

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

Thème

**Étude bibliographique de la maladie de la Newcastle chez la
poule pondeuse**

Présenté par

BELKHOUS Ouissem

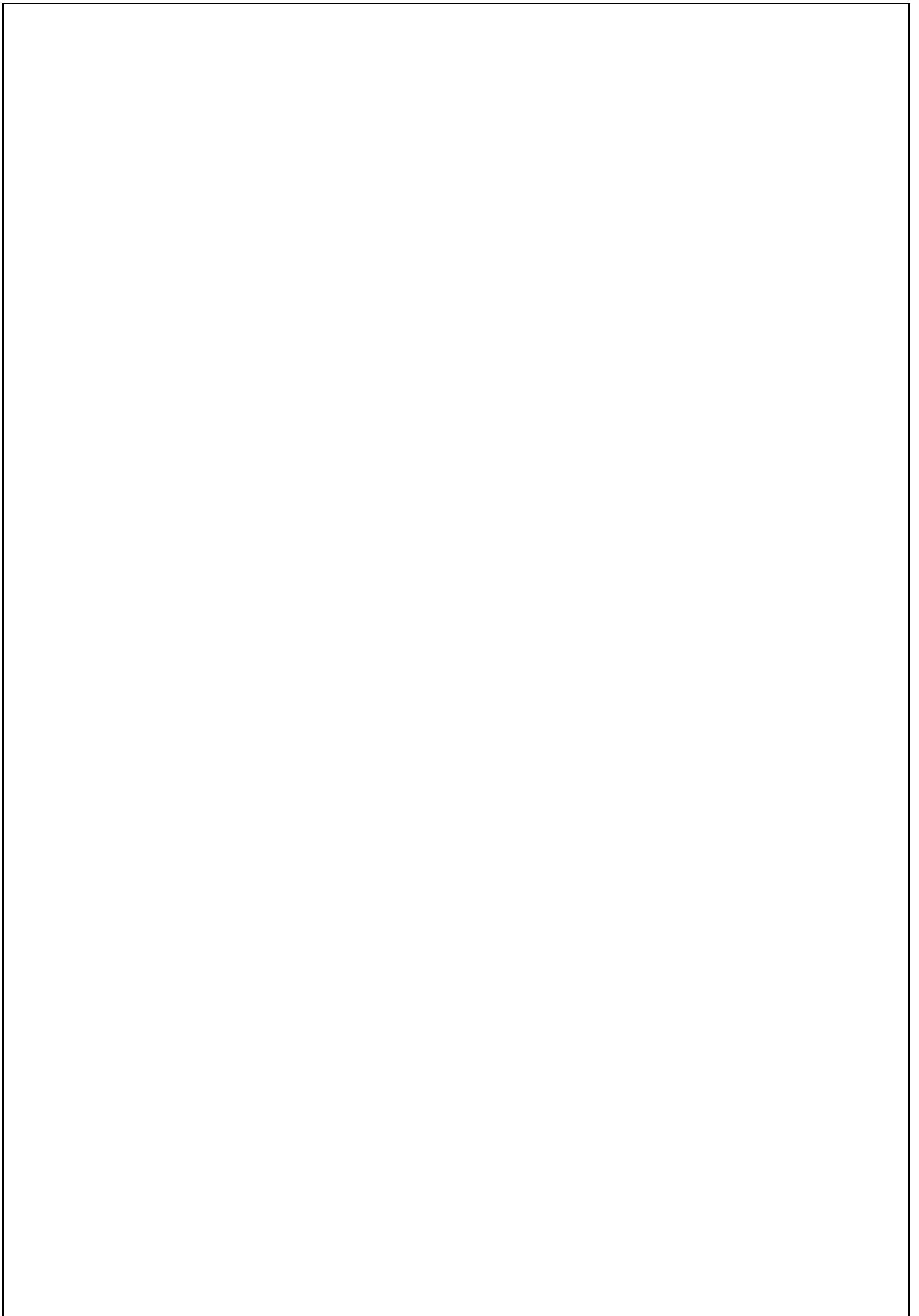
KHOUALED Chaïma

Soutenu le 14/07/2021

Devant le jury :

