

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Maladie de Newcastle : Diagnostic de laboratoire

Présenté par : CHERGUI Hibet Errahmane

KECHIH Yasmine

Soutenu le : 10/06/2019

Devant le jury composé de :

- | | | | |
|-----------------------------------|---|--------------------------------|------|
| - Présidente : BOUHAMED Radia | : | Maître Assistante Classe « A » | ENSV |
| - Promoteur : HAMDI Taha Mossadak | : | Professeur | ENSV |
| - Examineur 1: DJEZZAR Redha | : | Maître Assistant Classe « A » | ENSV |
| - Examineur 2 : GOUCEM Rachid | : | Maître Assistant Classe « A » | ENSV |

Année universitaire : 2018 /2019

Remerciements

Louanges à Dieu, Clément et Miséricordieux, le détenteur du savoir, pour nous avoir guidés sur le droit chemin du savoir.

Au Docteur R. BOUHAMED, Maitre-assistante « A » à l'ENSV d'Alger, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, hommages très respectueux.

Au Docteur T.M. HAMDI, Professeur à l'ENSV d'Alger, qui a eu l'amabilité d'accepter de diriger ce travail. Votre rigueur intellectuelle et vos remarques pertinentes ont donné à ce travail son cachet scientifique. Sincères remerciements.

Au Docteur R. GOUCEM. Maître Maitre-assistant « A » à l'ENSV d'Alger qui a eu la gentillesse de bien vouloir examiner ce travail. Sans oublier vos efforts consentis. Sincère reconnaissance.

Au Docteur R. DJEZZAR. Maitre-assistant « A » à l'ENSV d'Alger qui a bien voulu faire partie des membres de notre jury de thèse. Toute notre gratitude.

Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers Docteur N. AMELLAL, Docteur R. BOUCHAKOUR et Monsieur C. AGGAG du Laboratoire Vétérinaire Régional de Tizi-Ouzou, qui nous ont permis de travailler dans leur service, et qui n'ont ménagé ni temps ni efforts pour nous initier aux différentes techniques utilisées en virologie.

Nos remerciements les plus sincères et notre gratitude la plus profonde envers Docteur N. SMAIL née HADI et Mme S. KACI-MOUSSA du LVR-TO, du service de Parasitologie anatomo-pathologie, qui ont eu la gentillesse de nous aider à réaliser les prélèvements nécessaires même en notre absence.

Enfin, nous ne pourrions oublier de remercier du fond de notre cœur Docteur S.BOUNAR pour l'aide précieuse qu'elle nous a apporté et cela tout au long de notre stage pratique et au cours de la réalisation de ce travail.

A toutes ces personnes, et à toutes celles que nous n'avons pas citées, nous exprimons notre gratitude et notre reconnaissance.

Dédicaces

*Tout d'abord, louage à « Allah » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de la réalisation de ce modeste travail, nous l'avons réalisé par votre grâce.
Je dédie ce travail :*

A ceux à qui je dois tant et qui m'ont tout donné sans rien en retour, mes chers parents, ma Mère et Mon père, qui ont éclairé le chemin de ma vie par leur grand soutien et leurs encouragements, par leur dévouement exemplaire et les énormes sacrifices durant toute leur vie pour aboutir à ce que je suis devenue, que ce modeste travail soit le fruit de ma sincère gratitude.

Que Dieu les protège, leur donne santé et longue vie et les garde pour nous.

A mon très cher frère Mohammed Amine.

A ma trop chère sœur Imane;

A toute ma famille KECHIH et BOUNAR, qui par leurs prières et leurs encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles.

A Hibet Errahmane, ma chère binôme, j'ai appris à te connaître, à apprécier en toi ta détermination, ton acharnement pour accomplir tes objectifs. C'est l'occasion pour moi de t'exprimer mes amitiés et mon respect.

A tous mes amis, surtout mes très chères Imane et Wafa.

A tous mes collègues de la promotion 2014.

A tous les enseignants et enseignantes qui ont contribué à ma formation.

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui ne sont pas cités.

Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont encouragé à terminer mes études. Je leur dédie les premiers fruits de ma réussite et prie Dieu le tout puissant de leur donner protection et santé. Amen.

Yasmine

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude

À mes chers parents,

Aucun hommage ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction. Je vous remercie pour tout le soutien, les encouragements et l'amour dont vous ne cessez de me combler depuis mon enfance. J'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés. Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

À toute ma famille CHERGUI et SID, qui par leurs prières et leurs encouragements, j'ai pu surmonter tous les obstacles.

À la mémoire de ma grand-mère, qu'Allah ait ton âme dans sa sainte miséricorde

À ma précieuse binôme Yasmine, merci pour tous ces souvenirs inoubliables. Sache que tu es une amie en or, honnête, courageuse et ambitieuse. Tu peux être fière de la personne que tu es. Je remercie également tous les membres de ta grande famille KECHIH et BOUNAR pour leur généreux et très chaleureux accueil.

À mes amis, particulièrement Samah, Raouia, Lotfi et Ikbal qui m'ont accompagné tout au long de ce parcours

À tous mes enseignants et enseignantes, qui m'ont inspiré et guidé durant toutes ces années.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

Hibet Errahmane

- **RESUME :**

Notre travail, effectué au LVR-TO qui couvre 6 wilayas du centre du pays, se divise en deux parties. La première partie consiste à évaluer l'immunité induite par la vaccination contre la maladie de Newcastle sur 138 lots de volailles domestiques, et comparer les résultats obtenus par les deux techniques sérologiques utilisées : HI test et ELISA indirecte. La deuxième partie a pour objectif d'explorer les différentes étapes suivies par le laboratoire lors d'une demande de diagnostic de la maladie de Newcastle. Elle vise également à initier une étude épidémiologie sur cette pathologie durant l'année 2018 à travers les 6 wilayas concernées.

Les résultats obtenus lors du contrôle vaccinal, montrent que les lots testés ont exprimé globalement un statut immunitaire suffisant pour les protéger d'une éventuelle invasion du virus sauvage.

Les valeurs obtenues par les deux techniques ELISA et HI test étaient pratiquement similaires, sauf dans quelques cas où nous avons remarqué que le HI test présentait un taux de positifs plus important. Ce qui nous amène à émettre deux hypothèses ; soit que le HI test est plus spécifique que l'ELISA, ou que cette dernière technique est plus sensible. D'autre part, le HI test s'est avéré plus pratique et plus économique que l'ELISA. L'étude épidémiologique a révélé que 4/9 des lots suspects de la maladie de Newcastle sont supposés positifs aux tests de confirmation, bien que les foyers étaient censés avoir été vaccinés contre la pathologie. Ces résultats nous amènent à penser à l'existence probable d'une nouvelle variante virale sur le territoire algérien.

Mots clés : Maladie de Newcastle, HI test, ELISA indirecte, Diagnostic, Contrôle vaccinal.

LISTE DES FIGURES

❖ PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Figure 1 :	Représentation schématique d'un virion de paramyxovirus (Le Bayon, 2013)	05
Figure 2 :	Cycle de réplication du paramyxovirus (Farah El Najjar <i>et al.</i> , 2014)	07
Figure 3 :	Carte représentant la distribution mondiale de la NDV durant l'année 2014 (OIE, 2018)	10

❖ PARTIE EXPERIMENTALE

Figure 4 :	Matériel utilisé pour la réalisation de la technique du HI test (Photo personnelle LVR-TO 2018)	27
Figure 5 :	Microplaque sensibilisée avec l'antigène NDV purifié (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	28
Figure 6 :	Réactifs du kit ELISA 'ID vet ®' (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	28
Figure 7 :	Lecteur ELISA TECAN ®' et ordinateur portable (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	28
Figure 8 :	Sérum de référence de la ND (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	29
Figure 9 :	Diagramme illustrant les différentes méthodes utilisées dans chacune des études abordées	30
Figure 10 :	Examen ante mortem (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	33
Figure 11 :	Mise en décubitus dorsal et désarticulation des membres postérieurs (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	33
Figure 12 :	Cavité coelomique exposée (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	33
Figure 13 :	Eviscération et inspection des organes (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	33
Figure 14 :	Étapes de mélange du sérum à tester avec la suspension virale (LVR TO, 2018)	36
Figure 15 :	Schéma montrant l'étape de mélange avec la suspension d'hématies à 1% (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	36
Figure 16 :	Schéma montrant l'étape de lecture des résultats (LVR TO, 2018)	36
Figure 17 :	étape de la technique ELISA indirecte	38
Figure 18 :	Préparation des réactifs ELISA et des sérums (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	39

Figure 19 :	Mise en place de la plaque ELISA sur le lecteur ELISA (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	39
Figure 20 :	Utilisation du logiciel ‘Magellan™’ et l’obtention de titrage d’anticorps de chaque puit de la plaque (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	39
Figure 21 :	Perforation des œufs au-dessus de la cavité allantoïdienne (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	41
Figure 22 :	Injection de la solution virale (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	41
Figure 23 :	couverture des œufs avec de la paraffine (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	41
Figure 24 :	Prélèvement des liquides allantoïdiens (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	42
Figure 25 :	Recherche d’une activité hémagglutinante (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	42
Figure 26 :	Schéma explicatif de la recherche d’une activité hémagglutinante	43
Figure 27 :	Schéma explicatif de la neutralisation de l’hémagglutination	43
Figure 28 :	Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les wilayas (2018)	44
Figure 29 :	Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon le type de production (2018)	45
Figure 30 :	Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les wilayas (2018)	46
Figure 31 :	Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon le type de production (2018)	48
Figure 32 :	Signes généraux : abattement, plumage ébouriffé (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	54
Figure 33 :	Taux de mortalité est important (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	54
Figure 34 :	Maladie de Newcastle. Œdème facial avec exsudat oculaire. Signes de cyanose visibles au niveau de la crête (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	54
Figure 35 :	Maladie de Newcastle. Conjonctivite (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	54
Figure 36 :	Aspects cliniques de l’encéphalite rencontrée dans la maladie de Newcastle. Les troubles nerveux se traduisent par un torticolis et des paralysies (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	54
Figure 37 :	Diarrhée, fientes collantes ou liquides verdâtre parfois même hémorragique (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	55
Figure 38 :	Maladie de Newcastle : trachéites hémorragique (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	55

Figure 39 :	Maladie de Newcastle : Cloacites hémorragiques (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	55
Figure 40 :	Hémorragies du ventricule succenturié (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	56
Figure 41 :	Hémolyse et congestion de la membrane vitelline (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	58
Figure 42 :	Résultats du test de la recherche d'une activité hémagglutinante ; Photo personnelle, LVR TO, 2018)	59
Figure 43 :	Résultats du test de la neutralisation de l'hémagglutination sur l'échantillon positif (Photo personnelle, LVR TO, 2018)	59

LISTE DES TABLEAUX

❖ PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Tableau 1	: Relation phylogénétique entre les propriétés moléculaires du NDV et les paramètres pathologiques et écologiques (Czegledi <i>et al.</i> , 2006)	04
Tableau 2	: Pathologie observée chez la volaille lors d'une infection par le Newcastle Disease Virus (Version modifiée des travaux de Beard et Hanson, 1984) (Capua et Alexander, 2013)	16
Tableau 3	: Subdivisions des groupes pathotypes selon les méthodes in vivo ou in vitro visant à caractériser les souches de paramyxovirus aviaire type 1	19

❖ PARTIE EXPERIMENTALE

Tableau 4	: Valeurs de dilution correspondant au titre d'anticorps (protocole OIE)	35
Tableau 5	: Valeurs de S/P et titre d'anticorps des résultats positifs et négatifs au test ELISA (kit ELISA)	38
Tableau 6	: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le test ELISA selon les wilayas (2018)	44
Tableau 7	: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les types de production (2018)	45
Tableau 8	: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon les wilayas (2018)	46
Tableau 9	: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon le type de production (2018)	47
Tableau 10	: Résultats sérologiques des lots suspects de maladie de Newcastle obtenus par la technique ELISA et le test d'inhibition de l'hémagglutination	56
Tableau 11	: Résultats obtenus après isolement sur œufs embryonnés selon les types de production (2018)	60

ANNEXES

ANNEXE 1	LISTE DU MATERIEL UTILISE
ANNEXE 2	RESULTATS DETAILLES OBTENUS DANS LE CADRE DU CONTROLE VACCINAL
ANNEXE 3	RESULTATS DETAILLES OBTENUS DANS LE CADRE DU DIAGNOSTIC DE LA MALADIE

LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

❖ ABREVIATIONS :

µl : microlitre

Ac : Anticorps

APMV-1 : Paramyxovirus Aviaire De Type 1

ARN : acide ribonucléique

ARNv : Acide Ribonucléique viral

BBA: Bordj-Bou-Arreridj

BI : Bronchite infectieuse

DIVA: Differentiating Infected from Vaccinated Animals

DMO : délai de mortalité embryonnaire

DO: Densité optique

ELISA: Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay

EOPS: Poulet Exempt d'Antigène Pathogene

GR : Globules rouges

h: heur (s)

HA: Hémagglutinine

HB1 : Souche Hitchner B1

HI : Inhibition de l'Hémagglutination

HRP : Horseradish Peroxidase

HVT: Herpes Virus of Turkey

IA : Influenza Aviaire

Ig: Immunoglobuline

IPIC: Intracérébral Pathogenicity Index

IPIV: Index de pathogénicité intra veineux

IPV: Immunité Post Vaccinale

LTI: Laryngotrachéite Infectieuse

LVR TO: Laboratoire Vétérinaire Régional de la wilaya de Tizi-Ouzou

ml : millilitres

MN : Maladie de Newcastle

mn : minutes

MNVV : Maladie de Newcastle Vélogène Visérotrope

NC: Newcastle

ND: Newcastle Disease

NDV : Virus de la maladie de Newcastle

NLN: Nombre de Lots Négatifs

NLP: Nombre de Lots Positifs

OIE : Office International des Epizooties

OMSA : Organisation Mondiale de la Santé Animale

PBS: Phosphate Buffered Saline/ Tampon Phosphate Salin

PC : Poulet De Chair

PD: Poulette Démarrée

PMV-1: Paramyxovirus-1

PP: Poule Pondeuse

PRP: Poule Reproducteur Ponte

PsP : Poussin Ponte

S/P: Sample Over Positive

SNC : Système Nerveux Central

SPF: Specific Pathogen Free - poulet exempt d'antigène pathogène

ssARN : Sous Acide Ribonucléique

TMB: TétraMethyl-Benzidine

UH: Unité Hémagglutinante

❖ **SYMBLES :**

< : Inferieur

> : Supérieur

% : pourcentage

+ : positif

- : négatif

SOMMAIRE

▪ INTRODUCTION	1
❖ PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :	
I. Définition de la maladie de Newcastle.....	2
II. Importance.....	2
II.1. Géographique.....	2
II.2. Médicale.....	2
II.3. Économique.....	2
II.4. Sanitaire.....	3
III. Agent pathogène	3
III.1. Classification du virus.....	3
III.2. Structure et organisation.....	3
III.3. Cycle viral.....	6
IV. Pathogénie.....	7
V. Immunité.....	8
V.1. Immunité non spécifique.....	8
V.2. Immunité spécifique.....	8
V.2.1. Immunité active.....	8
V.2.2. Immunité passive.....	9
VI. Epidemiologie.....	9
VI.1. Schéma épidémiologique.....	9
VI.2. Espèces atteintes.....	10
VI.3. Résistance.....	12
VI.4. Transmission.....	12
VI.5. Propagation.....	13
VI. Etude clinique.....	14
VII.1. Symptômes.....	14
VII.1.1 Formes cliniques chez le poulet.....	15
VII.2. Lésions macroscopiques.....	16
VIII. Diagnostic.....	17

VIII.1. Clinique.....	17
VIII.2. Expérimental.....	17
VIII.2.1. Direct.....	17
VIII.2.2. Indirect.....	20
VIII.3. Diagnostic Différentiel.....	19
IX. Prophylaxie.....	20
IX.1. Sanitaire.....	20
IX.2. Médicale.....	21

❖ PARTIE EXPERIMENTALE

• OBJECTIFS.....	24
▪ MATERIEL ET METHODES	
I. Lieu et durée de l'étude.....	25
II. Description du Laboratoire Vétérinaire Régional de Draa-Ben-Khedda (Wilaya de Tizi-Ouzou).....	25
III. Population étudiée.....	25
IV. Matériels.....	25
IV.1. De nécropsie.....	26
IV.2. De la technique d'Inhibition de l'Hémagglutination (HI Test).....	26
IV.3. De la technique ELISA (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay).....	27
IV.4. D'isolement sur œufs embryonnés.....	29
V. Méthodes.....	29
V.1. Nécropsie.....	31
V.2. Technique d'Inhibition d'Hémagglutination (HI Test).....	34
V.3. Technique ELISA (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay).....	37
V.4. Isolement sur œufs embryonnés.....	40
▪ RESULTATS ET DISCUSSION	

« PARTIE 1 : Etude comparative des techniques de diagnostic utilisées lors du contrôle vaccinal de la maladie de Newcastle »

I. Résultats du test ELISA.....	44
---------------------------------	----

I.1. Répartition des résultats par wilaya.....	44
I.2. Répartition des résultats par type de production.....	45
II. Résultats du HI TEST.....	46
II.1.. Répartition des résultats par wilaya.....	46
II.2. Répartition des résultats par type de production.....	47
▪ Discussion.....	49

« PARTIE 2: Diagnostic de la maladie de Newcastle»

I. Résultats des examens cliniques.....	53
I.1. Symptômes.....	53
I.2. Lésions.....	55
II. Résultats sérologiques.....	56
III. Résultats de l'isolement sur œufs embryonnés.....	58
III.1. Lésions embryonnaires.....	58
III.2.Recherche d'une activité hémagglutinante.....	58
III.3.Neutralisation de l'hémagglutination.....	59
▪ Discussion.....	61
▪ CONCLUSION.....	65
▪ RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	66
▪ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
▪ ANNEXES	
▪ RESUME	

INTRODUCTION



La maladie de Newcastle (MN) est une maladie virale, très contagieuse chez la volaille. Elle figure parmi les maladies à déclaration obligatoire de l'OIE. Bien que des mesures de lutte soient appliquées depuis plus de 50 ans, elle est toujours considérée comme étant l'une des pathologies les plus répandues dans le monde (Servan De Almeida *et al.*, 2009 ; Kiril *et al.*, 2017)

L'aviculture en Algérie revêt un rôle prépondérant depuis les années 80 car elle constitue une source non négligeable de protéines animales à moindre prix. Malheureusement, la maîtrise de cette discipline reste encore insuffisante surtout au niveau du volet pathologique dans lequel la MN parmi d'autres pathologies constitue un obstacle patent freinant son épanouissement.

En effet ; la MN décime à chaque épidémie des exploitations entières engendrant de grandes pertes économiques ; d'où l'importance de poser le bon diagnostic clinique et complémentaire pour aboutir au meilleur plan prophylactique.

Afin de pouvoir mieux surveiller cette pathologie, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'évaluer les différentes méthodes de diagnostic sérologique et virologique utilisées dans nos laboratoires de diagnostic, et également mettre l'accent sur l'immunité que procure la vaccination actuellement utilisée pour les différents types de productions, et enfin, rassembler toutes ces données pour avoir une idée sur l'épidémiologie de la maladie de la Newcastle en Algérie.

C'est dans cette optique que nous avons réparti notre étude en deux parties distinctes :

➤ Dans la première partie :

- Nous avons évalué le statut immunitaire des volailles du cheptel étudié par rapport à cette maladie.
- Et nous avons comparé l'efficacité des deux techniques utilisées dans le cadre du contrôle vaccinal, à savoir la technique ELISA et le HI test.

➤ Dans la deuxième partie :

- Nous avons décrit les différentes étapes suivies par le laboratoire afin de diagnostiquer la maladie de NC.
- Puis une petite étude épidémiologique de la maladie dans la région du zoning du Laboratoire Vétérinaire Régional de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou) durant l'année 2018 a été initiée.

Notre étude comporte deux parties :

- L'une bibliographique, ou sont développés des rappels concernant la maladie de Newcastle.
- L'autre expérimentale, ou sont développés les objectifs fixés, le matériel et les méthodes utilisées, les résultats obtenus et leur discussion.

Partie bibliographique



I. Définition de la maladie de Newcastle :

La maladie de Newcastle (MN), nommée également peste aviaire atypique, pseudo-peste aviaire, maladie de Ranikhet ou encore pneumo-encéphalite, a été souvent confondue avec la peste aviaire, mais c'est l'appellation de maladie de Newcastle qui a fini par être adoptée mondialement (Kaci, 2001). Les premières épizooties de la maladie sévissant chez les volailles, connue en tant que ND, sont apparues en 1926 à Java, en Indonésie (Kraneveld, 1926) et à Newcastle en Angleterre (Doyle, 1927).

La MN est une maladie infectieuse, virulente, inoculable, très contagieuse, due à un paramyxovirus aviaire de type 1 (APMV-1) qui regroupe de nombreuses souches plus ou moins pathogènes. Elle est caractérisée par une grande variabilité de morbidité, mortalité, signes cliniques et lésions. Elle atteint principalement les poulets et les dindes, ainsi que de nombreux oiseaux sauvages et domestiques (Meulemans *et al.*, 2015).

II. Importance :

II.1. Importance géographique :

La ND, constatée dans le monde entier, est actuellement maîtrisée au Canada, aux États-Unis et dans certains pays d'Europe occidentale. Elle persiste dans différentes régions d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud. Toutefois, étant donné que les oiseaux sauvages peuvent parfois être porteurs du virus sans contracter la maladie, des foyers peuvent apparaître partout où existent des élevages de volailles (OIE, 2011).

II.2. Importance médicale :

Son importance médicale réside dans la morbidité et la mortalité élevée qu'elle peut causer dans les élevages avicoles touchés par les souches les plus virulentes (souches vélogènes), sa rapidité de propagation et sa forte contagiosité génératrice d'épizooties meurtrières en territoire vierge (ANSES, 2013). Cette maladie figure dans la liste des maladies notifiables de l'OIE.

II.3. Importance économique :

L'impact économique de la MN est énorme et ne doit pas uniquement être mesuré en termes de pertes commerciales directes (mortalités). Dans les pays développés indemnes de la maladie, les mesures de contrôle, telles que la vaccination et les tests répétés afin de maintenir leur statut indemne, représentent une perte énorme pour l'industrie avicole. Dans les pays en voie de développement où les



œufs et la viande de volaille constituent la principale source de protéines, le NDV, de par sa circulation endémique, représente un frein au développement de la production avicole (Meulemans *et al.*, 2015). Elle conduit également à une baisse de production, une diminution du taux de ponte, ainsi qu'une mauvaise qualité d'œufs, qui ont alors un faible taux de fertilité et d'éclosabilité (Kaci, 2015).

II.4. Importance sanitaire :

En termes de santé publique, parallèlement à sa contribution à la malnutrition, la MN est considérée comme une anthroponose mineure (Meulemans *et al.*, 2015).

La première communication décrivant le NDV comme un pathogène humain fut celle de Burnet publiée en 1943. Les symptômes les plus fréquemment rapportés chez l'homme sont les infections oculaires. Celles-ci consistent généralement en une rougeur unilatérale ou bilatérale, un larmoiement excessif, un œdème des paupières, une conjonctivite et une hémorragie sous-conjonctivale (Chang, 1981). Bien que l'atteinte oculaire soit assez sévère, les infections sont généralement passagères et leur durée n'excède pas un jour ou deux. La cornée n'est pas touchée. Les communications décrivant d'autres symptômes chez l'homme infecté par le NDV sont moins bien documentées. Cependant, une infection plus généralisée, provoquant des frissons, des céphalées et de la fièvre, avec ou sans conjonctivite, a parfois été rapportée (Chang, 1981). Les infections humaines par le NDV ont généralement résulté d'un contact direct avec le virus ou avec des oiseaux infectés ou avec des carcasses d'oiseaux morts de la maladie. La transmission entre humains n'a pas été rapportée. Les catégories de personnes connues pour avoir été infectées par le NDV comprennent les employés de laboratoires (il s'agit généralement de la conséquence d'éclaboussures accidentelles de matériel infectieux dans l'œil), les vétérinaires travaillant dans les laboratoires d'analyse (vraisemblablement le résultat de contact avec du matériel infectieux lors d'examen *post mortem*), les ouvriers des exploitations avicoles, ainsi que les équipes de vaccination, surtout lorsque les vaccins vivants sont administrés sous forme d'aérosols ou de poussière fine. Chez les personnes ayant des liens reconnus avec la volaille, une quantité significativement supérieure des titres d'anticorps anti-NDV a été rapportée par Pedersen *et al.* (1990).



III. Agent pathogène :

III.1. Classification du virus :

L'agent causal de la MN est le paramyxovirus aviaire de sérotype 1 (APMV-1) ou virus de la maladie de Newcastle (Newcastle Disease Virus =NDV), appartenant à l'ordre des Mononegavirales, à la famille *Paramyxoviridae*, à la sous-famille *Paramyxovirinae*, genre *Avulavirus*.

Neuf sérotypes d'APMV sont identifiés (APMV-1 à APMV-9). Ces différents sérotypes présentent des réactions croisées entre eux, en particulier l'AMPV-1 et l'AMPV-3 (Alexander, 1988).

Ce virus présente de grandes diversités génétiques, ces dernières étant associées à l'origine spatio-temporelle ainsi qu'à l'espèce hôte des différentes souches. Ainsi, le séquençage du gène de la protéine de fusion F a permis d'identifier au moins six lignées distinctes de NDV (lignées 1 à 6) (Aldous *et al.*, 2003), tandis que l'analyse génétique complète du génome a révélé l'existence de deux divisions majeures, à savoir les classes I et II, la seconde classe pouvant être subdivisée en huit génotypes (génotypes I à VIII) (Tableau 1) (Czegledi *et al.*, 2006). Bien que toutes les souches de NDV appartiennent au même sérotype (APMV-1), ces variations génétiques pourraient avoir un impact sur l'antigénicité et donc sur l'efficacité des campagnes de vaccination (Miller *et al.*, 2007).

Tableau 1 : Relation phylogénétique entre les propriétés moléculaires du NDV et les paramètres pathologiques et écologiques (Czegledi *et al.*, 2006)

Classe	Génotype	Isolement	Réservoir majeur	Pathotype	Pathogénicité
I			Oiseaux aquatiques	Asymptomatique	Apathogène
II	I		Oiseaux aquatiques	Asymptomatique	Apathogène
	II	Amérique du Nord	Gallinacés domestiques	Neurotrope	Lentogène, mésogène, vélogène
	III	Asie	Gallinacés domestiques	Viscérotrope	Mésogène, vélogène
	IV	Europe	Gallinacés domestiques	Viscérotrope	Vélogène
	V	Amérique du Sud	Gallinacés domestiques, cormorans	Viscérotrope	Vélogène
	VI	Asie et Moyen-Orient	Gallinacés domestiques, pigeons	Viscérotrope	Vélogène
	VII	Extrême-Orient	Gallinacés domestiques, oies	Viscérotrope	Vélogène
	VIII	Afrique	Gallinacés domestiques	Viscérotrope	Vélogène



III.2. Structure et organisation du virus :

L'APMV-1 est un virus enveloppé, de forme sphérique, parfois pléomorphe, dont le diamètre est compris entre 100 et 500 nm (Yusoff et Tan, 2001). Le génome des APMV-1, comme celui des autres Mononegavirales, est formé d'un ssARN (Lamb et Kolakofsky, 1996). L'ARN génomique ou ARNv des APMV-1 contient six gènes structuraux organisés de la façon suivante, de 3' en 5' : nucléoprotéine (N), phosphoprotéine (P), protéine de matrice (M), protéine de fusion (F), protéine hémagglutinine-neuraminidase (HN) et protéine large (L) (Chambers *et al.*, 1986) comme le décrit la figure 1.

