution informel) [8].
- Faiblesse de la couverture sanitaire, liée d'une part à des services vétérinaires composés de jeunes cadres insuffisamment formés dans la filière et d'autre part au manque de suivi des coopératives avicoles par défaut de techniciens spécialisés.
- Le personnel est insuffisamment qualifié et la maintenance souvent assez mal assurée.

Les enquêtes menées ces dernières années montrent que la majorité des élevages sont loin d'être industriels dans leur conduite et dans les performances enregistrées. Les conditions de l'habitat, de l'alimentation et de prophylaxie ne répondent pas aux normes zootechniques préconisées [13].

Ceci se traduit par l'apparition de pathologies qui seraient la conséquence des performances médiocres en production des œufs de consommation. Parmi ces pathologies, le Syndrome Chute de Ponte EDS 76 pourrait induire des chutes de production allant de 10 à 40%. Donc c'est une pathologie dont on ne doit pas négliger l'importance économique.

#### 1.6. Conclusion :

En conclusion de ce chapitre, on constate un manque d'expérience en aviculture intensive algérienne surtout en filière ponte, les performances des pondeuses sont encore relativement faibles et restent à améliorer.

Les risques sanitaires sont plus en moins maîtrisés avec l'instauration d'un programme de vaccination contre la plupart des pathologie dominantes tel que la bronchite infectieuse, la maladie de la Newcastle et la Gumboro ( Arrêté ministériel du 27/03/1995), néanmoins certaines pathologies qui affectent la productivité des pondeuses ne font pas partie de ce programme de vaccination obligatoire telles que l'EDS, alors que c'est une entité pathologique qui pourrait représenter une menace sérieuse pour les élevages de poules pondeuses en induisant des chutes de ponte qui peuvent atteindre les 40%.

## CHAPITRE 2

### REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE SYNDROME DE CHUTE DE PONTE

#### 2.1. Introduction :

Le Syndrome Chute de Ponte de la poule (Maladie des Œufs Hardés, Egg Drop Syndrome 1976, EDS 76) a été décrit pour la première fois en 1976 par VAN ECK et al. [14], comme une chute de production d'œufs, associée à une augmentation du nombre d'œufs à coquille fine ou sans coquille (œufs hardés). Il s'agit d'une des causes majeures de déficit en production chez la poule pondeuse.

La maladie des œufs hardés est provoquée par un *Adenovirus*, dont le réservoir est représenté par les palmipèdes domestiques et sauvages.

#### 2.2. Historique :

La maladie a été décrite pour la première fois en 1976, par une équipe Allemande, chez des poules pondeuses [14]. Des *Adenovirus* hémagglutinants ont alors été isolés [15].

Le virus s'est avéré être transmis verticalement, l'infection restant le plus souvent latente jusqu'à l'entrée en ponte des poulettes. Les anticorps dirigés contre ce virus étaient absents chez la poule avant 1974. De plus le virus ne se multiplie pas sur les cellules de mammifères, il se multiplie mal sur les cellules de dindes, mais sa croissance est optimale sur les cellules de canards. Il a donc été suggéré que le virus de la maladie des œufs hardés est un *Adenovirus* issu du canard.

Cette hypothèse a ensuite été confirmée par l'isolement du virus de l'EDS 76 chez des canards et la séropositivité de nombreux troupeaux de canards [16] [17].

### 2.3. Importance économique :

L'EDS est un problème économique pour l'industrie de la volaille au niveau mondial [18], et depuis sa description initiale, il est devenu une cause majeure de pertes en production de l'œuf partout dans le monde [19] [3] [20] [21].

L'importance de ce syndrome est d'ordre économique du moment où il n'y a aucun signe clinique évident de la maladie.

Notant qu'une chute de ponte peut être définie comme « une diminution d'au moins 5% de la production réelle d'un troupeau de pondeuses, se traduisant sur la courbe de ponte par un accident sensible du tracé » [22], donc une chute de ponte engendrée par l'EDS et qui peut atteindre 40% de la production totale selon YAMAGUSHI et al.[23] ; McFERRAN et ADAIR [3] représente une perte économique énorme.

Pour mieux estimer l'importance économique de cette pathologie, on a procédé à une estimation chiffrée des pertes engendrées par une éventuelle manifestation clinique de l'EDS dans un élevage industriel de poules pondeuses en Algérie, dans notre étude expérimentale : partie « Analyse économique de la vaccination contre l'EDS ».

### 2.4. Etiologie :

L'agent causal est un *Adenovirus* aviaire hémagglutinant, qui a été isolé pour la première fois par McFERRAN et al. [24] et BAXENDALE [16].

C'est un virus non enveloppé et hémagglutinant à ADN, 74-80 nm de diamètre et qui se reproduit dans le noyau de la cellule hôte [25].

L'EDSV est différent des autres *Adenovirus* aviaires du fait de sa propriété d'agglutiner les globules rouges de la volaille [26].

#### 2.4.1. Classification :

Précédemment, l'EDSV a été classé sous le genre *Aviadenovirus* [27]. Maintenant ce virus est classé sous le genre *Atadenovirus* [28] [29].

Actuellement il est le seul membre du groupe III des *Adenovirus* aviaires (le groupe I correspondant aux *Aviadenovirus* et le groupe II aux *Sialadenovirus*) [30]. Ces *Adenovirus* aviaires, ainsi que le genre *Mastadenovirus* (*Adenovirus* des mammifères), appartiennent à la famille des *Adenoviridae* [31].

– Famille : *Adenoviridae*.

– Genre : *Atadenovirus*.

• Virus appelé aussi :

– DAd V- 1.

– EDSV.

– EDS 76 V.

– *Adenovirus* 127 [32].

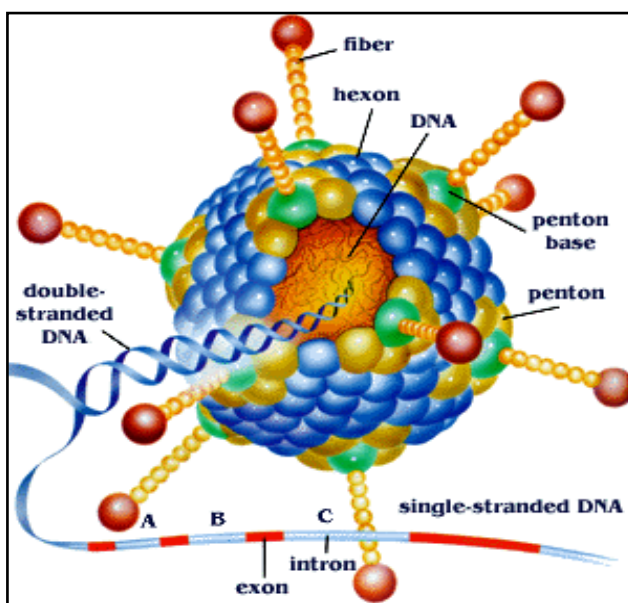


Figure 2.1 : Représentation en 3 dimensions d'une particule d'*Adenovirus* (Source Internet 2).

#### 2.4.2. Morphologie :

L'EDSV est morphologiquement proche des autres *Adenovirus* aviaires. Il s'agit d'un virus à ADN de 33,2 kb, il possède des propriétés hémagglutinantes sur les érythrocytes de diverses espèces aviaires [33] [34].

Les *Adenovirus* sont des particules d'un diamètre de 74 à 80 nm, sans enveloppe, à capsidie icosaédrique formée de 252 capsomères : 240 hexons et

12 pentons [35]. Les capsomères situés aux sommets de l'icosaèdre sont des pentons prolongés par une fibre de longueur variable et terminée par l'antigène Y, responsable de la propriété d'hémagglutination. Il n'existe qu'un sérotype de virus de l'EDS : *Adenovirus 127*, mais il existe trois génotypes [36] [37].

#### 2.4.3. Caractéristiques du virus :

L'*Atadenovirus* est résistant aux pH entre 3 et 10 et au traitement par le chloroforme. Il peut être inactivé par chauffage à 60°C durant 30 minutes [33] [23].

Le virus se réplique dans le noyau des cellules hôtes. Des inclusions intranucléaires sont visibles dans les cellules épithéliales de l'infundibulum, de la glande coquillère, de l'isthme, de la muqueuse nasale et de la rate [38].

Le virus se multiplie très bien dans les cellules rénales, hépatiques ou les fibroblastes d'embryon de canard. Il se multiplie assez bien dans les cellules embryonnaires de foie de poulet, moins bien dans les cellules rénales de poulet et peu dans les fibroblastes d'embryon de poulet. Il se multiplie peu dans les cellules de dinde et aucune réplication n'a été décrite sur une variété de cellules de mammifères [33].

Le virus pousse très bien sur œuf embryonné de canard, mais aucune multiplication n'a été détectée sur œuf embryonné de poule [33] [39].

Du point de vue de la pathogénicité, il ne semble pas y avoir de différence entre les souches européennes, qu'elles soient isolées de la poule ou du canard [40]. En revanche, des souches isolées chez des canards aux Etats Unis et inoculées à des poules pondeuses ont provoqué soit une modification de la taille des œufs, soit aucun signe [41].

#### 2.5. Epidémiologie :

##### 2.5.1. Epidémiologie descriptive :

L'EDS est une maladie cosmopolite, et le virus a été isolé un peu partout dans le monde notamment en France [42], Irlande [15], Grande Bretagne [16], Belgique [43], Hongrie [44], Israël [45], Italie [46], Australie [47], Japon [23],

Singapour [48], Etats Unis [41], Taiwan [49], Afrique du Sud [50], Inde [51], Chine [52] et Bangladesh [53].

De même, les anticorps de ce virus ont été mis en évidence chez les poulets de Danemark [54], Brésil [55], Mexico [56], Nigeria [57], Allemagne de l'Ouest [58], La nouvelle Zélande [59], Bolivie [60], Croatie [61] et Bangladesh [53].

La séroprévalence de l'EDS varie d'une étude à une autre (Tableau 2.1). Ces études montrent une prévalence très élevée des anticorps d'EDS (entre 20% et 100%).

Tableau 2.1 : Différentes études de séroprévalence d'EDS.

<b>Auteurs et pays</b>	<b>Objectif de l'étude</b>	<b>Nombre d'élevages étudiés</b>	<b>Test utilisé</b>	<b>Prévalence EDS (%)</b>
ALAM et al. [53] Bangladesh	Définir l'étiologie des chutes de ponte	5 élevages de poules pondeuses	ELISA	100
SANDA et al. [62] Nigeria	Déterminer la prévalence de l'EDSV 76	5 élevages de poules pondeuses	HI	100
BADAR et al. [63] Pakistan	Définir la prévalence de l'EDS dans la région d'étude	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 30 élevages de reproducteurs chair</li> <li>➤ 10 élevages de reproducteurs ponte</li> <li>➤ 10 élevages de poules pondeuses</li> </ul>	HI	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 40</li> <li>➤ 30</li> <li>➤ 20</li> </ul>



L'étude menée par SANDA et al. [62] et BADAR et al. [63] pour déterminer la séroprévalence de l'EDS dans la région étudiée ne s'agit pas réellement des séroprévalences d'EDS, mais plutôt des proportions de séropositivité des élevages enquêtés.

Les auteurs n'ont pas travaillé sur un échantillon représentatif de la population d'étude (ils n'avaient pas fait de tirage au sort, et la taille de l'échantillon n'était pas suffisante pour assurer la précision des résultats).

### 2.5.2. Epidémiologie analytique :

#### 2.5.2.1. Source du virus :

La matière virulente est essentiellement représentée par les fèces. Le sang peut être contaminant lors de la phase de virémie et lors d'emploi de matériel mal stérilisé.

#### 2.5.2.2. Espèces affectées :

Les hôtes naturels du virus semblent être le canard et l'oie, bien que dans la plupart des cas de chute de ponte aient été décrits chez les poules, qui sont sensibles au virus quel que soit leur âge. Il semblerait que les troubles autour du pic de ponte soient dus à une réactivation virale. Des signes cliniques semblables à ceux observés chez la poule sont décrits chez la caille et la pintade.

Le virus a aussi été isolé sur des canes en chute de ponte et atteintes de diarrhée [64].

D'après KALETA et al. [58], des anticorps contre le virus du Syndrome Chute de Ponte 76 (EDS 76) (souche 127) ont été détectés à l'aide des réactions d'inhibition de l'hémagglutination et de séroneutralisation sur des échantillons de sérums provenant des oiseaux sauvages (hiboux, cigognes, cygnes et oies sauvages).

Les anticorps contre l'EDSV ont été aussi détectés chez les oiseaux domestiques et sauvages [45].

### 2.5.2.3. Modalités de transmission :

#### 2.5.2.3.1. Transmission verticale :

La transmission verticale est le mode de transmission le plus fréquent dans l'infection par le virus de l'EDS, mais ces oiseaux infectés congénitalement ne deviennent séropositifs qu'à partir de la 25-28 semaine d'âge [65] [3].

NAWATHE et ABEGUNDE [57] ont rapporté que l'infection congénitale reste dormante jusqu'à la maturité sexuelle ou bien en réponse à un stress de production.

Les oiseaux issus des œufs infectés restent des infectés latents et les poulettes ne développent pas d'anticorps contre le virus. Aux alentours du pic de production, le virus se réactive et le cycle de réplication commence dans les oviductes et induit le syndrome de chute de ponte [66].

#### 2.5.2.3.2. Transmission horizontale :

La transmission horizontale au sein d'un troupeau se produit à partir des fientes contaminées, et les coquilles des œufs pondus par des oiseaux infectés [67], la transmission horizontale se ferait des œufs aux poules par voie nasale [68].

Après l'infection, le virus se localise initialement dans les tissus lymphoïdes et se propage ensuite au niveau de la glande coquillère et de l'oviducte, faisant de cette source la plus importante pour propagation horizontale du virus [69].

Cette propagation a été mise en évidence par SINGH et al. [70] chez le poulet de chair, et ils considèrent qu'un lot de poulet de chair infecté constitue un risque pour les élevages de poules pondeuses situés au voisinage. McFERRAN [71] a aussi rapporté la transmission horizontale du virus.

Dans les systèmes de production intensive où les oiseaux sont logés dans une litière profonde il y a une plus grande possibilité de propagation horizontale que les systèmes de cages en batterie [72].

L'infection peut être introduite dans un troupeau à partir d'un certain nombre de sources, y compris des poussins achetés ou des oiseaux adultes, les œufs,

des matières contaminées, et également des aliments, l'eau ou la litière contaminée par des canards ou des oies, qui sont des hôtes naturels de l'EDS 76 virus. Les canards domestiques et sauvages peuvent agir comme porteurs et jouer un rôle vital dans la transmission horizontale de la maladie [19].

## 2.6. Pathologie :

### 2.6.1. Symptômes :

L'incubation dure le plus souvent 7 à 9 jours [32] [73]. Le premier signe est la diminution de la pigmentation sur les œufs colorés, suivie rapidement de l'apparition d'œufs à coquille fine, molle, absente, ou présentant une zone rugueuse à une extrémité. Il n'y a pas d'effet sur la fertilité et l'éclosabilité des œufs normaux et pas d'effet à long terme sur la qualité interne de l'œuf [74].

La chute de ponte peut être brutale ou progressive et dure en général entre 4 et 10 semaines. Le niveau de chute peut atteindre 40%, cependant, il y a habituellement plus tard une compensation en ponte, afin que le nombre total perdu soit habituellement entre 10-16 œufs par oiseau [23] [3].

La période la plus sensible est entre 14 à 25 semaines, quand l'oiseau entre en ponte. Lors de chute due à une réactivation virale, la chute apparaît généralement entre 50% de taux de ponte et le pic de ponte [3].

Selon le niveau d'immunité des animaux, des formes plus frustes de la maladie peuvent se produire, avec seulement des difficultés à atteindre le pic de ponte (écrêtage du pic de ponte). Une fois l'épisode clinique terminé, la production revient à un niveau normal, voire dépasse parfois momentanément le niveau initial. Lors d'atteinte clinique en fin de ponte, une mue forcée peut être provoquée.

Les oiseaux atteints ne présentent en général pas d'autre signe clinique, excepté parfois une baisse d'appétit voire des épisodes diarrhéiques [75]. La diarrhée serait principalement due aux sécrétions excessives de l'oviducte dans les fientes [41].



Figure 2.2 : Aspect externe des œufs lors d'une atteinte par le virus de l'EDS.  
(Source Internet 3).

### 2.6.2. Lésions :

La présence de lésions macroscopiques est assez rare et celles-ci sont généralement peu visibles. On peut cependant observer un ovaire inactif et un oviducte atrophié, ou parfois œdémateux.

Une des causes de la faible fréquence des lésions est la difficulté à sélectionner des oiseaux en phase aiguë de la maladie pour autopsie.

Les lésions microscopiques concernent essentiellement la glande coquillière, avec des inclusions intranucléaires, celles-ci vont se dégénérer et seront remplacées par des squames et des cellules indifférenciées, ainsi qu'une infiltration lymphocytaire de la muqueuse [3].

### 2.6.3. Pathogénie :

La pathogénie de l'infection met en jeu une phase de virémie, puis une multiplication dans la muqueuse nasale.

A 3-4 jours post infection, la réplication virale se fait dans le tissu lymphoïde de l'ensemble de l'organisme, l'infundibulum et l'oviducte sont atteints.

7 à 20 jours post infection, la multiplication virale se fait au niveau de la glande coquillère, associée à une forte réaction inflammatoire au niveau de l'oviducte. Contrairement aux autres *Adenovirus* aviaires, la multiplication virale ne semble pas avoir lieu dans le tractus digestif, la contamination fécale se faisant probablement par des sécrétions utérines [38].

## 2.7. Immunité :

Les anticorps anti EDSV sont détectables par immunofluorescence indirecte, ELISA, séroneutralisation (SN) et le test de l'inhibition de l'hémagglutination (HI), à partir du 5<sup>ème</sup> jour post infection [76], et ils font un pic 4 à 5 semaines après. Les oiseaux restent des excréteurs du virus et cela en présence de hauts titres d'anticorps [73].

Les anticorps maternels se transmettent à la progéniture par l'intermédiaire de l'œuf, ces anticorps maternels ont une demi-vie de 3 jours.

## 2.8. Diagnostic :

### 2.8.1. Diagnostic épidémiologique :

Le Syndrome Chute de Ponte EDS 76 doit être suspecté chaque fois qu'il y a un échec à atteindre le pic de production, ou s'il s'agit des chutes de ponte, avec absence de signe clinique et production d'œufs anormaux (changements dans les caractéristiques de la coquille). Cette dernière constatation est souvent un signe révélateur d'une infection par l'EDSV.

Dans le cas d'une transmission verticale, la chute de ponte dans le troupeau infecté survient aux alentours du pic de production, par contre dans le cas d'une transmission horizontale du virus, le troupeau est infecté à tout âge.

Bien que les signes d'EDS soient assez caractéristiques, le diagnostic ne doit pas être fait seul sur la base du tableau clinique mais doit être confirmé par des tests de laboratoire [3]. Les différentes techniques de laboratoire utilisées pour le diagnostic de l'infection par le virus de l'EDS seront exposées dans le chapitre 3.

### 2.8.2. Diagnostic différentiel :

Un diagnostic différentiel doit être fait d'une part avec certaines pathologies infectieuses qui provoquent des chutes de ponte, et d'autre part avec la mauvaise gestion d'élevages : mal nutrition et mauvaise conduite d'élevages.

Tableau 2.2 : Diagnostic différentiel avec quelques pathologies.

<b>Pathologies</b>	<b>Signes cliniques</b>
Bronchite Infectieuse	-Signes respiratoires. -Chute de ponte : 50% avec production d'œufs anormaux.
Maladie de la New Castle	- Chute de ponte : 30% à plus 50%. -Décoloration et fragilité des coquilles. -Mortalité.
Influenza Aviaire	-Diarrhée verte. -Chute de ponte variable. -Altération de la coquille.
Mycoplasmosse	-Symptômes respiratoires. -Chute de ponte variable.

### 2.9. Stratégies de lutte :

#### 2.9.1. Mesures médicales :

##### 2.9.1.1. Traitement :

Aucun traitement efficace contre la maladie n'est disponible [3]. Donc le seul moyen de lutte reste la prévention par la vaccination.

##### 2.9.1.2. Vaccination :

Une vaccination conventionnelle contre l'EDS a été développée en 1977, à base de virus désactivé dans un adjuvant huileux, administré à l'âge de 14-16

semaines [77] [78]. La protection procurée par ce vaccin apparaît 7 jours post injection et dure environ 1 an, à un niveau permettant d'éviter les signes cliniques et l'excrétion du virus.

Un autre vaccin inactivé à base d'hydroxyde d'aluminium comme adjuvant a été testé par ILYAS et al. [79] sous des conditions expérimentales.

Les résultats ont révélé que l'efficacité de la vaccination était très bonne (les titres d'Ac étaient suffisants pour protéger les oiseaux contre la maladie clinique).

Selon GARG et GARG [80], ce vaccin inactivé présente l'avantage d'être facilement injecté et n'induit pas des réactions inflammatoires au niveau de l'injection contrairement au vaccin inactivé en adjuvant huileux.

Dans une autre publication, ILYAS et al. [74] ont comparé entre les deux vaccins inactivés (vaccin inactivé en adjuvant huileux et vaccin inactivé en adjuvant d'hydroxyde d'aluminium), ils ont conclu que le vaccin inactivé en adjuvant d'hydroxyde d'aluminium était le plus immunogène et présente une excellente innocuité.