Président :	Besbaci.M	Prof	ISV Blida
Examineur :	Dahmani. H	M.C. A	ISV Blida
Promoteur :	Salhi. O	M.C. A	ISV Blida

Année universitaire : 2020/2021



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida



Université Saad
Dahlab-Blida 1-

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Étude bibliographique de la maladie de la Newcastle chez la
poule pondeuse**

Présenté par

BELKHOUS Ouissem

KHOUALED Chaïma

Soutenu le 14/07/2021

Devant le jury :

Président :	Besbaci.M	Prof	ISV Blida
Examineur :	Dahmani. H	M.C. A	ISV Blida
Promoteur :	Salhi. O	M.C. A	ISV Blida

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir aidés et de nous avoir donné la foi et la force pour achever ce modeste travail.

*Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promoteur **Dr SALHI OMAR**, de nous avoir encadrés avec sa cordialité franche et coutumière, on le remercié pour sa patience et sa gentillesse, pour ces conseils et ces orientations clairvoyantes qui nous guidés dans la réalisation de ce travail. Chaleureux remerciement.*

Nous remercions :

*Dr **Besbaci M** De nous avoir fait l'honneur de présider notre travail.*

*Dr **DAHMANI H** D'avoir accepté d'évaluer et d'examiné notre projet.*

Nous saisisons cette occasion pour exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants de l'institut des sciences vétérinaires de Blida.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Au nom de dieu le tout puissant et le très miséricordieux par la grâce
duquel j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie

A ma très chère maman **SOURAYA** Pour tout ton amour, tes
bénédictions, ton soutien et le sacrifice que tu as toujours consenti pour le
bien être de tes enfants. Tu es une battante et je t'apprécie beaucoup...*Merci*
de m'avoir donné la vie.

A ma grand-mère **LOUIZA** Allah yerehameha.

A ma sœur **HIDAYA**.

A mes frères **AYOUB** et **SOUHAIB**.

A ma meilleure amie et mon binôme **CHAIMA**.

A mon promoteur Dr **SALHI**.

A tous mes amis de l'institut vétérinaire de BLIDA.

OUISSEM

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a :

Ma chère mère qui a œuvré pour ma réussite par son amour ; son soutien ; tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils.

Mon cher père qui n'a pas épargné un seul effort juste pour me voir réussir et prospérer, et avancer dans la vie.

Mon marie **Mouad** et Mon fils **laith Ismail**.

Mes chers frères **ABEDELKADER, ISSAM, Lokman El Hakim** et **Mohammed**.

Mes sœurs **Amel** et **Malek**.

Ma meilleure amie et mon binôme **Ouisseem**.

Mon promoteur Dr **SALHI**.

CHAIMA

Liste des abréviations

AC : Anticorps

ARN : Acide ribonucléique

°C : Degré Celsius

ELISA : Enzyme Linked Immunosorbent Assay

HAP : Hémagglutination passive

HN : L'hémagglutinine-neuramidase

IAHP : Influenza aviaire hautement pathogène

ICPI : Intracérébral Pathogenicity Index ou Indice de Pathogénicité Intracérébrale

IG : Antigène

IHA : Test d'inhibition de l'hémagglutination

IVPI : Intravenous Pathogenicity Index ou Indice de Pathogénicité intraveineuse

FAO : Food Agriculture Organisation

MDO : Maladie à déclaration obligatoire

MDT : Mean Death Time in Eggs ou temps moyen de mort de l'oeufs embryonné

MN: Maladie de Newcastle

ND: Newcastle disease

NDV: Newcastle disease virus.