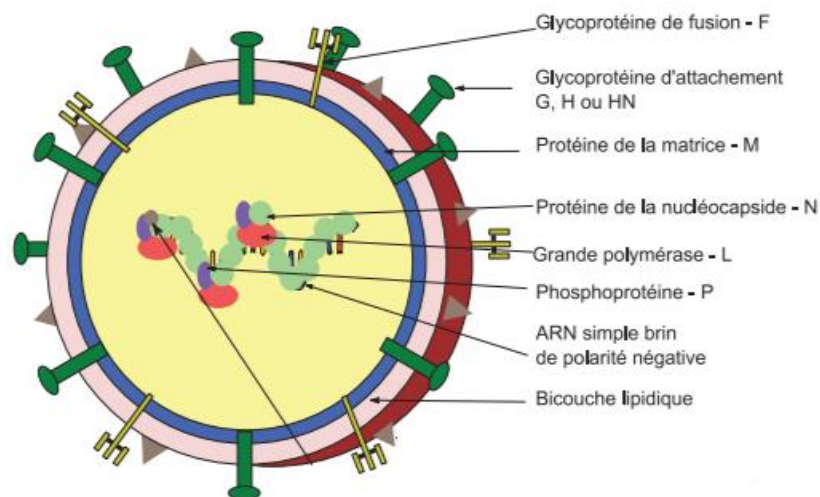


Figure 1: Représentation schématique d'un virion de paramyxovirus (Le Bayon, 2013)

La protéine N protège le génome viral contre les activités nucléasiques présentes dans les cellules de l'hôte (Kho *et al.*, 2001). Le complexe extrêmement stable formé par plusieurs monomères de N et de l'ARNv (ARN viral) constitue la nucléocapside (Iseni *et al.*, 1998). Cette dernière est associée à la phosphoprotéine (P) et la protéine large (L) pour former le complexe ribonucléoprotéique ou RNP qui est la plus petite structure virale à propriété auto-répliquative dans la cellule (Yusoff et Tan, 2001).

L'enveloppe virale ou peplos est une bicouche lipidique provenant de la membrane cytoplasmique de la cellule hôte acquise lors du bourgeonnement viral. Dans la bicouche lipidique sont ancrées deux glycoprotéines : l'hémagglutinine-neuraminidase (HN), qui constitue le déterminant antigénique majeur du virus (Panda *et al.*, 2004), et la protéine de fusion (F). HN possède à la fois l'activité



hémagglutinante (HA) et neuraminidasique (NA) (Kawano *et al.*, 1990 ; Scheidet Choppin, 1974) et assure l'attachement du virus au récepteur des cellules cibles. La protéine de fusion (F) assure la fusion de l'enveloppe virale, indépendamment du pH, avec la membrane cellulaire lors de la pénétration du virus dans la cellule cible (Romer-Oberdorfer *et al.*, 1999 ; Hernandez *et al.*, 1996 ; Seth *et al.*, 2007). Ces deux protéines (F et HN) jouent un rôle déterminant dans le tropisme cellulaire, le pouvoir infectieux et l'induction d'anticorps neutralisants protecteurs. Le pouvoir hémagglutinant des virus NDV est utilisé pour la détection du virus dans un échantillon. En effet, des tests d'hémagglutination et d'inhibition d'hémagglutination sont utilisés pour rechercher la présence de NDV (Nwankwo *et al.*, 2012). Juste en-dessous de la bicouche lipidique se trouve la couche interne de l'enveloppe qui est formée par la protéine de matrice (M). Cette dernière joue un rôle important dans l'assemblage et le bourgeonnement du virus (Lamb et Parks, 2007).

III.3. Cycle viral :

La réplication de l'APMV-1 a lieu entièrement dans le cytoplasme cellulaire (Lamb et Kolakofsky, 2001). Comme tous les paramyxovirus, les *Avulavirus* se propagent selon les étapes suivantes (Figure 2) :

- La glycoprotéine HN initie l'attachement des virions aux récepteurs cellulaires de la membrane plasmique de la cellule cible.
- L'injection de l'ARN viral se fait après fusion de la membrane cellulaire et de l'enveloppe virale, grâce à la glycoprotéine F des spicules. Cette protéine F doit être divisée en deux sous-unités, V et W, pour être active.
- L'ARN parental est ensuite répliqué et sert à assembler de nouvelles particules virales.
- Ces nouvelles particules quittent la cellule par bourgeonnement de la membrane cytoplasmique.

La totalité du cycle du PMV1 peut ne prendre que 12 heures (Scheid et Choppin, 1974 ; Yusoff et Tan, 2001 ; Guérin *et al.* 2016).

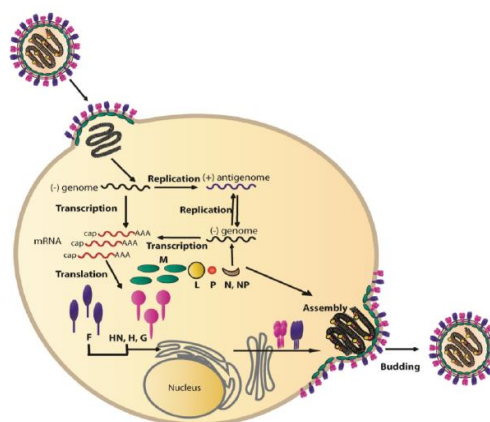


Figure 2 : Cycle de réplication du paramyxovirus (Farah El Najjar *et al.*, 2014).

IV. Pathogénie :

Lors d'une exposition naturelle, la période d'incubation du NDV varie de 2 à 15 jours. Les anticorps apparaissent dès la première semaine de l'infection (Capua *et al.*, 1993 ; Chen *et al.*, 2002 ; Roy *et al.*, 2005).

La pénétration du NDV entre volailles a lieu par voie oro-nasale. La multiplication locale se fait dans les cellules de la porte d'entrée du virus, par exemple les voies respiratoire. Il s'en suit une virémie et une multiplication du virus dans les tissus lymphoïdes avec une apparition de lésions au niveau des parois vasculaires. Le virus se localise par la suite et se multiplie dans un ou plusieurs tissus selon le tropisme de la souche (tube digestif, appareil respiratoire, système nerveux) (Guérin *et al.*, 2016).

- Pathotypes :

Beard et Hanson (1984) ont identifié cinq pathotypes viraux, en se basant sur l'incidence et la sévérité des manifestations cliniques :

1. Les souches vélogènes viscérotropes causent une mortalité élevée (jusqu'à 100%) associée à des lésions intestinales caractéristiques.
2. Les souches vélogènes neurotropes provoquent également une très haute mortalité (jusqu'à 100%) associée à des troubles respiratoires et nerveux.
3. Les souches mésogènes sont responsables de troubles respiratoires et nerveux associés à un faible taux de mortalité chez les adultes et une mortalité élevée chez les jeunes (jusqu'à 50%).



4. Les souches lentogènes ne provoquent ni symptômes ni lésions apparents ou alors atténués (peuvent provoquer des troubles respiratoires uniquement), sans mortalité ni chez les jeunes ni chez les adultes (souches vaccinales Hitchner B1 et La Sota).
5. Les souches avirulentes ne causent aucun signe clinique. Ces virus sont uniquement mis en évidence par isolement à partir des matières fécales et sont souvent isolés de canards sauvages.

Cette classification en pathotypes n'est pas toujours clairement établie, des variations considérables des signes cliniques pouvant être observées pour des représentants de chaque groupe. De plus, des virus responsables de certaines épizooties ne peuvent être classés clairement dans aucun des pathotypes.

- Disparition :

Le virus disparaît peu à peu du sang et des organes des oiseaux infectés en quelques semaines (Guérin *et al.*, 2016).

V. Immunité

V.1. Immunité non spécifique :

La réponse immunitaire innée comprend des facteurs qui existent avant l'avènement de l'infection, et sont capables de fournir une réponse rapide contre le virus ou de l'éliminer avant le développement de la maladie. Elle comprend les barrières physiques et chimiques, les cellules phagocytaires, le complément et les médiateurs de l'inflammation. Cette réaction aide à développer une protection spécifique aux agents pathogènes (Ahmed *et al.*, 2007 ; Sick *et al.*, 1998 ; Sick *et al.*, 2000).

V.2. Immunité spécifique :

V.2.1. Immunité active :

- Immunité à médiation cellulaire :

L'immunité à médiation cellulaire (CMI) est une immunité adaptative spécifique médiée par les lymphocytes T ; elle a été suggérée comme un facteur important pour le développement de la protection chez les poulets vaccinés contre la NDV et contribue à la clairance virale (Cannon et Russell, 1986 ; Ghumman *et al.*, 1976 ; Marino et Hanson, 1987 ; Merz *et al.*, 1981 ; Perey *et al.*, 1975 ; Sharma, 1999).

Les sous-ensembles des lymphocytes T, y compris les lymphocytes T auxiliaires T CD4⁺ sécrétant des cytokines et les lymphocytes T cytotoxiques CD8⁺ (CTL), constituent les principales cellules de la réponse CMI.



Une stimulation à médiation cellulaire suite à une infection par le NDV est détectée 2 à 3 jours après l'infection (Ghumman *et al.*, 1976).

- Immunité humorale :

Elle est due à la production d'anticorps protecteurs par les lymphocytes B mesurés *in vitro* par séro-neutralisation (ELISA) du virus ou par Inhibition de l'Hémagglutination (HI test), observée après l'apparition de l'infection.

Les anticorps sont dépistés dans le sérum 6 à 10 jours après l'infection ; la réponse maximale est de 3 à 4 semaines ; les anticorps peuvent être dépistés durant un an lors d'infection par des souches mésogènes (Cannon et Russell, 1986 ; Ghumman *et al.*, 1976 ; Marino et Hanson, 1987 ; Merz *et al.*, 1981 ; Perey *et al.*, 1975 ; Sharma, 1999).

V.2.2. Immunité passive :

Les anticorps maternels transmis aux embryons par le jaune d'œuf peuvent être protecteurs en fonction de la quantité d'anticorps transférés, de la dose et de la virulence du virus d'épreuve. S'ils sont présents au moment de la vaccination avec un vaccin vivant, les anticorps maternels peuvent neutraliser le vaccin vivant et entraîner des échecs vaccinaux (Umino *et al.*, 1987). Les niveaux d'anticorps chez les poussins d'un jour sont directement liés aux titres chez le parent. En moyenne, la quantité d'anticorps anti-HI diminue de moitié tous les 4 à 5 jours, selon la race. Chez les poulets de chair, les anticorps maternels sont détectables jusqu'à l'âge de 7 à 10 jours (Umino *et al.*, 1987).

VI. Épidémiologie :

VI.1. Schéma épidémiologique :

L'utilisation répandue à travers le monde de vaccins de NDV chez les volailles commercialisées rend difficile l'évaluation de la véritable distribution géographique de la ND.

Il est généralement admis que le NDV virulent est enzootique (évoluant en fonction de la virulence des souches, de leur tropisme d'espèce et de tissus, ainsi que des statuts immunitaires naturels ou vaccinaux de l'avifaune sauvage ou domestique) ou est la cause d'épizooties régulières de la volaille dans la majeure partie de l'Afrique, de l'Asie, de l'Amérique centrale et dans certaines régions d'Amérique du Sud. Dans des régions plus développées, telles que l'Ouest de l'Europe, des épizooties sporadiques surgissent de façon régulière, malgré l'usage répandu de la vaccination (Figure



3). L'OIE (2007) répertorie seulement cinq pays dans lesquels la maladie n'est jamais survenue : Guyane française, Guyane, Nouvelle Calédonie, Samoa et Vanuatu (Capua et Alexander, 2013).

L'Algérie a connu 3 épizooties : en 1997, 2002 et 2014 (OIE, 2018).

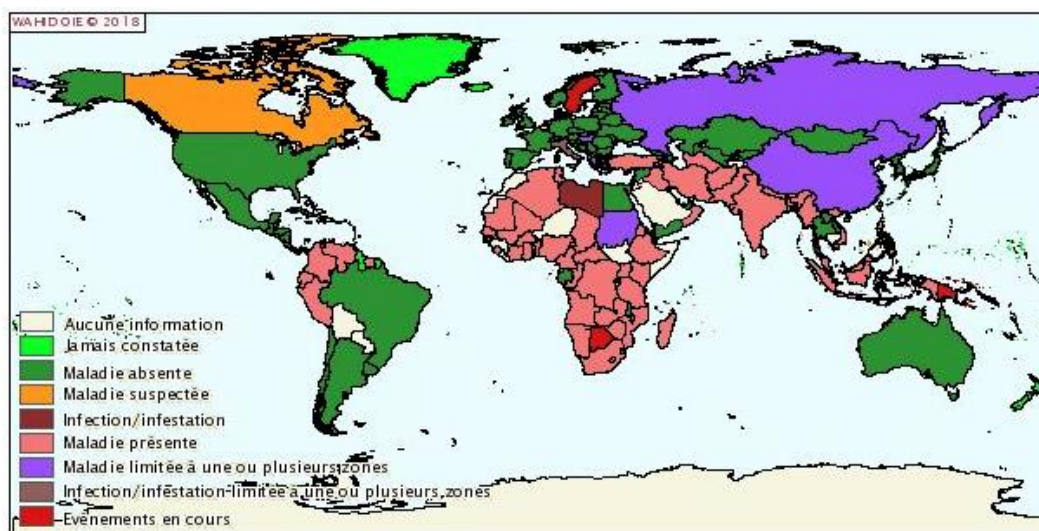


Figure 3 : Carte représentant la distribution mondiale de la NDV durant l'année 2014 (OIE, 2018)

VI.2. Espèces atteintes :

En 1998, Kaleta et Baldauf ont conclu qu'outre les espèces aviaires domestiques, l'infection naturelle ou expérimentale par le NDV avait été démontrée chez au moins 241 espèces appartenant à 27 des 50 ordres d'oiseaux. Il est fort probable que toutes les espèces d'oiseaux soient sensibles à l'infection (Capua et Alexander, 2013).

■ Oiseaux de basse-cour :

Les souches virulentes de NDV ont été isolées à partir de tous les types de volailles commerciales, allant des pigeons aux autruches. Les volailles issues de l'agriculture marginale peuvent également jouer un rôle dans l'épidémiologie de la ND. Par exemple, les coqs de combat furent impliqués, en plusieurs occasions, dans les épizooties de ND aux États-Unis. La présence répandue de ND chez les coqs de combat, ainsi que la mobilité et la valeur de tels oiseaux, ont non seulement posé des problèmes considérables de contrôle, mais ont également entraîné la contamination de 21 fermes commerciales d'œufs de consommation ainsi que l'abattage de 3 millions d'oiseaux (Kinde et al., 2003). Les facteurs de risque les plus élevés pour les volailles commerciales infectées sont les employés de fermes et la proximité d'oiseaux de basse-cour infectés.



- Oiseaux sauvages :

Les isolats de NDV ont souvent été obtenus à partir d'oiseaux sauvages, en particulier des oiseaux d'eau migrateurs sauvages et d'autres oiseaux aquatiques. La plupart de ces isolats étaient de faible virulence pour les poulets et partageaient les caractéristiques des virus lentogènes à tropisme intestinal. Des virus virulents ont parfois été détectés chez les oiseaux sauvages, mais il s'agissait d'oiseaux retrouvés morts à proximité de volailles infectées. Les épizooties les plus importantes de NDV chez les oiseaux sauvages ont été rapportées en Amérique du Nord chez les cormorans à double crête (*Phalacro coraxauritus*) et au Canada dans les années 1990 (Wobeser *et al.*, 1993). La maladie réapparut en 1992 chez les cormorans dans le Nord du Midwest des États-Unis, où elle se répandit aux dindes domestiques (Mixson et Pearson, 1992). La maladie fut de nouveau observée chez les cormorans à double crête, en 1995 au Canada et en 1997 en Californie. Dans les deux cas, le NDV fut isolé à partir d'oiseaux morts (Kuiken, 1998). Les analyses antigéniques et génétiques des virus isolés à partir des cormorans ont suggéré que ces virus étaient très étroitement liés, malgré l'éloignement géographique des hôtes. Puisque ces épizooties touchaient des oiseaux qui suivaient des voies migratoires différentes, il est fort probable que l'infection ait eu lieu sur un site d'hivernation commun, situé dans le sud des États-Unis ou en Amérique centrale.

Il est intéressant de noter que les oiseaux sauvages ont été impliqués dans l'introduction de NDV virulent chez la volaille lors de nombreuses épizooties ayant eu lieu durant ces dernières années. Par exemple, en 2005, la réémergence chez les faisans d'un virus génétiquement très proche, en Grande-Bretagne et en France, ainsi que la présence d'un lac à proximité immédiate de l'élevage français (Loire-Atlantique), ont donné naissance aux spéculations selon lesquelles ce virus pourrait s'être installé en Europe chez certaines espèces d'oiseaux sauvages (Aldous *et al.*, 2007).

- Oiseaux de volière et de compagnie :

Les isolats de NDV virulent ont souvent été obtenus à partir d'oiseaux de volière (Senne *et al.*, 1983). Panigrahy *et al* (1993) ont décrit des épizooties sévères de ND survenues chez des oiseaux de compagnie, en 1991, dans six états des États-Unis. Les introductions de virus avaient été attribuées aux importations illégales. Dans le cas des psittacidés, la preuve que les oiseaux infectés excrètent le NDV virulent par intermittence, pendant des périodes extrêmement longues et parfois plus d'un an, a été une avancée importante (Erickson *et al.*, 1977), mettant ainsi l'accent sur le rôle que ces oiseaux pourraient avoir dans l'introduction du NDV dans un pays ou dans une région.



- Pigeons voyageurs et pigeons d'ornement :

À la fin des années 1970, une souche de NDV est apparue chez les pigeons. Elle présentait certaines différences antigéniques par rapport aux souches classiques. Cette souche, dite PPMV-1, apparut probablement au Moyen-Orient. En Europe, elle fut signalée pour la première la fois en Italie en 1981 (Biancifiori et Fioroni, 1983). Elle engendra par la suite une véritable panzootie, se répandant à travers le monde entier, chez les pigeons voyageurs ainsi que les pigeons d'ornement (Aldous *et al.*, 2004). La maladie est reconnue chez les pigeons depuis plus de 25 ans, mais semble encore demeurer enzootique chez les pigeons voyageurs de nombreux pays, tout en se propageant couramment aux pigeons sauvages et aux colombes et menaçant constamment la volaille

VI.3. Résistance :

Le virus est très résistant et persiste longtemps dans les locaux d'élevage, sur le matériel et les œufs contaminés, d'où l'énorme danger potentiel des importations non contrôlées (8 mois sur la coquille des œufs, 5-6 mois sur les carcasses réfrigérées, 2-3 mois dans les litières, 1 mois dans le milieu extérieur, plus de 2 ans dans les carcasses congelées). En effet, bien qu'il s'agisse d'un virus enveloppé, le NDV est relativement stable à l'extérieur de l'hôte et peut survivre plusieurs jours, voire des mois, en présence de matières organiques, selon la température et l'humidité environnante. En revanche, le PMV1 est sensible à tous les désinfectants usuels (en fumigation, trempage et pulvérisation). Le chauffage en vient aussi facilement à bout, en 15 minutes à 60°C (Guérin *et al.*, 2016).

VI.4. Transmission :

Les oiseaux malades sont contagieux par tous leurs tissus ou organes, excréments et sécrétions. Les virus sont déjà excrétés 24 à 48 heures avant les premières manifestations de la maladie et jusqu'à 2 mois après guérison. Les porteurs sains potentiels sont innombrables. Un test IHA négatif n'exclut pas l'excrétion virale chez des sujets naturellement peu sensibles (palmipèdes). Certains mammifères, tels que les rongeurs, le chat, le chien et l'homme, peuvent héberger le virus et l'excréter pendant quelques jours en plus de leur rôle de vecteur passif.



- Transmission horizontale :

L'infection peut se faire par inhalation du virus, par ingestion (Alexander, 1988) ou par contact avec les muqueuses, en particulier la conjonctive. La transmission d'un oiseau à l'autre dépend donc de la disponibilité du virus sous forme infectieuse chez l'oiseau infecté. L'excrétion de virus dépend des organes dans lesquels celui-ci se multiplie : les oiseaux présentant une affection respiratoire dispersent les virus dans des aérosols de mucus.

Les virus se limitant principalement à une multiplication intestinale peuvent être transmis par ingestion de matières fécales contaminées, soit directement, soit par de la nourriture ou de l'eau contaminée. Ils peuvent également être transmis par le biais de petites particules contaminantes produites à partir des matières fécales sèches ; ces particules peuvent être inhalées et affecter les muqueuses.

Le mode de transmission du virus dépend de nombreux facteurs environnementaux. Au sein d'une communauté d'oiseaux maintenus à une forte densité telle que dans un élevage intensif, les virus transmis par voie respiratoire peuvent se répandre à une vitesse alarmante. Les virus excrétés dans les matières fécales peuvent se répandre extrêmement lentement, surtout si les oiseaux ne sont pas en contact direct les uns avec les autres, par exemple chez les poules pondeuses en cage.

- Transmission verticale :

L'importance de la transmission verticale des NDV n'est pas claire, notamment celle des virus virulents provoquant généralement l'arrêt de la ponte chez les oiseaux sensibles à la maladie. Certaines sources rapportent avoir isolé un virus vaccinal à partir d'œufs pondus par des oiseaux infectés (Pospisil *et al.*, 1991). Capua *et al.* (1993) furent en mesure d'isoler du NDV virulent à partir de frottis cloacaux prélevés sur des oiseaux présentant des titres élevés d'anticorps anti-NDV, ainsi que sur les œufs pondus par ces oiseaux et sur leurs progénitures (Capua et Alexander, 2013).

La contamination de l'œuf à couver tue l'embryon et n'aboutit pas à une éclosion de l'œuf. En revanche, les virus présents sur la coquille contaminent les poussins dès l'éclosion (contamination pseudo-verticale) (Guérin *et al.*, 2016).

VI.5. Propagation :

L'introduction initiale chez les populations de volaille domestiques pourrait survenir par contact direct ou indirect avec les oiseaux sauvages qui constituent un des réservoirs de faible virulence de la NDV (Alexander, 2001 ; Westbury, 2001). Du NDV virulent a également été généré



par voie expérimentale à partir de virus de faible virulence après passage chez le poulet (Shengqing *et al.*, 2002).

Après introduction dans un élevage avicole, la propagation secondaire se ferait selon différents modes, tels que le déplacement des oiseaux vivants, le contact avec d'autres animaux, la circulation des personnes et des équipements. Ce mode de transmission explique pourquoi un épisode de MN peut rapidement évoluer en épidémie (Meulemans *et al.*, 2015). La propagation peut également se faire par la circulation des produits avicoles, la propagation dans l'air, la contamination des aliments pour volailles, la contamination de l'eau. Un phénomène de plus grande importance serait l'excrétion démontrée de virus virulent par les oiseaux vaccinés et cliniquement normaux, suite à un stress (Alexander *et al.*, 1999 ; Guittet *et al.*, 1993 ; Parede et Young, 1990).

VII. Étude clinique :

Lors de l'investigation des foyers suspects, il est essentiel de recueillir le détail des antécédents cliniques et des observations effectuées sur le terrain. Les informations doivent inclure l'apparition et le type des signes cliniques, la mortalité et la morbidité, l'âge et l'espèce des oiseaux, ainsi que les procédures de gestion comprenant l'historique de la vaccination (Capua et Alexander, 2013).

VII.1. Symptômes :

Les signes cliniques dépendent de la pathogénie. Celle-ci résulte d'une interaction complexe entre de nombreux facteurs déterminés, d'une part, par les caractéristiques biologiques, biochimiques et génétiques de la souche virale infectante, et, d'autre part, par l'espèce infectée, l'âge et l'état de productivité ou de santé de l'hôte, notamment lorsqu'il y a co-infection avec d'autres virus, bactéries ou parasites (Meulemans, 2015).

Les manifestations cliniques de cette maladie sont très variables et aucun signe ni lésion ne peut être considéré comme étant pathognomonique (McFerran et McCracken, 1988). Les principales preuves concernant les aspects cliniques de l'infection par les APMV-1 ont été obtenues chez les volailles et notamment les poulets.

Par ailleurs, la vaccination contre l'infection causée par le virus de la MN est menée à l'échelle mondiale. Les signes cliniques peuvent donc varier selon le degré d'immunité envers le virus, laquelle peut être acquise passivement par l'intermédiaire des anticorps maternels ou induite activement par le biais de la vaccination.



VII.1.1. Formes cliniques chez les poulets :

On peut distinguer classiquement 4 formes cliniques qui peuvent coexister (Guérin *et al.*, 2016) :

1. Formes suraiguës : Atteinte générale grave, mortalité brutale survenant en 1 à 2 jours sur plus de 90% des effectifs.
2. Formes aiguës : La MN vélogène est une affection aiguë, atteignant les oiseaux de tous âges et de toutes catégories (Capua et Alexander, 2013).

Tout d'abord apparaissent des signes généraux : abattement, plumage ébouriffé, avec souvent œdème, cyanose ou hémorragie des caroncules, crêtes et barbillons. Puis surviennent, de façon associée ou non, des signes digestifs (diarrhée verdâtre à hémorragique), respiratoires (catarrhe oculonasal, trachéique et bronchique, entraînant une dyspnée importante) et nerveux (convulsions, ataxie, paralysie d'un ou plusieurs membres). Au bout de quelques jours, la maladie évolue vers la mort ou une longue convalescence, associée à des séquelles nerveuses (paralysies, torticolis) et des chutes importantes de ponte sur les femelles en production. Les œufs sont souvent malformés, avec des coquilles minces et un albumen aqueux.

Pour ces deux formes vélogènes, les taux de mortalité des oiseaux pleinement sensibles atteignent 90-100%. Certains virus vélogènes provoquent une maladie moins grave chez les dindes que chez les poulets (Capua et Alexander, 2013).

La plupart des virus dits mésogènes ne sont pas d'origine sauvage. Il s'agit plutôt de virus vélogènes ayant été atténué par diverses techniques de laboratoire. Il existe des preuves démontrant que ces virus peuvent réintégrer le phénotype virulent après un passage sur poulets. Les manifestations cliniques d'une infection par des virus mésogènes dépendent beaucoup de l'âge des animaux infectés. Chez les jeunes oiseaux, la morbidité au sein d'un troupeau peut atteindre 100%, alors que chez les poulets adultes en bonne santé, elle se situe entre 5% et, exceptionnellement, 50%. Les principaux signes cliniques de l'infection par un virus mésogène sont une baisse de la production d'œufs, des œufs de mauvaise qualité (sans coquille ou à coquille décolorée), ainsi qu'une diminution de la consommation de nourriture (Capua et Alexander, 2013).