Les vaccins basés sur la technologie de l'ADN recombinant ont été développés. FINGERUT et al. [81], ont prouvé l'efficacité de l'immunisation par ces vaccins, du fait que la vaccination induit la production d'anticorps protecteurs qui reconnaissent la totalité du virus de l'EDS.

### 2.9.2. Mesures sanitaires :

Pour lutter contre la transmission verticale, il ne faut pas utiliser les poussins issus des lots infectés pour des mises en place en élevages de reproducteurs (chair et ponte).

Les mesures de biosécurité doivent être renforcées, en particulier autour du transport d'œufs et d'animaux.

Les œufs susceptibles d'être infectés doivent suivre un itinéraire distinct des œufs indemnes et les poussins indemnes doivent être manipulés avant les poussins contaminés (sexage, vaccination).

Les mesures de prévention de l'infection par l'avifaune sauvage passent essentiellement par un bon niveau de biosécurité et la proscription de l'utilisation d'eau pouvant être contaminée (exemple de l'eau de lac) [82].

## CHAPITRE 3

### OUTILS DE DIAGNOSTIC

#### 3.1. Généralités :

On distingue deux approches très différentes, mais complémentaires, dans la démarche diagnostique d'une infection virale:

- Le diagnostic direct visant à révéler et à identifier, à partir de produits pathologiques, le virus lui-même et/ou ses constituants (Ag, ADN, ARN).
- Le diagnostic indirect recherchant la réponse immunitaire humorale de l'organisme, en détectant la production d'anticorps circulants spécifiques du virus.

#### 3.2. Isolement et identification du virus de l'EDS :

Le diagnostic par isolement viral puis identification peut s'avérer difficile compte tenu de la difficulté à sélectionner les animaux en phase aiguë.

La détection du virus peut se faire par des méthodes ELISA de détection d'antigènes [61], ou par recherche de l'ADN viral par PCR [83].

DHINAKAR RAJ et al. [84] ont utilisé l'essai d'amplification en chaîne par polymérase (PCR) pour détecter le génome viral de l'EDS. Des poulets ont fait l'objet d'une infection expérimentale par le virus de l'EDS. Des écouvillonnages cloacaux et des prélèvements d'oviductes, d'utérus et de rates ont été réalisés différents jours après l'infection et utilisés directement ou après un passage sur œufs embryonnés de cane dans le test PCR.

Pour le diagnostic des infections virales par l'EDS, la PCR est recommandée du fait de sa facilité et de l'absence de recommandations pour les réactifs préparés.



### 3.3. Diagnostic sérologique :

La sérologie est un outil biologique de première intention du diagnostic de nombreuses infections virales. Elle comprend plusieurs techniques de diagnostic.

Le choix de la technique se base sur trois critères:

1- Critères techniques :

- Le type de réaction utilisée :
  - Réactions primaires : fixation directe Ag/Ac, exemple : ELISA.
  - Réactions secondaires : Ag/Ac + autres facteurs : Réaction de fixation du complément.
- La simplicité.

2- Les critères économiques.

3- Les critères sémiologiques:

- La spécificité.
- La sensibilité [85].

Dans le cas d'une infection par le virus de l'EDS, le diagnostic sérologique doit être mis en place sur des animaux ayant produit des œufs anormaux (idéalement les poules d'une cage produisant des œufs anormaux).

Plusieurs tests sérologiques ont été utilisés pour le diagnostic de l'EDS comprenant les techniques d'inhibition de l'hémagglutination (HI), l'ELISA, l'IFI, la séroneutralisation (SN), qu'on va décrire leurs principes et techniques.

#### 3.3.1. Technique ELISA :

##### 3.3.1.1. Définition :

Le test ELISA est un test immunologique destiné à détecter et/ou à doser une protéine dans un liquide biologique spécialement des anticorps et des antigènes.

##### 3.3.1.2. Principe :

La technique ELISA est une technique immuno-enzymatique de détection qui permet de visualiser une réaction antigène-anticorps grâce à une réaction colorée

produite par l'action sur un substrat d'une enzyme préalablement fixée à l'anticorps.

### 3.3.1.3. ELISA indirect :

Ce test permet de détecter ou de doser des anticorps. Il se réalise en 4 étapes:

Tableau 3.1 : Différentes étapes de la technique ELISA indirect.

<b>Etape 1</b>	« Coating » de l'antigène	On incube dans les puits la solution d'antigène spécifique de l'anticorps recherché. L'antigène va se fixer électrostatiquement au fond des puits de plaques de microtitration immunologique. Les puits sont ensuite lavés pour éliminer l'antigène en excès.	12 heures
<b>Etape 2</b>	Fixation de l'anticorps à doser	On incube dans les puits la solution d'anticorps à doser. Ils se fixent spécifiquement sur l'antigène. Les puits sont ensuite lavés pour enlever les anticorps non fixés.	30 minutes à 2 heures
<b>Etape 3</b>	Fixation de l'anticorps de détection	On incube dans les puits l'anticorps de détection, couplé à une enzyme. Il va se fixer sur l'anticorps à doser. Les puits sont ensuite lavés pour enlever les anticorps de détection en excès non fixés.	30 minutes à 2 heures
<b>Etape 4</b>	Révélation des anticorps fixés	On incube une solution révélatrice, contenant un substrat de l'enzyme. Si la réaction est positive (présence de l'anticorps recherché), le substrat est dégradé et une coloration apparaît. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité d'enzyme présente, donc à la concentration d'anticorps recherché.	10 minutes

Cette technique ELISA Indirecte a été utilisée dans une enquête réalisée en Bangladesh [53] pour le diagnostic sérologique de l'EDS et les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 3.2 : Résultats obtenus par la technique ELISA dans le titrage d'Ac.

Echantillon	KIT utilisé	Seuil	Résultats (Moyenne $\pm$ SE)						
05 élevages de poules pondeuses (25 sera : 05 sera de chaque élevage)	Bio Check Egg Drop Syndrome Antibody Test Kit (Bio Check B. V. Holland)	Un titre d'Ac < 396 est considéré comme résultat négatif	<table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="border: none;">2264<math>\pm</math>517</td> <td rowspan="5" style="border: none; padding: 0 10px;">} prévalence de 100%</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">2890<math>\pm</math>424</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">3151<math>\pm</math>104</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">3330<math>\pm</math>52</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">3294<math>\pm</math>286</td> </tr> </table>	2264 $\pm$ 517	} prévalence de 100%	2890 $\pm$ 424	3151 $\pm$ 104	3330 $\pm$ 52	3294 $\pm$ 286
2264 $\pm$ 517	} prévalence de 100%								
2890 $\pm$ 424									
3151 $\pm$ 104									
3330 $\pm$ 52									
3294 $\pm$ 286									

### 3.3.2. Inhibition de l'hémagglutination (HI) :

#### 3.3.2.1. Principe :

Certains virus sont capables d'agglutiner spécifiquement les hématies de certaines espèces animales comme les cobayes et les poussins.

Les Ac spécifiques du virus se fixent sur le virus => le virus n'a plus accès à la surface des hématies => il y a inhibition de l'hémagglutination donc inhibition de la formation d'un agglutinat visible à l'œil nu.

#### 3.3.2.2. Technique :

1. Une quantité constante d'antigènes hémagglutinants est ajoutée à chaque puits dans une plaque de microtitration.
2. Le sérum est ensuite placé dans le premier puits et dilué en série.

3. Les plaques sont incubées pendant une heure, puis les globules rouges de poulet sont ajoutés à chaque puits.

Si l'anticorps est présent dans le sérum à tester les globules rouges ne seront pas agglutiner avec l'antigène hémagglutinant.

- HI puits négatifs auront une couche diffuse des hématies agglutinées tapissant le fond.
- HI puits positifs auront un bouton bien circonscrit de globules rouges non agglutinés.

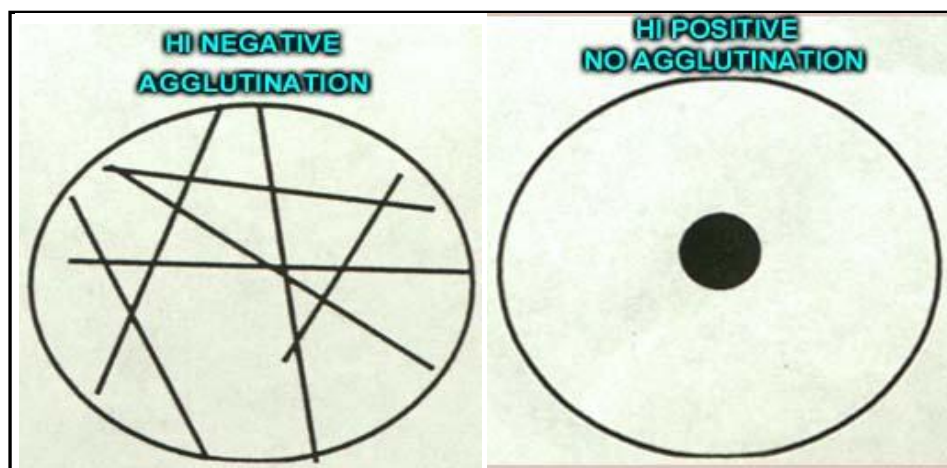


Figure 3.1 : Schéma illustrant une réaction négative et positive du test HI  
(Source Internet 4).

#### 3.3.2.3. Caractères de la technique :

- HI est souvent dépendante du pH, de la température et exige des globules rouges frais.
- Eliminer les Ac hétérologues dirigés contre les globules rouges tests (risque de faux positifs) et les inhibiteurs non spécifiques de l'hémagglutination (bêta lipoprotéines par exemple) (risque de faux négatifs).
- Les anticorps mis en évidence par HI sont habituellement protecteurs in vivo.
- La sensibilité de HI est moindre que celle de l'ELISA.

### 3.3.3. Immunofluorescence indirecte :

L'immunofluorescence est une technique d'immunomarquage, qui utilise des anticorps (ou immunoglobulines) ainsi que des fluochromes.

#### 3.3.3.1. Principe :

Il existe deux types de fluorescence. Tout d'abord, la fluorescence dite « naturelle », ou auto fluorescence, émise spontanément par la cellule. On peut citer par exemple la chlorophylle des cellules végétales.

Ensuite il y a la fluorescence conférée par un fluorochrome, substance chimique qui émet de la lumière si elle est excitée à une certaine longueur d'onde.

Le principe est proche de celui des techniques ELISA.

Le support sensibilisé est constitué de cellules infectées fixées sur une lame, puis le complexe Ag-Ac est révélé par un réactif sur lequel un produit fluorescent a été fixé.

#### 3.3.3.2. Technique :

- Cellules infectées par le virus fixées sur une lame (support sensibilisé).
- Sérum à tester.
- Utilisation d'un immun-sérum anti-globulines du sérum à tester conjugué à un fluorochrome.
- La lecture est effectuée en microscopie optique à fluorescence.
- La mise en œuvre de l'IFI est rapide (1 à 2 heures).

C'est une épreuve plus sensible, mais présente l'inconvénient d'avoir une spécificité imparfaite (interprétation subjective).

### 3.3.4. Séroneutralisation (SN) :

#### 3.3.4.1. Principe :

- Les Ac présents dans le sérum inhibent l'effet cytopathogène (ECP), donc l'infectivité.
- La réaction nécessite une culture de cellules pour la réplication du virus.
- Ces Ac sont habituellement dirigés contre les constituants superficiels des particules virales, les moins conservés, ce qui garantit la spécificité de la technique.

#### 3.3.4.2. Technique :

Technique laborieuse car elle nécessite un laboratoire de culture cellulaire.

Cellules + virus sans sérum => ECP.

Cellules + virus + sérum => pas d'ECP.

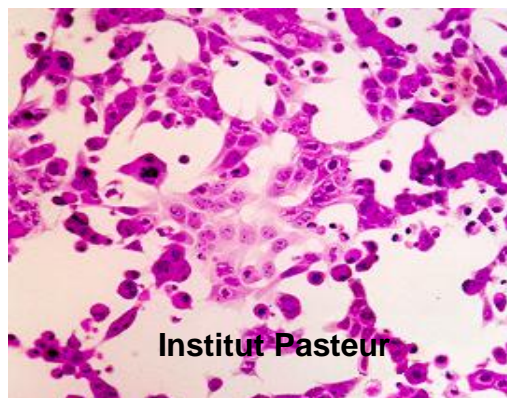


Figure 3.2 : ECP des *Adenovirus* (aspect en dentelles) [85].

Tableau 3.3 : Tableau comparatif entre les différentes techniques de diagnostic sérologique citées ci-dessus.

<b>Test</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>ELISA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technique très sensible.</li> <li>- Test quantitatif et qualitatif.</li> <li>- Rapide à mettre en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu spécifique.</li> </ul>
<b>HI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Test spécifique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu sensible.</li> </ul>
<b>Immunofluorescence indirecte (IFI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très sensible.</li> <li>- Rapide à mettre en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût élevé de mise au point.</li> <li>- Technique réservée à de petites séries.</li> <li>- Spécificité imparfaite.</li> </ul>
<b>Séroneutralisation (SN)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spécificité élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technique laborieuse</li> <li>- Technique lente.</li> </ul>

Une comparaison entre la technique de l'inhibition de l'hémagglutination (HI) et le test ELISA pour la détection des anticorps anti EDSV dans 150 sérums a donné 96.6% de similarité. Le test ELISA montre une sensibilité plus élevée comparée au test HI [86].

ADAIR et al. [76] ont comparé les résultats obtenus par le test de l'inhibition de l'hémagglutination (HI), l'ELISA, la séroneutralisation et le test de l'immunofluorescence. Dans leur étude, 4 de 25 sera négatifs par le test HI ont été positif par l'ELISA. Des réactions croisées entre l'EDSV et les autres groupes d'*Adenovirus* aviaires interfèrent avec la spécificité du test ELISA et l'immunofluorescence. Seulement le test HI et la séroneutralisation (SN) sont des tests spécifiques pour le diagnostic de l'EDS.

#### 3.4. Conclusion:

En conclusion de ce chapitre, on dispose de nombreuses techniques diagnostiques d'une infection virale, et le choix se fait sur la base de la sensibilité, de la spécificité et de la rapidité du test, afin d'obtenir une interprétation optimale.

## CHAPITRE 4

### ETUDE EXPERIMENTALE

#### 4.1. Problématique :

Dans notre revue bibliographique sur le syndrome de chute de ponte EDS 76, nous n'avons pas trouvé de travaux rapportant la maladie chez les poules pondeuses en Algérie.

Les principales questions qui se posent sont alors les suivantes :

- Quelle est la situation des chutes de ponte en Algérie, sur le plan clinique ?
- Quel est le diagnostic qui est fait par les vétérinaires praticiens sur le terrain ?
- Le virus de l'EDS est-il présent dans nos élevages ?
- Quel serait l'impact économique de l'EDS ?
- Est-il économiquement intéressant de vacciner contre cette pathologie ?

#### 4.2. Objectif :

Notre étude a donc pour objectif de :

- A. Récolter des informations sur le phénomène de chute de ponte dans les élevages de poules pondeuses à travers certaines régions en Algérie.
- B. Vérifier une éventuelle circulation de l'EDSV dans les élevages enquêtés.
- C. Evaluer le programme de vaccination contre l'EDS sur le plan économique.

Conformément à ces 3 objectifs, cette étude expérimentale sera divisée en trois parties.



#### 4.3. Partie enquête par questionnaire :

Le premier objectif de notre étude est de mieux appréhender le phénomène de chutes de ponte auprès des vétérinaires praticiens en particulier :

- Evaluer la situation des chutes de ponte en Algérie (importance, fréquence et étiologies).
- Savoir si les symptômes cliniques ressemblant à l'EDS sont rencontrés sur le terrain.
- Savoir quels étaient les symptômes associés aux chutes de ponte et,
- Si les vaccinations mises en œuvre incluent l'EDS.

##### 4.3.1. Matériel et méthodes :

Des séances de travail réunissant une équipe pluridisciplinaire comprenant un épidémiologiste, un spécialiste en aviculture et des enquêteurs ont été organisées afin de concevoir le protocole à entreprendre.

###### 4.3.1.1. Population ciblée :

La population ciblée est constituée de vétérinaires praticiens dans les deux secteurs (étatique et privé), qui font des suivis d'élevage de poules pondeuses et exerçant dans les différentes régions du pays (Est-Centre-Ouest). On estime cette population à quelques 400 vétérinaires. Cette population a été estimée à partir du nombre d'élevages de poules pondeuses, qui représente 4000 au niveau national [8], c'est-à-dire que l'on a considéré une moyenne de 10 élevages / vétérinaire spécialisé.

###### 4.3.1.2. Méthode d'échantillonnage :

Notre enquête ne compte pas toucher l'ensemble de vétérinaires praticiens mentionnés ci-dessus, mais seulement un échantillon de cette population. Ce type d'enquête dite par sondage a pour but de rendre l'enquête réalisable en réduisant ses coûts ainsi que sa durée. Néanmoins, cet échantillon doit être

représentatif et suffisamment précis pour pouvoir extrapoler les résultats obtenus sur l'ensemble de la population de vétérinaires spécialisés.

Le facteur conditionnant la représentativité de l'échantillon est le tirage au sort. Celui-ci peut se faire de différentes manières : grâce à une table de nombres au hasard ou à la fonction nombres au hasard d'un logiciel.

Quant à la précision, elle est conditionnée par la taille de l'échantillon.

Pour pouvoir déterminer la taille de notre échantillon, nous avons besoin de déterminer la proportion attendue des vétérinaires qui font au moins un suivi d'élevage de poules pondeuses par rapport à l'ensemble de la profession. Celle-ci est estimée à quelques 7 000 praticiens. Donc la proportion attendue est de  $400/7000 = 5\%$  de la population totale des vétérinaires praticiens.

Et nous avons à choisir la précision relative. Quelle est la précision relative que nous souhaitons ? Pour une première étude dans le domaine, nous n'avons pas besoin d'avoir une grande précision, alors nous avons choisi de travailler avec une précision de 80%.

La table suivante nous donne le nombre de sujets  $n$  nécessaires à introduire dans notre échantillon (Tableau 4.1).

Tableau 4.1 : Nombre de sujets nécessaire pour l'estimation d'une prévalence en fonction de la prévalence attendue et de la précision relative souhaitée, dans une population infinie (taux de sondage < 10%) [87].

Précision relative	Prévalence attendue												
	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40	45
10 p. cent	38032	18824	12422	9220	7300	3458	2177	1537	1153	897	714	577	470
20 p. cent	9508	4706	3106	2305	1825	865	545	385	289	225	179	145	118
30 p. cent	4226	2092	1381	1025	812	385	242	171	129	100	80	65	53
40 p. cent	2377	1177	777	577	457	217	137	97	73	57	45	37	30
50 p. cent	1522	753	497	369	292	139	88	62	47	36	29	24	19
60 p. cent	1057	523	346	257	203	97	61	43	33	25	20	17	14
70 p. cent	777	385	254	189	149	71	45	32	24	19	15	13	11
80 p. cent	595	295	195	145	115	55	35	25	20	17	14	13	11
90 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11
100 p. cent	500	250	167	125	100	50	33	25	20	17	14	13	11

Le taux de sondage est supérieur à 10% (115/400), donc on doit se référer à une autre table fournissant les nombres de sujets  $n'$  nécessaires lors de taux de sondage supérieurs à 10% (Tableau 4.2).

$n$  étant de 115 (c'est-à-dire compris entre 110 et 120), le nombre  $n'$  de sujets nécessaire à introduire dans l'échantillon devrait donc être compris entre 87 et 93.

Tableau 4.2 : Nombre de sujets nécessaire pour un échantillon correspondant à un taux de sondage supérieur à 10% à partir du nombre  $n$  donné par le tableau 4.1 [87].

n	Taille de la population												
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
20	15	17	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20
30	19	24	25	27	27	28	28	28	29	29	29	29	29
40	23	29	32	34	35	36	36	37	37	38	38	38	39
50	25	34	38	40	42	43	44	45	45	46	47	47	48
60	28	38	43	47	49	50	52	53	53	54	55	56	56
70	30	42	48	52	55	57	59	60	61	62	63	64	65
80	31	45	53	58	61	64	66	67	68	69	71	72	73
90	33	48	57	63	67	70	72	74	75	77	79	80	81
100	34	50	60	67	72	75	78	80	82	84	86	88	89
110	35	53	64	71	77	81	84	87	89	91	93	96	97
120	36	55	67	75	82	86	90	93	95	97	100	103	105
130	37	57	70	79	86	91	95	99	101	104	107	110	112

#### 4.3.1.3. Questionnaire :

La démarche générale de conception d'un questionnaire comporte les trois étapes mentionnées sur la figure 4.1.