OIE: World organisation for animal health

PMV1 : Paramyxovirus de type 1

VMN : Virus de la maladie de Newcastle

Liste des tableaux

Tableau n°1 : classification de virus.	11
Tableau n°2 : Pathologie observée chez la volaille lors d'une infection par le ND.....	12
Tableau n°3 : les formes cliniques de la MN	14
Tableau n°4 :Comparaison entre les vaccins atténués et les vaccins inertes utilisés en aviculture	32
Tableau n°5 :la dose injectable de vaccin en fonction de L'AGE.....	35
Tableau n°6 : Systèmes d'administration des vaccins utilisés en aviculture : avantages et désavantages.....	37

Liste des figures

Figure 1 : situation globale de la maladie de la Newcastle	6
Figure 2 : Schéma de la particule du virus de la maladie de Newcastle	11
Figure 3 ,4,5 : des troubles nerveux se traduisent par un torticolis et encéphalite	16
Figure 6,7 :Œdème facial lié au gonflement périoculaire.....	16
Figure 8,9 :Les troubles respiratoires.....	17
Figure 10 : La crête œdémateuse et contient plusieurs foyers d'hémorragie.....	17
Figure 11 : hémorragie et cyanose marquée du la crête et de la tête.....	18
Figure 12,13 :Œdème sous-cutané, ulcères fibrinonécrotiques dans l'oropharynx et l'œsophage, trachée hémorragique.....	19
Figure 14 : lésions fibrinonécrotiques dans la muqueuse buccale, pharyngée et œsophagienne.....	19
Figure 15,16 : Hémorragies sévères dans le larynx et la trachée	20
Figure 17, 18 :Les amygdales caecales nécrosées et hyperémiques	20
Figure 19, 20 : Les hémorragies du ventricule	21

Sommaire

Chapitre I : La maladie de Newcastle

1.	Introduction.....	1
2.	Définition.....	2
3.	Historique.....	3
4.	Épidémiologie.....	4
4.1	Espèces affectées	4
	• Espèces aviaires :.....	4
	• Les mammifères :	4
4.2	Pouvoir zoonotique	4
4.3	IMPORTANCE.....	5
4.4	SITUATION MONDIALE	6
4.5	Situation en Algérie	7
4.6	Transmission.....	7
4.7	Facteurs influençant la transmission.....	8
4.8	Propagation	8
4.9	Désinfection.....	8
4.10	Morbidité et mortalité.....	9
4.11	Pertes de production dues à la ND.....	9
5	Etiologie.....	10
6	Pathogénie.....	12
6.1	Signes cliniques.....	13
6.2	Dynamique de l'infection	14
7	Symptômes et lésions.....	14
7.1	Lésions nécropsiques.....	18
8	Diagnostic	21
8.1	Diagnostic clinique et lésionnel.....	21
8.2	Diagnostic différentiel	22
8.3	Diagnostic de laboratoire	23
	8.3.1 Diagnostic virologique	23
	8.3.2 Diagnostic sérologique :	24
	8.3.4 Les techniques d'analyse sérologique.....	25

9	Traitement.....	26
---	-----------------	----

Chapitre II : La lutte contre la maladie de Newcastle

1	Introduction.....	27
2	Prophylaxie sanitaire.....	27
3	Prophylaxie médicale.....	28
3.1	Le vaccin.....	28
3.1.1	Définition.....	28
3.2	Types de vaccins.....	28
3.2.1	Vaccins à virus vivants.....	28
3.3	Introduction aux vaccins vivants thermostables contre la maladie de Newcastle .	30
3.3.1	Le vaccin NDV4-HR.....	30
3.3.2	Le vaccin ND I-2.....	31
4	Modes de vaccination.....	34
4.1	Vaccins à virus atténués.....	34
4.2	Vaccins à virus inactivés.....	35
5	Sélection des vaccins :.....	36
6	Le suivi de la réponse immune induite par la Vaccination.....	36
7	Les nouvelles stratégies vaccinales.....	38

Résumé

Deux maladies de la volaille sont considérées comme suffisamment graves pour figurer sur la liste A de l'Office international des épizooties (OIE), à savoir : Influenza aviaire hautement pathogène et la maladie de Newcastle (ND).