3. Formes subaiguës et chroniques : Elles correspondent à l'étalement dans le temps des formes aiguës, avec le plus souvent exacerbation des signes respiratoires. Il existe également des complications (mycoplasmoses, colibacillose, pasteurellose). On observe une chute de ponte chez les pondeuses. Plus rarement, apparaissent diarrhée et paralysie.
4. Formes inapparentes : L'existence de formes asymptomatiques, inapparentes, est certainement bien plus fréquente que l'on pourrait le supposer.



Le tableau 2 nous donne un aperçu général des symptômes prédominants visibles lors d'atteinte des 4 formes de Newcastle :

Tableau 2 : Pathologie observée chez la volaille lors d'une infection par le Newcastle Disease Virus (Version modifiée des travaux de Beard et Hanson, 1984) (Capua et Alexander, 2013)

Symptômes dominants	Pathogénicité				
	Vélogène		Mésogène	Lentogène	Asymptomatique Entérotrope
	Viscérotrope	Neurotrope			
Diarrhée	+++	-	-	-	-
Détresse respiratoire	-	+++	++	(+)	-
Syndromes CNS	(++)	+++	(++)	-	-
Chute de ponte	+++	+++	++	(+)	-
Morbidité	+++	+++	++	(+)	-
Mortalité	+++	++	++	(+)	-

Sévérité des symptômes observés : +++ : fort ; ++ : intermédiaire ; + : léger ; - absent ; les signes observés uniquement chez les jeunes animaux sont indiqués entre parenthèses. CNS : système nerveux central

VII.2. Lésions macroscopiques :

De même que pour les signes cliniques, les lésions macroscopiques et les organes atteints des oiseaux infectés par le virus MN dépendent du pathotype du virus en cause, de l'hôte et de tous autres facteurs déterminant la gravité de la maladie. Aucune lésion pathognomonique n'est associée à une variante particulière de la maladie. Les lésions macroscopiques peuvent également être inexistantes. Suite à une atteinte par le virus MN virulent, les cadavres d'oiseaux sont généralement d'aspect fiévreux et déshydraté. Dans les formes aiguës de l'infection causée par ces virus, des hémorragies diffuses peuvent être les seules lésions manifestes. Les lésions hémorragiques (pétéchies et petites ecchymoses) associées à une infection par du virus MN virulent se situent souvent sur l'intestin, majoritairement au niveau de la muqueuse du proventricule, du cæcum et de l'intestin. Des foyers nécrotiques sont parfois observés sur le pancréas. La rate, les plaques de Peyer, les amygdales cæcales et d'autres formations lymphoïdes, situées principalement sur la paroi intestinale, sont considérablement atteintes, d'où le terme viscérotrope attribué à cette forme de MN. Ces zones deviennent progressivement œdémateuses, hémorragiques, nécrotiques et ulcéreuses. Chez les poulets morts de vvND (very virulent Newcastle Disease), les zones lymphoïdes peuvent parfois être



observées sans ouverture des intestins. Les ovaires peuvent devenir œdémateux, hémorragiques ou dégénérésents. Chez les pondeuses, on observe fréquemment une péritonite avec ponté abdominale causée par la vvND ; les poules convalescentes pondent généralement des œufs rugueux et malformés.

Les lésions macroscopiques ne sont généralement pas présentes dans le système nerveux central des oiseaux infectés par le virus, indépendamment du pathotype et de l'espèce.

Si la maladie se manifeste dans les voies respiratoires, les modifications macroscopiques consistent principalement en une hémorragie de la muqueuse et une congestion importante de la trachée et des poumons. L'aérosacculite peut être observée, même après infection par des souches de faible virulence, et favorise une infection bactérienne secondaire accompagnée d'un épaissement des sacs aériens et d'exsudats catarrhaux et caséux (Capua et Alexander, 2013).

VIII. Diagnostic :

VIII.1. Diagnostic clinique :

Les signes cliniques, les lésions et le contexte épidémiologique général permettent de suspecter la ND. Cependant, le diagnostic doit toujours être confirmé par isolement et analyses de laboratoire (Meulemans *et al.*, 2016).

VIII.2. Diagnostic expérimental :

Plusieurs techniques de diagnostic ont été mises en évidence pour la détection de NDV ; on distingue :

VIII.2.1. Techniques de diagnostic directes :

- **Histopathologie :**

Garside (1965) et Mayor (1968) pensent que l'histopathologie peut, par sa rapidité et sa précision relative, constituer un atout précieux pour le diagnostic expérimental et différentiel avec les différentes pathologies aviaires.

En effet, la ND provoque des lésions macroscopiques et microscopiques irréversibles qui touchent les organes cibles, entre autres :

- Inclusions intracytoplasmiques dans les cellules de l'épithélium trachéal.
- Lésions d'encéphalite avec dégénérescence et infiltration lymphocytaires.
- Pancréatite interstitielle.
- Thrombose des petits vaisseaux, nécrose des cellules endothéliales des vaisseaux.



- Hyperplasie des cellules réticulo-histiocytaires.
- Lésions dégénératives de la zone médullaire de la bourse de Fabricius.
- Atrésie des follicules ovariens.

- Isolement viral :

L'isolement du virus s'effectue pour déterminer une infection active selon le protocole établi par l'OIE et selon les normes européennes (OIE, 2008 ; UE). Il peut être réalisé sur œufs de poule embryonnés ou sur culture cellulaire.

L'isolement et l'identification du virus de la MN provenant d'échantillons d'écouvillonnages trachéaux ou cloacaux, de matières fécales et d'organes internes constituent la méthode standard de diagnostic par excellence. Pour isoler le virus, on doit prélever des échantillons sur plusieurs oiseaux et les envoyer au laboratoire, car il n'est pas rare que plusieurs échantillons ne produisent pas de virus.

À la fin de la période d'incubation, le liquide allantoïdien de tous les œufs est soumis à des épreuves de dépistage d'activité hémagglutinine. Tous les agents hémagglutinines doivent être soumis aux épreuves de détection d'une inhibition particulière avec un antisérum mono-spécifique préparé contre le virus de la MN (NDV). Les APVM-1 peuvent présenter certaines relations croisées du caractère antigène avec d'autres sérotypes du paramyxovirus aviaire, en particulier l'APMV-3 et l'APMV-7 (Meulemans *et al.*, 2016).

❖ Évaluation du pouvoir pathogène des virus isolés :

Le pouvoir pathogène de tout virus APMV-1 isolé doit nécessairement être évalué soit par un test *in vivo*, soit par un test *in vitro*. L'Union européenne a rendu le test *in vivo* de pathogénicité par voie intracérébrale (intracérébral pathogenicity index ou IPIC) obligatoire. Il consiste à inoculer par cette voie des poussins EOPS (Poulet Exempt d'Antigène Pathogène) âgés d'un jour et à les observer pendant 8 jours. Toute souche dont l'IPIC est supérieur à 0,7 est considérée comme pathogène (tableau 3). Le séquençage du site de clivage de la protéine F et la démonstration de la présence d'une séquence spécifique des souches mésogènes et vélogènes est une technique *in vitro* également reconnue par l'Union européenne pour démontrer le caractère pathogène ou non d'une souche virale (Meulemans *et al.*, 2016).



Tableau 3 : Subdivisions des groupes pathotypes selon les méthodes in vivo ou in vitro visant à caractériser les souches de paramyxovirus aviaire type1.

Méthodes	Pathogénicité		
	Vélogène	Mésogène	Lentogène
IPIC	>1,5	[1.5-0.7]	<0.7
IPIV	>2.5	<2,5	<2,5
MDT	<60h	[60h-90h]	>90h

IPIC : L'indice de pathogénicité intracérébrale est calculé après infection intracérébrale de poussins d'un jour ; un score (0 : normal ; 1 : malade ; 2 : mort) est attribué à chaque poussin quotidiennement durant huit jours.

IPIV : l'indice de pathogénicité intraveineuse est calculé de la même manière que l'IPIC mais chez des volailles infectées par voie intraveineuse à l'âge de six semaines.

MDT (Mean Death time) : Délai correspond à la durée moyenne, nécessaire pour obtenir la mort de tous les embryons des œufs inoculés.

- Cultures cellulaires :

Les souches de virus de la maladie de Newcastle peuvent se multiplier dans une large gamme de cultures cellulaires d'origine aviaire ou non aviaire. Les cultures cellulaires les plus largement utilisées incluent les hépatocytes d'embryons de poulet (HEP), les fibroblastes d'embryons de poulet (FEP), les cellules rénales de singe vervet d'Afrique (Véro) et les cellules de réticulum d'embryon de poulet (CER). La croissance virale entraîne généralement des altérations du tapis cellulaire. Ce phénomène est connu sous le nom d'effet cytopathique (ECP). Du fait de certaines propriétés du virus ND, la multiplication virale provoque une perturbation du tapis cellulaire par la formation de syncytiums. Il s'agit de grandes cellules plurinucléées résultant de la fusion de plusieurs cellules. Certaines souches de paramyxovirus de type 1 du pigeon (PP-MV-1) sont difficiles à isoler sur œufs de poule embryonnés, mais se développent bien sur HEP. Le titre viral obtenu sur culture cellulaire est généralement très bas. Il est donc nécessaire d'effectuer un passage des isolats sur œufs de poule embryonnés avant de caractériser le virus (Capua et Alexander, 2013).

- Diagnostic moléculaire :

Au cours de la dernière décennie, de nombreux protocoles ont été publiés concernant la détection par RT-PCR du paramyxovirus aviaire de type 1. Une revue technique décrivant les



protocoles conventionnels de RT-PCR en point final a été présentée par Aldous *et al.*(2001). Plus récemment, des protocoles de PCR en temps réel (rPCR) ont été publiés, utilisant des sondes hydrolytiques, Sybr Green ou des amorces LUX (Wise *et al.*, 2004 ; Pham *et al.*, 2005 ; Antal *et al.*, 2007).

VIII.2.2. Techniques de diagnostic indirectes :

Le diagnostic sérologique des infections à APMV-1 est effectué pour la recherche des anticorps spécifiques par le test d'inhibition de l'hémagglutination. Chez les volailles non vaccinées et indemnes d'infection, les titres sérologiques sont inférieurs à 1/8 lorsque la réaction est effectuée avec 4 unités virales hémagglutinantes. Des titres plus élevés signifient que les volailles ont été vaccinées ou infectées. Cependant, chez les psittacidés et les oiseaux de volière, la réponse sérologique à l'infection par les APMV-1 est extrêmement variable et l'absence d'anticorps n'indique pas nécessairement l'absence d'infection (Meulemans *et al.*, 2016).

VIII.3. Diagnostic différentiel :

Le diagnostic différentiel pour les signes nerveux (SNC) concerne l'encéphalomyélite aviaire (EA), la maladie de Marek, le choléra aviaire, les empoisonnements (métaux lourds), les intoxications, le botulisme et une carence en vitamine E et en sélénium.

Le diagnostic différentiel pour les signes respiratoires concerne la bronchite infectieuse (BI), la laryngotrachéite infectieuse (LTI), l'influenza aviaire (IA), le coryza, la mycoplasmosse, l'aspergillose, la rhinotrachéite du dindon, la psittacose et une forme diphtérique de la variole aviaire.

IX. Prophylaxie :

La prévention de la ND repose sur des mesures complémentaires d'hygiène et de prophylaxie médicale. L'objectif des différentes stratégies de prévention est, d'une part, d'empêcher l'infection des oiseaux sensibles, et, d'autre part, de réduire le nombre d'oiseaux sensibles par la vaccination (Meulemans, 2015).

IX.1. Prophylaxie sanitaire :

La biosécurité et l'hygiène sont considérées comme les premières lignes de protection contre l'introduction de la MN. Les contrôles d'importations de volailles vivantes ou des carcasses se justifient pour les régions ou pays indemnes, assortis de quarantaine de 3 semaines. Les examens



sérologiques et/ou virologiques sur les oiseaux de volière importés sont nécessaires. Mais toutes ces mesures restent aléatoires vu la grande capacité de diffusion du virus. Toutes les mesures classiques d'hygiène, de nettoyage et de désinfection sont tout à fait d'actualité. Si un foyer infectieux apparaît, les seuls moyens de lutte efficaces sont l'abattage total des oiseaux (destruction des cadavres et des œufs qui seront conduits au centre d'équarrissage désigné), la désinfection des bâtiments et du matériel d'élevage, la destruction des litières (incinération à chaux vive) et l'interdiction de la zone contaminée pour éviter la propagation du virus par tous les vecteurs possibles. L'abattage total n'est concevable qu'en zone d'endémie circonscrite. Il convient également de prévenir le contact direct et indirect des volailles avec les oiseaux sauvages, tels que les pigeons et les oiseaux aquatiques. En raison des coûts qu'elles engendrent, les mesures de filtration d'air et de surpression visant à limiter l'entrée aérienne de virus dans le poulailler sont essentiellement réservées aux élevages de haute valeur génétique et aux parentales. Toutes ces mesures ne sont efficaces que si le diagnostic est rapide ; elles peuvent être mises en échec par la grande facilité de dispersion du virus (Guérin *et al.*, 2016 ; Meulemans, 2015).

IX.2. Prophylaxie médicale :

Quoique la biosécurité puisse s'avérer suffisante, la vaccination est considérée comme une précaution supplémentaire, en particulier dans les zones à haute densité de populations de volailles. En effet, la vaccination de masse pratiquée en aviculture vise à limiter le risque d'infection des volailles et à réduire la transmission virale, tout en prévenant les signes cliniques et la mortalité.

La politique de vaccination varie cependant selon la zone géographique (MN endémique ou non) ou la perspective d'émergence d'une MN endémique dans cette même zone. Ainsi, dans les pays où le NDV est absent et constitue une menace épidémique, le but de la vaccination est d'assurer une protection maximale contre la MN. Dans les pays où le NDV est endémique, la vaccination visera une diminution de la pression d'infection.

L'immunité vis-à-vis du virus de la MN résulte de la présence d'anticorps dirigés contre les deux glycoprotéines virales, HN et F. Ces anticorps peuvent être induits par la vaccination. Celle-ci peut être effectuée à l'aide de vaccins vivants, de vaccins inactivés ou de vaccins vectorisés. À l'heure actuelle, seule l'utilisation des souches lentogènes (Hitchner, La Sota, Ulster) est autorisée et les souches mésogènes sont considérées comme étant d'une virulence non acceptable (Meulemans, 2015).



➤ Types de vaccins :

- Vaccins à virus vivants :

Différentes souches de virus, peu ou non pathogènes, sont utilisées : apathogènes (VG/GA ou PHY LMV 42) ou lentogènes (Hitchner B1, La Sota, Clone 30). Ces souches sont cultivées sur œufs de poule embryonnés EOPS (exempts d'organismes pathogènes spécifiques) (Guérin *et al.*, 2016) :

- La souche Hitchner B1 (HB1) peut provoquer d'éphémères réactions vaccinales. Elle est universellement utilisée en primo-vaccination ;
- La souche La Sota est légèrement plus immunogène que HB1. Elle peut entraîner des troubles respiratoires sans conséquences sur des animaux sains. On ne la prescrit qu'en rappel de HB1, jamais en cours de ponte (Meulemans, 2015) ;
- Le Clone 30 de la souche La Sota est plus inoffensif et tout autant immunogène ;
- La souche VG/GA est une souche vaccinale entérotrope, administrée dans l'eau de boisson ou en nébulisation, qui présente l'intérêt d'entraîner une bonne immunité, tout en évitant les complications respiratoires.

- Vaccins à virus inactivés :

Les souches vaccinales précitées peuvent également être inactivées par différents procédés physiques (chaleur, rayons UV) ou chimiques (traitement au formol, à l'éthylèneimine binaire ou à la β -propiolactone) pour la production de vaccins inertes. Ces vaccins sont combinés avec des adjuvants huileux pour former une émulsion et sont classiquement utilisés en vaccination de rappel chez les poules pondeuses et reproductrices, en combinaison avec d'autres valences (maladie de Gumboro, bronchite infectieuse) avant l'entrée en ponte (Bermudez *et al.*, 2003 ; Marangon *et al.*, 2006).

- Nouvelles stratégies vaccinales :

Les vaccins actuellement commercialisés peuvent manquer d'efficacité et présenter certains inconvénients d'utilisation. L'avènement des techniques de biologie moléculaire apporte non seulement une amélioration mais aussi une innocuité au domaine de la vaccination.

Les vaccins vectorisés contenant un ou plusieurs gènes du NDV sont dès lors proposés comme alternative, avec comme vecteurs le poxvirus aviaire (Fowl poxvirus) et le virus herpès de la dinde (herpesvirus of turkey ou HVT). Ce type de vaccin présente l'avantage d'être bivalent, puisqu'il induit une immunité contre la maladie spécifique du gène inséré dans le vecteur mais également une



immunité spécifique de la variole aviaire ou de la maladie de Marek dans le cas du vecteur fowlpox ou HVT respectivement (Mast *et al.*, 2006).

La vaccination selon les programmes actuels n'empêche ni l'infection des volailles vaccinées ni l'excrétion de virus sauvage. Dans un contexte d'éradication de la MN, il est dès lors nécessaire de développer un vaccin idéal capable de protéger les animaux de la maladie et d'inhiber la dispersion du virus lors d'une infection, tout en limitant la charge de travail pour les éleveurs. Un vaccin inoculable *in ovo* et peu sensible aux anticorps vitellins, comme les vaccins vectorisés, présente de ce fait un avantage déterminant.

Partie expérimentale

- **Objectifs :**

La maladie de Newcastle figure dans la liste des maladies à déclaration obligatoire, c'est pour cela que l'autorité vétérinaire sanitaire nationale investie dans la prophylaxie et le diagnostic de cette maladie.

Dans un laboratoire, le diagnostic expérimental se fait dans deux cas :

- Soit lors de suspicion de la maladie ; dans ce cas, le but du diagnostic consiste en la détection du virus (dans notre cas la détection du NDV).
- La deuxième éventualité, c'est lors d'un contrôle vaccinal, pour évaluer la couverture immunitaire de la volaille.

Le travail réalisé est divisé en deux parties:

- La première partie est une étude comparative entre les deux techniques sérologiques utilisées dans le cadre du contrôle vaccinal de la maladie de Newcastle. Cette étude a pour objectifs :
 - D'apprécier l'état d'immunisation du cheptel avicole dans les 6 wilayas couvertes par le laboratoire régional.
 - D'évaluer l'efficacité des tests utilisés pour le diagnostic (HI Test et ELISA).
 - Et de comparer les résultats obtenus et trancher sur la technique idéale.
- La deuxième partie est réalisée afin de confirmer les suspicions des vétérinaires praticiens par rapport à l'atteinte de la MN par des tests de laboratoire. Cette approche a comme buts de :
 - Confirmer les signes et symptômes cliniques observés sur les animaux suspects de NDV par des analyses complémentaires complétées par un examen d'isolement du virus de ces mêmes animaux.
 - Evaluer l'efficacité des tests utilisés pour le diagnostic (HI Test et ELISA).
 - Mener une étude épidémiologique de la maladie dans la région couverte par le Laboratoire Vétérinaire Régional de Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou) durant l'année 2018.

MATERIELS ET METHODES



I. Lieu et durée de l'étude

Notre expérimentation effectuée dans le service de virologie du Laboratoire Vétérinaire Régional (LVR) de Draa-Ben-Khedda s'est étalée sur une période de 12 mois, allant du 1 janvier au 31 décembre 2018, durant laquelle nous avons analysé l'ensemble des prélèvements aviaires reçus des six wilayas du centre du pays couvertes par le laboratoire régional (Tizi-Ouzou, Bouira, Bejaia, Msila, Bordj-Bou-Arreridj et Boumerdès).

II. Description du Laboratoire Régional de Draa-Ben-Khedda

Le laboratoire vétérinaire régional de Draa-Ben-Khedda fait partie d'un ensemble de dix (10) laboratoires vétérinaires régionaux dépendant de l'Institut National de Médecine Vétérinaire (INMV), lequel est sous tutelle du Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche.

Il est situé à 11 km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et à 90km de la capitale. Il est constitué de cinq (05) services : histopathologie, parasitologie, hygiène alimentaire, bactériologie et virologie/rage dans lequel notre travail a été effectué.

Ce laboratoire assure le contrôle des tests de laboratoire vétérinaire pour un zoning de six wilayas qui sont : Bejaia, Bouira, Tizi-Ouzou, Msila, Bordj-Bou-Arreridj et Boumerdès.

Il a pour missions essentielles :

- L'appui technique, logistique et scientifique aux services vétérinaires.
- Le diagnostic expérimental spécialisé des maladies animales et particulièrement des maladies réputées légalement contagieuses.
- Il réalise des enquêtes épidémiologiques et participe à l'établissement de la carte épidémiologique nationale.
- Il assure, par des analyses de laboratoire et des expertises, le contrôle sanitaire des animaux ou d'origine animale à l'importation et l'exportation.
- Et il contribue à la lutte contre les zoonoses, en liaison avec les institutions et organismes concernés.

III. Population étudiée

Partie 1 :

L'étude réalisée dans le cadre du contrôle vaccinal a concerné 138 lots de volaille représentant une moyenne de 940 échantillons, parvenus de six wilayas du centre du pays.

Des tests sérologiques sont réalisés, afin d'estimer leur niveau de protection immunologique envers la NDV, pour ce faire, nous avons utilisé deux techniques des plus utilisées qui sont l'inhibition de l'hémagglutination (HI Test) et le test ELISA, pour évaluer chaque technique et faire une comparaison entre elles.

NB : Un échantillon représentatif de chaque lot a été effectué en respectant le schéma suivant :

- Pour les adultes = 5 sujets
- Pour les poussins = 10 sujets

La majorité des élevages faisant l'objet de contrôle vaccinal au sein du LVR TO sont des élevages étatiques. Un lot représente entre 2000 à 200.000 sujets.

Partie 2 :

En ce qui concerne la recherche de la maladie, 9 lots ont été suspectés d'être atteints de la maladie de Newcastle durant toute l'année 2018. Ces derniers ont subi des examens cliniques, lésionnels, histologiques et différents tests de laboratoire afin de confirmer ou d'infirmer la maladie.

IV. Matériels :

IV.1. De nécropsie :

Instruments habituellement utilisés lors de l'autopsie :

- Petits ciseaux (entérostomes).
- Costotome,
- Pincettes fines.
- Couteaux.
- Bistouris.

IV.2. HI test :

- Matériels biologiques :
 - Antigènes de la ND (La Sota)
 - Suspension d'hématies à 1% provenant de poulets sains
 - Sérums à tester des prélèvements.
- Matériel :
 - Micropipettes réglables de 0 à 200 µl



- Micropipettes multicanaux 25 µl
- Vortex
- Milieux et réactifs :
 - Milieu PBS

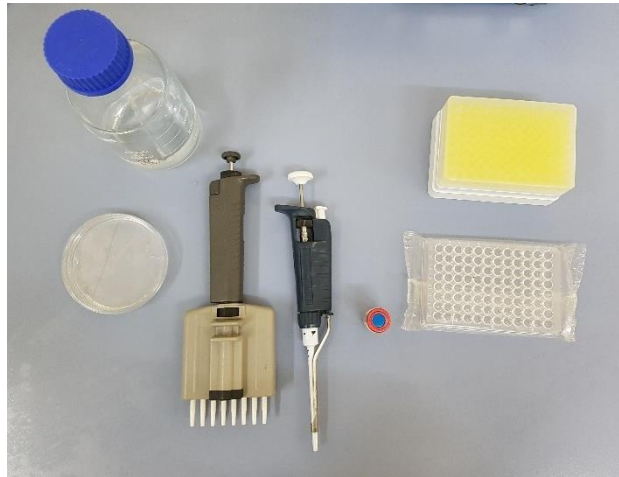


Figure 4 : Matériels utilisé pour la réalisation de la technique d’HI test (photo personnel LVR TO 2018)

IV.3. Matériels ELISA :

Le Kit utilisé appartient au laboratoire ID Vet ‘Newcastle Disease Indirect Conventional Vaccines’.

- Composants du kit :
 - Microplaques sensibilisées avec l’antigène NDV purifié
 - Contrôle positif
 - Contrôle négatif
 - Tampon de dilution 14
 - Conjugué concentré (10x)
 - Tampon de dilution 3
 - Solution de lavage concentrée (20x)
 - Solution de révélation
 - Solution d’arrêt (0,5 M)
- Matériels biologiques :
 - Sérums à tester des prélèvements



- Matériels usuels :
 - Lecteur ELISA 'TECAN'
 - Microplaque en V
 - Micropipettes réglables 0 - 200 μ l
 - Micropipette multicanaux 0 – 300 μ l
 - Plaque d'agitation

Matériels utilisés pour la réalisation de la technique ELISA indirecte :

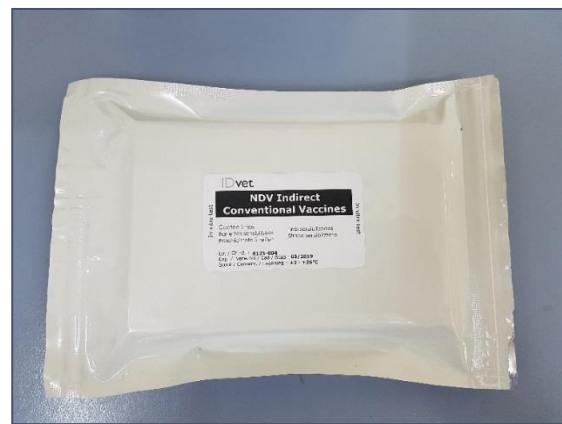
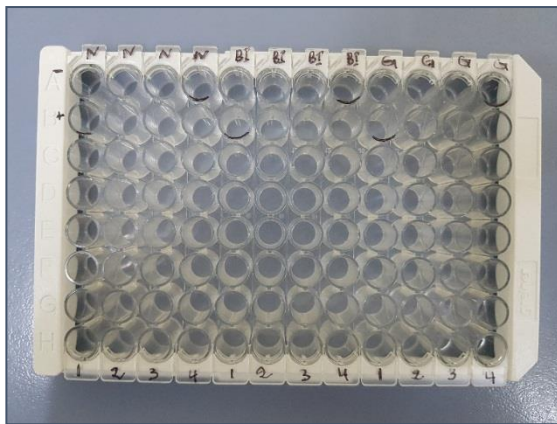


Figure 5 : Microplaque sensibilisée avec l'antigène NDV purifié (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 6 : Réactifs du kit ELISA 'ID vet®' (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 7 : Lecteur ELISA 'TECAN ®' et ordinateur portable (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

IV.4. Isolement sur œufs embryonnés :

➤ Matériels biologiques :

- Œufs embryonnés de 9 à 11 jours (SPF)
- Suspension d'hématies à 1% provenant de poulets sains
- Organes lésés prélevés des animaux atteints
- Antigènes de la ND (La Sota)
- Sérum de référence de la ND

➤ Matériel usuel :

- Incubateur à œufs
- Matériels de dissection
- Seringues de 1 et 5 ml à usage unique
- Mireuse
- Stomacher
- Perceuse à œufs
- Paraffine
- Filtre 0,45 µm de porosité



Figure 8 : Sérum de référence de la ND
(Photo personnelle, LVR TO, 2018)

V. Méthodes :

Dans la première partie consacrée au contrôle vaccinal (partie 1), nous avons utilisé les deux techniques sérologiques (HI Test et Elisa). Dans la seconde partie, relative à la recherche de la maladie de Newcastle sur des lots suspects (partie 2), toutes les méthodes utilisées seront décrites (Figure 9).