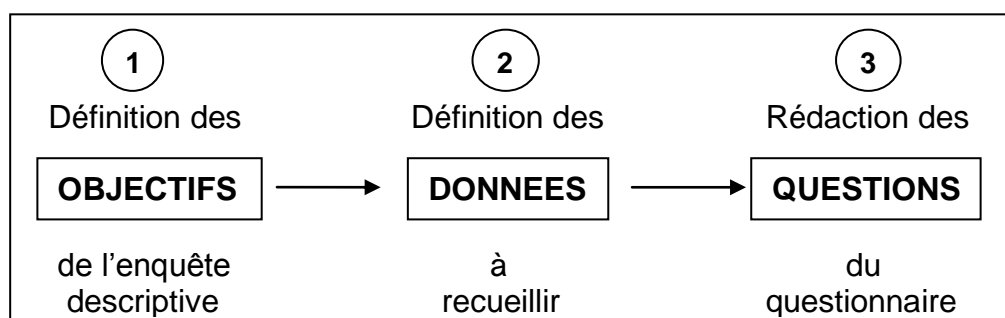


Figure 4.1 : Représentation schématique de la démarche générale de préparation d'un questionnaire [87].

Tableau 4.3 : Tableau récapitulatif des différentes étapes d'élaboration de notre questionnaire (Appendice B).

Objectifs de l'enquête	Données à recueillir	Les questions du questionnaire
1. Profil des vétérinaires.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de la clientèle.</li> <li>- Région d'activité.</li> <li>- Ancienneté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Combien d'élevages de poules pondeuses suivis?</li> <li>2. Dans quelle région ?</li> <li>3. Depuis combien de temps ?</li> </ul>
2. Appréhender l'importance des chutes de ponte sur le terrain.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence ou absence d'accidents de ponte.</li> <li>- Pourcentages des chutes de ponte rencontrées.</li> <li>- Durée des chutes de ponte rencontrées.</li> <li>- Stade de production où les chutes de ponte surviennent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. Est-ce que vous avez noté des accidents de pontes ?</li> <li>5. Quels étaient les pourcentages de chutes de ponte ?</li> <li>6. Combien de temps ont duré ces chutes de ponte ?</li> <li>7. A quel âge apparaissent ces chutes de ponte ?</li> </ul>
3. Connaître les suspicions des vétérinaires lors des chutes de ponte par rapport aux symptômes associés, ainsi que le programme de prophylaxie pratiqué.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suspensions causes.</li> <li>- Suspensions virales.</li> <li>- Présence ou absence de symptômes associés</li> <li>- Les pathologies contre lesquelles la poulette démarrée est vaccinée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8. A quoi sont dues d'après vous ces chutes de ponte ?</li> <li>9. Si la cause est virale, quelles sont d'après vous les pathologies suspectées ?</li> <li>10. Est-ce que ces chutes de ponte sont accompagnées par une production d'œufs anormaux ?</li> <li>11. Est-ce que ces chutes de ponte sont accompagnées par des mortalités ?</li> <li>12. Quels étaient les symptômes associés aux chutes de ponte ?</li> <li>13. Quels sont les pathologies vaccinées ?</li> </ul>
4. Savoir les connaissances des vétérinaires sur l'EDS, et désigner les sentinelles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connaissance de l'EDS</li> <li>- Accord prélèvement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>14. Selon vous l'EDS se manifeste comment ?</li> <li>15. Souhaitez-vous confirmer votre suspicion par un test sérologique ?</li> </ul>

Nous avons choisi le face à face comme mode d'obtention des réponses à notre questionnaire (questionnaire mixte) pour éviter les non réponses à certaines questions.

Afin de vérifier la compréhensibilité des questions et d'identifier ce qui doit être amélioré, nous avons procédé à plusieurs épreuves de testage successives sur un nombre restreint de vétérinaires : nous avons testé le questionnaire à trois reprises avec 7 vétérinaires spécialisés en poules pondeuses dans la région Centre.

Quant à la récolte des questionnaires, elle s'est faite par 5 enquêteurs : un à l'Est, un autre à l'Ouest et trois dans la région Centre. Ces enquêteurs ont été préalablement formés pour cette enquête (séance explicative) afin de diminuer surtout la variabilité inter-observateurs.

#### 4.3.1.4. Traitement des données et analyses statistiques :

Notre enquête sur le terrain auprès des vétérinaires a donné lieu à une quantité importante d'informations qui ont été codifiées puis saisies dans un fichier Excel (Excel 2007) pour pouvoir les exploiter plus facilement.

La précision des résultats sur l'ensemble de la population est accompagnée par le calcul des intervalles de confiance (IC).

Le calcul de l'intervalle de confiance d'une proportion observée implique tout d'abord de fixer le risque d'erreur  $\alpha$  que l'on accepte de voir la véritable valeur se situer en dehors de l'intervalle de confiance.

Très souvent, ce risque est fixé à 5%. Il s'agit alors d'un intervalle de confiance à 95% , ce qui signifie que la véritable valeur  $p$  a 95% de chances de se situer dans l'intervalle de confiance ainsi calculé et 5% de risques d'être en dehors de cet intervalle.

L'intervalle de confiance (IC) à 95% est :  $p \pm 2\sigma$ . Avec  $\sigma$  : écart-type.

La formule permettant de calculer l'écart-type pour un taux de sondage supérieur à 10% est la suivante :

$$\sigma = \sqrt{\left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{pq}{n}} \quad \text{lorsque } \frac{n}{N} > 10 \text{ p. cent}$$

N : la population (400).

p : proportion (0 à 1)

q : complément à 1 de la proportion

n : nombre d'unités dans l'échantillon (91).

Condition d'application :  $np > 5$  et  $nq > 5$ .

Les pourcentages n'ayant pas remplis cette condition ne sont pas accompagnés d'un intervalle de confiance.

L'analyse statistique visant à comparer les résultats obtenus a été réalisée à l'aide du test Khi-deux. C'est un test qui consiste à comparer deux ou plusieurs pourcentages observés. Il est fondé sur l'hypothèse nulle, à savoir l'absence de différence entre les pourcentages observés.

Un indice est calculé, s'il est supérieur à la valeur du Khi-deux pour 5%, ceci signifie que l'écart observé est supérieur à celui dû aux simples fluctuations d'échantillonnage, et on peut rejeter l'hypothèse nulle (avec un risque d'erreur de 5%), c'est à dire conclure que la différence est significative. Au contraire, si l'indice calculé est inférieur à la valeur de Khi-deux pour 5%, on conclut qu'il n'y a pas de différence significative.

#### 4.3.2. Résultats et discussion :

L'enquête a été réalisée auprès de 91 vétérinaires praticiens sur les 94 contactés, qui font des suivis d'élevages de poules pondeuses à travers les différentes régions en Algérie. On a enregistré donc trois cas seulement de refus de participation.

Les résultats des questionnaires auprès des vétérinaires sont en appendice C.

Le testage du questionnaire nous a permis l'amélioration de la première version. Toute suggestion de modification de fond ou de forme était soigneusement étudiée et, si jugée fondée, utilisée pour améliorer le questionnaire. En effet, nous avons reformulé certaines questions, ajouté quelques unes et annulé certaines jugées inutiles.

#### 4.3.2.1. Les biais :

Notre enquête menée sur le terrain comporte essentiellement des biais d'échantillonnage qui entraineraient soit une surestimation soit une sous-estimation des résultats, que nous allons discuter.

En effet notre échantillon était théoriquement non représentatif de la population étudiée parce qu'on n'a pas réalisé de tirage au sort qui assure la représentativité de l'échantillon, suite à l'absence d'une liste exhaustive recensant les vétérinaires faisant le suivi d'élevage de poules pondeuses (base de sondage).

Par contre, les résultats obtenus sur cet échantillon (91/400) sont considérés comme assez peu précis (Précision relative = 80%), mais nous en sommes satisfaits pour une 1<sup>ère</sup> étude.

Et l'augmentation du nombre d'unités dans l'échantillon ne permet pas de compenser le biais dû à l'absence de tirage au sort [87]. Donc les résultats obtenus ne peuvent pas être théoriquement extrapolés à l'ensemble des vétérinaires effectuant des suivis d'élevages de poules pondeuses.

Comme recommandation pour les enquêtes ultérieures, pour que leurs résultats soient représentatifs de la population étudiée, on propose qu'ils élaborent une liste des vétérinaires ayant des suivis d'élevages de poules pondeuses, donnée par les grossistes de médicaments vétérinaires opérant dans les principales régions d'élevages du pays. On pourrait aussi cibler une région avec 2 ou 3 grossistes. Et à travers une pré enquête dans ces régions, ils peuvent identifier ces vétérinaires désignés par les grossistes. A partir de cette liste (base de sondage), ils procèdent au tirage au sort selon des règles bien précises, ainsi l'échantillon tiré sera représentatif des vétérinaires ayant des suivis d'élevages de poules pondeuses.

On a aussi noté un biais de sélection. En effet, l'enquêteur de l'Est a eu tendance à solliciter seulement les vétérinaires qu'il connaît de la région, et cela pourrait être dû à un défaut de compréhension lors de la formation commune des 05 enquêteurs.

#### 4.3.2.2. Identification vétérinaire :

##### 4.3.2.2.1. Région :

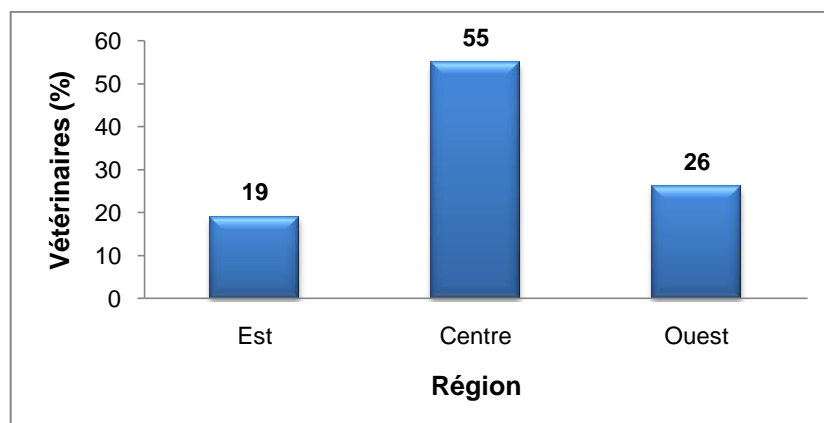


Figure 4.2 : Répartition des vétérinaires selon leur région.

La figure 4.2 représente les trois régions du pays (Est-Centre-Ouest) où on a lancé notre questionnaire, avec 19 % des questionnaires à l'Est, 26 % à l'Ouest et une prédominance de la région Centre où on a réalisé 50 questionnaires (55 % du total).

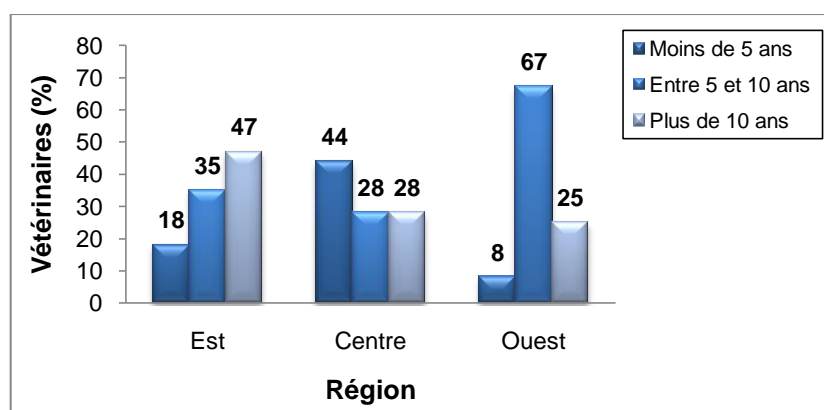


Figure 4.3 : Répartition des vétérinaires selon leur région et l'ancienneté.



Selon l'ancienneté, les vétérinaires interrogés de l'Est sont un peu plus anciens dans le domaine, avec  $47\pm 9\%$  des vétérinaires qui ont plus de 10 ans d'exercice. Ceux du Centre sont principalement des jeunes vétérinaires qui ont moins de 5 ans sur le terrain ( $44\pm 9\%$ ). A l'Ouest, c'est la prédominance des vétérinaires qui ont entre 5 et 10 ans d'exercice ( $67\pm 8\%$ ).

#### 4.3.2.2.2. Ancienneté :

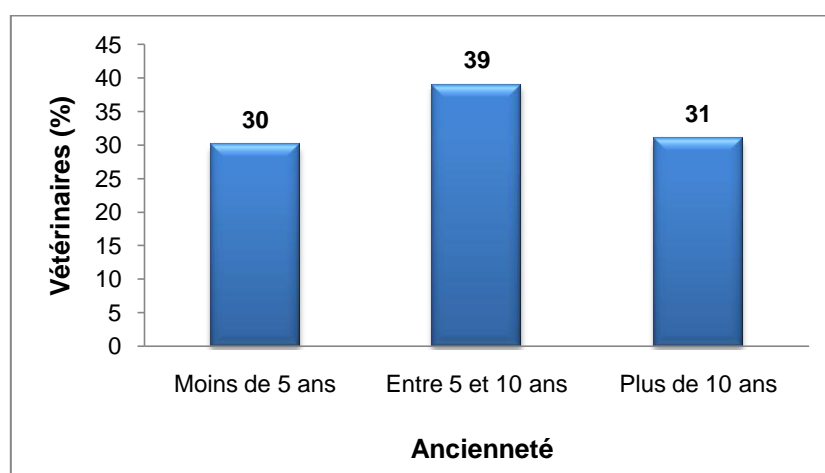


Figure 4.4 : Répartition des vétérinaires selon leur ancienneté.

Notre enquête a touché toutes les catégories de vétérinaires praticiens à savoir les récemment installés sur le terrain : qui n'ont pas plus de 5 ans d'exercice de la profession avec une proportion de  $30\pm 8\%$ , ceux qui ont entre 5 et 10 ans d'exercice avec  $39\pm 8\%$ , et les anciens qu'on considère un peu plus spécialisés dans le domaine (plus de 10 ans d'exercice) avec  $31\pm 8\%$ .

Aucune différence significative n'est enregistrée entre les trois catégories des vétérinaires enquêtés ( $P > 0.05$ ).

#### 4.3.2.2.3. Nombre d'élevages suivis :

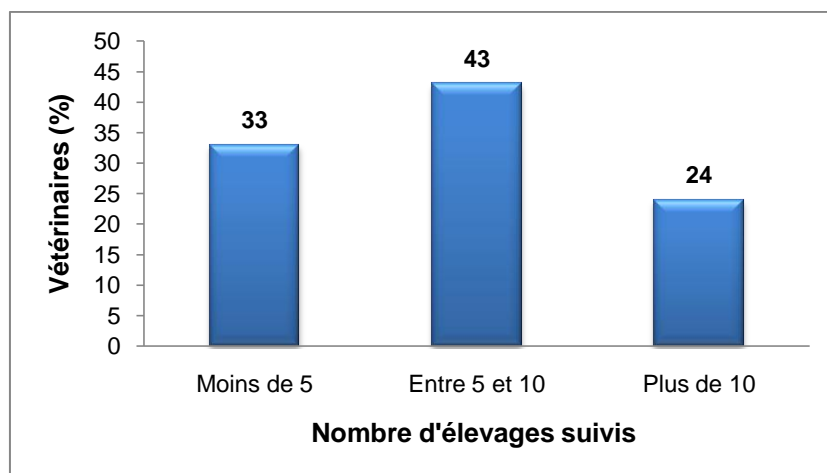


Figure 4.5 : Répartition des vétérinaires selon le nombre d'élevages suivis.

La figure 4.5 montre que  $33 \pm 8$  % des vétérinaires font un suivi de moins de 5 élevages de poules pondeuses, alors que  $43 \pm 9$  % font un suivi de 5 à 10 élevages, et seulement  $24 \pm 7$  % des vétérinaires ont plus de 10 élevages dans leurs clientèles.

Statistiquement parlant, il n'y a aucune différence significative entre les valeurs des trois catégories des vétérinaires ( $P > 0,05$ ).

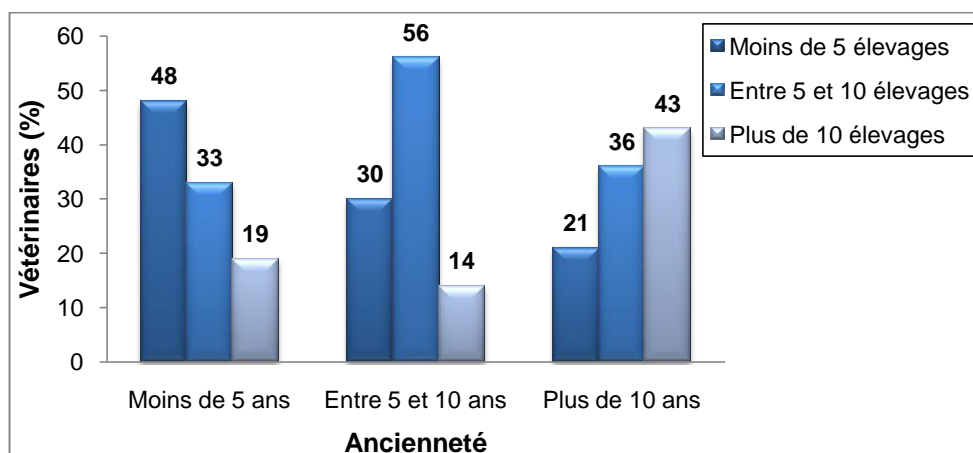


Figure 4.6 : Nombre d'élevages suivis selon l'ancienneté des vétérinaires.

Les résultats montrent ce à quoi on pouvait s'attendre, c'est à dire que les nouveaux vétérinaires (moins de 5 ans d'exercice) ne font pas beaucoup de suivi d'élevages et près de 50% d'entre eux font un suivi de moins de 05 élevages. Les vétérinaires qui ont entre 5 et 10 ans de terrain ont surtout des suivis de 5 à 10 d'élevages ( $56 \pm 9$  %).

Pour les anciens vétérinaires (plus de 10 ans),  $43 \pm 9$  % ont répondu avoir des suivis de plus de 10 élevages.

L'analyse statistique visant à comparer le nombre d'élevages suivis selon l'ancienneté des vétérinaires enquêtés n'a montré aucune différence significative ( $P > 0,05$ ).

#### 4.3.2.3. Importance des chutes de ponte rencontrées :

##### 4.3.2.3.1. Accident de ponte :

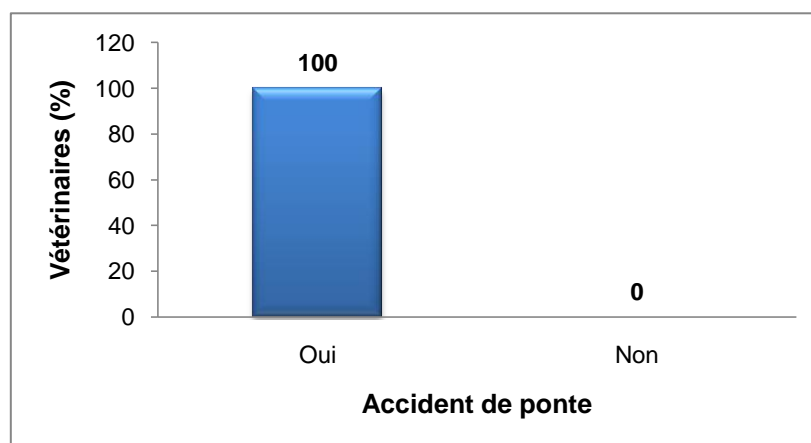


Figure 4.7 : Fréquences des accidents de ponte rencontrés.

La totalité des vétérinaires interrogés ont répondu avoir rencontré des accidents de ponte dans leur clientèle (100%).

#### 4.3.2.3.2. Pourcentages des chutes de pontes :

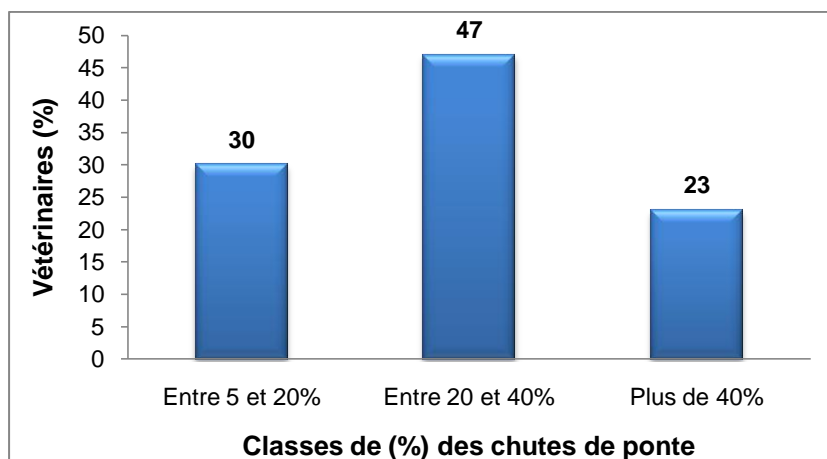


Figure 4.8 : Pourcentages des chutes de pontes observés.

Tous les vétérinaires ont rencontré des chutes de pontes, à des degrés variables.  $30 \pm 8$  % disent rencontrer des chutes de pontes de 5 à 20%,  $47 \pm 9$  % ont répondu avoir rencontré des chutes de pontes allant de 20 à 40%, et  $23 \pm 7$  % des vétérinaires ont eu des chutes de pontes de plus de 40%.

La différence entre les trois classes des chutes de pontes est significative ( $P < 0.05$ ).