Notre objectif est de faire une synthèse bibliographique sur la maladie de Newcastle aviaire, qui est une maladie grave, contagieuse causée par un paramyxovirus de type 1 et l'une des maladies virales hautement pathogènes des espèces aviaires

Elle est économiquement significative en raison de la mortalité et de la morbidité énorme qui y sont associées. La maladie est endémique dans de nombreux pays du tiers monde.

Enfin, nombreux sont les facteurs qui contribuent à l'aggravation des infections virales, toutefois, il serait possible de limiter ses dégâts en améliorant les conditions d'élevage.

Mots clés : Synthèse, bibliographie, Newcastle, aviaire, pathogène, économique.

Abstract

Two poultry diseases are considered serious enough to be listed on List A of the International Office of Epizootics (OIE), namely: Highly pathogenic avian influenza and Newcastle disease (ND).

Our aim is to make a bibliographical synthesis of avian Newcastle disease, which is a serious, contagious disease caused by a type 1 paramyxovirus and one of the highly pathogenic viral diseases of avian species.

It is economically significant because of the enormous mortality and morbidity associated with it. The disease is endemic in many Third World countries.

Finally, there are many factors that contribute to the aggravation of viral infections however, it would be possible to limit its damage by improving breeding conditions.

Keywords: Synthesis, bibliography, Newcastle, avian, pathogen, economic.

ملخص

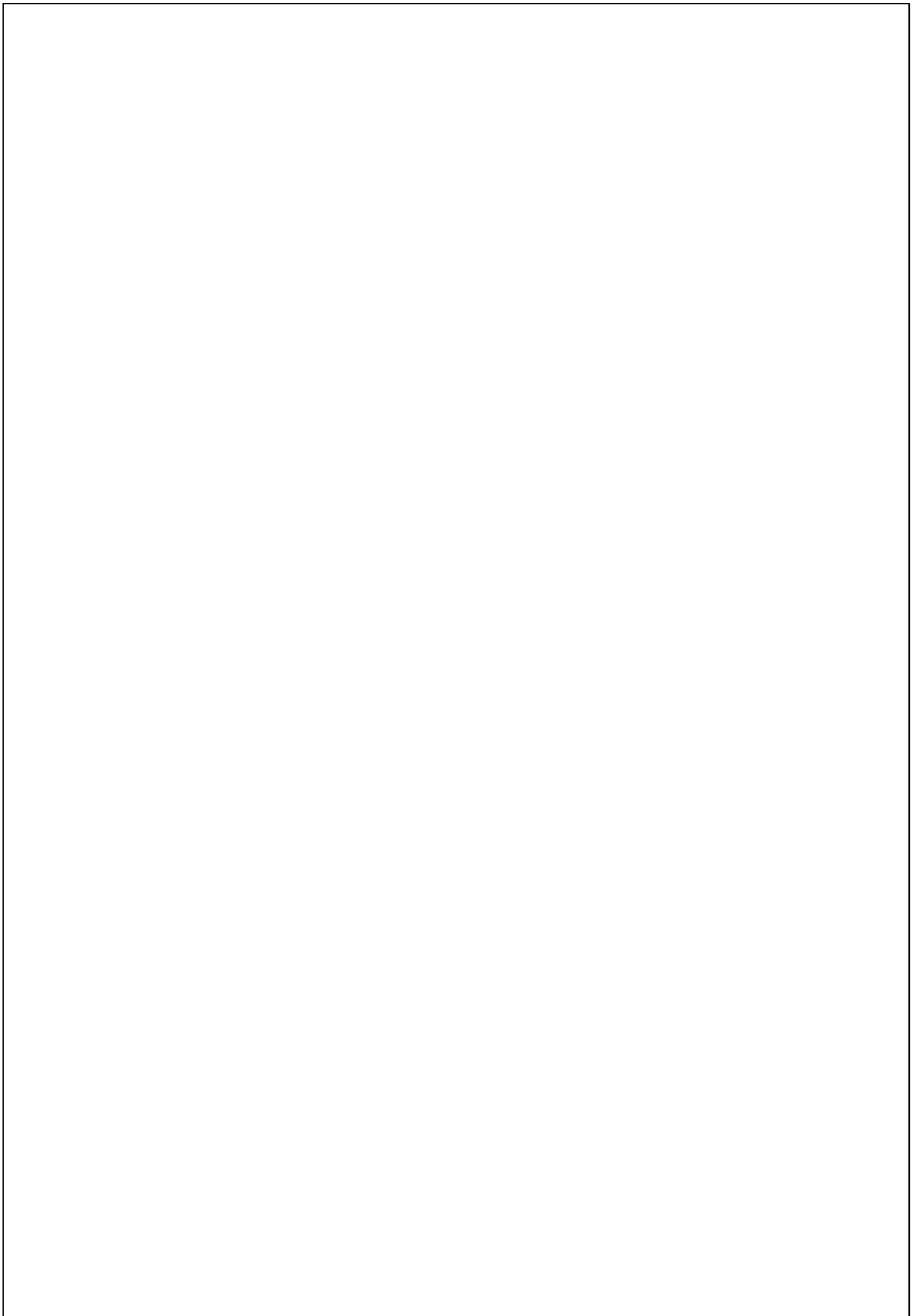
هناك مرضان من أمراض الدواجن يعتبران خطيران بما يكفي لإدراجهما في القائمة ألف للمكتب الدولي لعلم الأحياء، وهما على وجه التحديد: أنفلونزا الطيور شديدة الأمراض ومرض نيوكاسل.