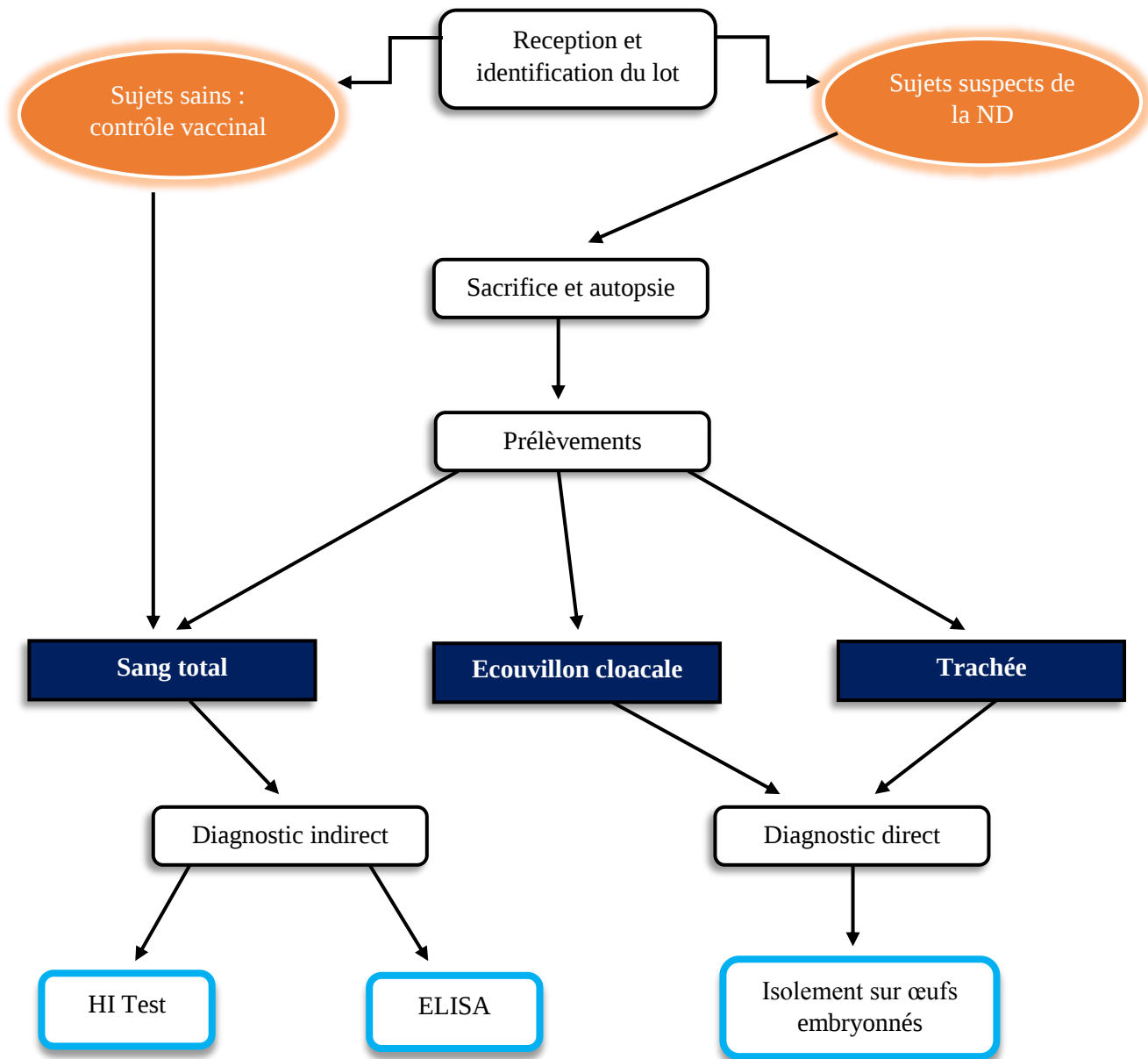


Figure 9 : Diagramme illustrant les différentes méthodes utilisées dans chacune des études abordées



VI.1. Nécropsie :

Le but de l'autopsie est de permettre d'établir un diagnostic en se basant sur des lésions macroscopiques, ainsi que de prélever des échantillons pertinents pour des tests complémentaires qui permettront de confirmer ou d'infirmer un diagnostic. Plusieurs techniques d'autopsie aviaire existent et celle qui est proposée ici n'en est qu'une parmi d'autres.

Lorsque les oiseaux sont vivants, il est important d'observer leur comportement et leur démarche avant de procéder à la saignée, en particulier si l'anamnèse signale des problèmes locomoteurs. Les signes cliniques observés pourraient être orientés vers l'examen d'un système en particulier. Il est également utile de prélever du sang chez des oiseaux vivants pour la sérologie.

La ponction veineuse se fait habituellement au niveau de la veine allaire chez les oiseaux adultes ou par la voie intracardiaque chez les jeunes. Il est également possible de récupérer le sang qui s'écoule après la saignée.

L'euthanasie des oiseaux est effectuée par saignée.

L'autopsie débute par le mouillage des plumes à l'aide d'une solution désinfectante afin de limiter les contaminations, puis les oiseaux sont placés en décubitus dorsal. Ceux-ci font tout d'abord l'objet d'un examen externe attentif : conformation, plumage, présence de parasites, aspect de l'ombilic (chez le poussin), inspection des yeux et des conjonctives. Une incision est pratiquée sur la face interne des cuisses avec un couteau, puis il est procédé fermement à la dislocation de l'articulation coxo-fémorale en évitant de provoquer des artefacts par rupture de la tête fémorale. Une incision est pratiquée afin de relever la peau de l'abdomen et du bréchet. Les muscles sont examinés par une incision pour vérifier l'aspect du muscle pectoral profond. La taille des muscles du bréchet sert également d'indicateur quant à l'état d'embonpoint de l'animal. L'ouverture de la paroi abdominale permet d'explorer le foie, le septum post-hépatique et les intestins. À l'aide d'un couteau et d'un costotome, les muscles sont incisés et les côtes, l'os coracoïde et la clavicule sont coupés d'un côté, ce qui permet de récliner le bréchet pour découvrir la cavité coelomique en entier. Sont examinés par la suite le sac péricardique et les sacs aériens. Le cœur est examiné *in situ* puis détaché et ouvert par incision pour examiner les différentes cavités cardiaques. Un examen visuel des poumons est réalisé : ils sont normalement de couleur rose saumon et plutôt sec. Ils sont par la suite décollés doucement des côtes, sectionnés au niveau médian et enlevés de la cavité. Un prélèvement est réalisé pour examen histologique et, si nécessaire, pour d'autres tests diagnostiques (test d'isolement s'il contient des lésions). Le foie est d'abord examiné, puis, une fois le septum post-hépatique incisé (ou parfois déchiré), le foie et les estomacs sont réclinés sur le côté droit de l'oiseau afin d'exposer la rate. Chez



l'oisillon, le sac vitellin est examiné, puis enlevé délicatement pour ne pas le rompre et déposé à l'extérieur de la carcasse pour en examiner le contenu. Le mésentère est détaché de façon à permettre l'examen des intestins sur toute leur longueur tout en les laissant fermés. Lors d'une suspicion d'entérite (intestins dilatés, congestionnés ou de couleur anormale), les intestins ne sont ouverts qu'à la fin de l'autopsie, ceci afin d'éviter de contaminer les autres organes. Lorsque l'entérite est évidente, les segments intestinaux sont extériorisés et des segments sont prélevés. Certains sont conservés dans du formol, tandis que d'autres sont congelés le plus tôt possible (pour isolement et test histologique) afin d'éviter les modifications dues à l'autolyse ainsi que la prolifération bactérienne *post mortem* qui survient rapidement. Les reins sont ensuite examinés. Lorsque l'anamnèse a signalé une paralysie des pattes, plus particulièrement chez le poulet, il est procédé à l'examen des plexus sciatiques situés sous les reins (pour le diagnostic différentiel avec la maladie de Marek). Chez les oiseaux adultes, il est procédé à l'examen des testicules ou de l'appareil génital de la poule.

Par la suite, la portion maxillaire du bec est incisée transversalement juste à l'avant des yeux pour examiner la cavité nasale. Les sinus sous-orbitaires sont ouverts à partir de la cavité nasale avec des ciseaux stériles pour en évaluer le contenu et pour écouvillonnage s'ils contiennent un exsudat. Puis l'œsophage est ouvert à partir de la commissure du bec en coupant à travers la peau jusqu'au jabot.

L'intérieur de la bouche et l'aspect de la muqueuse œsophagienne sont examinés et des prélèvements sont réalisés si des lésions sont apparentes. La trachée est séparée de l'œsophage en déchirant les tissus conjonctifs lâches qui les relient. La trachée est ouverte à partir du larynx jusqu'à la bifurcation des bronches, tout en évaluant son contenu et l'aspect de sa muqueuse ; un prélèvement d'une section pour examen histologique et pour isolement est également réalisé. Dans le cas d'un jeune oiseau, la taille du thymus situé le long des jugulaires, dans le tissu sous-cutané du cou, est examinée, et un prélèvement est effectué si nécessaire. Par la suite, le proventricule et le gésier sont ouverts par incision pour en évaluer le contenu et l'aspect de leur muqueuse.

Un prélèvement d'une section longitudinale incluant les deux estomacs est effectué pour examen histologique, ainsi qu'une section de l'anse duodénale avec le pancréas si des lésions macroscopiques sont constatées. Une moitié du prélèvement est conservée dans le formol et l'autre moitié conservée pour d'autres tests diagnostiques éventuels. L'examen de la bourse cloacale située dorsalement à la jonction entre le rectum et le cloaque est également réalisé.

Par la suite, la tête est séparée du cou puis la peau de la tête est réclinée vers l'avant.

La boîte crânienne est défaits avec des pinces ou des ciseaux en commençant au niveau du foramen magnum pour examiner le cerveau *in situ*. Ce dernier est enlevé délicatement et coupé

longitudinalement en deux parties, l'une est placée dans du formol et l'autre utilisée pour d'autres tests diagnostiques éventuels.



Figure 10 : Examen ante mortem (Photo personnelle, LVR TO, 2018).



Figure 11 : Mise en décubitus dorsal et désarticulation des membres postérieurs (Photo personnelle, LVR TO, 2018).



Figure 12 : Cavité coelomique exposé (Photo personnelle, LVR TO, 2018).

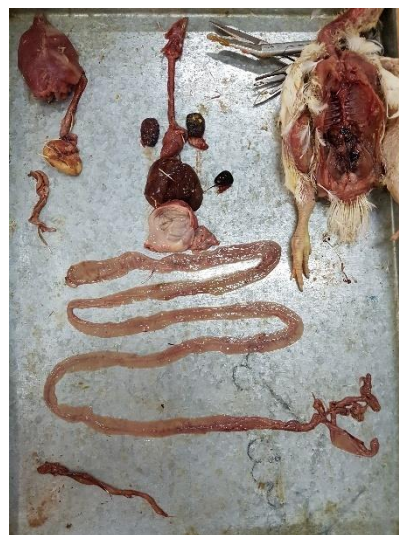


Figure 13: Eviscération et inspection des organes (Photo personnelle, LVR TO, 2018).



VI.2. Technique d'inhibition de l'hémagglutination (HI Test) :

La technique permet de titrer les anticorps inhibant l'hémagglutination du virus de la maladie de Newcastle. L'antigène utilisé est représenté par une souche lentogène dont le titre hémagglutinant est préalablement déterminé. La technique est définie pour tester uniquement les sérums aviaires.

- Principe :

L'Inhibition de l'agglutination est une technique d'immuno-hématologie permettant de mettre en évidence un anticorps soluble présent dans un liquide biologique (sérum). La protéine hémagglutinine (HN) du virus provoque l'agglutination des érythrocytes. La fixation spécifique de l'anticorps aux sites antigéniques de la glycoprotéine HN entrave la liaison entre cette molécule et les récepteurs de l'érythrocyte, inhibant ainsi l'hémagglutination. Dans le cadre du test HI, une quantité normalisée d'antigène HN est mélangée à des sérums dilués en série ; des érythrocytes sont ajoutés afin de déterminer la liaison spécifique de l'anticorps avec la molécule HN.

- Mode opératoire :

La technique se déroule en 3 étapes successives :

1. Titration de l'activité hémagglutinante de l'antigène:

- Distribuer 25 µl de PBS dans les puits des 4 premières microplaques (A, B, C et D).
- Déposer 25 µl d'antigène dans le premier puits de la 1^{ère} colonne de la microplaque.
- Puis faire une dilution de 2 en 2 jusqu'à la cupule finale et rejeter les derniers 25 µl.
- Effectuer le même protocole pour les rangées B, C et D.
- Distribuer 25 µl d'hématies à 1% dans toutes les cupules des rangées A, B, C et D de la microplaque.
- Agiter la microplaque et mettre en incubation 30 minutes à 37°C.

Il faut avoir un titre de 4 UH = 1/64 ou 1/128

2. Ajustement de la solution virale à 4 UH et contrôle de l'ajustement :

- Diluer l'antigène dans de l'eau physiologique stérile de manière à obtenir 4 UH sous 25 µl.
- Distribuer 25 µl de PBS dans les cupules 1, 2, 3 et 4 des rangées A, B, C et D.
- Distribuer 25 µl de la solution contenant 4 UH dans les cupules A1, B1, C1, et D1.
- Faire des dilutions de 2 en 2 à partir de la 2^{ème} cupule et éliminer les derniers 25 µl.
- Puis, 25 µl de la suspension d'hématies à 1% sont ajoutés.
- Agiter la microplaque et mettre en incubation 30 mn à 37°C.

Lecture : Seules les cupules 1 et 2 des rangées A, B, C et D, correspondant respectivement à une solution d'antigène diluée au ¼ et ½ doivent présenter une hémagglutination totale.



3. Titration des anticorps en présence de 4 UH du virus (HI test proprement dit) :

En premier lieu, 25 µl du milieu PBS sont distribués dans tous les puits de la microplaque de A à H. Par la suite, 25 µl de sérum sont déposés dans le 1^{er} puits des rangées de A à F. À partir du 1^{er} puits, des dilutions de sérum de 2 en 2 sont faites jusqu'à la colonne 12. Puis, 25 µl de la solution d'antigène sont répartis dans toutes les cupules de la microplaque, sauf la rangée H du témoin d'hématies (témoin négatif). La microplaque est incubée ensuite pendant 30 mn à température ambiante (figure14).

Enfin, 25 µl de la suspension d'hématies à 1% sont distribués (figure15). La microplaque est incubée à température ambiante pendant 30 minutes. La rangée G est un témoin positif qui ne contient que l'antigène et les hématies.

- Lecture de la plaque :

Les cupules qui présentent une sédimentation totale des hématies correspondent à une inhibition de l'hémagglutination,

Dans chaque rangée la dilution sérique la plus élevée entraînant une inhibition totale de l'hémagglutination constitue le titre du sérum en question (figure16).

Dans la rangée des témoins positifs, il y a eu une hémagglutination.

Dans la rangée des témoins négatifs, il y a eu un dépôt d'hématies.

- Évaluation du contrôle vaccinal et de la maladie de Newcastle selon les résultats de l'HI test :

Selon l'OIE, le seuil de positivité est exprimé en fonction de l'âge de l'animal et du stade vaccinal.

Dans le cadre du contrôle vaccinal, les résultats sérologiques des sérums analysés par la réaction d'inhibition de l'hémagglutination sont interprétés comme suit (tableau 4) :

Tableau 4 : Valeurs de dilution correspondant au titre d'anticorps (protocole OIE)

Type d'élevage	Négatif	Immunité post-vaccinale suffisante	IPV satisfaisante	IPV bonne
Poussins de 0 à 30 j	½	[¼ -1/64]	1/128	[1/256-1/512]
PC de 30 à 60 j	[½ - 1/16]	[1/32 - 1/64]		
PFP 30 j à 19 s				
PD 19 à 25 s				
PP + de 25 s				

PC : poulet de chair PFP : Poule future pondeuse, PD : poulette démarrée, PP : poule pondeuse, IPV : immunité poste vaccinale

Remarque : pour les sérums qui ont une HI de plus de 1/1024, il peut s'agir soit de plusieurs vaccinations, avec au moins un vaccin inactivé, ou d'un passage de virus sauvage et donc de maladie.



Pour cela, lorsqu'il s'agit de suspicion, le diagnostic direct de la maladie n'est pas confirmé (étude nécrosique ou technique d'isolement).

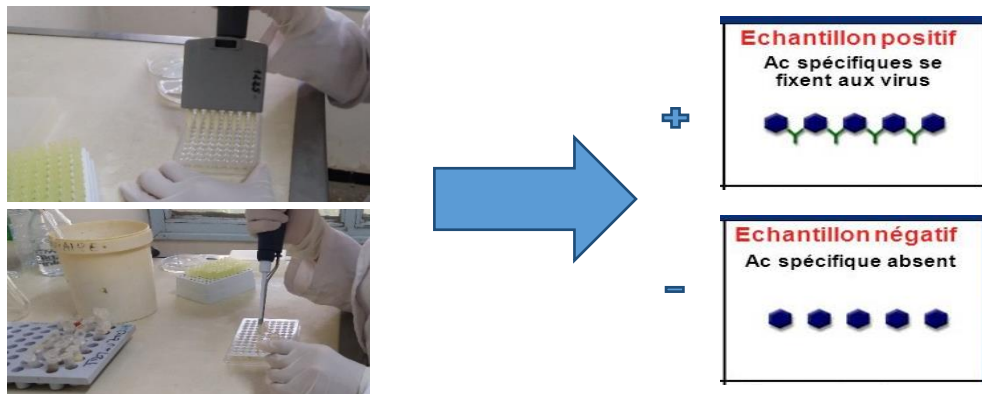


Figure 14 : Étapes de mélange du sérum à tester avec la suspension virale (LVR TO, 2018)

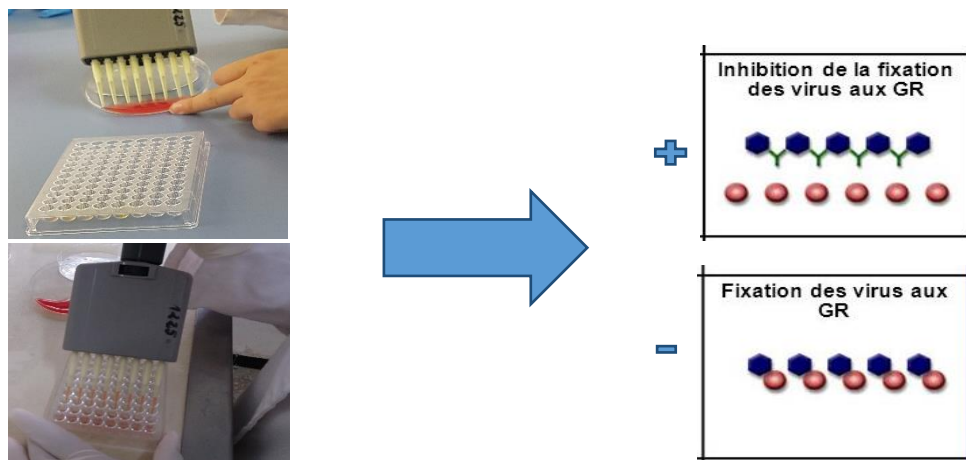


Figure 15 : Schéma montrant l'étape de mélange avec la suspension d'hématies à 1% (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

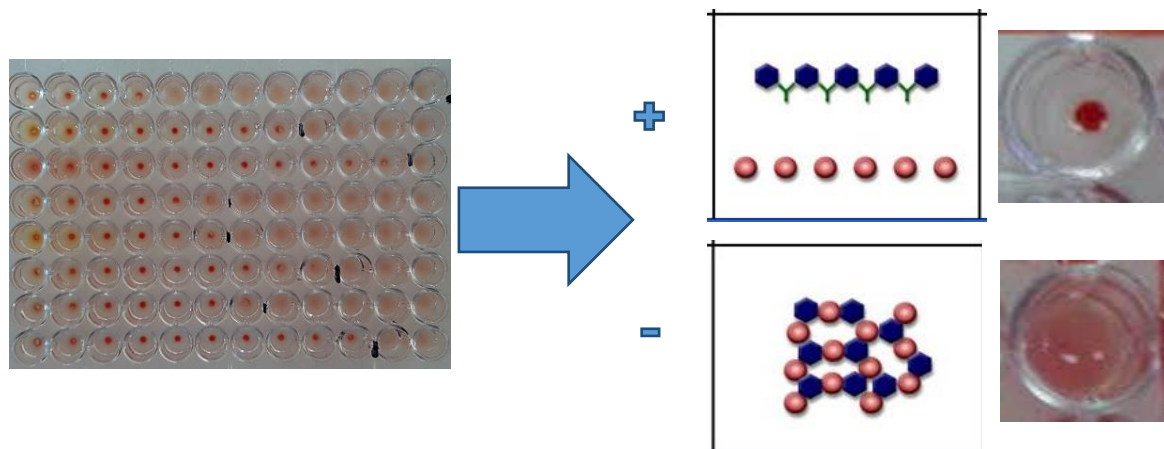


Figure 16 : Etapes de lecture des résultats (LVR TO, 2018)



VI.3. ELISA (Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay):

Le test ELISA permet de détecter et de quantifier les anticorps anti-NDV dans les sérums aviaires. Plusieurs types d'ELISA sont disponibles, incluant l'ELISA indirecte qui est la technique utilisée dans notre étude.

Le test ELISA a été réalisé selon le protocole décrit par le fournisseur (IDvet, NDV Indirect Conventional vaccines)

- Principe :

- Les puits sont sensibilisés avec l'antigène NDV purifié.
- Les échantillons à tester et les contrôles sont distribués dans les puits. Si les anticorps spécifiques de NDV sont présents, ils forment un complexe antigène-anticorps.
- Un conjugué marqué à la peroxydase (HRP) est distribué dans les puits. Il se fixe aux anticorps anti-NDV, formant un complexe antigène-anticorps-conjugué-HRP.
- Après élimination du conjugué en excès par lavage, la réaction est révélée par une solution de révélation (TMB).
- La coloration qui en résulte est liée à la quantité d'anticorps spécifiques présents dans l'échantillon à tester.
- En présence d'anticorps dans l'échantillon, il apparaît une coloration bleue qui devient jaune après blocage.
- En l'absence d'anticorps dans l'échantillon, il n'apparaît pas de coloration.

- Mode opératoire :

Pour commencer, tous les réactifs sont placés sur une plaque d'agitation à température ambiante ($21^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) avant l'emploi. Dans la plaque ELISA, 100 μl du contrôle négatif sont ajoutés dans le puits A1, 100 μl du contrôle positif dans le puits B1 et 100 μl de sérum dilué à 1/500 avec le tampon de dilution 14, comme le montre la figure 18.

Après 30 mn d'incubation à température ambiante, la plaque ELISA est lavée 3 fois avec 30 μl de solution de lavage 1x. Par la suite, 100 μl de solution de conjugué 1x est distribuée dans chaque puits. Elle est incubée encore une fois à température ambiante pendant 30 mn. Un 2^{ème} lavage est effectué. Ensuite, 100 μl de solution de révélation sont répartis dans chaque puits. Laisser incuber 15 mn à température ambiante à l'obscurité.

Enfin, 100 μl de solution d'arrêt sont rajoutés dans chaque puits pour arrêter la réaction.



- Lecture :
- La lecture des résultats se fait grâce à un lecteur ELISA associé à un logiciel '**Magellan™**' (figures 19 et 20).
- Elle est réalisée à une densité optique de 450 nm.
- Les valeurs de DO sont corrigées avec celles des témoins positifs et négatifs pour s'assurer de la validité du test et converties en ratio "sample over positive" (S/P) selon les recommandations du fabricant :

$$\frac{S}{P} = \frac{DO_{Ec} - DO_{CN}}{DO_{CP} - DO_{CN}}$$

- DO_{CN} : Densité optique du contrôle négatif
- DO_{Ec} : Densité optique de l'échantillon
- DO_{CP} : Densité optique du contrôle positif

➤ Calcul du titre en anticorps :

$$\text{Log}_{10}(\text{titre}) = 1.00 \times \text{Log}_{10}\left(\frac{S}{P}\right) + 3.520$$

$$\text{Titre} = 10^{\text{Log}_{10}(\text{titre})}$$

Les résultats sont interprétés de la façon suivante (Tableau N° 5) :

Tableau 5: Valeurs de S/P et titres d'anticorps des résultats positifs et négatifs au test ELISA (kit ELISA)

Valeur de S/P	Titre en anticorps ELISA	Statut immunitaire Newcastle
S/P ≤ 0,3	Titre ≤ 993	Négatif
S/P > 0,3	Titre > 993	Positif

S/P: sample-to-positive

Dans ce cas, les valeurs de S/P et de densité optique croissent avec des concentrations en anticorps plus élevées.