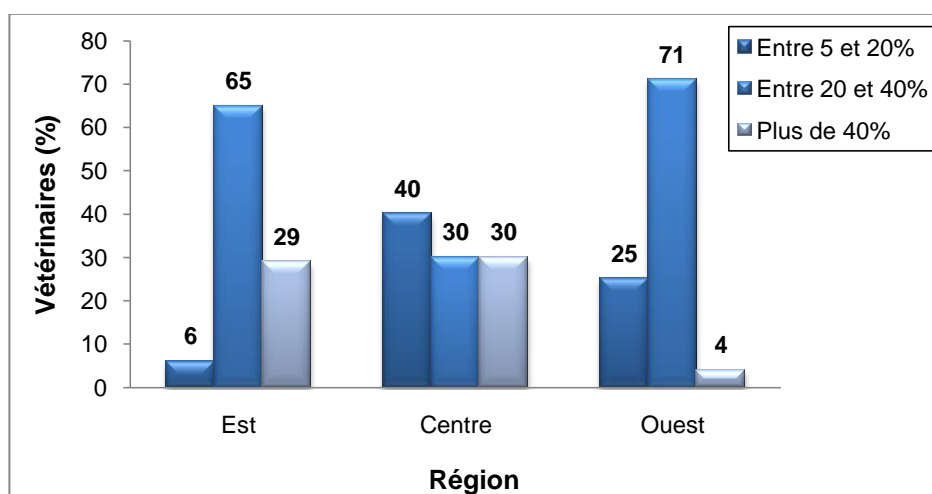


Figure 4.9 : Pourcentages des chutes de pontes observés selon les régions.

La figure 4.9 montre les pourcentages de chutes de ponte observés selon les régions. A l'Est, la majorité des vétérinaires enquêtés ont noté des chutes de ponte supérieures à 20%, et seulement  $6\pm 4$  % des vétérinaires ont répondu avoir rencontré des chutes de ponte inférieures à 20%. Dans la région centre, les réponses sont plutôt très homogènes entre les trois classes des chutes de ponte. A l'Ouest, c'est des chutes de ponte entre 20 et 40% qui sont fréquemment rencontrées.

La comparaison de ces deux paramètres (Région/% de chutes de ponte) nous a donné une différence hautement significative ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3.2.3.3. Durée de la chute de ponte :

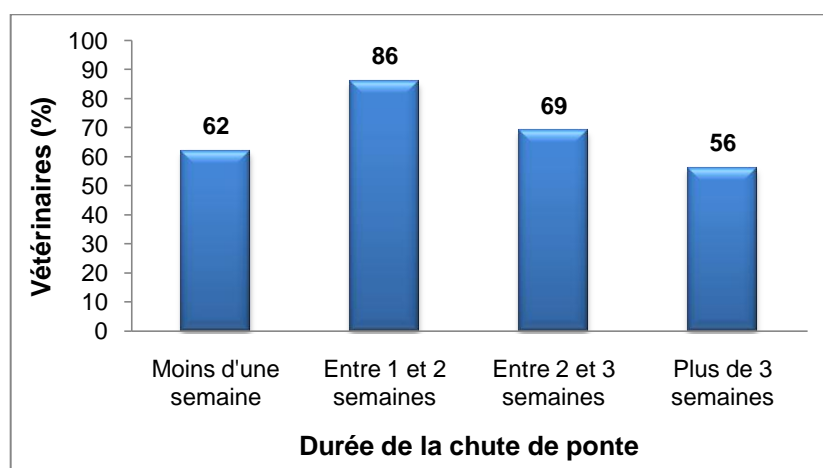


Figure 4.10 : Durée des chutes de ponte.

La durée des chutes de ponte observées sur le terrain est très variable. La durée la plus fréquente selon les vétérinaires enquêtés se situe entre 1 et 2 semaines ( $86\pm 6$  %). Et  $56\pm 9$  % des vétérinaires ont répondu avoir eu des chutes de ponte qui durent plus de 3 semaines.

(Les pourcentages obtenus sont dus au fait que les vétérinaires ont coché plusieurs réponses en même temps).

#### 4.3.2.3.4. Stade de la production où la chute de ponte apparaît :

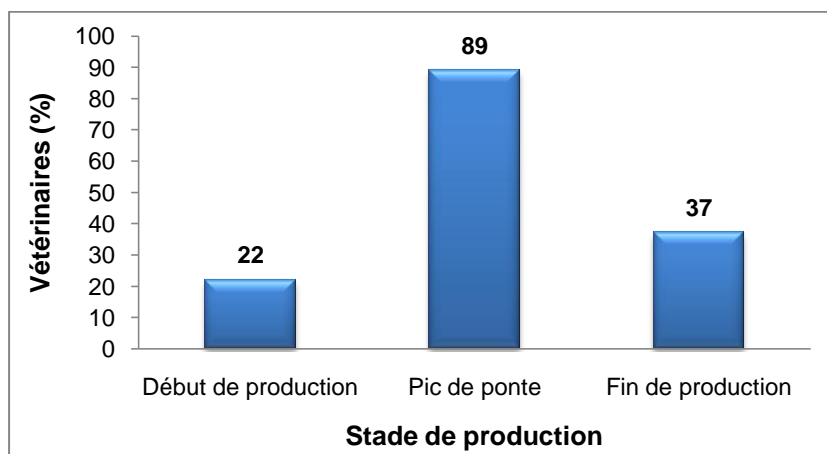


Figure 4.11 : Stade de la production où la chute de ponte apparaît.

Cette figure nous montre bien que la plupart des chutes de ponte rencontrées par les vétérinaires enquêtés se manifestent aux alentours du pic de production ( $89 \pm 5$  %). Les chutes de ponte se manifestent peu à l'entrée en ponte ( $22 \pm 7$  %), et plus au moins en fin de production ( $37 \pm 8$  %).

#### 4.3.2.4. Etiologies probables ou confirmées :

##### 4.3.2.4.1. Suspensions causes :

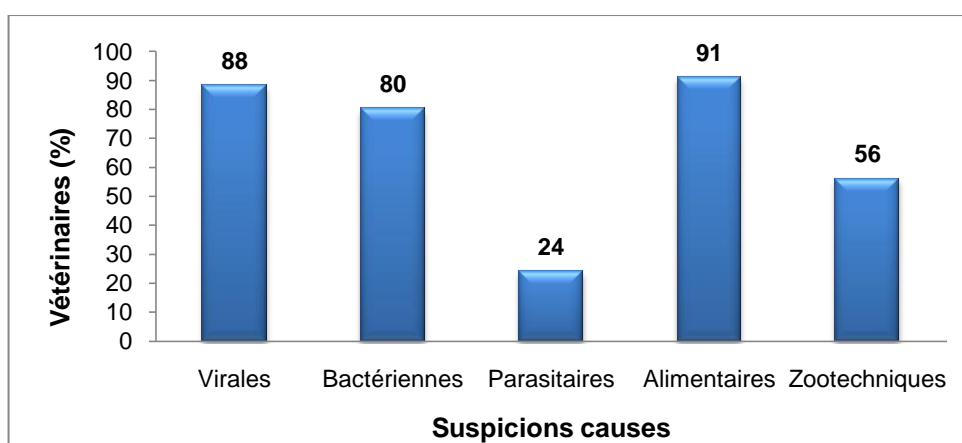


Figure 4.12 : Suspensions de la cause des chutes de ponte rencontrées.

Parmi les étiologies les plus suspectées, on trouve l'étiologie alimentaire avec  $91\pm 5\%$ , en effet VILLATE [68] a évoqué les effets des carences alimentaires sur la courbe de ponte, une alimentation déséquilibrée (carences minérales et vitaminiques surtout) provoquent une chute de ponte.

L'étiologie virale est suspectée à  $88\pm 5\%$ , bactérienne à  $80\pm 7\%$ , mais aussi parasitaire à  $24\pm 7\%$ . Ces étiologies peuvent avoir une action directe ou indirecte sur l'appareil reproducteur, ce qui peut entraîner des chutes de ponte.

En ce qui concerne les conditions zootechniques ( $56\pm 9\%$ ), LAGOUTTE [82] a rapporté que tout stress intense peut provoquer une entrée en mue totale ou partielle du lot. Tout problème de ventilation, d'éclairage, de distribution d'aliment ou d'eau, peut donc provoquer si ce n'est une entrée en mue, tout au moins une forte diminution de la production d'œufs par le lot.

#### 4.3.2.4.2. Etiologies virales suspectées :

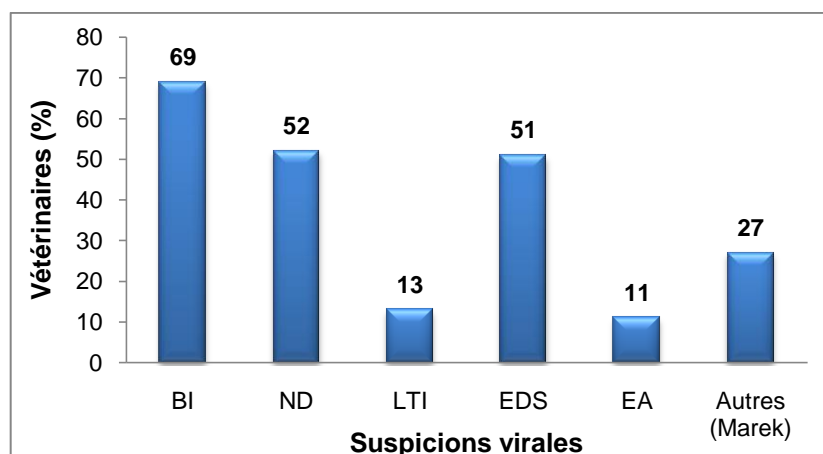


Figure 4.13 : Suspensions virales des vétérinaires.

Parmi les pathologies virales suspectées, la Bronchite Infectieuse (BI) a été la plus suspectée avec  $69\pm 8\%$ , suivi de la maladie de New Castle (ND) et l'EDS ( $52\pm 9\%$  et  $51\pm 9\%$  respectivement). La Laryngotrachéite (LTI) et l'Encéphalomyélite Aviaire (EA) sont aussi suspectées mais à plus faible proportion :  $13\pm 6\%$  pour la LTI et  $11\pm 5\%$  pour l'EA.  $27\pm 8\%$  des vétérinaires enquêtés ont suspecté la maladie de Marek.

Ces réponses restent de l'ordre de la suspicion, et n'ont pas été confirmées par le laboratoire. Elles montrent que les entités pathologiques virales majeures (BI, ND....) sont une préoccupation omniprésente, sachant que ces entités font l'objet de vaccination et d'un contrôle vaccinal systématique, comme décrété par l'arrêté ministériel du 27/03/1995, définissant les mesures générales de prophylaxie en élevage avicole, qu'il soit issu des cheptels avicoles locaux ou importés [88].

D'après VILLATE [68], la BI est persistante dans certains élevages malgré les vaccinations, à cause du virus variant dont on a isolé plus de 20 sérotypes différents.

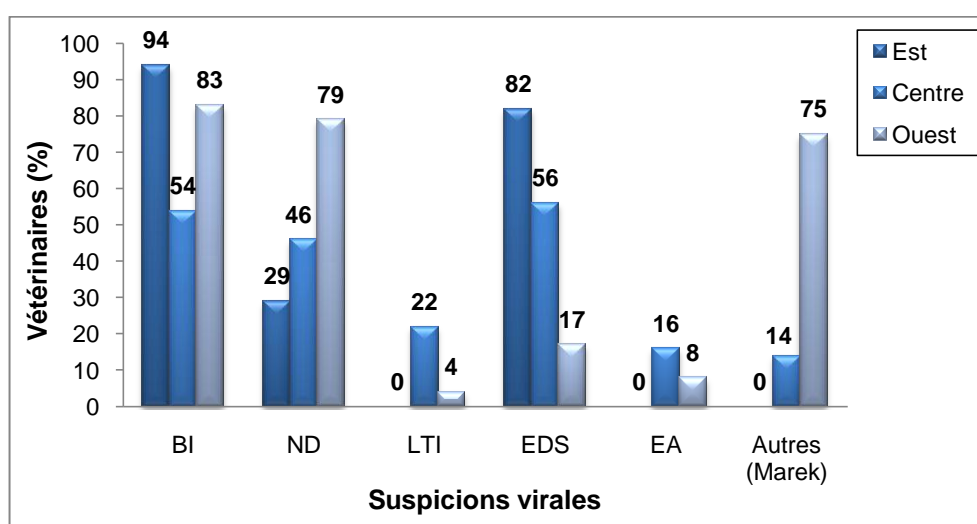


Figure 4.14 : Suspensions virales des vétérinaires selon les régions.

Selon la région, on constate que la Bronchite Infectieuse et l'EDS sont les pathologies les plus suspectées par les vétérinaires interrogés de l'Est avec  $94 \pm 4$  % et  $82 \pm 7$  % respectivement. Alors qu'aucun vétérinaire n'a suspecté la Laryngotrachéite, l'Encéphalomyélite et la maladie de Marek.

Au centre, la suspicion était beaucoup plus EDS, Bronchite Infectieuse et New Castle avec  $56 \pm 9$  %,  $54 \pm 9$  % et  $46 \pm 9$  % respectivement.

A l'Ouest, en plus de la Bronchite Infectieuse et la New Castle, les vétérinaires ont aussi suspecté la maladie de Marek à  $75 \pm 7$  %.



L'analyse statistique révèle que la différence entre les suspicions virales selon la région est significative ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3.2.5. Symptômes associés :

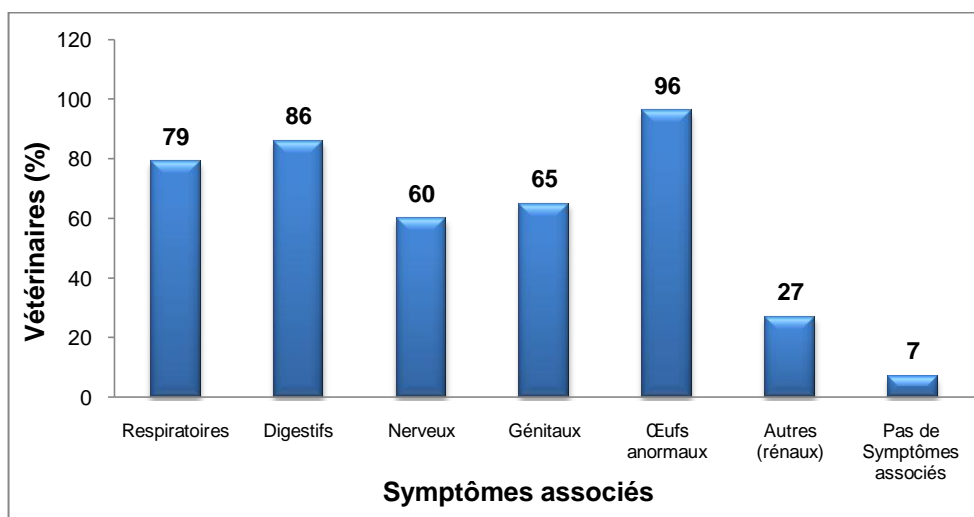


Figure 4.15 : Symptômes associés aux chutes de ponte.

La figure 4.15 nous montre la variation des symptômes associés aux chutes de ponte. Les signes digestifs sont les plus rencontrés avec  $86 \pm 6$  %, ce qui correspond à la suspicion de l'étiologie alimentaire ( $91 \pm 5$  %). D'après VILLATE [68], une alimentation de mauvaise qualité (alimentation carencée contenant des éléments nocifs : mycotoxines, moisissures...) cause une entérite qui se manifeste par une diarrhée (syndrome de malabsorption).

Puis les symptômes respiratoires, génitaux, nerveux et rénaux avec  $79 \pm 7$  %,  $65 \pm 8$  %,  $60 \pm 9$  % et  $27 \pm 8$  % respectivement. Les étiologies virales les plus suspectées (BI, ND) provoquent ce genre de symptômes.

Il est important de signaler que 96% des vétérinaires ont rencontré des chutes de ponte accompagnées d'œufs anormaux avec ou sans signes cliniques. Beaucoup de maladies infectieuses engendrent ce type de symptômes, essentiellement le syndrome de chute de ponte (EDS), la maladie de Newcastle (ND) et la Bronchite Infectieuse (BI), qui sont généralement les trois pathologies les plus suspectées [19] [3].

Et seulement  $7\pm 4$  % des vétérinaires ont répondu avoir rencontré des chutes de pontes sans aucun autre symptôme clinique associé. L'EDS engendre ce genre des chutes de ponte (pas de symptômes cliniques + œufs déformés).

#### 4.3.2.6. Le protocole de vaccination suivi :

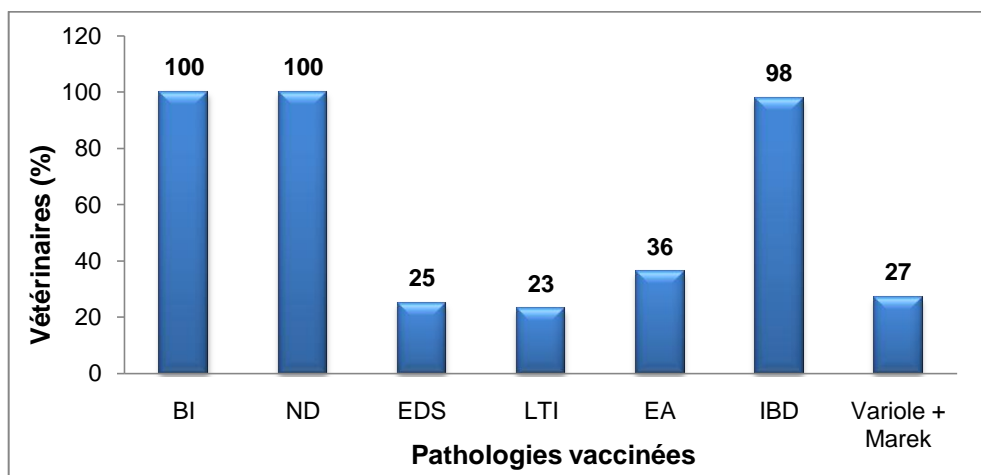


Figure 4.16 : Protocole de vaccination pratiqué.

Les résultats montrent que les vétérinaires suivent parfaitement le calendrier de prophylaxie médicale arrêté pour l'espèce en Algérie (arrêté ministériel du 27/03/1995) pour les maladies suivantes : Bronchite Infectieuse, la New Castle (100%) et la Gumboro (IBD) à 98%. L'EDS est vacciné à  $25\pm 7$  %, l'Encéphalomyélite à  $36\pm 8$  % et la Variole+ Marek à  $27\pm 8$  %. Cependant, on a enregistré un taux de vaccination de la Laryngotrachéite à  $23\pm 7$  %, alors que le vaccin n'existe même pas sur le marché algérien (pas d'autorisation de mise sur le marché : AMM). Ce qui nous emmène à penser à douter de la crédibilité des réponses de certains vétérinaires enquêtés.

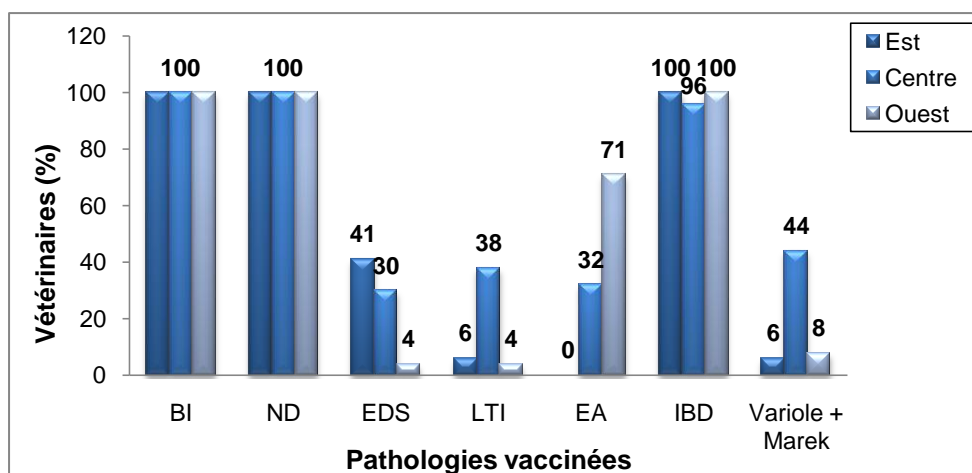


Figure 4.17 : Protocole de vaccination pratiqué selon les régions.

Selon les régions (Figure 4.17), les vaccinations mises en œuvre par les vétérinaires interrogés pour les poulettes démarrées ne diffèrent pas pour la Bronchite Infectieuse, la New Castle et la Gumboro.

Cependant, la différence est significative en ce qui concerne l'EDS, l'Encéphalomyélite Aviaire, la Laryngotrachéite, la Variole et la Marek ( $P < 0.05$ ).

#### 4.3.2.7. Connaissance de la pathologie (EDS) :

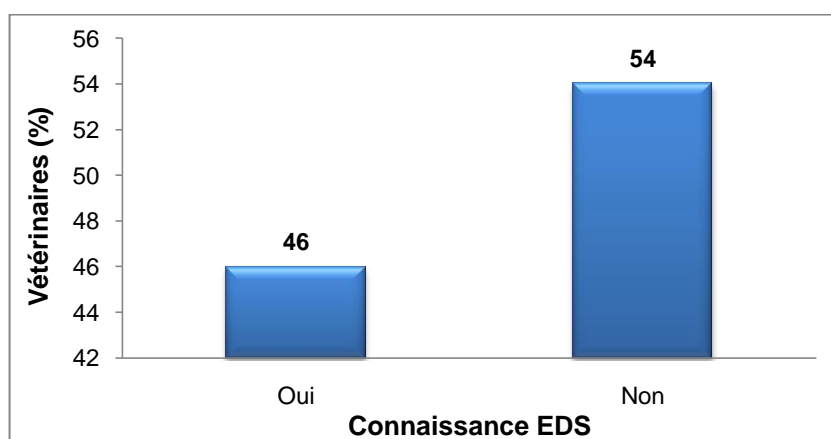


Figure 4.18 : Connaissance de la pathologie.