هدفنا هو وضع توليف ببيوغرافي لمرض نيوكاسل الطيور، وهو مرض خطير معدي يسببه فيروس باراميكسوفيروس من النوع 1 وأحد الأمراض الفيروسية الشديدة المرض لأنواع الطيور.

وهي ذات أهمية اقتصادية بسبب الوفيات والاعتلال الهائلين المرتبطين بها. المرض متوطن في العديد من بلدان العالم الثالث.

وأخيراً، هناك العديد من العوامل التي تسهم في تفاقم العدوى الفيروسية، ولكن من الممكن الحد من ضررها بتحسين ظروف التكاثر.

الكلمات الرئيسية: التوليف، الببليوغرافيا، نيوكاسل، الطيور، الممرض، الاقتصاد.



Introduction

Le secteur de la volaille chair est l'industrie de production de viande la plus importante et la plus efficace au monde (Gupta et al., 2014). En effet, l'Algérie est l'un des nombreux pays où la production de poulets de chair est menacée par un certain nombre de maladies infectieuses, notamment virales, où les pertes économiques représentent une facture énorme sans solution fiable d'aucun médicament (Pradhan et al., 2014).

Caractérisée par la diversité de ses formes cliniques, La maladie de Newcastle (ND) causée par les virus du sérotype 1 du paramyxovirus aviaire, figure sur la liste A de l'Office international des épizooties. Historiquement, La MN a été une maladie dévastatrice de la volaille et, dans de nombreux pays, elle demeure l'un des principaux problèmes affectant les industries avicoles existantes ou en développement. Même dans les pays où la MN peut être considérée comme contrôlée, un fardeau économique est toujours associé à la vaccination et/ou au maintien de mesures strictes de biosécurité. La nature variable des souches de virus de la maladie de Newcastle en termes de virulence pour les volailles et les différentes susceptibilités des différentes espèces d'oiseaux signifient qu'à des fins de contrôle et de commerce, la MN nécessite une définition attentive (Alexander, 2000).

La ND est considérée comme la maladie la plus importante sur le plan économique chez les volailles - en particulier dans les pays en développement - en raison de la mortalité élevée et des mesures sanitaires associées dans les élevages de volailles ou les abattoirs (Ban-Bo et al., 2013).

Notre objectif est de réaliser une synthèse bibliographique sur la maladie de la Newcastle dans les élevages avicoles.