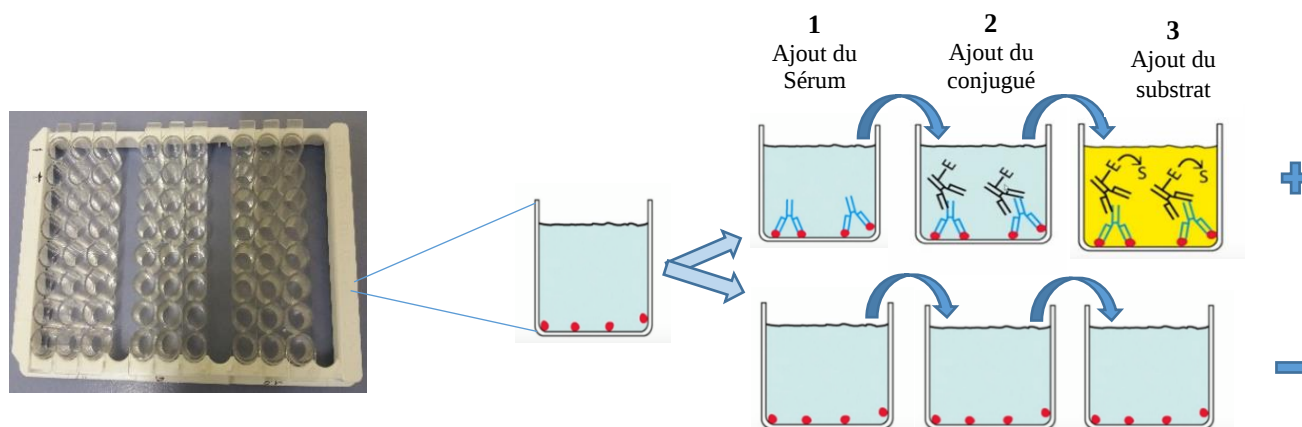


Figure 17 : Etapes de la technique ELISA indirecte (photo personnelle)

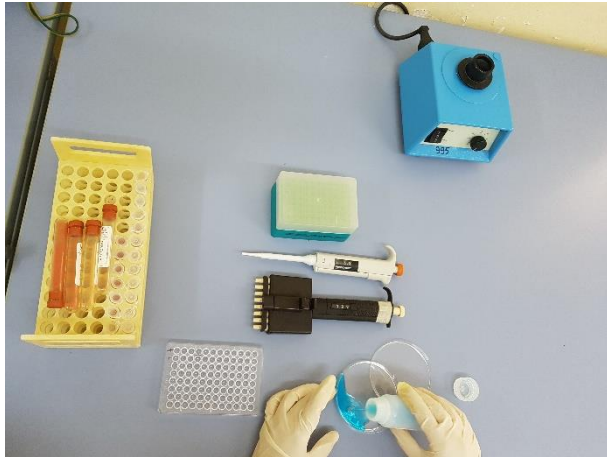


Figure 18 : Préparation des réactifs ELISA et des sérums (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

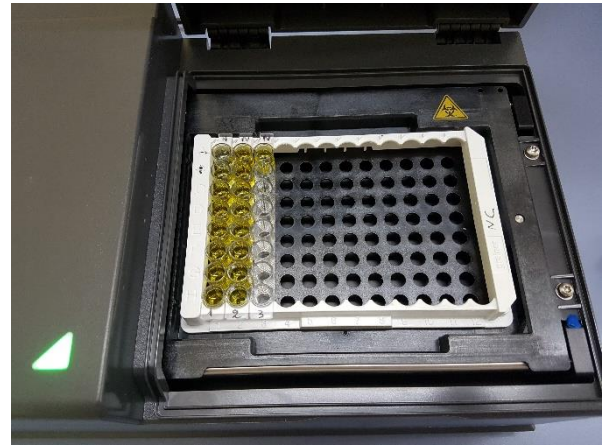


Figure 19 : Mise en place de la plaque ELISA sur le lecteur ELISA (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

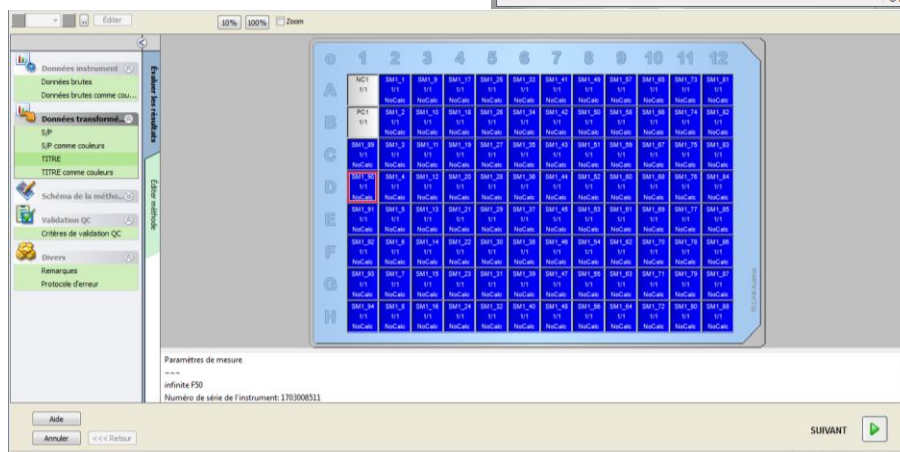
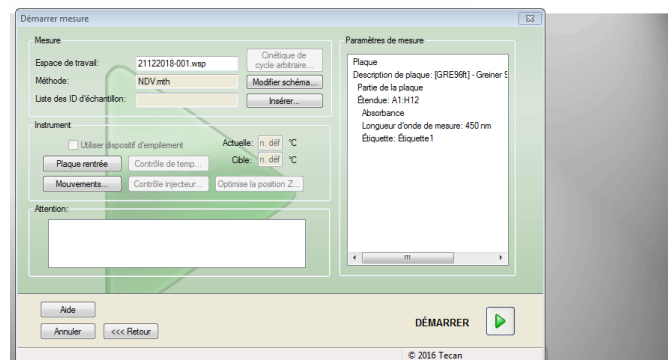


Figure 20 : Utilisation du logiciel 'Magellan™' et l'obtention de titrage d'anticorps de chaque puit de la plaque (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



VI.4. Isolement sur œufs embryonnés :

Lors de suspicion de la maladie de Newcastle dans une bande de volaille, il est nécessaire d'essayer d'isoler le virus à partir d'oiseaux récemment morts ou morbides sacrifiés. Les échantillons provenant de ces oiseaux sont des écouvillons oro-nasaux, ainsi que des échantillons prélevés dans les poumons, les reins, l'intestin (y compris leur contenu), les amygdales caecales, la rate, le cerveau, le foie et les tissus cardiaques.

Les échantillons prélevés sur des oiseaux vivants doivent comprendre des écouvillons trachéaux, oropharyngés et cloacaux.

- Technique :

Tout d'abord, les organes sont broyés, disséqués et imbibés d'une solution de PBS contenant des antibiotiques. Après agitation, le liquide résultant est centrifugé à 10.000 G pendant 5 mn. Par la suite, le surnageant est récupéré et filtré avec un filtre de 0,45 µm.

Sous une hotte, avant d'inoculer les œufs, ils sont essuyés en premier avec une solution de formaldéhyde, puis, avec un coton imbibé d'alcool iodé, sur la partie où se trouve la chambre à air. Les œufs sont ensuite percés légèrement (1 à 3 mm) au-dessus de l'interface cavité allantoïdienne-chambre à air (figure 21), à l'aplomb de l'embryon et à l'écart des gros vaisseaux. 0,2 à 0,3 ml de la solution virale sont injectés dans chaque œuf qui sont colmatés après avec de la paraffine (figure 22). Pour terminer, les œufs sont incubés à 37°C pendant 72 heures (figure 23).

- Recherche d'une activité hémagglutinante :

Après incubation, les coquilles sont percées pour prélever le liquide allantoïdien dans des tubes stériles. 30 µl de liquide allantoïdien (figure 24) et 30 µl d'hématies à 1% sont distribués sur une plaque qui est agitée par la suite pendant 4 mn (figures 25 et 26).

- Lecture :

- Absence d'hémagglutination (résultat négatif) : un 2^{ème} passage doit être fait en prenant le liquide allantoïdien recueilli et l'inoculer à d'autres œufs.
- Présence d'hémagglutination (résultat positif) : le test est suivi par une neutralisation de l'hémagglutination (figure 27) par le sérum de référence de la ND pour confirmer que l'antigène en cause est bien le virus ND. Pour cela, 25 µl du liquide allantoïdien sont pris, 25 µl d'hématies à 1% et 25 µl de sérum de référence ND sont rajoutés. Puis, la plaque est agitée pendant 4 mn. S'il y a un dépôt d'hématies, il s'agit bien du virus ND.



Figure 21 : Perforation des œufs au-dessus de la cavité allantoïdienne
(Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 22 : Injection de la solution virale (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 23 : couverture des œufs avec de la paraffine (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 24 : Prélèvement des liquides allantoïdiens (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 25 : Recherche d'une activité hémagglutinante (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



a) Recherche d'une activité hémagglutinante :

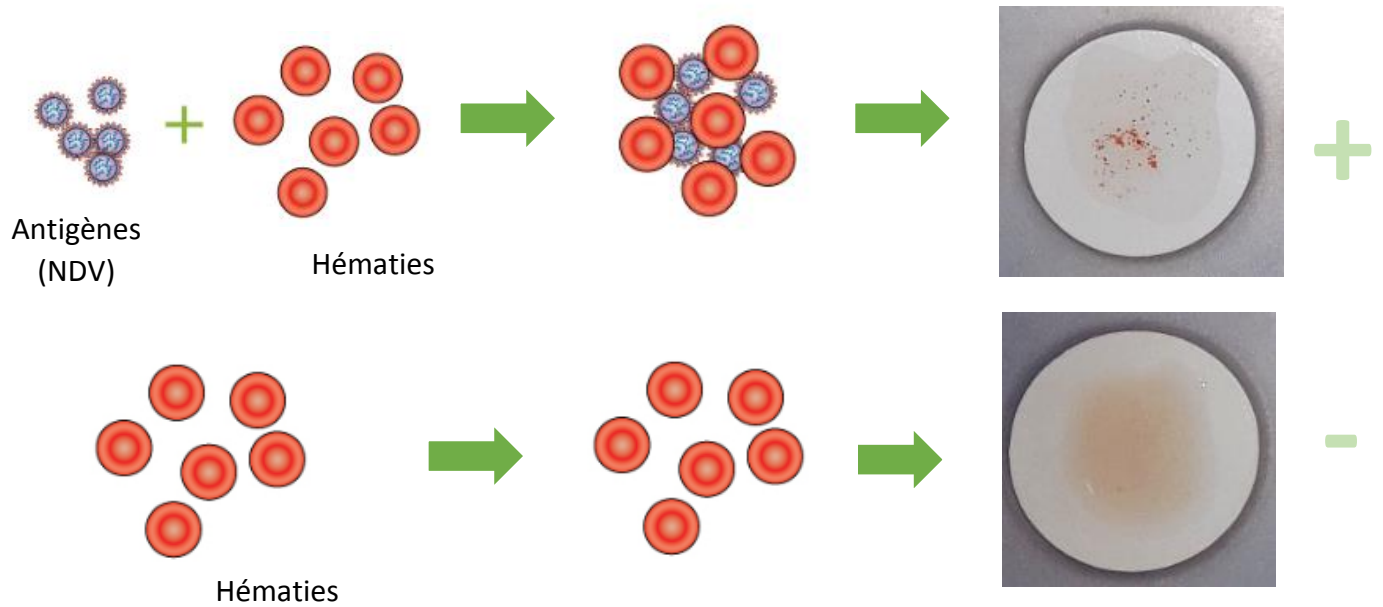


Figure 26 : Schéma explicatif de la recherche d'une activité hémagglutinante (photo personnelle)

b) Neutralisation de l'hémagglutination:

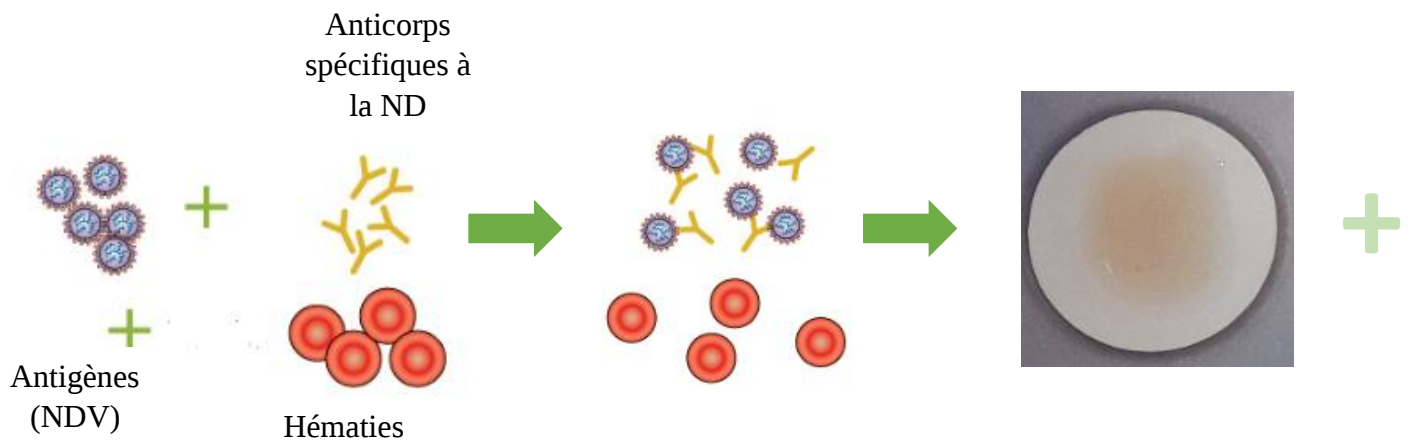


Figure 27 : Schéma explicatif de la neutralisation de l'hémagglutination (photo personnelle)

RESULTATS ET DISCUSSION

Partie N°1

Etude comparative des techniques de diagnostic
utilisées lors du contrôle vaccinal de la ND

RESULTATS



Les résultats obtenus des différents tests sérologiques réalisés sur des sujets supposés vaccinés contre la NDV sont présentés ci-dessous.

I. Résultats du test ELISA :

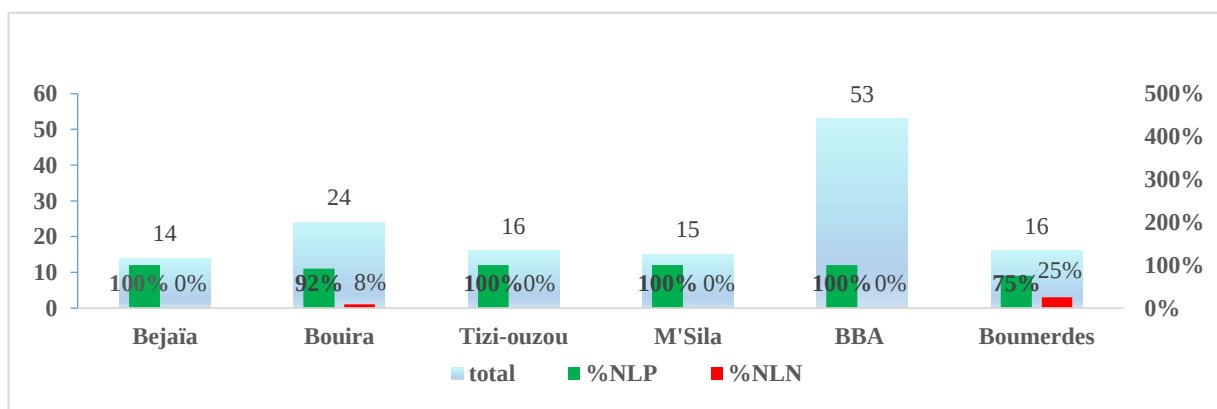
I.1. Répartition des résultats par wilaya:

La répartition par wilaya des résultats du test ELISA obtenus, sont rapportés dans le tableau 6 et illustrés par la Figure 28.

Tableau 6 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le test ELISA selon les wilayas (2018)

Wilaya	Bejaïa	Bouira	Tizi-Ouzou	M'Sila	Bordj-Bou-Arreridj	Boumerdès
Total	14	24	16	15	53	16
NLP	14	22	16	15	53	12
NLN	0	2	0	0	0	4
%NLP	100%	92%	100%	100%	100%	75%
%NLN	0%	8%	0%	0%	0%	25%

NLP : Nombre de lots positifs, NLN : Nombre de lots négatifs, %NLP : Pourcentage du nombre de lots positifs, %NLN : Pourcentage du nombre de lots négatifs



NLP : Nombre de lots positifs, NLN : Nombre de lots négatifs, BBA : Bordj-Bou-Arreridj

Figure 28 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les wilayas (2018)

Les résultats obtenus par le test ELISA montrent des taux de positivité de 75% pour la wilaya de Boumerdès, 92% pour Bouira et 100% dans les quatre autres wilayas, à savoir Tizi-Ouzou, Bejaia, Bordj-Bou-Arreridj et M'Sila. 25% et 8% des lots testés étaient négatifs dans les deux wilayas de Boumerdès et Bouira respectivement.



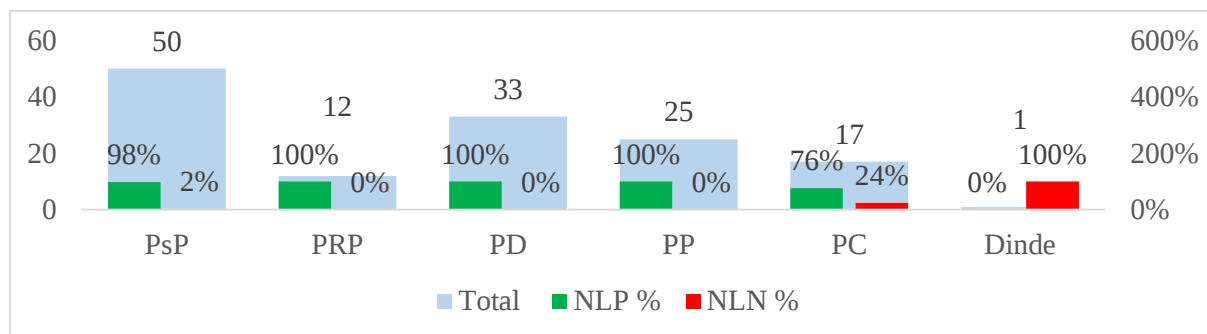
I.2. Répartition des résultats par type de production :

La répartition des résultats du test Elisa obtenus par type de production, sont rapportés dans le tableau N°7 et illustrés par la Figure 29.

Tableau 7 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les types de production (2018)

Production	PsP	PRP	PD	PP	PC	Dinde
Total	50	12	33	25	17	1
NLP	49	12	33	25	13	0
NLN	1	0	0	0	4	1
NLP %	98%	100%	100%	100%	76%	0%
NLN %	2%	0%	0%	0%	24%	100%

NLP : Nombre de lots positifs, *NLN* : Nombre de lots négatifs, *%NLP* : Pourcentage du nombre de lots positifs, *%NLN* : Pourcentage du nombre de lots négatif, *PsP* : Poussin ponte, *PRP* : poule reproductrice ponte, *PD* : poulette démarrée, *PP* : poule pondeuse, *PC* : poulet de chair



%NLP : Pourcentage du nombre de lots positifs, *%NLN* : Pourcentage du nombre de lots négatif, *PsP* : Poussin ponte, *PRP* : poule reproductrice ponte, *PD* : poulette démarrée, *PP* : poule pondeuse, *PC* : poulet de chair

Figure 29 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon le type de production (2018)

Les résultats obtenus rapportent des taux de positivité de 76% chez le poulet de chair ; 98% chez les poussins ponte et de 100% chez les poulettes démarrées ; les reproductrices ponte et les poulettes pondeuses. Chez les dindes ; l'analyse a révélé une absence d'anticorps dirigés contre la pseudopeste aviaire dans tous les lots testés. Les résultats négatifs se répartissent comme suit : 100% chez la dinde, 24% chez le poulet de chair et 2% chez les poussins ponte.



II. Résultats du HI test :

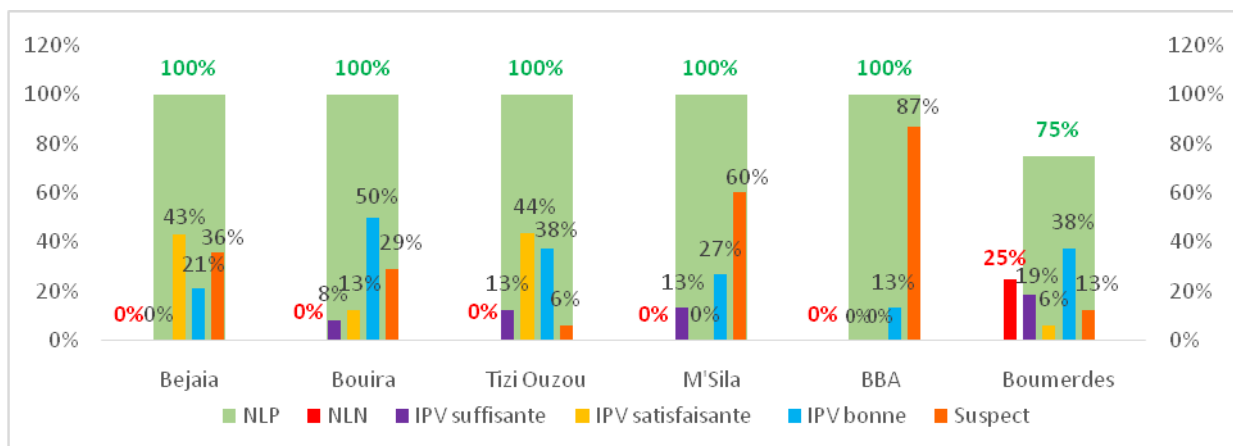
II.1. Répartition des résultats par wilaya:

La répartition par wilaya des résultats obtenus avec le HI test, sont rapportés dans le tableau 8 et illustrés par la figure 30.

Tableau 8 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon les wilayas (2018)

Wilaya	Bejaïa	Bouira	Tizi Ouzou	M'Sila	Bordj-Bou-Argeridj	Boumerdès
Total	14	24	16	15	53	16
NLP	100%	100%	100%	100%	100%	75%
IPV suffisante	0%	8%	13%	13%	0%	19%
IPV satisfaisante	43%	13%	44%	0%	0%	6%
IPV bonne	21%	50%	38%	27%	13%	38%
Suspect	36%	29%	6%	60%	87%	13%
NLN	0%	0%	0%	0%	0%	25%

NLP : Nombre de lots positifs, NLN : Nombre de lots négatifs, IPV : immunité post vaccinale, suspect : immunité post vaccinale excellente qui pourrait faire confusion avec les anticorps post infection en cas d'atteinte de la maladie



NLP : Nombre de lots positifs, NLN : Nombre de lots négatifs, BBA : Bordj-Bou-Argeridj, IPV : immunité post vaccinale, Suspect : Immunité post- vaccinale excellente qui pourrait porter à confusion avec les anticorps post infection en cas d'atteinte par la maladie

Figure 30 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les wilayas (2018)

Les résultats du test d'inhibition de l'hémagglutination réalisé sur les 138 lots montrent que presque la totalité des lots analysés des 6 wilayas sont positifs au test, à l'exception de ceux de la wilaya de Boumerdès où nous avons enregistré 25% de lots négatifs. En outre, les valeurs obtenues par



cette technique, nous a permis d'apprécier le statut immunitaire post-vaccinal de tous les lots analysés. On note que pour la wilaya de Bejaïa ; 43% de lots positifs ont montré une immunité post-vaccinale satisfaisante, 21% ont eu une bonne réaction vaccinale, par contre 36% sont considérées comme suspects. Pour la wilaya de Bouira ; on constate que 8% des lots positifs ont une réaction vaccinale suffisante, 13% ont une réaction satisfaisante, la moitié soit 50% des lots ont une bonne réaction vaccinale et 29% de ces derniers ont des taux suspects. De la même manière, dans la wilaya de Tizi-Ouzou; nous avons observé 13% des lots positifs avec une réaction vaccinale suffisante, 44% de lots positifs ont présenté une immunité post-vaccinale satisfaisante, 38% ont une bonne réaction vaccinale et 36% de lots positifs ont répondu avec des taux suspects. Quant à la wilaya de M'Sila ; il a été enregistré que plus de la moitié (60%) des lots positifs sont considérés comme suspects, 27% de lots positifs ont une bonne immunité post-vaccinale alors que 13% de ces lots ont une réaction vaccinale suffisante. Dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, pratiquement la majorité des lots soit 87% présentent une réaction vaccinale suspecte et 13% ont une bonne immunité post-vaccinale. Enfin dans la wilaya de Boumerdès, ou il a été enregistré 75% de lots de positifs, parmi ces derniers, on remarque que 19% des lots ont une réaction vaccinale suffisante, 6% ont une immunité post-vaccinale satisfaisante, 38% ont une bonne réaction vaccinale et pour terminer 13% se sont révélés suspects.

II.2. Répartition des résultats par type de production :

Les résultats de la répartition par type de production des résultats du HI test, sont rapportés dans le tableau 9 et illustrés par la figure 31.

Tableau 9 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon le type de production (2018)

Production	PsP	PRP	PD	PP	PC	Dinde
Total	50	12	33	25	17	1
NLP	100%	100%	100%	100%	76%	100%
IPV suffisante	6%	0%	6%	4%	12%	100%
IVP satisfaisante	6%	0%	24%	8%	24%	0%
IVP bonne	4%	58%	36%	44%	35%	0%
Suspect	84%	42%	33%	44%	6%	0%
NLN	0%	0%	0%	0%	24%	0%

NLP : Nombre de lots positifs, NLN : Nombre de lots négatifs, PsP : Poussin ponte, PRP : poule reproductrice ponte, PD : poulette démarrée, PP : poule pondeuse, PC : poulet de chair, IPV : immunité poste vaccinale, suspect : immunité poste vaccinale excellente qui pourrait faire confusion avec les anticorps post infection en cas d'atteinte de la maladie

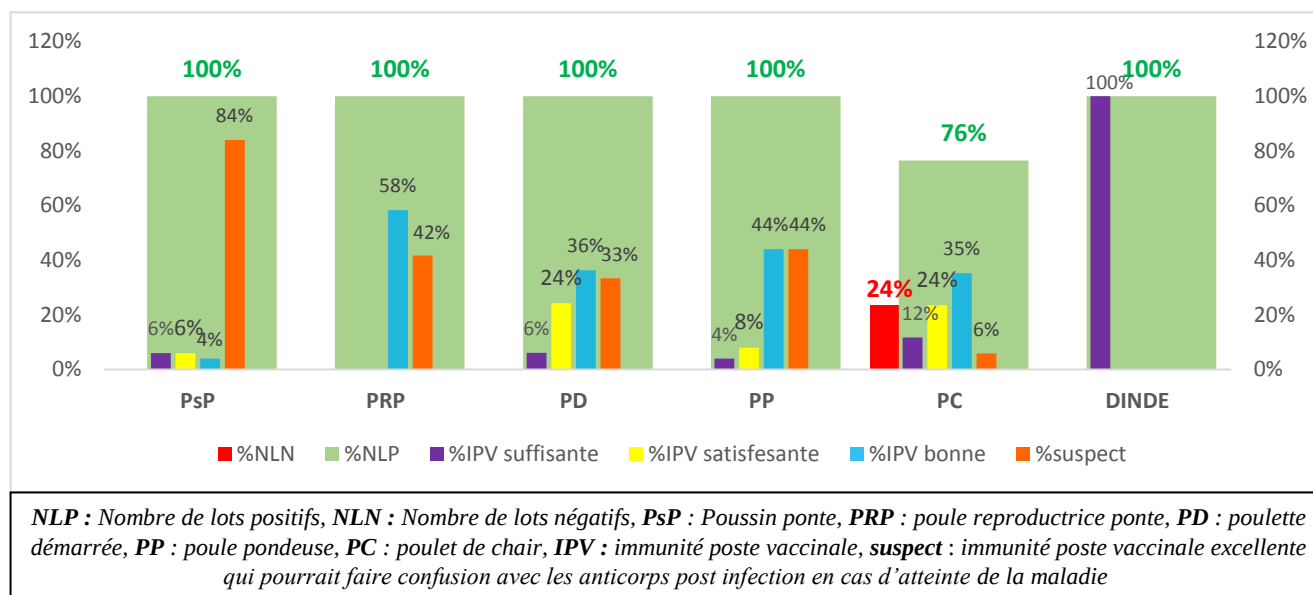


Figure 31: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par le HI test selon le type de production (2018)

Les résultats obtenus montrent que l'ensemble des lots des différentes productions testées pour le contrôle vaccinal sont positifs au HI test (100%), à l'exception de presque un quart (24%) des lots de poulets de chair testés. On constate chez les poussins ponte que le taux de lots suspects dépasse les 80% (titre supérieur à 1/1024), les lots ayant une immunité post-vaccinale suffisante et satisfaisante représentent tous deux 6% et 4% seulement des lots. Chez les poules reproductrices pondeuses, une bonne immunité semble être installée chez 58% des foyers, cependant 42% des lots apparaissent suspects. On note chez les poulettes démarrées que 36% des foyers ont une bonne immunité, 33% sont considérées comme suspects, 24% ont eu une immunité satisfaisante et 6% présentent une immunité suffisante. Quant aux lots de poules pondeuses, ils révèlent un pourcentage commun de 44% entre les lots suspects et ceux qui ont apparemment une bonne immunité post-vaccinale, 8% ont une immunité satisfaisante et le reste (4%) présente une immunité suffisante. On retrouve chez les foyers de poulets de chair, 35% des lots ayant une bonne immunité, 24% ayant une immunité satisfaisante, et enfin 12% ayant une immunité suffisante. La dilution de l'HI test chez les dindes est estimée à [1/32 - 1/64] ce qui indique une immunité post-vaccinale suffisante dans ce foyer.