Plus que la moitié des praticiens interrogés n'ont jamais entendu parler du syndrome de chute de ponte : EDS ( $54 \pm 9$  %), et  $46 \pm 9$  % des vétérinaires enquêtés connaissent la pathologie. Toutefois, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative ( $P > 0.05$ ), c'est-à-dire qu'il y a autant de vétérinaires qui connaissent la pathologie et ceux qui ne la connaissent pas.

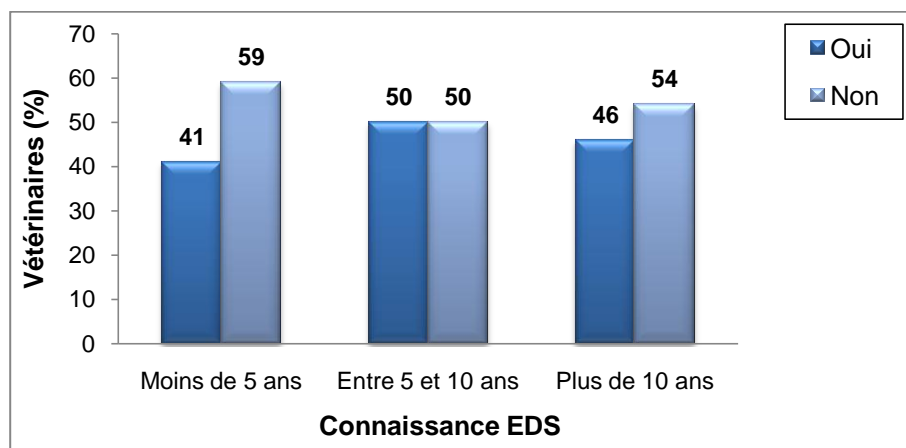


Figure 4.19 : Connaissance de la pathologie selon l'ancienneté.

La connaissance de la pathologie selon l'ancienneté des vétérinaires interrogés est sensiblement la même (pas de différence significative). On conclue que l'EDS est une pathologie qui n'est pas assez bien connue sur le terrain algérien.

#### 4.3.2.8. Accord prélèvements :

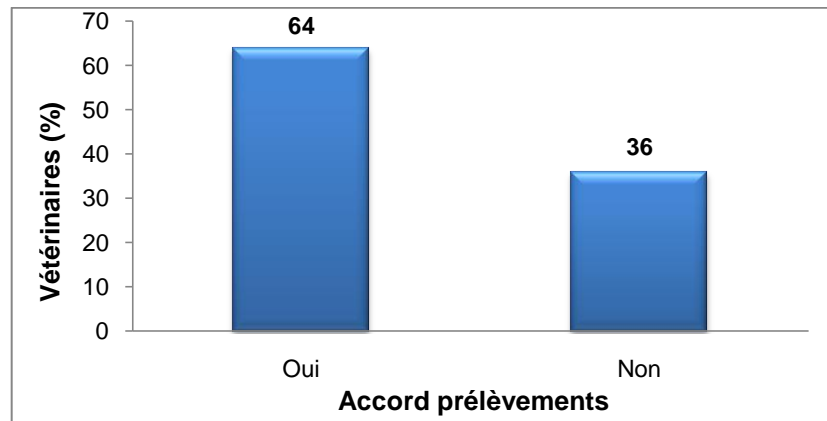


Figure 4.20 : Accord prélèvements.

Les vétérinaires ayant donné leur accord sur la collaboration à l'enquête est de  $64 \pm 8$  %, alors que  $36 \pm 8$  % ont refusé de participer à notre enquête sérologique, parce qu'ils ne connaissent pas la pathologie d'une part, et d'autre part, parce qu'ils suspectent une pathologie autre que l'EDS dans l'apparition de la chute de ponte, essentiellement la Bronchite Infectieuse et la maladie de la New Castle, alors ils ne sont pas intéressés par les analyses sérologiques pour l'EDS.

L'analyse statistique montre que la différence est significative entre les vétérinaires qui ont accepté de participer à l'enquête sérologique et ceux qui ont refusé ( $P < 0.05$ ).

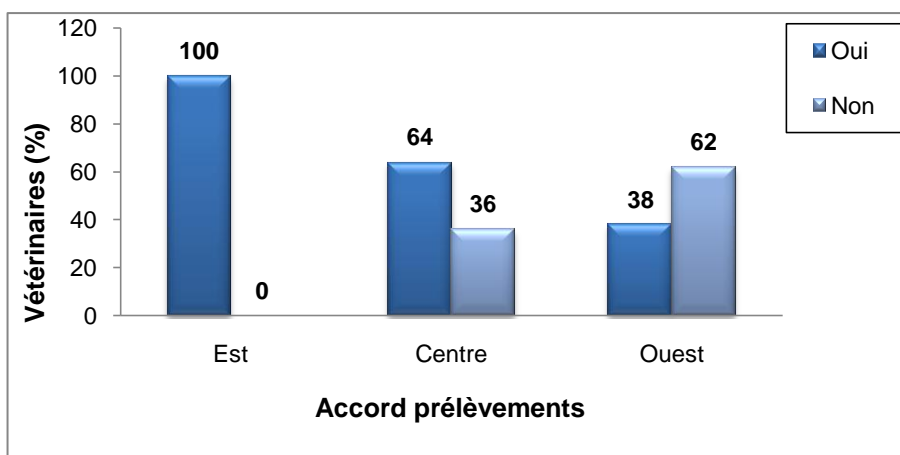


Figure 4.21 : Accord prélèvements selon les régions.

L'accord des vétérinaires pour nous signaler des chutes de ponte varie selon les régions. En effet, dans la région Est, la totalité des vétérinaires ont accepté de collaborer, et le refus était seulement enregistré dans les deux autres régions. Cela pourrait être dû à une erreur de sélection des vétérinaires à l'Est (l'enquêteur de l'Est a dû solliciter les vétérinaires qu'il connaît de la région).

Et l'analyse statistique nous donne une différence hautement significative.

#### 4.3.3. Conclusion :

D'une manière générale, nous considérons que notre questionnaire est assez bien conçu, on a respecté toutes les étapes recommandées pour son élaboration, à savoir : la définition des objectifs du questionnaire, l'établissement de l'inventaire des données à recueillir et la rédaction des questions d'une manière à assurer la compréhensibilité, la précision, la neutralité et la simplicité. Le testage de notre questionnaire nous a permis de vérifier tous ces points-là.

On a eu quelques biais d'échantillonnage, qui a fait que nos résultats ont été influencés par l'effet région (Centre/Est).

Les résultats de l'enquête par questionnaire montrent bien que la chute de ponte est un phénomène réel et omniprésent en élevage de poules pondeuses.

Pour savoir si le virus de l'EDS est impliqué dans ces phénomènes de chutes de ponte, nous avons procédé à une étude sérologique pour vérifier la présence des anticorps témoins de l'infection. Et Ce sera l'objet de notre deuxième partie d'enquête.

#### 4.4. Partie enquête sérologique :

Le deuxième objectif de notre étude consiste à:

- Vérifier une éventuelle circulation de l'EDSV dans les élevages de poules pondeuses.
- Connaitre la part de l'EDS dans les chutes de ponte des élevages enquêtés.

##### 4.4.1. Matériel et méthodes :

Pour atteindre ces objectifs, nous avons eu recours à des vétérinaires sentinelles, qui avaient pour tâche de repérer des élevages présentant une chute de ponte, et nous permettre d'accéder à ces élevages pour effectuer des prélèvements et remplir une fiche de commémoratifs (Appendice D).

###### 4.4.1.1. Population ciblée :

Les critères d'inclusion sont :

- Elevages de poules pondeuses.
- Présentant une chute de ponte. Celle-ci est définie comme « une diminution d'au moins 5% de la production réelle d'un troupeau de pondeuses, se traduisant sur la courbe de ponte par un accident sensible du tracé » [22].

###### 4.4.1.2. Fiche de commémoratifs des élevages visités :

Dans chaque élevage prélevé, une fiche de commémoratifs a été remplie par le vétérinaire qui fait le suivi.

Cette fiche contient essentiellement les informations suivantes :

- Capacité de l'élevage.
- Origine et la souche des poules.
- Programme de vaccination appliqué.
- Accident de ponte (date de début, la durée, pourcentage de chute de ponte).
- Aspect externe des œufs.

- Symptômes cliniques associés.
- Examen nécropsique.
- Taux de mortalité.
- Circonstances d'apparition.
- Suspicion du vétérinaire.

#### 4.4.1.3. Récolte des prélèvements :

Les prises de sang ont été réalisées entre Mars et Décembre 2010 à travers le territoire national. Au total, 15 élevages de poules pondeuses ont été prélevés pour diagnostic sérologique. Ce nombre d'élevage a été fixé à 15 du fait que nous ne disposions que d'un seul Kit ELISA qui contient 05 plaques de 96 puits (480 puits au total), 20 puits sont destinés pour les témoins (contrôles positifs et négatifs) et le reste des puits est destiné pour l'analyse des sérums de chaque élevage, sachant que chaque élevage contient 30 sérums (c'est-à-dire 450 sérums au total seront analysés).

Nous avons prévu de réaliser deux séries de prélèvements (15 sérums chacune) à 21 jours d'intervalle dans chaque élevage : un sérum précoce avant que la maladie ne soit bien installée (1 à 4 jours après le début de la chute de ponte) et un sérum tardif trois semaines après la première série de prélèvements, pour mettre en évidence une éventuelle séroconversion.

Ce protocole est basé sur la cinétique des anticorps anti EDSV décrite par COOK et DARBYSHIRE [73] : les anticorps sont détectables 5 jours post infection, et font un pic 4 à 5 semaines après, sachant que la période d'incubation dure 7 à 9 jours (moment de notre intervention ou 4 jours après).

#### 4.4.1.3.1. Technique de prélèvement :

Nous avons prélevé 15 poules dans les endroits du bâtiment où on a constaté une chute de ponte et une production d'œufs anormaux.

La technique de prélèvement est une technique relativement simple à réaliser, elle nécessite l'intervention d'un aide qui va tenir la poule d'une façon horizontale sur son dos, une main pour tenir les pattes et l'autre main pour ouvrir



l'aile. On tire l'aile vers nous, et on enlève toutes les petites plumes qui obscurcissent la veine alaire afin de la rendre visible clairement entre le biceps et le triceps, elle forme à ce niveau une bifurcation en V (Figure 4.22). Puis on désinfecte autour de l'emplacement de la saignée avec l'alcool concentré à 70 %. On insère une aiguille fine sous le tendon et on la dirige vers la veine alaire dans la direction de l'écoulement du sang. Une fois le bout de l'aiguille est dans la veine, on pratique une aspiration douce pour retirer le sang. Si un hématome se forme, on change pour l'autre aile. Après l'enlèvement de l'aiguille, on applique une pression à la veine pendant quelques secondes pour arrêter la saignée.

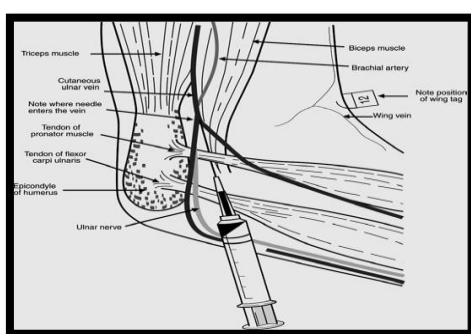


Figure 4.22 : Technique de prélèvement [89].

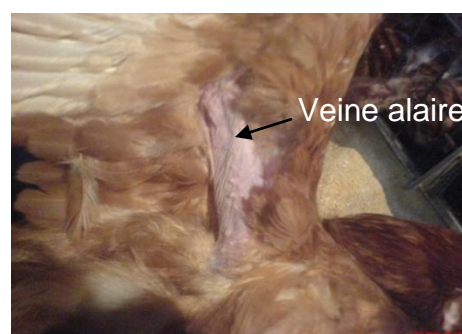


Figure 4.23 : La veine alaire (pho. Perso).

Le sang est prélevé sur tube sec à raison de 3 ml par poule. On laisse le sang se décanter à température ambiante, puis on récupère le sérum dans un délai de 24 heures environ. Si le sang ne se décante pas, on procède à une centrifugation du prélèvement à 5000 tours par minute pendant 5 minutes dans les 48 heures qui suivent la prise du sang.



Figure 4.24 : Sang prélevé sur tube sec. (pho. Perso)



Figure 4.25 : Décantation du sang. (pho. Perso)

Les sérums ainsi récupérés sont stockés dans des tubes Ependorf étiquetés et congelés à  $-20^{\circ}\text{C}$  jusqu'à leur utilisation pour la technique ELISA.



Figure 4.26 : Stockage des sérums dans des tubes Ependorf étiquetés (pho. Perso).

#### 4.4.1.4. Réalisation de la technique ELISA indirecte:

##### 4.4.1.4.1. Organisation de la plaque ELISA :

05 plaques de 96 puits ont été utilisées et organisées de la manière suivante (Figure 4.27).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	CN											
B	CN											
C	CP											
D	CP											
E												
F												
G												
H												

Figure 4.27 : Représentation schématique de l'organisation d'une plaque pour la réalisation du test ELISA.

Pour chaque plaque, les deux premiers puits de la première colonne (A1+B1) ont été destinés au contrôle négatif. Le contrôle positif a été placé dans les puits : C1+D1. Le reste des puits de la plaque ont été destinés aux échantillons à tester.

#### 4.4.1.4.2. Déroulement du test :

Le test a été fait au niveau du laboratoire Vet Lab de Bordj El Bahri, et il est conduit selon les instructions fournies dans le Kit (voir appendice E).

#### 4.4.1.4.3. Interprétation des résultats:

##### 4.4.1.4.3.1. Calcul du ratio S/P (Samples / Positif) :

Pour chaque échantillon, un ratio S/P est calculé comme suit :

$$S/P = \frac{(DO \text{ échantillon} - DO \text{ moyenne CN})}{(DO \text{ moyenne CP} - DO \text{ moyenne CN})}$$

Avec : CN : Contrôle négatif, CP : Contrôle positif, DO : Densité optique.

##### 4.4.1.4.3.2. Calcul des titres d'Ac :

$$\text{Log}_{10} \text{ Titre} = 1.14 (\text{log}_{10} S/P) + 3.156$$

Les échantillons ayant un ratio S/P  $\geq 0.5$  sont considérés comme positifs.

Tableau 4.4 : Critères de l'interprétation des titres d'anticorps obtenus par ELISA.

Valeur de S/P	Titre en anticorps ELISA	Statut immunitaire EDS
$\leq 0.499$	$\leq 649$	Négatif
$\geq 0.500$	$\geq 650$	Positif

#### 4.4.2. Résultats :

##### 4.4.2.1. Résultats des fiches de commémoratifs :

Au total, 15 élevages ont été prélevés pour le test ELISA. Les données recueillies de ces élevages sont représentées sous forme d'un tableau en appendice F.

##### 4.4.2.1.1. Données liées aux élevages :

Les prélèvements ont été réalisés dans des élevages d'une capacité allant de 4 800 à 130 000 poules pondeuses sur batteries. Ce sont des élevages appartenant aux privés. On a fait 11 élevages au centre, 2 élevages à l'Est et 2 élevages à l'Ouest.

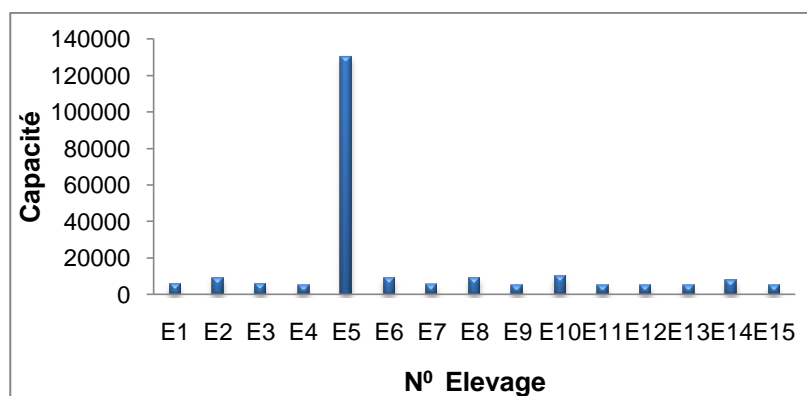


Figure 4.28. Capacité des élevages enquêtés.

L'origine des poules était du domaine privé dans 10 élevages parmi les 15, les 05 autres élevages ont procuré leur poulette future pondeuse des offices étatiques (ORAC, ORAVIO).

Différentes souches sont élevées : ISA Brown, Tetra-SL, Lohman, Hy-line, avec une prédominance de la souche ISA Brown élevée dans 06 élevages.

Quant au protocole vaccinal pratiqué dans ces élevages, on a noté que la vaccination était à 100% pour les pathologies suivantes : la Bronchite Infectieuse, maladie de la New Castle, Marek, Gumboro et la Variole (Protocole étatique). Il faut noter que la vaccination contre l'EDS est pratiquée dans quatre (04) élevages (Protocole privé).

#### 4.4.2.1.2. Performances zootechniques (courbe de ponte) :

Nous avons constaté que la courbe de ponte de la plupart des élevages étudiés est loin d'être comparable à la courbe de ponte théorique de souche (performances zootechniques médiocres).

#### 4.4.2.1.3. Accident de ponte :

##### 4.4.2.1.3.1. Date de début :

Dans 09 élevages, les chutes de pontes surviennent en pleine période de production (aux alentours du pic), 02 au début de ponte, et 04 en fin de production.

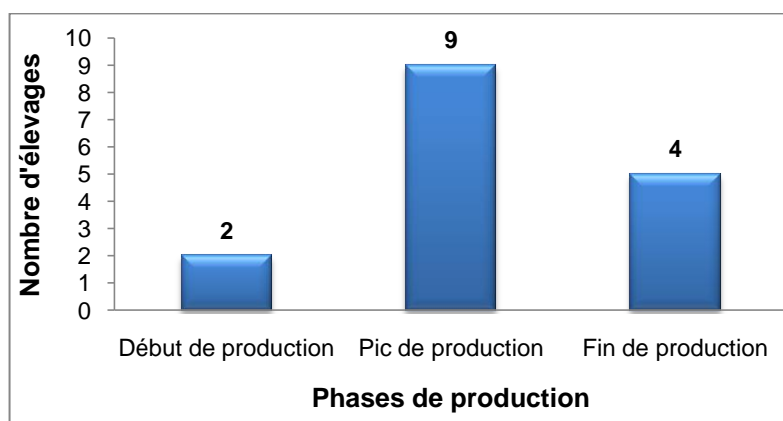


Figure 4.29 : Moment de l'apparition des chutes de ponte.

#### 4.4.2.1.3.2. La durée des chutes de ponte :

La durée des chutes de ponte observée dans ces élevages est très variable. Les chutes de ponte qui ont duré entre 1 et 2 semaines sont signalées dans 07 élevages, celles qui ont duré entre 2 et 3 semaines sont observées dans 06 élevages et 02 élevages ont eu un épisode de chute de ponte qui a duré plus de 3 semaines.

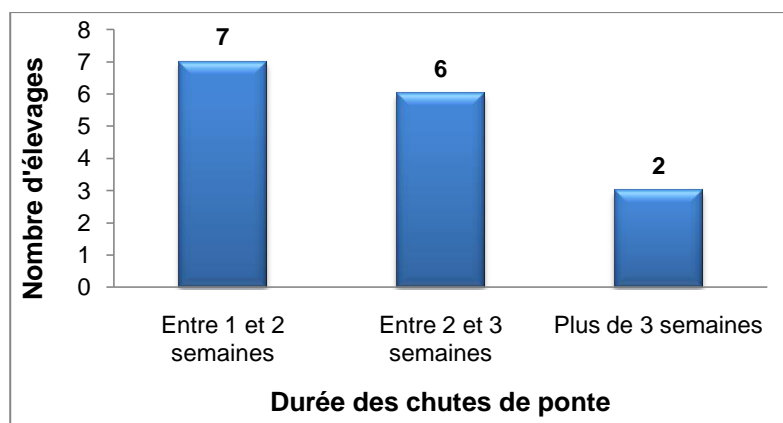


Figure 4.30 : Durée des chutes de ponte observée.

#### 4.4.2.1.3.3. Pourcentage des chutes de ponte :

Le taux de chute de ponte entre 5 à 20% est observé dans 09 élevages étudiés. 05 élevages ont enregistré des chutes de ponte allant de 20 à 40%, et 01 élevage a présenté une chute de ponte de plus de 40%.

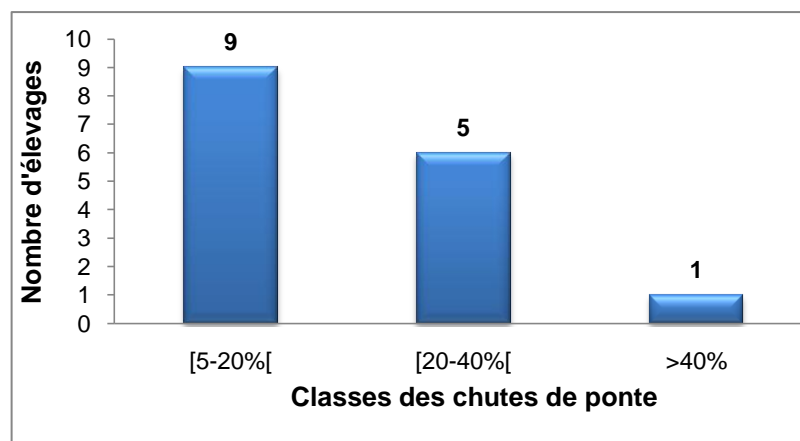


Figure 4.31 : Pourcentages des chutes de ponte observés.

#### 4.4.2.1.4. Aspect externe des œufs :

Toutes les chutes de ponte signalées étaient accompagnées par une production d'œufs anormaux (100%). On a noté des œufs à coquille fragile ou molle (œufs hardés), des fois sans coquille et une décoloration de la coquille (des œufs blancs). Cette description de l'aspect externe des œufs évoque celle lors d'une atteinte par l'EDS. On a aussi constaté des œufs à petit calibre.

L'aspect qualitatif est aussi important à considérer dans la comptabilisation de la chute de ponte. Ces altérations peuvent concerner soit le poids de l'œuf, soit la qualité de la coquille, soit enfin, la qualité des milieux intérieurs de l'œuf exprimée par la couleur, l'odeur, la consistance du blanc et du jaune de l'œuf.



Figures 4.32 : Aspect externe des œufs (œufs hardés +décolorés+ petit calibre)  
(pho. Perso).

#### 4.4.2.1.5. Symptômes associés aux chutes de ponte:

Parmi les 15 élevages visités, 06 élevages n'ont présenté aucun symptôme associé à la chute de ponte et à la production des œufs anormaux, et l'autopsie ne révèle aucune lésion. Pour le reste des élevages, le tableau clinique varie d'un élevage à un autre. Il y a des élevages où des signes respiratoires et des lésions au niveau rénal ont été constatés, et dans d'autres élevages c'était plutôt des signes digestifs (diarrhées).

Quant à la mortalité, elle est dans les normes préconisées pour chaque souche dans la plupart des élevages enquêtés elle varie entre 1% et 6%.

#### 4.4.2.1.6. Suspicion des vétérinaires :

La suspicion des vétérinaires dans les élevages où il y avait des signes respiratoires et rénaux était principalement la bronchite infectieuse.

Dans 05 élevages, les vétérinaires n'ont pas pu poser un diagnostic faute du tableau clinique (rien à signaler).

#### 4.4.2.2. Résultats de la sérologie :

##### 4.4.2.2.1. Résultats d'ensemble :

Nous considérons comme positif les élevages ayant un titre moyen en anticorps supérieur au seuil de positivité ( $\geq 650$ ), en plus de ceux qui ont présenté des séroconversions. Les élevages ayant des titres moyens en anticorps inférieurs au seuil de positivité sont considérés comme négatifs.

Le test ELISA de détection d'anticorps anti EDSV a donné 08 élevages positifs sur 15 c'est-à-dire 53,33% des élevages enquêtés sont séropositifs (les valeurs brutes de séropositivité sont données en pourcentage).

Les résultats généraux sont donnés dans le tableau 4.5.



Tableau 4.5 : Résultats sérologiques des 15 élevages enquêtés.

N° élevage + Etat de vaccination EDS	Log10Titre						Interprétation
	Série 1 (Jour 1)			Série 2 (Jour 21)			
	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	
E1 : non vacciné	236	49	1 761	8 020	2 243	9 204	Positif
E2 : non vacciné	8 357	7 176	9 233	6 318	56	9 204	Positif
E3 : non vacciné	6 183	103	9 034	90	30	277	Négatif
E4 : vacciné	23	1	72	16	1	65	Négatif
E5 : vacciné	2 432	457	4 942	4 416	392	6 843	Positif
E6 : non vacciné	2 698	687	4 878	1 541	31	3 843	Positif
E7 : non vacciné	85	8	355	26	8	80	Négatif
E8 : non vacciné	116	19	619	103	1	1 114	Négatif
E9 : non vacciné	487	1	3 360	17	1	52	Négatif
E10 : non vacciné	2 238	570	4 645	2 987	523	6 231	Positif
E11 : non vacciné	193	1	1 623	21	1	61	Négatif
E12 : vacciné	461	13	3 435	108	13	980	Négatif
E13 : vacciné	5 565	785	6 912	3 004	49	6 912	Positif
E14 : non vacciné	797	7	4 613	1 074	49	2 305	Positif
E15 : non vacciné	5 107	983	8 608	1 420	374	4 061	Positif

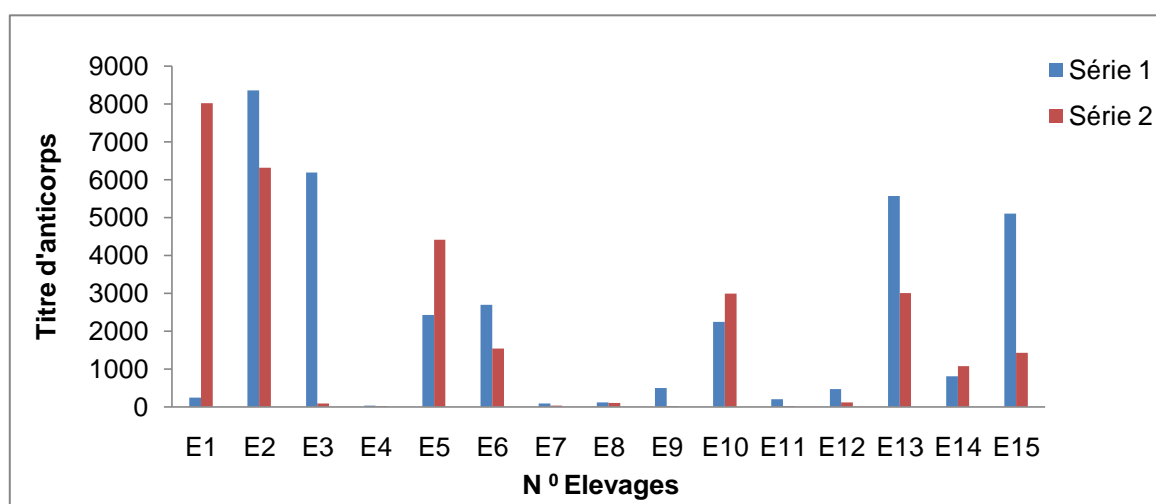


Figure 4.33 : Titres moyens d'anticorps des deux séries de prélèvements des 15 élevages enquêtés.

#### 4.4.2.2.2. En fonction du stade de production:

Les résultats de la sérologie dans les 15 élevages de poules pondeuses en fonction du stade de production sont donnés dans le tableau 4.6.

Tableau 4.6 : Résultats sérologiques de l'EDS en fonction du stade de production.

<b>Stade de production</b>	<b>Nombre d'élevages</b>	<b>Nombre d'élevage séropositifs</b>	<b>Nombre d'élevages séronégatifs</b>	<b>Séropositivité (%)</b>
<b>Début de ponte</b>	2	2	-	100
<b>Pic de ponte</b>	9	4	5	44,4
<b>Fin de production</b>	4	2	2	50

#### 4.4.2.2.3. En fonction de l'état vaccinal contre l'EDS :

04 élevages parmi les 15 étudiés ont été vaccinés contre l'EDS, et 02 de ces 04 élevages ont donné une réaction négative au test ELISA. Résultats qui seront discutés plus tard.

Tableau 4.7 : Résultats sérologiques de l'EDS en fonction de l'état vaccinal des élevages.

<b>Vaccination EDS</b>	<b>Nombre d'élevages</b>	<b>Nombre d'élevages séropositifs</b>	<b>Nombre d'élevages séronégatifs</b>	<b>Séropositivité (%)</b>
<b>Oui</b>	4	2	2	50
<b>Non</b>	11	6	5	54,5

#### 4.4.2.2.4. En fonction du tableau clinique :

En ce qui concerne la séropositivité de l'EDS par rapport au tableau clinique, on trouve le taux le plus fort dans les élevages où les chutes de pontes ne sont pas accompagnées de symptômes cliniques autres que la production des œufs anormaux (83%). Dans les 09 élevages où les chutes de ponte sont associées à d'autres symptômes cliniques, 04 étaient séropositifs.

Tableau 4.8 : Résultats sérologiques de l'EDS en fonction du tableau clinique.

<b>Tableau clinique</b>	<b>Nombre d'élevages</b>	<b>Nombre d'élevages séropositifs</b>	<b>Nombre d'élevages séronégatifs</b>	<b>Séropositivité (%)</b>
<b>Présence de symptômes associés</b>	9	4	5	44,4
<b>Absence de symptômes associés</b>	6	5	1	83

#### 4.4.3. Discussion :

Cette étude sur le Syndrome Chute de Ponte (EDS 76) est une première en Algérie. Le premier objectif tracé au départ pour cette enquête a été atteint.

En effet, on a pu mettre en évidence les anticorps anti EDSV dans certains élevages de poules pondeuses, ce qui prouve que ce virus existe et circule dans nos élevages.

Il a été également mis en évidence des séroconversions dans quelques élevages, signe d'un passage viral récent pouvant être à l'origine de la chute de ponte signalée.

#### 4.4.3.1. Discussion du protocole général de l'enquête sérologique:

Avant de faire l'analyse des résultats obtenus, il nous paraît nécessaire de discuter le protocole général, afin de faire ressortir ses points forts et points faibles.

En ce qui concerne l'échantillon utilisé dans l'étude sérologique (15 élevages), il ne peut être considéré comme parfaitement représentatif de la population de poules pondeuses ayant rencontré un phénomène de chute de ponte, puisque les élevages n'ont pas été choisis au hasard, mais sur la base des suspicions d'EDS. Donc, il n'était pas question de considérer cette enquête comme étant une enquête de séroprévalence d'EDS.

Il y avait aussi une hétérogénéité des prélèvements entre les trois régions (11 élevages au Centre, 02 à l'Ouest et 02 à l'Est), alors que normalement on devait prélever un peu plus d'élevages dans la région Est qui occupe la première place en production des œufs de consommation en Algérie. Ceci s'explique par les contraintes du terrain.

La collecte des sérums s'est effectuée dans le respect des règles d'hygiène et de conservation de la chaîne du froid, tout au long de l'enquête, depuis la récolte jusqu'à l'acheminement au laboratoire.

#### 4.4.3.2. Discussion des résultats des fiches de commémoratifs :

Toutes les fiches de commémoratifs des élevages prélevés ont été remplies par le vétérinaire qui fait le suivi.

La courbe de ponte de chaque élevage est comparée à une courbe de ponte théorique de la souche. Les résultats montrent que les performances zootechniques (en production des œufs de consommation) de la plupart des élevages enquêtés étaient déjà faibles avant même l'apparition de l'accident de ponte, ce qui est le cas pour la majorité des élevages avicoles en Algérie [13]. Ceci peut s'expliquer par les différentes contraintes qui heurtent cette filière, citées auparavant dans le chapitre de la filière ponte.

Les résultats obtenus par les fiches de commémoratifs concernant l'accident de ponte (moment d'apparition, durée, pourcentage de chute de ponte) correspondent aux descriptions des 91 vétérinaires praticiens.

Dans les élevages où il n'y avait pas de symptômes associés à la chute de ponte et la production des œufs anormaux, les vétérinaires n'ont pas donné de suspicions, et c'est dans ces cas là où ils devraient suspecter l'EDS.

#### 4.4.3.3. Discussion des résultats de la sérologie :

Des traces de contact avec le virus de l'EDS ont été retrouvées dans 53,33% des cheptels visités, ce qui prouve que l'EDSV est bel et bien présent dans nos élevages, et qu'il est susceptible de provoquer des chutes de ponte.

Dans les élevages séropositifs, les élevages numéro 1, 5, 10 et 14 ont présenté une séroconversion (augmentation très nette de titre moyen en anticorps dans la deuxième série de sérums par rapport à la première série) révélant une infection récente par le virus d'EDS. Par contre, les élevages numéro 2, 6, 13 et 15 ont présenté un déclin dans la deuxième série des sérums.

Ceci peut s'expliquer d'une part, par l'effet individu. En effet, nous n'avons pas prélevé les mêmes poules dans les deux séries de prélèvement de chaque élevage, ce qui pourrait influencer la cinétique d'anticorps. Sachant que la transmission horizontale de l'EDS dans un élevage est très lente surtout dans les systèmes d'élevage sur batterie [72], c'est-à-dire que l'infection peut ne pas toucher toutes les poules de la même rangée où la chute de production est constatée. Ce qui nous fait penser que nous aurions prélevé un certain nombre de poules séronégatives dans la deuxième série de prélèvement par rapport à la première série.

D'autre part, ça peut être le résultat d'une intervention un peu tardive. C'est-à-dire que certains vétérinaires auraient dépassé le délai prévu pour le signalement d'un élevage suspect (04 jours au maximum). Par conséquent, on aurait fait une première série de prélèvement aux alentours du pic de la cinétique des anticorps, et la deuxième série dans la phase du déclin.

Les élevages considérés comme séronégatifs sont : E3, E4, E7, E8, et E11. Parmi ces 05 élevages séronégatifs, 03 élevages (E3, E8 et E11) contiennent au moins un sérum individuel positif dans l'une des deux séries.

On les traitant chacun à part, on note que l'élevage E3 a donné une forte réaction positive dans la première série (titre moyen en anticorps =  $6\ 183 > 650$ ), alors que dans la deuxième série aucune réaction positive n'est détectée (titre moyen en anticorps =  $16 < 650$ ), résultats qui sont inexploitable.

Les élevages E8 et E11 ont donné une seule réaction positive individuelle dans l'une des deux séries, que l'on peut considérer comme de faux positifs.

Les élevages E9 et E12 contiennent respectivement deux et trois sérums positifs dans l'une des deux séries, le statut sérologique de ces élevages pouvant être douteux, alors ils sont considérés comme séronégatifs.

Les résultats de la sérologie en fonction du stade de production montrent que l'infection par l'EDSV peut survenir à n'importe quel moment de la vie productive de la bande.

L'infection en début de ponte peut être due à une transmission verticale (portage latent jusqu'à l'entrée en ponte et réactivation du virus), une hypothèse soutenue par plusieurs auteurs [57] [66] [3].

Par rapport à la vaccination des élevages contre l'EDS, 02 de 04 élevages vaccinés ont été séronégatifs. Alors que normalement, et comme une réponse à un bon acte vaccinal il y aurait production des anticorps protecteurs détectables par le test ELISA, ce qui n'était pas le cas.

En analysant les 02 cas séparément, on note que l'élevage numéro 04 n'a révélé aucune réaction positive (taux d'anticorps proche du zéro), ceci peut être la conséquence d'un échec vaccinal. De plus, il s'agit d'un élevage en fin de production (80 semaines au moment de la chute de ponte), c'est-à-dire que les anticorps d'origine vaccinale seraient en phase de déclin, et ne seraient plus détectables par ELISA. On conclue pour cet élevage qu'il n'y avait pas de passage viral.

Pour l'autre élevage vacciné séronégatif (E12), on note que c'est un élevage en plein pic de production (32 semaines). Ce qui est intrigant, est que l'ELISA a donné une réaction négative pour cet élevage. Deux hypothèses sont possibles dans ce cas de figure : soit qu'il y a un échec de vaccination pour des raisons

multiples, ou bien le vétérinaire qui a rempli la fiche de cet élevage s'est trompé dans le protocole vaccinal pratiqué.

Les deux élevages vaccinés séropositifs, l'élevage E5 a donné une bonne réponse immunitaire avec passage viral (séroconversion).

Par rapport aux fiches de commémoratifs, seuls 06 élevages sur les 15 enquêtés ne présentent pas de symptômes associés à la chute de ponte et la production des œufs hardés (des symptômes pouvant évoquer l'EDS). Parmi ces 06 élevages, 01 seulement était séronégatif.

Sur les 09 élevages présentant une variation de signes cliniques associés à la chute de ponte (signes respiratoires, rénaux et digestifs), 04 élevages sont séropositifs. Il est ainsi difficile, de manière générale, de faire le lien entre le statut sérologique et les commémoratifs des chutes de ponte.

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de données sur la situation épidémiologique de l'EDS dans les pays voisins au notre, néanmoins, plusieurs études sérologiques ont été menées un peu partout dans le monde.

#### 4.4.4. Conclusion :

Les résultats obtenus à l'issue de cette étude sérologique mettent en évidence les marqueurs biologiques de l'infection par le virus de l'EDS dans certains élevages étudiés de poules pondeuses.

Parmi les 15 élevages prélevés, 04 ont révélé une séroconversion par le test ELISA. Sur la base de ces résultats, on pourrait faire le lien entre la détection des anticorps anti EDSV dans ces élevages et l'apparition des chutes de ponte. Par contre, les élevages séropositifs qui n'ont pas donné de séroconversion, la chute de ponte observée serait due à une étiologie autre que l'EDS.

#### 4.5. Partie analyse économique de la vaccination contre l'EDS :

Le syndrome de chute de ponte est parmi les pathologies virales qui engendrent des pertes économiques énormes lors d'une éventuelle manifestation dans un élevage donné de poules pondeuses [3] [23]. L'enquête sérologique nous a permis de mettre en évidence les anticorps anti EDSV par séroconversion dans des élevages enquêtés, ce qui confirme la circulation du virus dans les élevages de production.

La lutte contre cette pathologie consiste essentiellement à la vaccination systématique de la poulette démarrée. Ce qui n'est pas toujours le cas en Algérie. Alors la question qui se pose est : Est-il économiquement intéressant de vacciner systématiquement les poulettes démarrées contre l'EDS dans nos élevages?

Cette étude a pour objectif d'évaluer le programme de vaccination contre l'EDS sur le plan économique dans un élevage de 10 000 poules pondeuses en estimant les coûts ainsi que les avantages apportés par la vaccination.

##### 4.5.1. Matériel et méthodes :

Pour savoir si la vaccination des poulettes futures pondeuses contre l'EDS est économiquement rentable, nous avons suivi la démarche de la méthode d'analyse économique Avantages/Coûts, qui implique de traduire sous forme monétaire, d'une part, les coûts de la vaccination, d'autre part, les avantages apportés par la vaccination [88].

##### 4.5.2. Résultats et discussion :

###### 4.5.2.1. Estimation des coûts :

###### 4.5.2.1.1. Coût du vaccin :

Le vaccin de l'EDS est commercialisé en un flacon de 1 000 doses associé à deux autres valences (New Castle et Bronchite Infectieuse), ce vaccin coûte sur le marché 5 000 DA. En prenant en considération que la vaccination contre la



Newcastle et la Bronchite Infectieuse est obligatoire (ce vaccin à deux valences coûte 3 000 DA), c'est-à-dire que finalement la vaccination contre l'EDS coûte 2 000 DA. Son administration est par voie intramusculaire à la 16<sup>ème</sup> semaine d'élevage. Sachant que la vaccination contre l'EDS se fait sans rappel.

#### 4.5.2.1.2. Coût d'application du vaccin :

Pour réaliser un bon acte vaccinal, on doit minimiser au maximum le stress des poulettes. Pour ce faire, il faut embaucher une personne pour 1 000 sujets. C'est-à-dire que le nombre de personnes s'élève à 10, sous la direction d'un vétérinaire ou d'un technicien d'élevage.

Le coût d'application du vaccin coûte 40 000 DA.

#### 4.5.2.2. Estimation des avantages :

Le principe d'estimation des avantages d'une action de lutte consiste à évaluer les pertes en absence de la vaccination. Nous allons estimer les conséquences éventuelles de l'infection par le virus de l'EDS.

##### 4.5.2.2.1. Gains en production d'œufs :

Le calcul du gain en œufs est fondé sur la différence entre la ponte réelle et la courbe théorique, multipliée par le prix unitaire de l'œuf de consommation.

##### 4.5.2.2.2. Réduction des traitements de soutien :

Aucun traitement n'est efficace contre l'EDS, mais lors d'apparition de chutes de ponte, plusieurs molécules sont utilisées à titre préventif (Tableau 4.9).

Tableau 4.9 : Molécules utilisées à titre préventif.

<b>Molécules</b>	<b>Prix sur le marché (DA)</b>
Erythromycine+colistine	36 000
Multivitaminés	43 200
Vitamine C	20 000
Hépatoprotecteur	28 800

Le total des coûts de traitement est estimé à 128 000 DA, soit 13 DA/poule.

A partir de ces données, il est possible de bâtir le tableau 4.10 présentant les pertes dues à l'EDS dans un élevage de 10 000 poules pondeuses ainsi que les coûts de la vaccination. En prenant la valeur de 7 DA comme prix unitaire de l'œuf de consommation et une perte de 10 œufs/poule lors d'un épisode d'EDS.

Tableau 4.10 : Evaluation du coût de l'EDS et de la vaccination contre cette maladie.