DISCUSSION



L'industrie avicole a de tout temps été menacée par une multitude de pathologies, qu'elles soient d'origine bactérienne, virale ou parasitaire. Aussi, afin de réduire les pertes pouvant être parfois considérables, des programmes de vaccinations sont mis en place dans tous les différents types de productions avicoles. Les programmes de vaccination varient néanmoins fortement d'un pays à l'autre, voire d'un élevage à l'autre.

Parmi les nombreuses pathologies, la maladie de Newcastle(ND), dénommée également pseudo-peste aviaire, est une maladie hautement contagieuse et dévastatrice de la volaille. Dans ce cadre, des tests de routine sont effectués régulièrement sur la volaille vaccinée afin de déterminer leur statut immunitaire.

Bien que le test d'inhibition de l'hémagglutination (IH) soit la méthode standard recommandée par l'OIE ; il est de plus en plus remplacé par le test de dosage immuno-enzymatique (ELISA). Les valeurs obtenues en utilisant ces deux techniques ont été comparées à plusieurs reprises. Les résultats de ces comparaisons sont mitigés et parfois difficiles à interpréter. Certains auteurs estiment qu'il y a un manque de corrélation entre les résultats des deux tests ELISA et HI test (Miers et al., 1983), d'autres auteurs par contre ont noté des rapports d'une corrélation significative entre ces deux tests (Adair et al., 1989 ; Marquardt et al., 1985 ; Snyder et al., 1983, Snyder et al., 1985). Il est à noter que nous n'avons retrouvé aucune étude similaire en Algérie.

C'est dans cette optique que nous avons entrepris d'évaluer l'immunité post-vaccinale de volailles issues de différents types de production en utilisant les deux techniques ELISA et HI test sur les mêmes prélèvements, et comparer les résultats obtenus afin de confirmer ou d'infirmer le rapport et l'efficacité de ces tests.

Les résultats obtenus par l'utilisation du test ELISA et le HI test sur les sujets supposés vaccinés contre la maladie de Newcastle révèlent une couverture vaccinale totale (soit 100 %) de tous les lots analysés en provenance des wilayas de Bejaia, Tizi-Ouzou, M'Sila et Bordj-Bou-Argeridj. Bien que ces taux témoignent d'une bonne couverture vaccinale des lots reçus, ceci ne nous permet en aucun cas de généraliser cette constatation à toutes les wilayas du centre du pays.

Concernant les types de productions, la filière ponte représentée par les reproducteurs ; les poulettes démarrées, les poules pondeuses et les poussins ponte ont présenté des taux d'anticorps intéressants, significatifs d'une très bonne immunité, en l'occurrence une couverture vaccinale totale soit de 100%. La filière chair représentée dans notre étude par le poulet de chair, montrait par contre



une couverture vaccinale moins importante par rapport à celle de la filière ponte soit 76%. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que ce type d'élevage qui possède une durée de vie très courte ne dépassant pas les 50 jours ; est souvent négligé par les éleveurs lors de la deuxième vaccination. D'autre part nous pouvons justifier la diminution de ce taux par la faiblesse des performances techniques et économiques chez quelques éleveurs de poulet chair (Allaoui, 2018). Mais cela ne nous empêche pas de souligner une prise de conscience chez les éleveurs de ce type de production par rapport à l'importance de la vaccination particulièrement contre cette pathologie.

En ce qui concerne la comparaison des deux techniques, globalement l'ensemble des résultats obtenus par le test d'inhibition de l'hémagglutination sont similaires à ceux obtenus par le test ELISA, nonobstant quelques petites différences, telles que le taux de résultats positifs obtenu dans la wilaya de Bouira avec le HI test qui est de 100%, et celui obtenu par le test ELISA de 98%. De la même façon on retrouve un taux de positivité de 100% pour chacun des lots de poussins ponte et du lot de dinde, résultat légèrement supérieur à celui obtenu par le test ELISA pour les PsP (98%), mais contradictoire avec celui noté chez le lot de dinde (0%).

Ces résultats pourraient s'expliquer, soit par la haute sensibilité du test de l'inhibition de l'hémagglutination ou par la détection précoce des anticorps par ce même test. En effet, Meulemans et *al.* (1984), ont confirmé que le test ELISA ne détectait pas les anticorps produits au début de la réponse vaccinale, mais ceci était possible avec la technique d'inhibition de l'hémagglutination. Ce même auteur affirme dans son étude que la technique ELISA indirecte de la NDV est sensibilisée uniquement pour la détection des IgG spécifiques qui sont décelables par la sérologie qu'à partir d'un délai de 8 jours post vaccination, par contre, le test d'inhibition de l'hémagglutination est positif dès le 6^{ème} jour, moment où seules les IgM sont présentes, d'autres constatations l'ont amené à conclure aussi que ce test détecte à la fois les IgM et les IgG.

D'autre part, Marquardt et *al.* (1985) dans leur étude sur la réponse des anticorps au virus de la maladie de Newcastle mesurée par les deux techniques ELISA et le test d'inhibition de l'hémagglutination, affirment que les deux tests sérologiques ont détecté les anticorps spécifiques au NDV à 4 et 7 jours, respectivement, avec l'ELISA et le HI test, propos contradictoires avec ceux affirmés par Meulemans et *al.* (1984).

Ces différentes constatations entre auteurs pourraient être expliquées par le fait que ces derniers ont utilisé deux techniques différentes de l'ELISA, l'un ayant utilisé l'ELISA de compétition, laquelle est plus spécifique et plus sensible que l'ELISA indirecte. Il se pourrait également que la différence réside



au niveau des kits eux-mêmes, qui proviennent de fournisseurs différents bien qu'il s'agisse du même type d'ELISA.

En comparant la moyenne des résultats positifs obtenue en utilisant l'ELISA (86,75%) et celle obtenue en utilisant le HI test (95,9%), nous remarquons clairement l'importance du taux de ce dernier, ceci pourrait soulever deux hypothèses : soit le HI test est plus sensible, c'est-à-dire qu'il détecte moins de faux négatifs que l'ELISA, ou que la technique ELISA est plus spécifique c'est-à-dire qu'elle détecte moins de faux positifs.

Une explication plausible de nos résultats pourrait être l'utilisation dans notre étude d'un kit ELISA avec une spécificité élevée, qui permet d'obtenir moins de faux positifs.

Une autre étude réalisée par Brown *et al.* (1990) nous oriente également vers une autre hypothèse qui pourrait soutenir nos résultats. En effet, ces travaux suggèrent que plus le niveau d'immunisation des animaux contre le virus de la maladie de Newcastle est bas, plus la capacité de détection des anticorps par la technique ELISA tend à diminuer, ce qui rend la prise de décision plus difficile.

Il est possible dans ce cas, que les résultats du HI test se sont avérés plus élevés, du fait que cette technique a la capacité de détecter les anticorps, même lorsque ces taux d'immunisation sont faibles.

La technique d'inhibition de l'hémagglutination permet de préciser l'interprétation des titres d'anticorps issus de la vaccination, et ainsi de pouvoir conclure sur le statut immunitaire du cheptel testé. En effet le résultat positif est classé selon le titre d'anticorps en immunité post- vaccinale suffisante, satisfaisante ou bonne, ainsi que la catégorie « suspect » qui reflète une réponse immunitaire avec un titre d'anticorps très important pouvant signifier soit, plusieurs rappels vaccinaux ou que le cheptel a déjà été en contact avec le virus sauvage sans développer la maladie. Cependant la technique ELISA que nous avons utilisée ne nous a pas permis d'avoir des résultats similaires.

D'après les tests comparatifs de Beard *et al.* (1985), les résultats d'analyse obtenus avec le HI test varient considérablement entre les laboratoires des états américains du sud. Ces auteurs estiment que ceci ne serait pas dû à une négligence dans l'application de la méthode, mais résulterait plutôt du manque de standardisation de cette technique, ce qui conduit à une variation de certains paramètres dont la concentration en antigènes et la qualité des érythrocytes. C'est pour cela, que pour trancher sur un résultat de l'HI test, nous avons dû refaire le test 2 à 3 fois pour confirmer le résultat obtenu et réduire au maximum les risques d'erreur.



Néanmoins, nos résultats corroborent ceux de Meulemans et *al.* (1984), qui lors de leur étude menée dans le cadre de la recherche des anticorps vaccinaux de la NDV en utilisant le test ELISA et le test d'inhibition de l'hémagglutination ont montré que le test d'inhibition de l'hémagglutination s'est révélé plus sensible et plus spécifique que le test ELISA et doit, pour cette raison, lui être préféré pour la recherche des anticorps de la maladie de Newcastle.

Au regard de la situation économique actuelle de l'Algérie, il est important d'évaluer les frais des deux techniques. Il est évident que la technique de l'ELISA est beaucoup plus onéreuse que celle du HI test du fait qu'elle requiert, en plus du kit, un lecteur ELISA. Ce point a été soulevé par Bozorghmehrifardl et *al.* (2000) et Tabidi et *al.* (2004) qui pensent également que le HI test est plus économique que l'ELISA pour la détection des anticorps dirigés contre le NDV. Notant aussi que le test d'inhibition de l'hémagglutination n'est pas utilisé exclusivement pour le contrôle de maladie de Newcastle, en effet le protocole de la technique peut être utilisé pour la détection d'anticorps dirigés contre tous les virus présentant un potentiel d'hémagglutination, pas seulement chez la volaille mais aussi chez toutes les espèces animales.

Partie N°2

Diagnostic de la maladie de Newcastle

RESULTATS



Durant l'année 2018 ; neuf (09) lots de volaille suspects d'être atteints de maladie de Newcastle sont parvenus au niveau du LVR-TO.

Différents examens ont été effectués sur ces lots dans le but de confirmer ou infirmer la présence de cette maladie.

I. Résultats des examens cliniques :

L'examen clinique est très important, bien que les symptômes et lésions ne sont pas pathognomoniques et sont similaires à plusieurs maladies, cela n'empêche que cet examen nous permet d'écarter un très grand nombre de pathologies.

I.1. Symptômes :

L'affolement des aviculteurs ayant constaté des mortalités inexplicables au niveau du zoning du LVR-TO (Bejaia, Bouira, Boumerdès, BBA, Tizi-Ouzou et M'Sila) a suscité la mobilisation des vétérinaires praticiens qui ont suspecté la maladie de Newcastle.

En effet, selon les constatations des vétérinaires praticiens sur les cheptels suspects, et selon nos propres observations sur les échantillons acheminés au laboratoire, les manifestations cliniques observées sont l'abattement (Figure 32), la somnolence ainsi que la convulsion qui est souvent associées à des torticolis et des paralysies (Figure 36). La mort des sujets présentant ces signes est observée en général 24 à 48 heures (figure 33) après l'apparition ou non des premiers symptômes.

Dans d'autre cas, les manifestations ont commencé par de la fièvre, ensuite l'apparition de symptômes digestifs se manifestant au début par des diarrhées blanchâtres et/ou verdâtres (Figure 37), avec une congestion et une hypertrophie cloacale (Figure 39), puis une perte d'appétit et de l'abattement, et enfin, la survenue de signes nerveux qui s'expriment par des convulsions et des paralysies totales ou partielles et des torticolis (Figure 36), pour se terminer par la mort des animaux.

Quelques lots ont manifesté seulement des signes respiratoires se présentant par du jetage, éternuement, de la conjonctivite et un œdème faciale (Figure 34,35), puis la mort.



Figure 32 : Signes généraux :
abattement, plumage ébouriffé
(Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 33 : Taux de mortalité est
important (Photo personnelle, LVR
TO, 2018)



Figure34 : Œdème facial avec exsudat
oculaire. Signes de cyanose
visibles surtout au niveau de la crête
(Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure35 : Conjonctivite (Photo
personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 36 : Aspects cliniques de l'encéphalite rencontrée dans la maladie de Newcastle. Les troubles
nerveux se traduisent par un torticolis et des paralysies (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

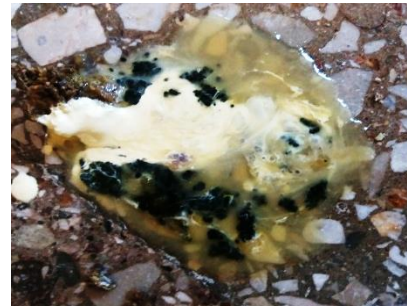


Figure 37 : Diarrhée, fientes collantes ou liquides verdâtre parfois même hémorragique.
(Photo personnelle, LVR TO, 2018)

I.2. Lésions :

Les lésions les plus rencontrées lors d'une atteinte par la maladie de Newcastle sont les lésions hémorragiques dans les organes de l'appareil respiratoire (Figure38), digestif (Figure39, 40), et nerveux.



Figure 38 : Trachéites hémorragique (Photo personnelle, LVR TO, 2018)



Figure 39: Cloacites hémorragiques (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

Les hémorragies du ventricule succenturié sont des lésions fréquentes de la MN (Figure 40). Néanmoins, il faut noter que ces hémorragies peuvent être absentes. Des lésions hémorragiques peuvent être aussi observées sur le gésier.

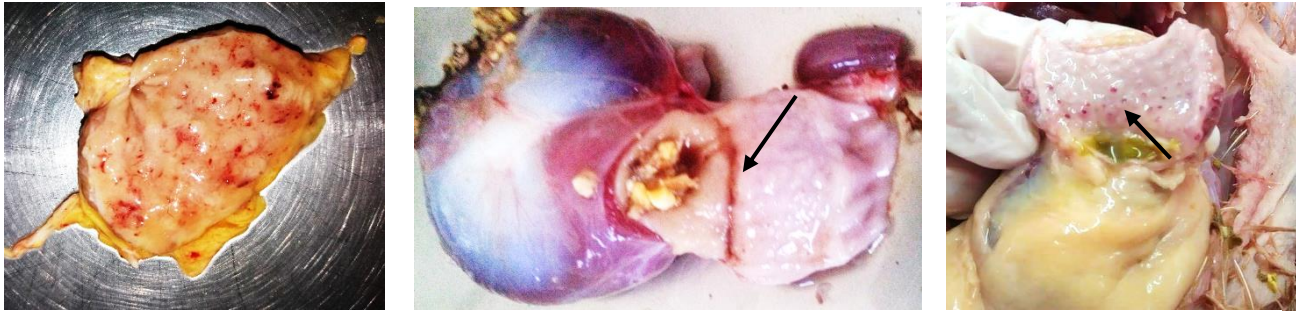


Figure 40 : Hémorragies du ventricule succenturié (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

II. Résultats sérologiques :

Les résultats obtenus par les 2 méthodes sérologiques (ELISA Indirect et HI test) réalisés sur les sérums issus des 9 lots suspects de la maladie, et qui présentaient des symptômes cliniques en relation avec la ND sont rapportés dans le Tableau 10.

Tableau 10 : Résultats sérologiques des lots suspects de maladie de Newcastle obtenus par la technique ELISA et le test d'inhibition de l'hémagglutination.

Mois	Wilaya	Type de production	Titre ELISA	Dilution HI test
Avril	Bouira	PP	4000 (+)	1/128 (+)
		PC	209 (-)	½ (-)
	Tizi-Ouzou	PC	0 (-)	0 (-)
Mai	Bouira	PP	1400 (+)	1/128 (+)
		PP	1500 (+)	1/128 (+)
	Tizi-Ouzou	Dinde	790 (-)	¼ (-)
Juillet	M'Sila	PP	8000 (+)	1/256 (+)
Aout	Tizi-Ouzou	PP	14000 (+)	1/512 (+)
	Boumerdès	PP	13000 (+)	1/512 (+)

PP : Poule Pondeuse, *PC* : Poulet de chair, (+) positif, (-) négatif

Titre ELISA : >993 = positif, <993 = négatif.

Tire HI test : ≥ 1/32 (positif), ≤ 1/32 (négatif)



Les résultats obtenus montrent que les 9 lots suspects de la maladie de Newcastle ont été observés durant les mois d’Avril, Mai, Juillet et Aout. Ces foyers sont issus des wilayas de Bouira, Tizi-Ouzou, M’Sila et Boumerdès.

Durant le mois d’avril nous avons reçu 3 lots suspects. Deux de ces trois lots sont issus de la wilaya de Bouira, ils appartiennent à deux types de productions différents ; poule pondeuse et poulet de chair. Pour le lot de poule pondeuse, le taux d’anticorps obtenu par les tests sérologiques effectués dépasse largement le seuil de positivité, ces derniers sont de 4000 pour le test ELISA et de 1/128 pour le HI test. Concernant le lot de poulet de chair ; le résultat obtenu par les deux technique sérologiques était négatif.

Le troisième lot reçu durant le mois d’avril est issu de la wilaya de Tizi-Ouzou, il appartenait à la production de poulet de chair. Les résultats sérologiques obtenus par les deux tests ELISA et HI test était nuls.

Durant le mois de mai nous avons reçu également 3 lots suspects de maladie. 2 des 3 lots sont issus de la wilaya de Bouira, et appartenaient tous deux à des élevages de poules pondeuses. Les résultats sérologiques obtenus par les deux tests effectués sur ces 2 lots étaient positifs. Ainsi, concernant le test ELISA les titres d’anticorps étaient de 1400 et 1500 respectivement pour le premier et le deuxième lot de PP, il en est de même pour le test HI avec lequel nous avons obtenu le titre de 1/128 pour les deux lots.

Le troisième lot est issu de la wilaya de Tizi-Ouzou et appartenait à un élevage de dinde. Les résultats sérologiques obtenus par les deux techniques ELISA et HI test sont négatifs avec un taux d’anticorps de 790 pour l’ELISA et de ¼ pour le HI test.

Durant le mois de Juillet, 1 seul lot de poules pondeuses issu de la wilaya de M’Sila a été suspecté d’atteinte de la maladie de Newcastle. Les résultats obtenus par les deux tests sérologiques étaient positifs avec un taux d’anticorps élevé, égal à 8000 pour l’ELISA et 1/256 pour le HI test.

Enfin, pour le mois d’Aout nous avons reçu 2 lots appartenant à un même type de production de poules pondeuses suspectées de maladie de Newcastle. Ces derniers sont issus des wilayas de Tizi-Ouzou et de Boumerdès. Les résultats obtenus par les deux les tests sérologiques sont positifs avec des titres pour l’ELISA de 14000 et 13000 respectivement pour le lot de la wilaya de Tizi-Ouzou et Boumerdès, et un titre HI de 1/512 pour les deux lots. Les résultats détaillés de cette étude sont rapporté dans l’annexe N°3



III. Résultats de l'isolement sur œufs embryonnés :

L'inoculation d'œufs embryonnés par des broyats de trachées et d'écouvillonnages cloacaux, récupérés à partir des échantillons suspects, a donné les résultats suivants :

III.1. Lésions embryonnaires :

En plus des mortalités embryonnaires, les lésions observées consistent en une congestion généralisée de l'embryon et de toute la membrane vitelline et des hémorragies qui sont constatées dans la cavité allantoïdienne de l'embryon comme le montre la figure N°41.

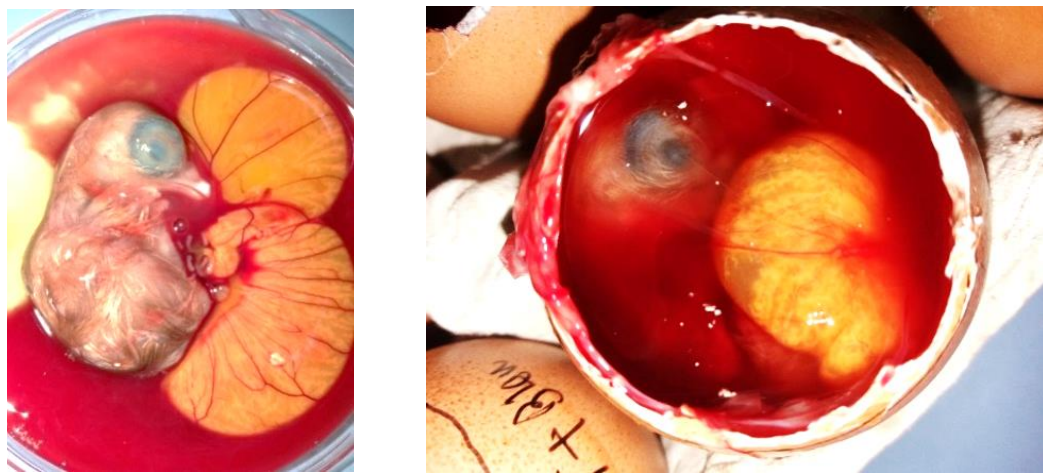
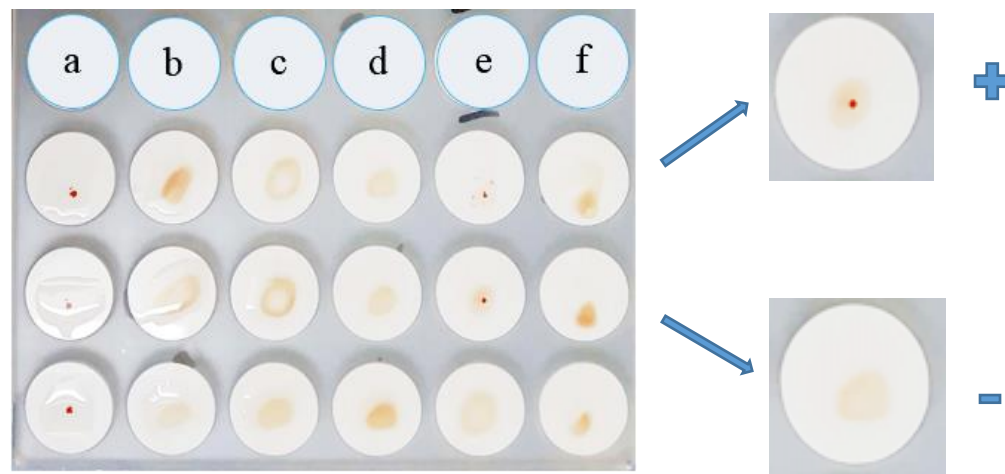


Figure 41: Hémolyse et congestion de la membrane vitelline (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

III.2. Recherche d'une activité hémagglutinante :

L'activité hémagglutinante résulte de l'interaction entre les antigènes éventuellement présents dans les liquides allantoïdiens prélevés, avec des hématies de volailles saines à 1%. Parmi les 9 lots suspectés, 4 lots sont considérés comme positifs et sont retenus pour la confirmation. Les résultats suivants illustrent la mise en évidence de l'un de ces lots (Figure N° 42).

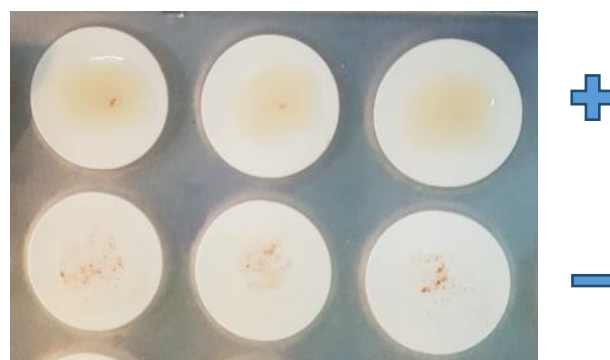


a. Control positif, b. Résultat négatif, c. Résultat négatif, d. Résultat négatif, e. Résultat positif, f. Résultat négatif. , (+) : Résultat positif, (-) : Résultat négatif

Figure 42 : Résultats du test de la recherche d'une activité hémagglutinante ; Photo personnelle, LVR TO, 2018)

III.3. Neutralisation de l'hémagglutination :

La technique de neutralisation de l'hémagglutination permet d'utiliser un sérum de référence de la ND, ceci nous a permis de confirmer que les 4 cas retenus précédemment sont effectivement positifs au virus de la ND comme l'illustre la figure N°43.



(+) : Résultat positif, (-) : Résultat négatif

Figure 43 : Résultats du test de la neutralisation de l'hémagglutination sur l'échantillon positif (Photo personnelle, LVR TO, 2018)

**Tableau 11** : Résultats obtenus après isolement sur œufs embryonnés selon les types de production (2018)

Mois	Wilaya	type de production	Isolement sur œufs embryonnés
Avril	Bouira	PP	(+)
		PC	(-)
	Tizi-Ouzou	PC	(-)
Mai	Bouira	PP	(-)
		PP	(-)
	Tizi-Ouzou	Dinde	(-)
Juillet	M'Sila	PP	(+)
Aout	Tizi-Ouzou	PP	(+)
	Boumerdès	PP	(+)

(+) : résultat positif, (-) : résultat négatif

Après avoir utilisé la technique de l'isolement sur œufs embryonnés et les tests associés sur 9 lots apparemment suspects de la maladie de Newcastle, 4 lots semblent positifs. La totalité de ces derniers sont des élevages de poules pondeuses âgées entre 34 jours et 46 semaines. Le lot en provenance de la wilaya Bouira a été détecté au printemps au mois d'Avril, tandis que les 3 autres lots provenant des wilayas de M'Sila, Tizi-Ouzou et Boumerdès ont été réceptionnés en été, durant les mois de Juillet et Aout. Les 5 autres prélèvements issus des wilayas de Tizi-Ouzou et de Bouira représentant des élevages de poulets de chair et de dindes, semblent négatifs aux tests.

DISCUSSION



La maladie de Newcastle, figure sur la liste A de l'Organisation Mondiale de la Santé Animale (OMSA, ex-OIE). Elle reste l'un des problèmes majeurs affectant la volaille et la filière de l'aviculture. Selon l'OIE ; elle est considérée depuis toujours comme une maladie dévastatrice de la volaille et du cheptel avicole dans de nombreux pays, dont l'Algérie qui a enregistré trois (03) épidémies de la maladie de Newcastle entre 1996 et 2018 (1997, 2002 et 2014).

Notre étude a été réalisée dans une zone de 6 wilayas du centre du pays à vocation élevage, résultat des politiques incitatives mises en œuvre au cours de la décennie 80 qui visait à couvrir le déficit en protéines animales dont souffraient les algériens (MADRP ; 2015). Durant l'année 2018, un total de 09 lots suspects de la maladie de Newcastle ont été orientés vers le LVR-TO pour un diagnostic complémentaire suite aux suspicions et commémoratifs des vétérinaires de terrain.

En prenant en considération les constations des éleveurs et des vétérinaires praticiens ; la maladie qui a affecté ces 9 foyers est caractérisée par une mortalité très élevée. L'enquête épidémiologie effectuée par Cappelle et *al.*, en 2015 sur la maladie de Newcastle a démontré une circulation continue et homogène du virus de la maladie de Newcastle chez un large éventail d'espèces d'oiseaux sauvages en Afrique, il affirme que cette maladie est responsable de 70% à 80% des cas de mortalités de volailles dans le Monde et en Afrique.

La mortalité observée par les éleveurs a été précédée par des symptômes cliniques à prédominance nerveuse et digestive et à un moindre degré respiratoire et oculaire, ces manifestations sont très évocatrices de la maladie de Newcastle. Une étude effectuée en Algérie par Bouderbail et *al.*, en 2017 affirme que depuis 2012, le PMV-1 qui circule en Algérie cause un taux de mortalité élevé allant jusqu'à 67% chez les troupeaux vaccinés et jusqu'à 45% chez les poules pondeuses, alors qu'auparavant le taux était de 5 à 15%, il affirme également comme nous l'avons constaté que ce virus a une haute affinité pour le système nerveux et digestif.

La présence de la triade symptomatique (nerveux - digestifs - respiratoires) nous a conduit après avoir effectué un diagnostic différentiel, d'écarter certaines pathologies pouvant présenter les mêmes signes cliniques. De même les lésions observées, telles les taches hémorragiques notamment dans le tractus digestif (pro ventricule et cloaque), appareil respiratoire (trachées) et les lésions nerveuses (encéphale) nous oriente vers la maladie recherchée. Mais cela ne nous permet pas de confirmer qu'il s'agit bien de la ND. Comme le soulignaient d'ailleurs McFerran et McCracken en 1988, dans leur étude sur les signes et symptômes de la maladie, qu'aucun signe ni lésion ne peuvent être considérés comme étant pathognomoniques de la ND.



Les signes cliniques, les lésions et le contexte épidémiologique général permettent souvent de suspecter la pseudopeste aviaire. Cependant, le diagnostic doit toujours être suivi par d'autres examens pour confirmer une éventuelle circulation du virus APMV-1. Des examens sérologiques avec le test ELISA indirect et le HI test ont été mis en œuvre pour détecter la circulation d'anticorps spécifiques au virus de la ND. Cependant puisque les cheptels suspects sont censés être vaccinés contre la maladie, les tests sérologiques utilisés ne nous ont pas permis de trancher sur l'origine des anticorps circulant lors d'un résultat positif.

Notant que la majorité des vaccins utilisés en Algérie sont des vaccins à virus soit vivant soit atténué, ayant les mêmes pouvoirs immunogènes que les souches sauvages, ce qui rend la réponse sérologique induite par le vaccin difficilement différenciable de celle induite par la souche sauvage, ces résultats sont soutenus par Alexander et *al.* en 1988.

Toutefois, les résultats négatifs obtenus par ces tests sérologiques peuvent nous amener à expliquer la situation par un échec vaccinal. Les sujets objets de cette expérimentation sont alors plus vulnérables lors de l'exposition au virus de la NDV.

En se référant aux résultats obtenus par le test d'isolement sur œufs embryonnés ; nous avons confirmé l'atteinte de 4 lots sur un total de 9 par la maladie de Newcastle ; les résultats sérologiques obtenus avec les deux tests ELISA et HI test, étaient positifs avec un titre d'anticorps important, ce qui nous a amenés à émettre les hypothèses suivantes:

- Soit cette hausse d'anticorps est à l'origine d'une atteinte virale. Ce qui nous laisse supposer qu'il y a eu un échec de la vaccination. En effet des points critiques devraient être pris en considération lors de l'application d'un programme vaccinal. Comme l'expliquent Fabienne et *al.* (2009) et K.M. Dimitrov et *al.* (2017), l'approche classique utilisée pour la vaccination aviaire contre la ND comporte certaines limites et inconvénients, parmi lesquels nous pouvons citer : l'interférence avec les anticorps circulants d'origine maternelle lors de la première vaccination et la dose du vaccin administré. Toutefois, selon les résultats obtenus lors de la première partie de notre étude, le taux d'anticorps des lots de poules pondeuses orientés au laboratoire dans le cadre du contrôle vaccinal suggère que ces dernières ont répondu favorablement à la vaccination, ce qui nous permet donc d'écarter cette hypothèse.
- Ceci nous a amené par la suite vers une seconde spéculation qui implique le degré de virulence du vaccin lui-même qui pourrait être à l'origine de l'émergence de la maladie. En général, les vaccins utilisés en Algérie pour protéger les élevages contre la maladie de Newcastle sont des vaccins



vivants (LaSota, Hitchner B1). Selon Winterfield (1981), les vaccins vivants peuvent en effet provoquer une maladie respiratoire clinique et une chute de ponte. Néanmoins, depuis la création des premiers vaccins vivants en 1948, désignés maintenant comme virulents après avoir induit la maladie de Newcastle, plusieurs laboratoires enquêtaient sur les souches de NDV qui pourraient être utilisées comme vaccin vivant. Deux souches de NDV de faible virulence qui sont Hitchner B1 et La Sota ont par la suite été isolées et bien qu'elles induisent des degrés acceptables de symptômes cliniques post-vaccinaux, elles sont aujourd'hui communément et mondialement utilisées (Goldhaft, 1980; Hitchner, 1975).

Selon les constatations observées lors de l'étude précédente réalisée dans le cadre du contrôle vaccinal (partie1), nous avons remarqué que la réponse vaccinale des différents types de production, en particulier celle de la poule pondeuse est significative d'une bonne immunisation. Pourtant cela n'a pas empêché qu'elle soit atteinte par le NDV, ceci nous a permis de déduire que les programmes de vaccination actuels ne protègent pas, ou peu, contre le virus sauvage circulant. De ce fait, l'hypothèse la plus plausible pourrait signifier qu'il y a apparition d'une nouvelle souche de Newcastle très vélogène, qui malgré l'immunisation des cheptels avicoles, ces derniers n'ont pas pu résister à la maladie. En effet Miller et *al.* (2007), Miller et *al.* (2009) et Bouderval et *al.* (2017) ont constaté que les souches virales utilisées pour la vaccination de la maladie de Newcastle (La Sota, HB1 et Clone 30), sont phylogénétiquement éloignées des souches virulentes circulant en Afrique. Selon les mêmes auteurs ; ces souches y circulent depuis les années 1970 et appartiennent au génotype V-VIII, tandis que les souches vaccinales utilisées appartiennent aux génotypes I et II. Cette divergence pourrait expliquer que la souche vaccinale utilisée n'assurerait pas une protection optimale contre la maladie.

Lors d'une étude sur les génotypes circulants en Algérie en 2017 ; Bouderval et *al.* ont confirmé que la souche de la maladie de Newcastle qui circule à l'Est et à l'Ouest du pays appartient au génotype vélogène VII, ils affirment que cette dernière a commencé à remplacer le génotype V et il devient le génotype le plus répandu dans la volaille domestique.

En ce qui concerne les saisons d'apparition de la ND, elle est présente d'après nos constatations aux alentours du début de changement de saisons, c'est à dire en Avril (1 foyer) et en Juillet (3 foyers). Cependant, il est impossible pour nous de généraliser cette observation à l'ensemble de la région étudiée, du fait que 4 lots seulement sont considérés comme positifs, ceci n'étant pas du tout représentatif pour établir une étude épidémiologique. Selon l'enquête menée par Lounas et Mesbah (2009) sur les principales maladies aviaires en Algérie, la maladie de Newcastle sévit durant toute l'année mais avec une prévalence plus importante en été, suivie des périodes d'automne et d'hiver. El



kohen (1975) note également qu'au Maroc, la maladie présente deux sommets pendant son évolution : un pic en hiver (période froide) et un autre pic en automne (saison des pluies). En plus de la saison, d'autres facteurs pourraient favoriser l'apparition de la maladie dont la concentration des animaux, la conduite d'élevage et l'activité socio-économique de l'homme comme le démontre l'étude de Ban-Bo et *al.* (2013).

Il a été noté également, que parmi les 4 lots positifs obtenus, aucun lot de poulets de chair n'a été positif à la maladie. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ce type de production est d'une courte longévité. Effectivement, selon l'étude de Bataskom M'BAD en 1994 sur la séro-épidémiologie des maladies infectieuses majeures, l'atteinte des volailles par la ND semble augmenter avec l'âge. Quant au lot de dinde qui ne figure pas non plus parmi les lots positifs, les constatations de Dimitrov et *al.* (2017) pourraient justifier cela par le fait qu'en général, les dindes sont légèrement plus résistantes au NDV que les poules. Par conséquent, selon ces critères, les poules pondeuses (dont l'âge est compris entre 1 mois et 10 mois) seraient le type de production le plus sensible au NDV. Ces résultats corroborent ceux de Lounas et Mesbah qui ont noté lors de leur enquête en 2009 sur l'ensemble du territoire algérien, que la filière ponte est de loin la plus touchée par le PMV1 avec 49 foyers positifs, contre 14 foyers de poulets de chair et 1 seul foyer de dinde.

La maladie de Newcastle sévit depuis toujours en Algérie. En effet ; suite à l'enquête menée sur les principales maladies aviaires en Algérie, Lounes et Mesbah (2009) ont rapporté 64 foyers de Newcastle en 2009 , 2 foyers en 2008, 5 foyers décrits respectivement en 2006, 2005 et 2004, 10 foyers décrits en 2003 et un total de 45 foyers en 2002.

Selon l'OIE, la dernière constatation de la maladie en Algérie a été décrite en 2014 avec un total de 5 foyers au niveau de tout le territoire national, pourtant, plusieurs études ont décrit la circulation de la maladie après cette période. Effectivement une étude menée par Kermia en 2017 suite à une enquête séro-épidémiologique de la maladie de Newcastle chez le poulet de chair avait signalé que la maladie circule constamment en Algérie et elle est à l'origine de très grandes pertes économiques pour ce type de production.

Notre étude a rapporté 4 foyers de ND pendant l'année 2018 dans les 6 wilayas étudiées. Ce qui signifie que malgré la vaccination et les mesures de lutte employées pour l'éradication de la maladie, l'Algérie reste un pays endémique.

CONCLUSION

Les résultats des tests sérologiques visant la détection des anticorps vaccinaux dirigés contre la maladie de Newcastle ont clairement démontré que la majorité des élevages analysés dans le cadre du contrôle vaccinal ont présenté une bonne couverture immunitaire chez tous les types de production de la volaille analysée en provenance des 6 wilayas du zoning du laboratoire vétérinaire régional de la wilaya de Tizi-Ouzou. Nous en déduisons que tous ces élevages semblent appliquer et respecter les programmes de vaccination et parviennent ainsi à avoir des résultats satisfaisants.

La comparaison des deux tests sérologiques employés soit les tests d'inhibition de l'hémagglutination et de l'ELISA indirecte commercial, révèlent que les valeurs obtenues sont presque identiques. Néanmoins, nous avons pu déduire que l'application du HI test qui revêt plusieurs avantages :

- Facilité et simplicité dans l'exécution,
- Rapidité dans l'obtention des résultats
- Nécessite très peu de matériel
- C'est une technique peu onéreuse.

Notons cependant, qu'aucun de ces deux tests ne permet de différencier les anticorps vaccinaux de ceux induits par une atteinte du virus sauvage.

En cas de suspicion de maladie, la confirmation de la présence du virus de Newcastle est effectuée par un isolement direct sur œufs embryonnés. Nonobstant, cette technique à elle seule reste insuffisante pour l'identification et la caractérisation de la souche sauvage du virus circulant. C'est pour cela qu'il serait plus judicieux de se pencher vers l'utilisation d'autres techniques de diagnostic pour avoir des résultats plus précis.

L'étude épidémiologique effectuée sur le même zoning durant l'année 2018 a permis de confirmer la persistance de la circulation du NDV en Algérie, même si les mesures de lutte prises par l'état pour l'éradication de cette pathologie. Malgré le succès de la vaccination du cheptel analysé, celui-ci n'a pas été épargné, dans certains élevages, de contracter la maladie.

Toutes ces constatations suggèrent que le virus de la ND qui affecte nos élevages appartient probablement à une nouvelle souche virulente, ce qui rend les vaccins utilisés actuellement moins efficaces, ne conférant pas une immunité assez puissante pour protéger contre cette variante.

**RECOMMENDATIONS
&
PERSPECTIVES**



Comme recommandations, il serait intéressant et plus rentable d'utiliser la technique d'inhibition de l'héماغglutination comme test de référence concernant le contrôle vaccinal de la maladie de Newcastle. Comme nous l'avons constaté, la technique ELISA utilisée donne pratiquement presque les mêmes résultats que le HI test. De la même manière, cette technique a un coût très élevé et confère une subordination aux pays fabricant du kit. Ainsi, il serait plus judicieux d'optimiser le HI test de manière à minimiser les risques d'erreurs et l'utiliser comme test de référence pour la détection d'anticorps vaccinaux contre la MN.

Afin de compléter les études menées sur le diagnostic de la pathologie étudiée, il serait intéressant d'élargir l'échantillonnage afin d'extrapoler les résultats obtenus à l'échelle nationale. Ces résultats permettront alors d'exposer la réelle amplitude et la gravité de la maladie de Newcastle en Algérie.

Il serait aussi intéressant de poursuivre les travaux engagés en évaluant l'indice de pathogénicité intracérébrale (IPIC) du virus d'une part, et de recourir aux techniques de biologie moléculaire d'autre part, telles que la RT-PCR en temps réel, qui permettront d'identifier et de caractériser la souche PMV-1 sauvage circulante dans nos élevages, mais aussi de réaliser une étude phylogénétique, afin de comparer cette dernière avec la souche vaccinale utilisée pour élucider le mystère de la persistance de la maladie de Newcastle même après un bon programme prophylactique.

Dans le cadre de la stratégie de lutte contre la maladie et pour remédier au problème de confusion entre les anticorps issus de la vaccination et ceux issus du virus sauvage, il existe des kits ELISA capables de différencier les anticorps issus d'un virus vivant, des anticorps issus d'un vaccin délété, ne contenant dans sa structure que la glycoprotéine F. Dans ce cas précis, il faudrait que l'état s'engage en adoptant des lignes directrices pour l'application de la stratégie DIVA car celle-ci nécessiterait l'utilisation d'un programme vaccinal étudié et un vaccin approprié.

Il faudra également promouvoir l'élaboration d'un nouveau programme prophylactique en impliquant les laboratoires de recherche, les fabricants de vaccin ainsi que les experts de la filière, afin de concevoir de nouvelles stratégies de vaccination contre la maladie de Newcastle, qui permettront de cibler les souches émergentes du virus et améliorer ainsi l'efficacité des vaccins et les réponses immunitaires induites.

Il serait également intéressant de faire une étude sur des échantillons représentatifs de chaque type de production pour en déduire le programme vaccinal adéquat pour chaque filière.



Bien que les efforts de vaccination contre la MN soient concentrés dans le secteur de la volaille domestique, d'autres espèces d'oiseaux sont susceptibles d'être infectées avec des souches de NDV. Leur importance ne doit pas donc être sous-estimée, car ils peuvent avoir un rôle dans la propagation du virus.

Pour compléter la vaccination, la lutte contre la MN peut être facilitée par un diagnostic rapide et une biosécurité rigoureuse. Cela comprend la mise en œuvre des stations de quarantaine pour les oiseaux importés, le contrôle du mouvement d'oiseaux et d'œufs, ainsi que l'application de règles strictes lors de l'administration des vaccins.

Nous espérons que les recommandations proposées seront prises en compte dans la lutte engagée depuis quelques années pour réduire l'impact économique négatif de la maladie de Newcastle sur l'aviculture algérienne.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- Adair B. M., McNulty M. S., Todd D., Conner T. J., et Burns K., 1989.** Quantitative estimation of Newcastle disease virus antibody levels in chickens and turkeys by ELISA. *Avian Pathol.* 18:175-192. 1989.
- Aldous E.W., Alexander D.J., 2008.** Newcastle disease in pheasants (*Phasianuscolchius*): a review. *Vet J* 175(2):181-185
- Aldous E.W., Fuller C.M., Mynn J.K., Alexander D.J., 2004.** A molecular epidemiological investigation of isolates of the variant avian paramyxovirus type 1 virus (PPMV1) responsible for the 1978 to present panzootic in pigeons. *Avian Pathol* 33(2):258–269
- Aldous E.W., Manvell R.J., Cox W.J., Ceeraz V., Harwood D.G., Shell W., Alexander D.J., Brown I.H., 2007.** Outbreak of Newcastle disease in pheasants (*Phasianuscolchicus*) in south-east England in July 2005. *Vet Rec.* 160(14):482–484
- Alexander D.J., 1988.** Newcastle disease diagnosis. In : Newcastle disease Alexander DJ (ed). Kluwer acadpubl, Boston, (Developments in Veterinary Virology), 147-160.
- Alexander D.J., 1988.** Newcastle disease: Methods of spread. In: DJ Alexander (ed) Newcastle disease. Kluwer Academic, Boston, MA, pp 256-272
- Alexander D.J., 2001.** Gordon Memorial Lecture. Newcastle disease. *Br PoultSci* 42(1):5–22
- Alexander D.J., 2008.** Newcastle disease World Organisation for Animal Health Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 6th ed. Chapter 2.3.14. OIE, Paris, pp 576-589
- Alexander D.J., Manvell R.J., Banks J., Collins M.S., Parsons G., Cox B., Frost K.M., Speidel E.C., Ashman S., Aldous E.W. 1999.** Experimental assessment of the pathogenicity of the Newcastle disease viruses from outbreaks in Great Britain in 1997 for chickens and turkeys and the protection afforded by vaccination. *Avian Pathol.* 28(5):501-512
- Alexander D.J., Banks J., Collins M.S., Manvell R.J., Frost K.M., Speidel E.C., Aldous E.W. 1999.** Antigenic and genetic characterization of Newcastle disease viruses isolated from outbreaks in domestic fowl and turkeys in Great Britain during 1997. *Vet Rec.* 145(15):417-421.
- Alexander D.J., 1988.** Newcastle disease diagnosis. Newcastle disease diagnosis, 147 – 160.
- Allan W.W., Lancaster J.E. etToth B., 1978.**Newcastle Disease Vaccines—their Production and Use. FAOAnimal Production Series No. 10(Rome, Food and Agriculture Organization.
- Allaoui A., 2018.** Les aspects techniques et économiques de l’aviculture dans la wilaya de Biskra. Mémoire de Master, Université de Biskra
- ANSES, 2013.** Maladie de Newcastle et Paramyxovirose du pigeon. Fiche « maladies animales » septembre 2013
Adresse URL : https://www.anses.fr/fr/system/files/SANT-Fi-Maladie_Newcastle.pdf
- Ban-Bo B., Kebkiba B., Nadjilem D., 2013.** Facteurs favorisant l’apparition de la maladie de Newcastle au Tchad.J. Appl. Biosci. 70:5591– 5598.
- M’bao B., 1994.**Séro-épidémiologie des maladies infectieuses majeures des poulets de chair (Maladie de Gumboro, Maladie de Newcastle, Bronchite infectieuse et mycoplasmoses) dans la région de Dakar.

Thèse de doctorat vétérinaire. École inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar. 110 pages.

- Beach J.R., 1942.** Avian pneumoencephalitis. Proceedings of the Annual Meeting of the US Livestock Sanitary Association 46:203-223
Beach JR (1944) The neutralization in vitro of avian pneumoencephalitis virus by Newcastle disease immune serum. Science 100(2599):361-362.
- Beard C.W., Hanson R.P., 1984.** Newcastle Disease. In: “Diseases of Poultry” (Hofstad MS, Barnes HJ, Calnek BW, Reid WM, Yoder HW ed), 8th ed, Iowa State University Press: Ames, IA, pp 452-470
- Beard C.W., Wilkes W.J., 1985.** A Comparison of Newcastle Disease Hemagglutination-Inhibition Test Results from Diagnostic Laboratories in the Southeastern United States Source: Avian Diseases, Vol. 29, No. 4 (ct. - Dec., 1985), pp. 1048-1056.
- Beard C.W., Villegas P., et Glisson J.R., 1993.** Comparative efficacy of the B-1 and VG/GA vaccine strains against velogenic viscerotropic Newcastle disease virus in chickens. Avian Dis. 37:222–225
- Beard, C.W., Villegas P., and Glisson J.R., 1993.** Comparative efficacy of the B-1 and VG/GA vaccine strains against velogenic viscerotropic Newcastle disease virus in chickens. Avian Dis. 37:222–225.
- Biancifiore F., Fioroni A., 1983.** An occurrence of Newcastle disease in pigeons: virological and serological studies on the isolates. Comp Immunol Microbiol Infect Dis. 6(3):247-252.
- Bouderbal M.A, Bouzouia M., 2017.** Ceva Animal Health, Algiers, Algeria; 2 National Veterinary School of Sidi thabet, Tunis, Tunisia. First phylogenetic analysis of new Newcastle virus strain isolates in Algeria. Poultry Industry.
- Bozorghmehri-Fard M.H. et Mayahi M., 2000.** Comparison of enzyme linked immunosorbent assay and haemagglutination inhibition Test for detection of antibodies against ND vaccine in broiler chicks. Ind. J. Anim. Sci., 70: 39-40.
- Bozorghmehri-Fard M.H. et Keyvanfar H., 1979.** Isolation of Newcastle disease virus from teals (*Anas crecca*) in Iran. J Wildl Dis 15(2):335-337
- Brown J, Resurreccion R.S. et Dickson T.G., 1990,** The Relationship between the Hemagglutination-Inhibition Test and the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Antibody to Newcastle Disease, Source: Avian Diseases, Vol. 34, No. 3 (Jul. - Sep., 1990), pp. 585-587.
- Cappelle J., Caron A., Servan De Almeida R., Gil P., Pedrono M., Mundava J., Fofana B., Balança G., Dakouo M., Ould El Mamy A.B., Abolnik C., Maminiaina O.F., Cumming G.S., De Visscher M.N., Albina E., Chevalier V. et Gaidet N., 2015.** Empirical analysis suggests continuous and homogeneous circulation of Newcastle disease virus in a wide range of wild bird species in Africa. Epidemiology and Infection.; 143(6):1292-303.
- Capua I. et Alexander D.J., 2013.** Influenza aviaire et maladie de Newcastle : Un manuel de diagnostic de terrain et de laboratoire.
- Capua I., Scacchia M., Toscani T., Caporale V., 1993.** Unexpected isolation of virulent Newcastle disease virus from commercial embryonated fowls' eggs. Zentralbl Veterinärmed B 40(9-10):609-612
- Chambers P., Millar N.S. et Emmrson. P.T., 1986.** Nucleotide sequence of the gene encoding the fusion glycoprotein of newcastle disease virus. J Gen Virol 67 (Pt 12) 2685-2694.

- Chang P.W., 1981.** Newcastle disease. In: Beran GW (ed) CRC handbook series in zoonoses section B: Viral zoonoses, volume II. CRC, Baton Raton pp261-274
- Collins M.S., Bashiruddin J.B. et Alexander D.J., 1993.** Deduced amino acid sequences at the fusion protein cleavage site of Newcastle disease viruses showing variation in antigenicity and pathogenicity. Arch Virol. 128:363–370
- Czeglédi A., Ujvári D., Somogyi E., Wehmann, E., Werner O. et Lomniczi B., 2006.** Third genome size category of avian paramyxovirus serotype 1 (Newcastle disease virus) and evolutionary implications. Virus research 120, 36-48
- David E., Swayne, 2013.** Disease of poultry 13th edition.
- Dawson P.S., 1973.** Epidemiological aspects of Newcastle disease. Bull OIE 79, 27-34
- Dimitrov K, Afonso C.L, Yu Q, Miller P.J, 2017.** Newcastle disease vaccines, a solved problem or a continuous challenge. Vet Microbiol, Vol 206, July 2017, Pages 126-136.
- Doyle T.M., 1927.** A hitherto unrecorded disease of fowls due to a filter-passing virus. J Comp PatholTherapeut 40:144-169
- Doyle T.M., 1935.** Newcastle disease of fowls. J Comp Pathol Therapeut 48:1-20
- El Kohen M., 1975.** La maladie de Newcastle au Maroc Epidémiologie et prophylaxie Thèse Méd. vét. Alfort. 1975. N° 23.
- El Najjar F, Schmitt A.P. et Ellis Dutch R., 2014.** Paramyxovirus Glycoprotein Incorporation, Assembly and Budding: A Three Way Dance Infectious Particle production.
- Erickson G.A., Maré C.J., Gustafson G.A., Miller L.D., Proctor S.J. et Carbrey E.A., 1977.** Interactions between viscerotropicvelogenic Newcastle disease virus and pet birds of six species. I. Clinical and serologic responses, and viral excretion. Avian Dis 21(4):642-654
- Gerlach H., 1994.** Viruses. In: Avian Medicine: principles and application. Eds: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR, Lake Worth, FL: Wingers Publ. Inc.: pp 862-948
- Goldhaft T.M., 1980.** Historical note on the origin of the La Sota strain if Newcastle disease virusAvian Dis., 24 (1980), pp. 297-301,
- Guérin J.L, Van De Wiele A., Humeau A., Bronner A., Guillemain M., Le Loc’h G., Cauchard J., Mercier A. et Calavas D., 2016.** Épisode d’influenza aviaire et maladie de Newcastle enFrance en 2016 : quel rôle pour la faune sauvage ? Bulletin épidémiologique, santé animale et alimentation. juillet 2016. N° 79, pp. 27-31.
- Guittet M., Le Coq H., Morin M., Jestin V. et Bennejean G., 1993.**Proceedings of the Tenth World Veterinary Poultry Association Congress, Sydney, p 179.
- Halasz F., 1912.** Contributions to the knowledge of fowlpest. Veterinary Doctoral Dissertation, Communications of the Hungarian Royal Veterinary School, Patria, Budapest pp 1-36.
- Hernandez L. D., Hoffman L. R., Wolfsberg T. G. et White J. M, 1996.** Virus-cell and cell-cell fusion. Annu Rev Cell Dev Biol 12, 627-661.
- Hitchner S.B., 1975.** Serendipity in science-discovery of the B-1 strain of Newcastle Disease virus. Avian Dis., 19 (1975), pp. 215-223.