Coût de la vaccination : <b>C</b> (coût du vaccin + coût application)	<b>60 000 DA</b> (20 000 + 40 000)
Avantages de la vaccination : <b>A</b> (gain en œufs + réduction des traitements de soutien)	<b>828 000 DA</b> (700 000 + 128 000)
<b>A-C</b>	<b>768 000 DA</b>
<b>A/C</b>	<b>13,8</b>

Ce tableau fait apparaître des soldes positifs pour la différence des avantages et des coûts (A-C). De même, le rapport avantages/coûts (A/C) est supérieur à 1. Dans ce cas les avantages sont 13 fois supérieurs aux coûts.

#### 4.5.2.3. Analyse de sensibilité :

Les prévisions faites pour les coûts et les avantages de la vaccination se heurtent à de nombreux facteurs d'incertitude.

Dans notre étude, les coûts peuvent ne pas fluctuer plus que prévu dans ce projet, puisqu'on les a estimés en fonction de leur prix sur le marché.

Les avantages, eux sont déduit directement des hypothèses de succès du plan de lutte. Dans ces conditions, la marge d'incertitude est grande.

Pour remédier à cette incertitude, on procède à une analyse de sensibilité qui consiste à admettre que l'on a effectué certaines erreurs d'appréciation sur les avantages.

Pour ce faire, on a procédé à plusieurs simulations, en faisant varier le prix unitaire de l'œuf, la taille de l'élevage ainsi que le pourcentage de chute de ponte.

Tableau 4.11 : Variation du rapport A/C en fonction du % de chute de ponte, prix de l'œuf et taille de l'élevage.

<b>% de Chute de ponte</b>	<b>Prix l'œuf (DA)</b>	<b>Taille de l'élevage</b>	<b>A/C</b>
5%	5 DA	10 000	3,24
7%	5 DA	10 000	3,68
10%	5 DA	10 000	4,35
5%	5 DA	10 000	3,24
5%	7 DA	10 000	3,68
5%	10 DA	10 000	4,33
5%	5 DA	3 000	2,59
5%	5 DA	5 000	2,94
5%	5 DA	7 000	3,25

On constate que tous les rapports A/C dépassent 2,5. C'est-à-dire que la vaccination est rentable dans tous les cas de figures.

#### 4.5.3. Conclusion :

Dans cette étude économique, nous avons évoqué un projet de lutte contre l'EDS dans un élevage de 10 000 poules pondeuses, tout en essayant de rapporter les coûts et les avantages de ce programme de lutte.

L'intérêt économique de la vaccination contre l'EDS des poulettes démarrées a été démontré à travers plusieurs simulations, le ratio A/C est supérieur à 2.5, ce qui est très avantageux.

Cette approche financière micro-économique en Algérie permet de conclure qu'il est souhaitable de pratiquer une vaccination systématique des poulettes démarrées contre l'EDS.

## CONCLUSION

Notre enquête par questionnaire auprès de 91 vétérinaires praticiens faisant régulièrement des suivis d'élevages a montré que le phénomène de chute de ponte est rencontré par tous les vétérinaires, avec présence systématique d'œufs anormaux. L'étiologie de ces chutes de ponte est rarement confirmée au laboratoire.

L'analyse sérologique par le test ELISA de détection d'anticorps d'un échantillon de 15 élevages ayant présenté une chute de ponte, a révélé pour la première fois en Algérie la présence des anticorps anti EDSV dans 53% des élevages étudiés. Ce qui prouve que le virus de l'EDS est bel et bien présent, et qu'il peut être impliqué dans l'apparition des chutes de ponte dans 27% des élevages enquêtés.

Les résultats de cette étude ne peuvent cependant être généralisés sur l'ensemble de la population des élevages de poules pondeuses, du fait que notre échantillon n'est pas tiré au sort.

Des études ultérieures devraient en outre préciser la prévalence de cette pathologie dans notre pays (sa fréquence), et ce qui est intéressant, est de consolider le sérodiagnostic par l'isolement viral.

Aussi, l'intérêt économique de la vaccination contre l'EDS des poulettes démarrées a été démontré par une analyse avantages /coûts. Il ressort à travers plusieurs simulations que le ratio A/C est supérieur à 2.5, ce qui est très avantageux et qu'une vaccination systématique contre cette pathologie est fortement recommandée.

## **APPENDICE A**

### **LISTE DES ABREVIATIONS**

Ac : Anticorps.  
Ag : Antigène.  
ADN : Acide Désoxyribonucléique.  
ARN : Acide Ribonucléique.  
DA : Dinar Algérien.  
DAd V-1: Duck adenovirus type1.  
ECP : Effet cytopathogène.  
EDS : Egg Drop Syndrome.  
EDSV : Egg Drop Syndrome Virus.  
ELISA : Enzyme-Linked Immunosorbent Assay.  
EURL : Entreprise unipersonnelle à ressources limitées.  
HI : Inhibition de l'hémagglutination.  
IFI : Immunofluorescence indirect.  
kb : Kilobase.  
Max : Maximum.  
Min : Minimum.  
ml : Millilitre.  
Moy : Moyenne.  
nm : Nanomètre.  
ONAB : Office National d'Aliment de Bétail.  
ORAC : Office Régional d'Aviculture de Centre.  
ORAVIE : Office Régionale d'Aviculture de l'Est.  
ORAVIO : Office Régionale d'Aviculture de l'Ouest.  
PCR: Polymerase Chain Reaction.  
SE : Erreur Standard.  
SPA : Société par Actions.  
TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée.  
 $\mu$ l : Microlitre.

**APPENDICE B**  
**QUESTIONNAIRE AUPRES DES VETERINAIRES**

*Dans le cadre d'une étude de magister, nous souhaitons effectuer une enquête de terrain sur les chutes de ponte dans les élevages de poules pondeuses.*

---

1. Vous faites des suivis d'élevage avicole de poules pondeuses ?

- NON
- OUI

Combien d'élevages ?

Moins de 5                       Entre 5 et 10                       Plus de 10

2. Région (s)

.....

3. Depuis combien de temps ? ..... années.

4. Est ce que vous avez déjà noté des accidents de ponte dans votre clientèle ?

NON                                       OUI

5. Quels étaient les pourcentages de chutes de ponte observés?

De ..... % à ..... %

6. Combien de temps ont duré ces chutes de ponte ?

Moins de 1 semaine .....%                      Entre 1 et 2 semaines .....%  
Entre 2 et 3 semaines .....%                      Plus de 3 semaines .....%

7. À quel âge en semaines apparaissent ces chutes de ponte?

- Début de ponte, (phase ascendante). de ..... à .....Semaines
- Autour du pic de ponte.                      de..... à.....Semaines
- En phase descendante de la courbe de production de.....à.....Semaines

8. A quoi sont dues, d'après vous, ces chutes de ponte ?

- Affections virales : Lesquelles .....
- Affections Bactérienne : Lesquelles .....
- Affections Parasitaires : Lesquelles .....
- Origine Alimentaire : Lesquelles .....
- Autres : Précisez.....

9. Si la cause est virale quelles sont, d'après vous, les pathologies suspectées (Eléments d'orientations cliniques, épidémiologiques, lésionnels ou d'aspect des œufs.)

- Bronchite Infectieuse.....
- Maladie de Newcastle .....
- Laryngotrachéite Infectieuse.....
- EDS (Egg Drop Syndrome) .....
- Encéphalomyélite .....
- Autres : Précisez .....

10. Est-ce que ces chutes de ponte sont accompagnées par une production d'œufs anormaux ? NON  OUI

• Si oui, pouvez-vous décrire ces œufs anormaux ?

- ✓ Coquille : Absente  Présente
- ✓ Solidité de la coquille : OUI  NON
- ✓ Décoloration de la coquille : OUI  NON
- ✓ Autres modifications : .....

11. Est-ce que ces chutes de ponte étaient accompagnées de mortalité ?

- OUI  si oui, quel était le taux ?.....
- NON

12. Est-ce que vous avez noté des symptômes associés aux chutes de ponte ?

NON  OUI



- Si oui, lesquels ?

Signes respiratoires .....

Signes digestifs .....

Signes nerveux .....

Signes génitaux .....

Autres :

Précisez .....

13. Quelles sont les maladies contre lesquelles les poulettes ont été vaccinées ?

Bronchite infectieuse .....

Newcastle .....

Encéphalomyélite (EA) .....

Syndrome chute de ponte (EDS) .....

Laryngotrachéite (LTI) .....

Gumboro (IBD).....

Autres .....

14. Selon vous, la pathologie suivante se manifeste comment ?

- Syndrome Chute de Ponte à *Adenovirus* (encore appelé EDS)

.....

.....

15. Si vous avez suspecté l'EDS, souhaitez-vous confirmer votre suspicion par un test sérologique?

- OUI

- NON

Nom & signature : Enquêteur

Dr .....

Enquêté

Dr .....

**APPENDICE C**  
**RESULTATS DES QUESTIONNAIRES AUPRES DES VETERINAIRES**

Nombre d'élevages suivis	<input type="checkbox"/> Moins de 5 : <b>30</b> <input type="checkbox"/> 5 à 10 : <b>39</b> <input type="checkbox"/> Plus de 10 : <b>22</b>
Région	<input type="checkbox"/> Est : <b>17</b> <input type="checkbox"/> Centre : <b>50</b> <input type="checkbox"/> Ouest : <b>24</b>
Nombre d'années de suivi	<input type="checkbox"/> Moins de 5 ans : <b>27</b> <input type="checkbox"/> 5 à 10 ans : <b>36</b> <input type="checkbox"/> Plus de 10 ans : <b>28</b>
Accidents de ponte	<input type="checkbox"/> Oui : <b>91</b> <input type="checkbox"/> Non : <b>00</b>
% chutes de ponte	<input type="checkbox"/> 5 - 20 % : <b>27</b> <input type="checkbox"/> 20 - 40 % : <b>43</b> <input type="checkbox"/> > 40 % : <b>21</b>
La durée des chutes de ponte	<input type="checkbox"/> Moins d'1 semaine : <b>56</b> <input type="checkbox"/> 1 à 2 semaines : <b>78</b> <input type="checkbox"/> 2-3 semaines : <b>63</b> <input type="checkbox"/> > 3 semaines : <b>51</b>
L'âge de la bande présentant une chute de ponte	<input type="checkbox"/> Début de ponte : <b>20</b> <input type="checkbox"/> Pic de production : <b>81</b> <input type="checkbox"/> Fin de production : <b>34</b>
Suspicion causes	<input type="checkbox"/> Virales : <b>79</b> <input type="checkbox"/> Bactériennes : <b>73</b> <input type="checkbox"/> Parasitaires : <b>22</b> <input type="checkbox"/> Alimentaires : <b>83</b> <input type="checkbox"/> Zootechniques : <b>51</b>
Causes virales	<input type="checkbox"/> BI : <b>63</b> <input type="checkbox"/> ND : <b>47</b> <input type="checkbox"/> LTI : <b>12</b> <input type="checkbox"/> EDS : <b>46</b> <input type="checkbox"/> EA : <b>10</b> <input type="checkbox"/> Autres : <b>25</b>
Œufs anormaux	<input type="checkbox"/> Oui : <b>87</b> <input type="checkbox"/> Non : <b>4</b>
Symptômes associés	<input type="checkbox"/> Respiratoires : <b>72</b> <input type="checkbox"/> Digestifs : <b>78</b> <input type="checkbox"/> Nerveux : <b>55</b> <input type="checkbox"/> Génitaux : <b>59</b> <input type="checkbox"/> Autres : <b>25</b> <input type="checkbox"/> Absence : <b>6</b>
Vaccination	<input type="checkbox"/> BI : <b>91</b> <input type="checkbox"/> ND : <b>91</b> <input type="checkbox"/> EDS : <b>23</b> <input type="checkbox"/> LTI : <b>21</b> <input type="checkbox"/> EA : <b>33</b> <input type="checkbox"/> IBD : <b>89</b> <input type="checkbox"/> Autres : <b>25</b>
Connaissance EDS	<input type="checkbox"/> Oui : <b>42</b> <input type="checkbox"/> Non : <b>49</b>
Accord prélèvement	<input type="checkbox"/> Oui : <b>58</b> <input type="checkbox"/> Non : <b>33</b>

**BI** : Bronchite infectieuse, **EA** : Encéphalomyélite aviaire, **IBD** : Bursite infectieuse (Gumboro), **LTI** : Laryngotrachéite infectieuse aviaire, **ND** : Maladie de la Newcastle.

**APPENDICE D**  
**FICHE DE COMMÉMORATIFS**

- Nom du propriétaire :.....
- Nom du vétérinaire :.....
- Région.....
- Elevage de.....Pondeuses en.....bâtiments.
- Capacité...../...../.....
- Origine des poules :
  - ORAVIO
  - ORAVIE
  - ORAC
  - Autre : Préciser.....
- Souches :.....
- Programme de vaccination :.....
- Programme lumineux :.....
- Date de début de ponte :.....
- Age de la poulette :.....
- Taux de production de la poule (avant accident de ponte) :.....
- Effectif réel du bâtiment :.....
- Accident de ponte :
  - Date de début ..... Age (semaine).....
  - Durée.....

- Pourcentage de chute de ponte :.....
- Aspect des œufs :  
Externe.....
  
- Symptômes cliniques associés
  - Respiratoire.....
  - Nerveux.....
  - Génital.....
  - Digestif.....
  - Autres.....
  
- Examen nécropsique :
  - Respiratoire .....
  - Nerveux .....
  - Génital .....
  - Digestif .....
  - Autres .....
  
- Taux de mortalité :.....
  
- Circonstances d'apparition
  - Coup de chaleur?.....
  - Alimentation?.....
  - Coupure électrique?.....
  - Autres.....
  
- Suspicion.....  
.....

## **APPENDICE E**

### **MODE D'EMPLOI DU KIT ELISA**

- **Principe du test :**

Le Kit ELISA Bio Check de détection des anticorps dirigés contre le virus du Syndrome Chute de Ponte EDS 76 permet d'apprécier la quantité d'anticorps spécifiques présents dans le sérum de poulets.

Pour ce faire les échantillons de sérum à tester sont dilués puis, individuellement déposés dans les puits d'une plaque de microtitration à 96 puits, préalablement sensibilisés avec de l'antigène du Syndrome Chute de Ponte EDS 76 purifié et inactivé. S'ils sont présents, les anticorps anti-Syndrome Chute de Ponte EDS 76 s'attachent aux antigènes pour former des complexes antigènes-anticorps. Un premier lavage permet d'éliminer aussi bien les anticorps non spécifiques que les autres protéines sériques. Un sérum (le conjugué) contenant des anticorps anti-immunoglobulines G de poulet, couplés à une enzyme (une alcaline-phosphatase), est ensuite ajouté pour se lier aux anticorps anti-Syndrome Chute de Ponte EDS 76. Un second lavage en retire l'excès.

Enfin, un substrat, du p-Nitrophenyl Phosphate (le chromogène), susceptible de changer de couleur sous l'action de l'enzyme, est ajouté. Une coloration jaune se développe alors que l'intensité de la réaction est directement proportionnelle à la quantité d'anticorps anti-Syndrome Chute de Ponte EDS 76 présents dans l'échantillon. La réaction colorée est bloquée par addition d'une solution d'arrêt. La lecture des résultats est réalisée à 405 nm par un lecteur de microplaque ELISA.

- **Composition du Kit :**

Le kit est fourni par la société Bio Check (Bio Check B. V. Holland), il comporte 05 plaques ainsi que l'ensemble des réactifs nécessaires.

➤ **Réactifs fournis:**

- 1- 05 plaques de microtitration à 96 puits : plaques tapissées (pré-coatées) avec du virus du Syndrome Chute de Ponte EDS 76 inactivé, utilisé comme antigène.
- 2- Un flacon de 55 ml de Conjugué : tampon contenant des anticorps de mouton anti-immunoglobuline de poulet conjugués à l'enzyme Alcaline Phosphatase, un stabilisateur de protéines, un colorant rouge inerte, ainsi qu'un conservateur.
- 3- 12 comprimés de Substrat : comprimés de p-Nitrophenyl Phosphate (p-NPP) à dissoudre dans le Tampon Substrat.
- 4- Un flacon de 55 ml de Tampon Substrat : solution tampon contenant de la Diéthanolamine et des cofacteurs enzymatiques.
- 5- Un flacon de 55ml de Solution d'arrêt : solution de soude (NaOH) dans un tampon Diéthanolamine.
- 6- Un flacon de 250 ml de Diluant pour échantillon : solution de tampon Phosphate contenant des stabilisateurs de protéines et un et un conservateur.
- 7- 02 sachets de Tampon de lavage (Wash Buffer) : solution saline de tampon Phosphate en poudre avec Tween.
- 8- Un flacon de 03 ml de Témoin Négatif : sérum de poulet EOPS (SPF) en solution dans un tampon Phosphate avec des stabilisateurs de protéines et un conservateur.
- 9- Un flacon de 03 ml de Témoin Positif : Anticorps anti-Syndrome Chute de Ponte EDS 76 spécifiques en solution dans un tampon Phosphate avec des stabilisateurs de protéines et un conservateur.

➤ **Matériel nécessaire non fourni avec le Kit:**

- Pipettes de précision avec embouts à usage unique.
- Pipette à 8 ou 12 canaux et/ou pipette à répétition.
- Tubes en plastique pour la dilution des échantillons.
- Eau distillée ou dé-ionisée.

- Lecteur de plaques de microtitration ELISA avec filtre de 405 nm.
- Laveur de plaques de microtitration.

- **Préparation des échantillons :**

Chaque échantillon est dilué à 1/500 en ajoutant 1µl à 0.5 ml du tampon de dilution.

1. Mélanger bien le tube en centrifugeant.
2. Utiliser des pipettes stériles pour chaque échantillon.
3. Les tubes des échantillons dilués doivent être identifiés et analysés dans les 24 heures

- **Protocole opératoire :**

1. Les 05 plaques du kit ont été préalablement préparés (étape « coating de l'Ag »).
2. On dépose 100µl du contrôle négatif dans les puits A1 et B1.
3. On dépose 100µl du contrôle positif dans les puits C1 et D1.
4. On dépose 100µl des sérums dilués des échantillons dans les puits appropriés. Puis on incube les plaques à (22 -27°C) pendant 30 minutes.
5. On aspire le contenant des puits puis on réalise quatre lavages avec la solution de lavage (300µl par puits) : retournement des plaques et on applique un papier absorbant.
6. On dépose 100µl de la solution d'Ac de détection conjugué à une enzyme dans les puits appropriés. Puis on incube les plaques à (22 -27°C) pendant 30 minutes.
7. On lave la plaque en suivant le protocole détaillé plus haut.
8. On dépose 100µl de la solution du substrat de l'enzyme dans les puits appropriés. Puis on incube les plaques à (22 -27°C) pendant 15 minutes.
9. On stoppe les réactions en ajoutant 100µl de la solution d'arrêt dans les puits appropriés.
10. La quantification des résultats de test ELISA est réalisée avec un lecteur de microplaques : spectrophotomètre muni d'un filtre à 405 nm.

**APPENDICE F**  
**RESULTATS DES FICHES DE COMMEMORATIFS**

N° de l'élevage + Région	Capacité de l'élevage	Origine des poules	Souche	Programme de vaccination	Taux de production avant accident	Accident de ponte				Symptômes et lésions	Mortalité	Suspicion du véto
						Age au début de CP (Sem)	Durée de CP (Sem)	% de CP	Aspect des œufs			
E1 (Centre)	6 000	ORAVI O	TETRA-SL	Etatique	85 %	40	5	65	Décolorés, de petites taille	RAS	0.06 %	BI
E2 (Centre)	9 000	Privé	ISA brown	Etatique	75 %	64	2	15	Décolorée, fragiles	RAS	Normale	Rien
E3 (Est)	6 000	Privé	ISA brown	Protocole I	80 %	43	2	13	Fragiles	Paralysies	Normale	Rien
E4 (Est)	4 800	Privé	Lohman	Protocole II	80 %	80	3	20	Décolorée fragiles sans coquilles	Respiratoire Rénaux	0.02%	SIGT
E5 (Ouest)	130 000	Privé	Lohman	Protocole II	85%	25	3	10	Décolorées, sans coquilles, fragiles	Lésions de bronchite + rénaux	0.02%	BI
E6 (Centre)	9 000	ORAC	Hy-line	Etatique	88%	48	2	12	Hardés, de petite taille, décolorées	RAS	Normale	Rien
E7 (Centre)	5 000	ORAVI O	TETRA-SL	Etatique	84%	29	3	10	Décolorées, fragiles, sans coquilles	Respiratoire MRC Rénaux	Normale	BI



E8 (Centre)	9 000	Privé	ISA brown	Protocole I	65%	57	3	30	Décolorées, fragiles	Diarrhée blanchâtre	3.5%	Alimen- taire
E9 (Ouest)	4 800	ORAC	TETRA -SL	Etatique	85%	45	2	25	Décolorées, fragiles	RAS	Normale	Rien
E10 (Centre)	10 000	Privé	Hy-line	Protocole III	80%	33	4	15	Fragiles	RAS	Normale	Rien
E11 (Centre)	4 800	ORAVI O	TETRA -SL	Etatique	75%	29	3	20	Décolorées, fragiles, sans coquilles	Diarrhée entérite	Normale	EDS
E12 (Centre)	4 800	Privé	Lohm- an	Protocole II	92%	32	3	32	Décolorées, fragiles, sans coquilles	Respiratoire + rénaux	1.2%	BI
E13 (Centre)	4 800	Privé	ISA brown	Protocole IV	88%	39	2	17	Décolorées, fragiles, sans coquilles	Diarrhée + néphrite	1%	BI
E14 (Centre)	7 600	Privé	ISA brown	Etatique	94%	29	1	10	Petits calibres	diarrhée	Normale	Rien
E15 (Centre)	4 800	Privé	ISA brown	Etatique	60%	26	2	15	Décolorées, fragiles	RAS	Normale	Rien

**CP** : Chute de Ponte, **MRC** : Maladie Respiratoire Chronique, **RAS** : Rien à signaler, **Sem** : semaines, **SIGT** : Syndrome de la Grosse Tête.