- Huchzermeyer F.W., 1996.** Newcastle Disease in ostriches in South Africa. Proc. Improving our understanding of rataties in a farming environment. Ed. Deeming DC, Manchester, England, pp 55-66
- Hugh-Jones M., Allan W.H., Dark F.A., Harper G.J., 1973.** The evidence for the airborne spread of Newcastle disease. J Hyg 71(2):325-339
- Iseni, F., Barge a., Baudin F., Blondel D. et Ruigrok R.W, 1998.** Characterization of rabies virus nucleocapsid protein.
- Jørgensen P.H., Handberg K.J., Ahrens P, Hansen H.C., Manvell R.J., Alexander D.J. ,1999.** An outbreak of Newcastle disease in free-living pheasants (*Phasianuscolchicus*). ZentralblVeterinarmed B 46(6):381-387.
- Kaci A., 2001.** La conduite des élevages avicoles en Algérie ‘Faiblesse des performances et sous équipement chroniques’ – Revue Afrique agriculture N° 292-2001, pp 35-39.
- Kaleta E.F., Baldauf C., 1988.**Newcastle disease in freeliving and pet birds. In: Alexander DJ (ed) Newcastle disease. Kluwer Academic, Boston, pp 197-246
- Kauker E., Siegert R., 1957.** Newcastle virus – InfektionbeimafrikanischenStrauß (*Struthiocamelus*), Zwerggänsegeier (*PseudogypsafricanusSalvad.*) und Bunttukan (*Ramphastosdicolorus*). MonatsheftfürTierheilkunde, 9:64-68
- Kawano M., Bando H., Yuasa, T., Kondo K., Tsurudome M., Komada H., Nishio M. et Ito’ Y.,1990.** Sequence determination of the hemagglutinin-neuraminidase (HN) gene of human parainfluenza type2 virus and the construction of a phylogenetic tree for HN proteins of all the paramyxoviruses that are infectious to humans. Virology 174, 308-313.
- Kermia L, 2017.**Enquête séro-épidémiologique de la maladie de Newcastle chez le poulet de chair. Mémoire de fin d’étude. Université de Saad Dahleb – Blida.
- Kho C. L., Tan, W. S. Yusoff, 2001.** Production of the nucléocapsidprotein of Newcastle disease virus in Escherichie coli and its assembly into ring- and nucleocapsid-like particles. J MicrobiolImmunol infect 39,293-299
- Kinde H., Uzal F. et Hietala S., 2003.** The diagnosis of exotic Newcastle disease in southern California: 2002-2003. Proceedings of the 46th Annual Conference of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians San Diego, CA, October 11-13 2003
- Kingston D.J., Dharsana R., Chavez E.R., 1978.** Isolation of a mesogenic Newcastle diseases virus from an acute disease in Indonesian ducks. Trop Anim Health Prod 10(3):161-164
- Kraneveld F.C., 1926.** A poultry disease in the Dutch East Indies. Nederlands-Indische Bladen voorDiergeneeskunde 38:448-450
- Kuiken T., 1998.** Newcastle disease and other causes of mortality in double-crested cormorants (*Phalacrocoraxauritus*). PhD Thesis University of Saskatchewan, 174 p
- Lamb R.A.Kolakofsky, 1996.** Paramyxoviridae : the viruses and their replication. .: In fundamental virology , pp. 1177-1204. Edited by B. N. Fields, D. M. Knipe et P. M. Howley Philadelphia: lipincott-Raven.
- Lamb R.A.,olakofsky, 2001.** Paramyxoviridae : the viruses and replication. In Lippincott William, pp Vol 1: 689-724. Edited by D.M. Knipe, howley , P.M. Griffin, D.M. , Lamb, R.A., Martin , M.A., Roizman,b., Straus, S.E.(Eds.). Lippincott-raven, Phimadelphia: Fields virology.
- Lamb R. A., Parks G. D., 2007.** Paramixovidae: the viruses and their replication in howley, D M, Wolters, P M, Fields virology 5th Knipe, Kluwer-lippincott Williams et Wilkins, PA Philadelphia, pp. 1449-1464.

- Lamb R.A., Jardetzky T.S., 2007.** Structural basis of viral invasion: lessons from paramyxovirus F. *Curr Opin Struct Biol*; 17: 427–36.
- Lancaster J.E., 1966.** Newcastle disease - a review 1926-1964. Monograph no 3, Canada Department of Agriculture, Ottawa
- Le Bayon J.C., 2013.** La glycoprotéine de fusion F des paramyxovirus Etude Structure-Fonction et ingénierie de F en vue du développement d'applications thérapeutiques. 11.
- Lounas R. et Mesbah A., 2009.** Enquête sur les principales maladies aviaires en Algérie. Mémoire de fin d'étude. Université de Saad Dahleb – Blida.
- M'bao B., 1994.** Séro-épidémiologie des maladies infectieuses majeures des poulets de chair (Maladie de Gumboro, Maladie de Newcastle, Bronchite infectieuse et mycoplasmoses) dans la région de Dakar. Thèse de doctorat vétérinaire. École inter-états des sciences et médecine vétérinaires de Dakar. 110 pages.
- Macpherson L.W., 1956.** Some observations on the epizootiology of Newcastle disease. *Can J Comp Med* 20(5):155-168
- MADRP, 2015.** Structure et organisation de la filière avicole en Algérie El-Bahith Review 15/2015.
- Marquardt W. W., Snyder D. B., Savage P. K., Kadavil S. K. et Yancey F. S., 1985.** Antibody response to Newcastle disease virus given by two different routes as measured by ELISA and hemagglutination-inhibition test and associated tracheal immunity. *Avian Dis.* 29:71-79. 1985.
- Marquardt W.W., Snyder D.B., Savage P.K., Kadavil S.K. and Yancey F.S., 1985.** Antibody Response to Newcastle Disease Virus Given by Two Different Routes as Measured by ELISA and Hemagglutination-Inhibition Test and Associated Tracheal Immunity, Source: *Avian Diseases*, Vol. 29, No. 1 (Jan. - Mar., 1985), pp. 71-79
- McFerran J.B. et McCracken R.M., 1988.** Newcastle disease. In "Newcastle Disease" (Alexander DJ ed), Kluwer Academic Publishers: Boston, MA, pp 161-183
- McFerran J.B. et McCracken R.M., 1988.** Newcastle disease. In "Newcastle Disease" (Alexander DJ ed), Kluwer Academic Publishers: Boston, MA, pp 161-183.
- Meulemans G., Carlier C., Gonze M., Petit P. et Hale P.H., 1984.** Diagnostic Serologique de la Maladie de Newcastle par les Tests d'inhibition de l'Hemagglutination et Elisa.
- Meulemans G., Rauw F. et Van Den Berg T., 2015.** Manuel de pathologie aviaire, chapitre 19
- Meulemans G., Rauw F., et Van den Berg T., 2016.** manuelle de pathologie aviaire.
- Miers, L.A., Bankowski R.A., and Zee Y.C., 1983.** Optimizing the enzyme-linked immunosorbent assay for evaluating immunity of chickens to Newcastle disease. *Avian Dis.* 27:1112-1125. 1983.
- Miller, P.J., King' D. J., Afonso, C. L., 2007.** antigenic differences among Newcastle disease virus strains of different genotypes used in vaccine formulation affect viral shedding after a virulent challenge. *Vaccine* 25, 7238-7246.
- Miller P.J., Kim L.M., Ip H.S., Afonso C.L., 2009.** Evolutionary dynamics of Newcastle disease virus. *Virology* 391: 64-72.

- Miller P.J., King D.J., Afonso C.L. et Suarez D.L., 2007.** Antigenic differences among Newcastle disease virus strains of different genotypes used in vaccine formulation affect viral shedding after a virulent challenge. *Vaccine*, 27, 7238-7246.
- Mixson M.A., Pearson J.E., 1992.** Velogenic neurotropic Newcastle disease (VNND) in cormorants and commercial turkeys FY 1992. In: Proceedings of the 96th Annual Meeting of the United States Animal Health Association, Louisville, Kentucky, 1992, pp 357-360
- Nwankwo, Faleke, Garba-Veterinariaitaliana, 2012.** Avian influenza virus infection in apparently healthy domestic birds in Sokoto, Nigeria.
- OIE, 2008** Newcastle Disease World Organisation for animal health manual of diagnostic tests vaccines for terrestrial animals, 6th ed. Chapter 2.3.14. OIE Paris, pp 576-589.
- OIE, 2009.** Newcastle disease. Chapter 2.3.14. OIE Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines, in Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals: Mammals, Birds and Bees. Office International des Epizooties, Paris (May 2009). pp 635
- OIE, 2011.** <http://www.oie.int/doc/ged/D13967.PDF>
- Panda, A., Elankumaran, S., Krishnamurthy, S., Huang, Z., et Samal, S. K., 2004.** Loss of N-Linked Glycosylation from the hemagglutinin-Neuraminidase Protein alters virulence of Newcastle Disease Virus. *J Virol* 78, 4965-4975.
- Panigrahy B., Senne D.A., Pearson J.E., Mixson M.A. et Cassidy D.R., 1993.** Occurrence of velogenic viscerotropic Newcastle disease in pet and exotic birds in 1991. *Avian Dis* 37(1):254-258
- Parede L., Young P.L., 1990.** The pathogenesis of velogenic Newcastle disease virus infection of chickens of different ages and different levels of immunity. *Avian Dis* 34(4):803-808
- Pedersen K.A., Sadasiv E.C., Chang P.W., Yates V.J., 1990.** Detection of antibody to avian viruses in human populations. *Epidemiol Infect* 104:519-525
- Pospisil Z., Zendulkova D., Smid B., 1991.** Unexpected emergence of Newcastle disease virus in very young chicks. *Acta Vet Brno* 60:263-270
- Rauw Fabienne, Gardin Yannick, Van den Berg Thierry et Lambrecht Bénédicte, 2009.** La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus gallus*).
- Romer-Oberdorfer A., Veits J., Werner O. et Mettenleiter T. C., 1999.** Generation of recombinant lentogenic Newcastle Disease virus from cDNA. *J Gen Virol* 80, 2987-2995.
- Samberg Y., Hadash D.U., Perelman B., Meroz M., 1989.** Newcastle disease in ostriches (*Struthio camelus*): field case and experimental infection. *Avian Pathology* 18:221-226
- Scheid A. et Choppin P. W., 1974.** The hemagglutinating and neuraminidase protein of a paramyxovirus: interaction with neuraminic acid in affinity chromatography.
- Scheid A. et Choppin P.W., 1980.** The role of viral glycoproteins in adsorption, penetration, and pathogenicity of viruses. *Rev infect Dis* 2, 40-61.
- Senne D.A., Pearson J.E., Miller L.D., Gustafson G.A., 1983.** Virus isolations from pet birds submitted for importation into the United States. *Avian Dis* 27(3):731-744
- Seth S., Skountzou, I., Gernert K.M. et Compans, R.W., 2007.** Failure of multinucleated giant cell formation in k562 cells infected with Newcastle disease virus and human parainfluenza type 2 virus. *Microbiol* 151, 601-608.

- Shengqing Y., Kishida N., Ito H., Kida H, Otsuki K, Kawaoka Y et Ito T., 2002.** Generation of velogenic Newcastle disease viruses from a non pathogenic waterfowl isolate by passaging in chickens. *Virology* 301(2):206-211
- Snyder D. B., Marquardt W. W., Mallinson E. T., and Russek E., 1983.** Rapid serological profiling by enzyme-linked immunosorbent assay. I. Measurement of antibody activity titer against Newcastle disease virus in a single serum dilution. *Avian Dis.* 27:161- 170. 1983.
- Snyder D. B., Marquardt W. W., Mallinson E. T., Allen D. A., and Savage P. K., 1985.** An enzyme-linked immunosorbent assay method for the simultaneous measurement of antibody titer to multiple viral, bacterial or protein antigens. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 9: 303-317. 1985.
- Tabidi M.H., Makkawi A., Mahasin E.,Ali A.S., 2004.** Comparative Evaluation of Haemagglutination Inhibition Test and Enzyme-linked Immunosorbent Assay for Detection of Antibodies Against Newcastle Disease Vaccine in Broiler Chicks.
- Utterback W.W., Schwartz J.H., 1973.** Epizootiology of velogenic viscerotropic Newcastle disease in southern California, 1971-1973. *J Am Vet Med Assoc* 163(9):1080-1088
- Villate Didier, Guerin Jean-Luc, Balloy Dominique, 2016.** *Maladies des volailles* 3e Edition
- Westbury H., 2001.** Commentary Newcastle disease virus: an evolving pathogen. *Avian Pathol* 30:5-11
- Winterfield R.W. et Dhillon A.S., 1981.** Comparative immune response from vaccinating chickens with lentogenic Newcastle disease virus strains *Poult. Sci.*, 60 (1981), pp. 1195-1203.
- Wobeser G., Leighton F.A., Norman R., Myers Davis J., Onderka Detlef, Pybus Marjo J., Neufeld James L., Fox Glen A., and Alexander Dennis J., 1993.** Newcastle disease in wild water birds in western Canada. *Can Vet J* 34(6):353-359
- Yusoff K et Tan W.S, 2001.** Newcastle disease virus: macromolecules and opportunities. *Avian pathology* 30, 439-455.

ANNEXES

Annexe 1 : LISTE DU MATERIEL UTILISE

Grand matériel :

- Réfrigérateur + 4°C
- Congélateur
- Centrifugeuse
- Étuve
- Hotte
- Lecteur ELISA 'TECAN'

Matériels consommables :

- Pipettes graduées de 2, 10, 20ml
- Micropipettes
- Microplaques en V
- Plaque ELISA
- Papier buvard
- Embouts stériles
- Écouvillons
- Tubes Eppendorf
- Gants
- Boîtes de Pétri
- Tube vacutainer
- Solution tamponnée de formol à 10%
- Écouvillons stériles
- Pots pour la bactériologie
- Écouvillons secs
- Pots pour diagnostic virologique

Annexe 2 : RESULTATS DETAILLES OBTENUS DANS LE CADRE DU CONTROLE VACCINAL :

A. Résultats obtenue pour le contrôle vaccinal :

a. Résultats ELISA :

wilaya	production	NLA	NLN	NLP	total
Bejaia	PsP	1		1	14
	PD	5		5	
	PP	8		8	
Bouira	PsP	1	1		24
	PRP	4		4	
	PD	9		9	
	PP	2		2	
	PC	7		7	
	Dinde	1	1		
Tizi ousou	PsP	3		3	16
	PRP	4		4	
	PD	8		8	
	PP	1		1	
M'sila	PsP	1		1	15
	PD	5		5	
	PP	9		9	
BBA	PsP	41		41	53
	PRP	4		4	
	PD	6		6	
	PP	1		1	
	PC	1		1	
Boumerdès	PsP	3		3	16
	PP	4		4	
	PC	9	4	5	
Totale		138	6	132	

b. Résultats HI test :

Wilaya	Filiere	NLA	NLN	NLP			
				IPV suffisante	IPV satisfaisante	IPV bonne	Suspect
Béjaïa 06	PSP	1					1
	PD	5			4	1	
	PP	8			2	2	4
Bouira 10	PSP	1		1			
	PR	4					4
	PD	9				7	2
	PP	2				1	1
	PC	7			3	4	
	Ps Dinde	1		1			
Tizi Ouzou 15	PSP	3			3		
	PR	4				4	
	PD	8		2	4	2	
	PP	1					1
Msila 28	PSP	1		1			
	PD	5					5
	PP	9		1		4	4
BBA 34	PSP	41					41
	PR	4				3	1
	PD	6				2	4
	PP	1				1	
	PC	1				1	
Boumerdès 35	PSP	3		1		2	
	PP	4				3	1
	PC	9	4	2	1	1	1
totale		138	4	9	17	38	70

Annexe 3 : RESULTATS DETAILLES OBTENUS DANS LE CADRE DU DIAGNOSTIC DE LA MALADIE :

c. Résultats du test ELISA :

Wilaya	Production	NLS	NLN	NLP
TIZI OUZOU	PC	1	1	
	DINDE	1	1	
	pp	1		1
BOUIRA	PC	1	1	
	pp	3		3
MSILA	pp	1		1
BOUMERDÈS	PP	1		1
TOTAL		9	3	6

Répartition par wilaya :

La répartition par wilaya des résultats du test Elisa obtenus, sont rapportés dans le tableau 9 et la figure 5.

Tableau 9 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par ELISA selon les wilayas (2018) :

wilaya	Bejaia	Bouira	Tizi-Ouzou	M'Sila	BBA	Boumerdès
NLS	0	4	3	1	0	1
NLP	0	3	1	1	0	1
NLN	0	1	2	0	0	0
%NLP	0%	75%	33%	100%	0%	100%
%NLN	0%	25%	67%	0%	0%	0%

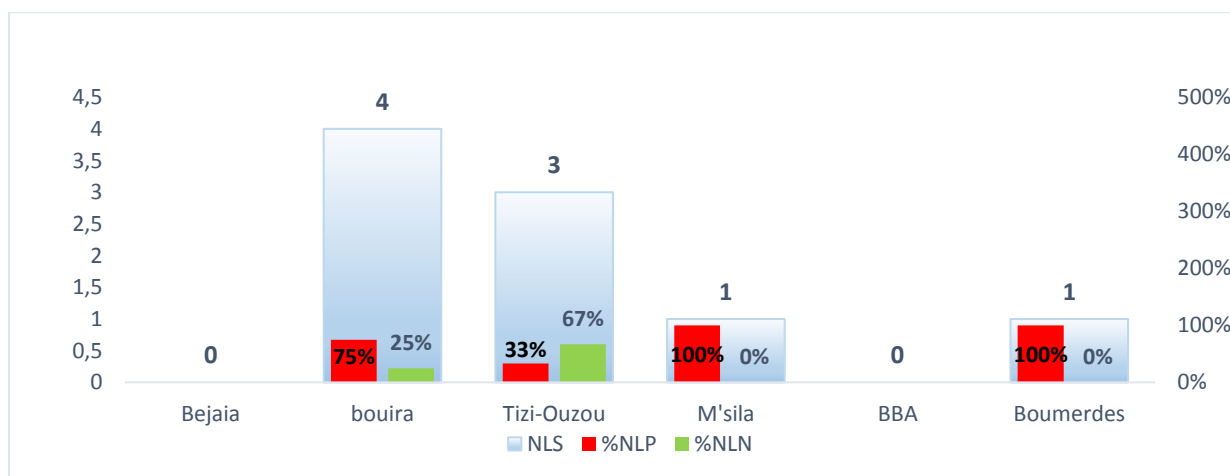


Figure 5 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les wilayas (2018)

Répartition par type de production :

La répartition par type de production des résultats du test Elisa obtenus, sont rapportés dans le tableau 10 et la figure 6.

Tableau 10 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon les types de production (2018) :

Production	PsP	PR	PD	PP	PC	Dinde
Total	0	0	0	6	2	1
NLP	0	0	0	6	0	0
NLN	0	0	0	0	2	1
NLP %	0%	0%	0%	100%	0%	0%
NLN %	0%	0%	0%	0%	100%	100%

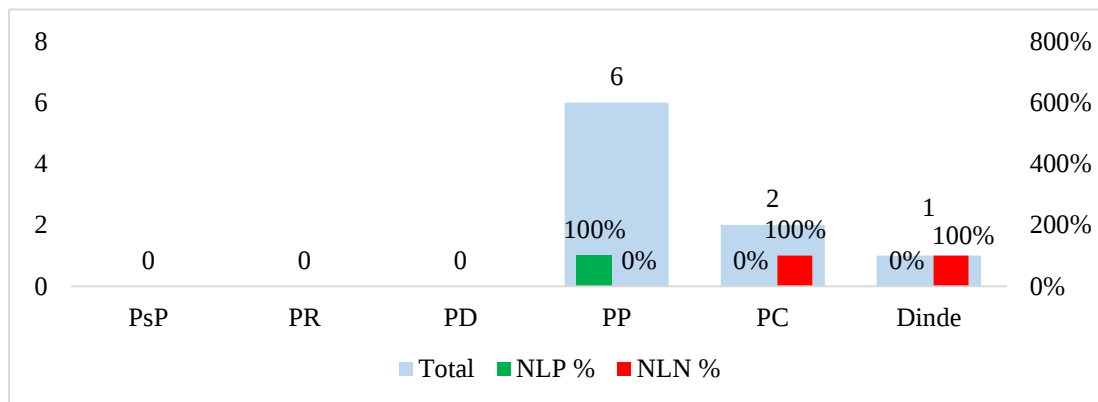


Figure 6: Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par test ELISA selon le type de production (2018)

d. Résultats HI TEST :

Wilayas	Filiere	NLA	NLN	NLP			
				IPV suffisante	IPV satisfaisante	IPV bonne	Suspect
Bouira	PP	3			1		2
	PC	1	1				
Tizi-Ouzou	PP	1				1	
	PC	1	1				
	Dinde	1	1				
BBA	PP	1				1	
Boumerdès	PP	1				1	
Totale		9	3	0	1	3	2

Répartition par wilaya :

Le test d'inhibition de l'hémagglutination a été fait dans cette partie pour but de confirmer les résultats obtenus par le test ELISA.

La répartition par wilaya des résultats du test HI obtenus, sont rapportés dans le tableau 11 et la figure 7.

Tableau 11 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les wilayas (2018) :

Wilaya	Bejaia	Bouira	Tizi Ouzou	M'Sila	BBA	Boumerdès
Total	0	4	3	0	1	1
IPV suffisante	0%	0%	0%	0%	0%	0%
IPV satisfaisante	0%	25%	0%	0%	0%	0%
IPV bonne	0%	0%	33%	0%	100%	100%
Suspect	0%	50%	0%	0%	0%	0%
NLN	0%	25%	67%	0%	0%	0%
NLP	0%	75%	33%	0%	100%	100%

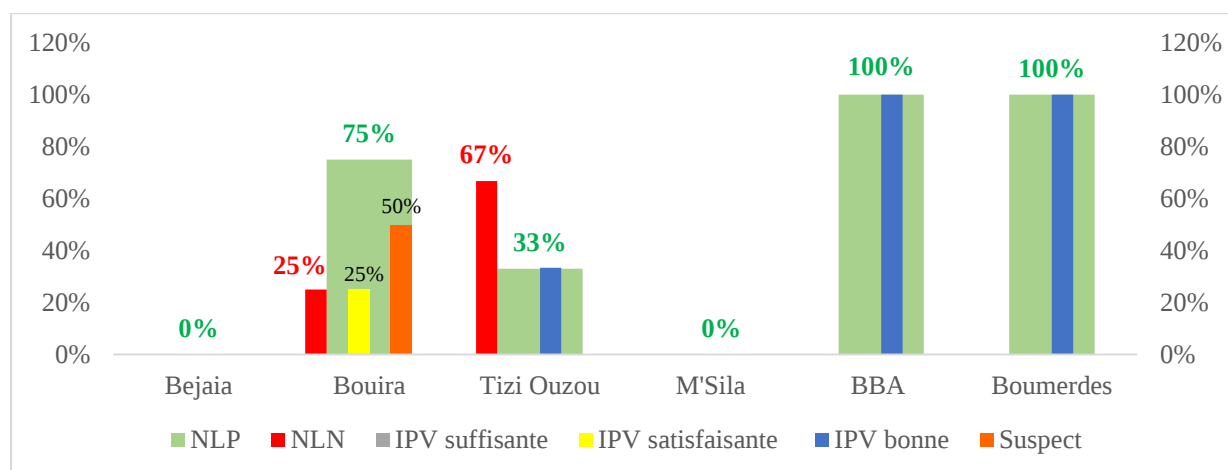


Figure 7 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les wilayas (2018)

Répartition par types de productions :

La répartition par type de production des résultats du test HI obtenus, sont rapportés dans le tableau 12 et la figure 8.

Tableau 12 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les types de production (2018) :

Production	PsP	PR	PFP	PD	PP	PC	Dinde
Total	0	0	0	0	6	2	1
NLP	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%
IPV suffisante	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
IPV satisfaisante	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%
IPV bonne	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%
suspect	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%

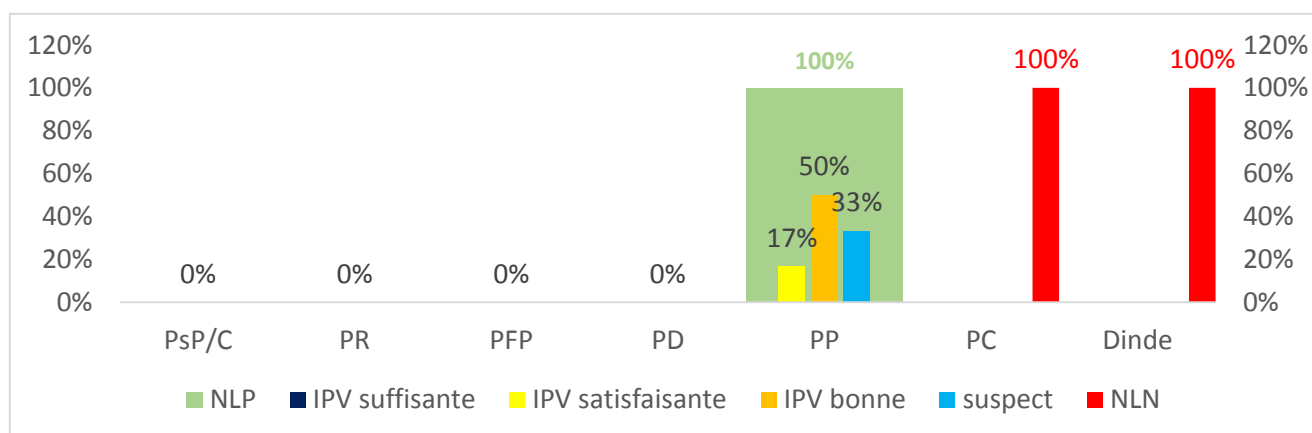


Figure 8 : Nombre de lots positifs et négatifs obtenus par HI test selon les types de productions (2018)

ABSTRACT:

Our work, carried out at the veterinary regional laboratory of Tizi-Ouzou, which covers 6 wilayas in the center of the country, is divided into two parts. The first part consists of evaluating the immunity induced by vaccination against Newcastle disease in 138 batches of domestic poultry, and comparing the results obtained by the two serological techniques used: HI test and indirect ELISA. The second part aims to explore the different steps followed by the laboratory when requesting a diagnosis of Newcastle disease. It also aims to initiate an epidemiological study on this pathology in 2018 through the 6 Wilayas concerned.

The results obtained during the vaccination control show that the tested batches generally expressed sufficient immune status to protect them from possible invasion by the wild virus.

The values obtained by the two techniques, ELISA and HI test, were practically similar, except in a few cases where we noticed that the HI test had a higher positive rate. This leads us to make two hypotheses; either that the HI test is more specific than the ELISA, or that the latter technique is more sensitive. On the other hand, the HI test proved to be more practical and economical than the ELISA. Finally, the epidemiological study revealed that 4/9 of the suspected batches of Newcastle disease are assumed to be positive to confirmatory tests although they were supposed to be vaccinated against the disease. These results lead us to think of the probable existence of a new viral variant on Algerian territory.

Key words: Newcastle disease, HI test, indirect ELISA, Diagnosis, Vaccine control.

ملخص:

ينقسم عملنا، المنجز في المختبر البيطري الإقليمي لتيزي وزو، والذي يغطي 6 ولايات في وسط البلاد، إلى قسمين. يتكون الجزء الأول من تقييم المناعة الناتجة عن التطعيم ضد مرض نيوكاسل على 138 مجموعة من الدواجن، ومقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من اثنتين من التقنيات المصلية المستخدمة: اختبار HI و ELISA غير المباشر. يهدف الجزء الثاني إلى استكشاف الخطوات المختلفة التي اتبعتها المختبر أثناء طلب تشخيص مرض نيوكاسل. كما تهدف إلى البدء في دراسة علم الأوبئة حول هذا المرض خلال عام 2018 من خلال 6 ولايات معنية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أثناء مكافحة، أن المجموعة المختبرة قد عبرت عن حالة مناعية كافية لحمايتها من أي غزو محتمل للفيروس البري. كانت القيم التي تم الحصول عليها بواسطة اختباري ELISA و HI متشابهة تقريباً، إلا في حالات قليلة لاحظنا فيها أن اختبار HI كان له معدل إيجابي أعلى. مما يقودنا إلى طرح فرضيتين؛ إما أن اختبار HI أكثر تحديداً من ELISA، أو أن هذا الأخير أكثر حساسية.

من ناحية أخرى، أثبت اختبار HI أنه أكثر عملية واقتصادية من ELISA. أخيراً، كشفت الدراسة الوبائية عن أن 4/9 من الحالات المشتبه فيها من مرض نيوكاسل تعتبر إيجابية للاختبارات التأكيدية، على الرغم من أنه كان من المفترض أنه تم تطعيمها. هذه النتائج تقودنا إلى التفكير في احتمال وجود متغير فيروسي جديد على الأراضي الجزائرية.

الكلمات المفتاحية: مرض نيوكاسل، اختبار HI، ELISA غير المباشر، التشخيص، السيطرة على اللقاحات.