**Etatique** : Marek + New Castle (ND) + Bronchite Infectieuse (BI) + Gumboro (IBD) + Variole.

**Protocole I** : Etatique + Encéphalomyélite Aviaire (EA) + SIGT.

**Protocole II** : Etatique + EDS.

**Protocole III** : Etatique + Encéphalomyélite Aviaire(EA).

**Protocole IV** : Etatique + EDS + Encéphalomyélite Aviaire (EA).

## REFERENCES

1. Dridi, A., "Les chutes de ponte : Etiologies et moyens de diagnostic", Ain Touta, (Décembre 2010).
2. Van Marcke, J., "Les principaux facteurs responsables des chutes de ponte", Afrique aviculture N°250, (1997), 58-60.
3. McFerran, J.B., Adair, B.M., "Egg drop syndrome", In: Y. M. Saif, (Ed), Diseases of Poultry, 11<sup>th</sup> Ed., Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa, USA, (2003), 227-237.
4. Sid, H., "Enquête épidémiologique sur la coccidiose des poules pondeuses, dans un élevage industriel à Chlef", Mémoire de Magister, U. Blida, (2010).
5. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR), "Rapport sur la situation du secteur agricole en 2006", (2006), 30-31.
6. Mezouane, M., "Crise avicole : Diagnostic et mesures à prendre", 1er Symposium National des Sciences Avicoles, Université de Batna, (2010).
7. Harbi, R., "L'aviculture Algérienne, dynamique de transformation et comportement des acteurs", Thèse de master, IAMM, (1997).
8. Kaci, A., "La production avicole en Algérie : Opportunités et contraintes", Forum International vétérinaire, Communication, SIPSA, (2007).
9. Jez, C., "La filière avicole française à l'horizon 2020: éléments de réflexion prospective", 8<sup>ème</sup> journées de la recherche avicole, (2009).
10. Mahmoudi, N., "Remontée des filières avicoles et maîtrise technologique en Algérie : cas du complexe avicole « chair » de Corso", Thèse d'Ingénieur, INA, (2001), p 104.

11. Bourfis et Djerroud, "Etude technico-économique de quelques ateliers de poulets de chair du grand Alger", Thèse d'Ingénieur INA EL HARRACH, (1999), p79.
12. Kaci, A. et Boukella, M., "La filière avicole en Algérie : structures, compétitives et perspectives", Article dans la revue scientifique, (2007), p5.
13. Amghrous, S. et Kheffache, H., "L'aviculture algérienne en milieu rural, quel devenir après la libéralisation des échanges. Cas des régions d'Aflou et de Freha", Mediterranean Conference of Agro-Food Social Scientists, 103rd EAAE Seminar, Barcelona, Spain, (April 23rd-25th, 2007).
14. Van-Eck, J. H. H., Davlaar, R. F. G., Van-den-Heuvelplasman, T. A. W., Vankol, N., Kouwenhoven, B. and Guldie, F. H. M., "Dropped egg production, soft shelled and shell-less eggs associated with appearance of precipitins to adenovirus in flocks of laying fowl", Avian Pathology, 5, (1976), 261-272.
15. McFerran, J. B., McCracken, R. M., McKillop, E. R., McNulty, M. S. and Collins, D. S., "Studies on a depressed egg production syndrome in Northern Ireland", Avian Pathology, 7, (1978), 35 - 47.
16. Baxendale, W., "Egg drop syndrome 76", Veterinary Record, 102, (1978), 285-286.
17. Calnek, B.W., "Hemagglutination-inhibition antibodies against adenovirus (virus-127) in white Pekin ducks in the United States", Avian Dis., 22, (1978), 798-801.
18. McFerran, J.B., Rowley, H.M., McNulty, M.S., Montgomery, L.J., "Serological studies on flocks showing depressed egg production", Avian Pathology, 6, (1997), 405-13.
19. Calnek, B. W., Barnes, H. J., Beard, C. W., Reid, W. M. and Junior, H. W. Y., "Diseases of Poultry", 9<sup>th</sup> Ed., Iowa State Univ. Press., Ames, Iowa, USA, (1991), 573-582.

20. Rasool, M.H., Rahman, S.U. and Mansoor, M.K., "Isolation of egg drop syndrome virus and its molecular characterization using sodium dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis", *Pakistan vet. J.*, 25 (4), (2005), 155-158.
21. Abubakar, M.B., El yuguda, A.D., Yerima, A.A. and Baba, S.S., "Seroprevalence of active and passive immunity against egg drop syndrome 1976 (EDS76) in village poultry in Nigeria", *Asian Journal of Poultry Science*, 2 (1), (2008), 58-61.
22. Ravaud, M., "Les chutes de ponte", Vigot Frères, Editeurs, Rec. Méd. Vét., tome CXL, (Novembre 1964), 961-974.
23. Yamaguchi, S., Imada, H., Kawamura, H., Taniguchi, T., Saio, H. and Shimamatsu, K., "Outbreaks of egg drop syndrome 1976 in Japan and its etiological agent", *Avian Diseases*, 25, (1981), 628-641.
24. McFerran, J.B., Rowley, Helen, M., McNulty, M.S., Montgomery, Linda, J., "Serological studies on flocks showing depressed egg production", *Avian Pathology*, 6, (1977), 405-413.
25. Jordan, F. T. W., "Poultry Diseases" 3<sup>rd</sup> Ed., Bailliere Tindall, London, UK, (1990), 188-191.
26. McFerran, J.B., "Adenovirus", In: Swayne, D.E., Glisson, J.R., Jackwood, M.W., Pearson, J.E. and Reed, W.M., "A laboratory manual for the isolation and identification of avian pathogens", 4th edition, (1998), 100-105.
27. Mohanty, G.C., Verma, K.C., Pradhan, H.K. and Kumar, R., "Egg Drop Syndrome 76 (EDS 76) in India, Seroprevalence of EDS 76 Virus Infection in Poultry Flocks", *Indian J. Poultry Sci.*, 19, (1984), 15-18.
28. Hess, M., Blockert, H. and Brandt, P., "The complete nucleotide sequence of egg drop syndrome virus: An intermediate between mast adenoviruses and avian adenoviruses", *Virology*, 238, (1997), 145-156.

29. Regenmortel, M. H. V., Fauquet, C. M. and Bishop, D. H. L., "Virus Taxonomy-2002", 7<sup>th</sup> Report of the Academic Press, San Diego, New York, USA, (2000), pp: 1024.
30. Hess, M., Raue, R., Hafez, H. M., "PCR for specific detection of haemorrhagic enteritis virus of turkeys, an Avian Adenovirus", In J. Virol. Methods, Vol. 81, (1999), 199-203.
31. Todd, D. and McNulty, M. S., "Biochemical studies on a virus associated with Egg Drop Syndrome 1976", J. Gen. Virol., 40, (1978), 63-75.
32. McCracken, R.M., McFerran, J.B., "Experimental reproduction of the egg-drop syndrome 76 with a hemagglutinating adenovirus". Avian Pathology, 7, (1978), 483-490.
33. Adair, B. M., McFerran, J. B., Connor, T. J., McNulty, M. S. and McKillop, E. R., "Biological and physical properties of a virus (strain 127) associated with the egg drop syndrome 1976", Avian Pathology 8, (1979), 249-264.
34. Lu, Y. S., Lin, D. F., Tsai, H. J., Lee, Y. L., Chui, S. Y., Lee, C. and Huang, S. T., "Outbreaks of egg drop syndrome 1976 in Taiwan and isolation of the etiological agent", J. Chin. Soc. Vet. Sci., 11, (1985a) ,157-165.
35. Raue, R., Gerlach, H., Muller, H., "Phylogenetic analysis of the hexon loop 1 region of an Adenovirus from psittacine birds supports the existence of a new Psittacine Adenovirus (PsAdv) ", Arch. Virol., Vol. 150, (2005), 1933-1943.
36. Darbyshire, J. H. and Peters, R. W., "Studies on EDS 76 virus infection in laying chickens", Avian Pathol., 9, (1980), 277-290.
37. Todd, D., McNulty, M. S. and Smyth, J. A., "Differentiation of egg drop syndrome virus isolates by restriction endonuclease analysis of virus DNA", Avian Pathology, 17, (1988), 909-919.

38. Adair, B.M. and Smyth, J. A., "Egg Drop Syndrome", In: SAIF, Y.M. Diseases of Poultry, 12th Edition, Ames, Iowa, Blackwell Publishing Ltd, (2008), 266-276.
39. Zakharchuk, A. N., Kruglyak, V. A., Akopian, T. A., Naroditsky, B. S. and Tikchonenko, T. I., "Physical mapping and homology studies of egg drop syndrome (EDS-76) adenovirus DNA", *Arch. Virol.*, 128, (1993), 171-176.
40. Bartha, A. and Mészáros, J., "Experimental infection of laying hens with an adenovirus isolated from ducks showing EDS symptoms", *Acta. Vet. Hung.*, 33, (1985), 125-127.
41. Brugh, M., Beard, C.W. and Villegas, P., "Experimental infection of laying chickens with adenovirus 127 and with a related virus isolated from ducks", *Avian Diseases*, 28, (1984), 168-178.
42. Picault, J. P., "Chutes de ponte associées a la production d'oeufs sans coquille fragile: Propriétés de l'agent infectieux isolé au cours de la maladie", *L'Aviculteur*, 379, (1978), 57-60.
43. Meulemans, G., Dekegel, D., Peeters, J., Van Meirhaeghe, E. and Halen, P., "Isolation of an adeno-like virus from laying chickens affected by egg drop syndrome 1976", *Vlaams Diergeneeskd Tijdschr*, 2, (1979), 151-157.
44. Zsak, L. and Bartha, A., "Isolation of an adenovirus associated with egg drop syndrome (EDS) in laying hens in Hungary", *Magyar Allatorvosok Lapja*, 30, (1979), 691-693.
45. Malkinson, M. and Weisman, Y., "Serological survey for the prevalence of antibodies to egg drop syndrome 1976 virus in domesticated and wild birds in Israel", *Avian Pathology*, 9, (1980), 421-426.
46. Zanella, A., Di Donato, A., Nigrelli, A. and Poli, G., "Egg drop syndrome (EDS 76). Etiopathogenesis, epidemiology, immunology and control of the disease", *Clin. Vet.*, 103, (1980), 459-469.

47. Firth, G. A., Hall, M. J. and McFerran, J. B., "Isolation of haemagglutinating adeno-like virus related to virus 127 from an Australian poultry flock with an egg drop syndrome", *Australian Veterinary Journal*, 57, (1981), 239-242.
48. Singh, K. Y. and Chew-Lim, M., "Breeder farm egg drop syndrome 1976 (EDS76) in Singapore", *Singapore Veterinary Journal*, 5, (1981), 8-13.
49. Lu, Y. S., Tasi, H. J., Lin, D. F., Chui, S. Y., Lee, Y. L. and Lee, C., "Survey of antibody against egg drop syndrome 1976 virus among bird species in Taiwan", *Journal of Chinese Society of Veterinary Science*, 11, (1985b), 151-156.
50. Bragg, R. R., Allwright, D. M. and Coetzee, L., "Isolation and identification of adenovirus 127, the causative agent of egg drop syndrome (EDS), from commercial laying hens in South Africa", *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 58, (1991), 309-310.
51. Kumar, R., Mohanty, G. C., Verma, K. C. and Ram-Kumar., "Epizootiological studies on egg drop syndrome in poultry", *Indian Journal of Animal Science*, 62, (1992), 497-501.
52. Zhu, G. Q. and Wang, Y. K., "Study on egg drop syndrome 1976 (EDS- 76) and its control", *Journal of Jiangsu Agricultural Coll.*, 15, (1994), 5-13.
53. Alam, J., Al-Mamun, M., Samad, M. A., Rahamat Ullah, M., Giasuddin, M. and Taimur, M. J. F. A., "Outbreak of Egg Drop Syndrome in Bangladesh", *International Journal of Biology*, Vol. 1, No. 1, (2009), 56-64.
54. Badstue, P. B. and Smidt, B., "Egg drop syndrome 76 in Danish poultry", *Nord Veterinary Medicine*, 30, (1978), 498-505.
55. Hwang, M. H., Lamas, J. M., Hipolito, O. and Silva, E. N., "Egg drop syndrome 1976 a serological survey in Brazil". *Proceedings of the 6th European Poultry Conference, Hamburg, Germany*, (1980), 371-378.
56. Rosales, G., Antillon, A. and Morales, C., "Reporte en Mexico sobre la presencia de anticuerpos contra el adenovirus causante del syndrome de la

- baja en postura (CEPABC-14) en parvadas de gallinas domesticas”, Proceedings of 29th West Poultry Disease Conference, (1980), 192-196.
57. Nawathe, D. R. and Abegunde, A., “Egg drop syndrome 76 in Nigeria: Serological evidence in commercial farms”, *Veterinary Record*, 107, (1980), 466-467.
58. Kaleta, E.F., Khalaf, S.E.D. and Siegmann, O., “Antibodies to Egg Drop Syndrome 76 Virus in Wild Birds in Possible Conjunction with Egg-Shell Problems”, *Avian Pathology*, 9, (1980), 587-590.
59. Howell, J., “Egg drop syndrome in Ross Brown hens”, An interim. report. *Surveillance*, 9, (1982), 10-11.
60. Bishop, S.C. and Cardozo, P., “Egg Drop Syndrome -76 in Bolivia”, *Trop. Anim. Hlth. Prod.*, 28, (1996), 199-206.
61. Bidin, Z., Lojkic, I., Mikec, M., Pokric, B., “Naturally Occurring Egg Drop Syndrome Infection in Turkeys”, *Acta Vet.*, 76, (2007), 415-421.
62. Sanda, M.E., Jufu, B.M. and Ngene, A., “Seroprevalence of Egg Drop Syndrome’76 virus as Cause of Low Egg Productivity of Poultry in Anyigba, Middle Belt Region of Nigeria”, *J. Anim. Vet. Adv.*, 7 (9), (2008), 1171-1173.
63. Badar, S.T., Siddique, M., Ali, R. and Rasool, M. H., “Serological Status of Egg Drop Syndrome in Breeders and Commercial Layers in Mansehra District”, *Pakistan Vet. J.*, 26 (1), (2006), 33-35.
64. Bartha, A. and Mészáros, J., “Dropped egg production in ducks associated with adenovirus infection”, *Avian Pathology*, 13, (1984), 119-126.
65. Van- Eck, J. H. H., “Serological examination and egg production of progeny of fowl experimentally infected with "Egg Drop Syndrome 1976 virus”, *Veterinary Quarterly*, 4, (1982), 117-124.



66. Nabi, G., Muhammad, A., Khushi, M., Muhammad, A. and Zulfiqar, A., "Preparation and Evaluation of Oil Based Egg Drop Syndrome Virus Vaccine", International Journal of Agriculture and Biology, Vol.1, No. ½, (1999), 062-065.
67. Smyth, J. A. and Adair, B. M., "Lateral transmission of egg drop syndrome-76 virus by the egg", Avian Pathology, 17, (1988), 193-200.
68. Villate, D., "maladies des volailles", manuel pratique, édition France agricole, deuxième édition, (2001), 399 p.
69. Smyth, J. A., Platten, M. A. and McFerran, J. B., "A study of the pathogenesis of egg drop syndrome in laying hens", Avian Pathology, 17, (1988), 653-666.
70. Singh, J. K., Singh, K. C. P., Prasad, C. B. and Prasad, C., "Occurrence of Haemagglutination Inhibition Antibodies against Egg Drop Syndrome 1976 Virus in Broilers", Trop. Anim. Hlth. Prod., 27, (1995), 167-170.
71. McFerran, J. B., "Egg drop syndrome 1976 (EDS'76)", Veterinary Quarterly, 1, (1979), 176-180.
72. McFerran, J. B., "Egg drop syndrome 1976". In: "Diseases of Poultry", 9th ed. (Ed. B. Calnek), Iowa State University Press, Iowa, (1991), 573-582.
73. Cook, J. K. A. and Darbyshire, J. H., "Longitudinal studies on the egg drop syndrome 1976 (EDS'76) in the fowl following experimental infection at 1 day old", Avian Pathology, 10, (1981), 449-459.
74. Ilyas, M.A., Hussain, I., Siddique, M., Rasool, M.H., Mansoor, M.K. and Manzoor, S., "Evaluation of Egg Drop Syndrome Virus Vaccines by Measuring Antibody Levels in Egg Yolk in Layers", Int. J. Agri. Biol., Vol. 6, No. 6, (2004a), 981-983.
75. Higashihara, M., Shinji, T., Atsuko, H., Tsutomu, H., Masami, H., Yoshikazu, W. and Minoru, M., "Isolation of the virus of Egg Drop Syndrome

- 1976 (ESD-76) in a Japanese outbreak”, *Jpn.J.Vet.Sci.*, 45 (5), (1983), 603-612.
76. Adair, B.M., Todd, D., McFerran, J.B. and McKillop, E.R., “Comparative serological studies with egg drop syndrome virus”, *Avian Pathology*, 15 (4), (1986), 677-685.
77. Baxendale, W., Lutticken, D., Hein, R., McPherson, I., “The results of field trials conducted with an inactivated vaccine against the egg-drop syndrome 76 (EDS 76)”, *Avian Pathology*, 9, (1980), 77-91.
78. Solyom, F., Nemesi, M., Forgacs, A., Balla, E., Perenyi, T., “Studies on EDS vaccine”, *Dev. Biol. Stand.*, 51, (1982), 105–21.
79. Ilyas, M. A., Hussain, I., Siddique, M. and Mahmood, M.S., “An Aluminium Hydroxide Gel Adsorbed Inactivated Egg Drop Syndrome Vaccine”, *International Journal of Poultry Science*, 3 (4), (2004b), 279-283.
80. Garg, S.P. and Garg, R.P., “Studies on egg drop syndrome-76 virus immunization with killed adjuvanted vaccines”, *Ind. Vet.*, 71, (1994), 325-328.
81. Fingerut, E., Gutter, B., Gallili, G., Michael, A., Pitcovski, J., “A subunit vaccine against the adenovirus egg-drop syndrome using part of its fiber protein”, *Vaccine* 21, (2003), 2761–2766.
82. Lagoutte, F.F., “Syndrome « chute de ponte » chez la Cane Pékin Reproductrice Mère de Mulards: Etude Epidémiologique”, Thèse : 2010-TOU 3 – 4023, (2010).
83. Hess, M., “Detection and differentiation of avian adenoviruses: a review”, In *Avian Pathol.*, Vol. 29, (2000), 195-206.
84. Dhinakar Raj, G., Sivakumar, S., Matheswaran, K., Chandrasekhar, M., Thiagarajan, V., Nachimuthu, K., “Detection of egg drop syndrome virus antigen or genome by enzyme-linked immunosorbent assay or polymerase chain reaction”, *Avian pathology*, 32, (2003), 545-550.

85. Seghier, M., "Diagnostic des infections virales", Jeudis Pédagogiques de Médecine 2007-2008, Institut Pasteur d'Algérie, (2008).
86. Banani, M., Pourbakhsh, S.A., Momayez, R., Ghodsian, N., Nouri, A., Haerian Ardakani, B., Vahidi Foumani, A., Akhavizadegan, M.A., "Preparation of an Inactivated Egg Drop Syndrome Antigen for Using in Hemagglutination Inhibition Test", Arch. Razi Ins., 59, (2005), 85-93.
87. Toma, B., Dufour, B., Sanaa, M., Bénet, J.J., Shaw, A., Moutou, F., Louza, A., "Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies animales transmissibles majeures", 2<sup>ième</sup> édition AEEMA, France, (2001), 542 p.
88. Meskoud-Taibi, M. et Benzadi, O., "Bilan du programme de dépistage des maladies contagieuses", Recueil des Ateliers d'épidémiologie animale, Université de Blida, Vol. 1, (2009), 09-12.
89. Anonyme. A basic laboratory manual for the small-scale production and testing of I-2 New Castle disease vaccine, FAO-APHCA, (2002).

Sources Internet :

Source Internet n°1: <http://allAfrica.com>: Algérie: Succession des crises dans l'aviculture. (Consulté le 27/04/2010).

Source Internet n° 2: <http://lms.thaicyperu.go.th/.../big-adenovirus-v31.gif>.  
(Consulté le 07/06/2010).

Source Internet n° 3: [www.lah.de/typo3temp/pics/3b6fa48fa4.jpg](http://www.lah.de/typo3temp/pics/3b6fa48fa4.jpg).  
(Consulté le 07/06/2010).

Source Internet n° 4: [cal.vet.upenn.edu/projects/poultry/Syllabus/page20.htm](http://cal.vet.upenn.edu/projects/poultry/Syllabus/page20.htm).  
(Consulté le 15/06/2010).