Chapitre I : La maladie de Newcastle

1. Définition

La maladie de Newcastle est une maladie infectieuse, très contagieuse, est souvent grave affectant les oiseaux et particulièrement les gallinacés (dont la poule est la plus sensible à la maladie), provoquée par certaines souches de paramyxovirus de type 1 (PMV1). Caractérisé par une forte mortalité chez les jeunes poussins et une diminution appréciable de la ponte (Devos et al., 1975)

Le NDV affecte au moins 117 espèces d'oiseaux appartenant à 17 ordres (Guérin et al., 2011).

La maladie a une grande importance économique car elle provoque 90 à 100 % de mortalité parmi les oiseaux atteints(BAN-BO et al., 2013)

La maladie se présente sous trois formes :

- **Lentogénique ou faiblement virulente**
- **Mésogénique ou moyennement virulente**
- **Vélogénique ou très virulent**

Les souches Lentogenes sont très répandues mais occasionnent peu de foyers de maladie. La maladie se manifeste généralement par des signes respiratoires mais le tableau clinique peut être dominé par un abattement, des manifestations nerveuses ou des diarrhées.

Sous sa forme hautement pathogène, la maladie de Newcastle est visée par le *Code sanitaire pour les animaux terrestres* de l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE) et compte parmi les maladies à déclaration obligatoire auprès de l'OIE(OIE, 2021).Quelques mammifères (homme, chat, souris...) peuvent multiplier le virus de façon transitoire, sans signe clinique majeur (quelques rares conjonctivites bénignes chez l'homme)(Guérin et al., 2011).

2. Historique

Selon la FAO, les premières épizooties reconnues et qualifiées de maladie de Newcastle (MN) ont été découvertes par Kraneveld, en Indonésie à Java en 1926,(Kraneveld, 1926) et une année après Doyle a signalé la maladie en Angleterre à Newcastle upon Tyne,(Doyle, 1927). Cependant, on a signalé plutôt des épidémies semblables en Europe centrale avant cette date. (Halsaz, 1912). En particulier, Macpherson (1956) attribue la mort de tous Les Poulets des îles occidentales d'Écosse en 1896 à la maladie de Newcastle(MacPherson, 1956). Il est donc possible que la MN se soit effectivement produite chez les volailles avant 1926, mais sa reconnaissance en tant que maladie spécifiquement définie de l'étiologie virale date des épidémies de cette année à Newcastle upon Tyne.

Le nom "maladie de Newcastle", d'après l'emplacement géographique des foyers en Grande-Bretagne, a été inventé par Doyle comme mesure temporaire parce qu'il voulait éviter un nom descriptif pourrait être confondu avec d'autres maladies.

Plus tard, il est devenu évident que d'autres infections moins graves étaient causées par des virus presque identiques au virus original. Aux États-Unis, une maladie respiratoire relativement bénigne, souvent accompagnée de symptômes nerveux, a été signalée pour la première fois dans les années 1930, puis appelée pneumoencéphalite (BEACH, 1942). Il a été démontré qu'il était dû à un virus indissociable du NDV dans les tests sérologiques(BEACH, 1944). Depuis lors, de nombreuses isolations de virus NDV qui produisent une maladie extrêmement bénigne ou aucune preuve de maladie chez les poulets ont été faites dans le monde entier et il est maintenant accepté que les pools de tels virus sont perpétués dans la sauvagine et d'autres oiseaux sauvages.

3. Épidémiologie

4.1 Espèces affectées

Les oiseaux constituent l'hôte principal du virus de la MN, mais d'autres animaux comme les reptiles et l'homme peuvent être infectés par ce virus (Lancaster, 1966).

- Espèces aviaires :

1-Domestiques : gallinacées ; poule ; pintade... etc.

2- Sauvages : perdrix ; cailles, oiseaux de volière ou d'ornement...

- Les mammifères :

Les infections à APMV-1 d'origine naturelle étaient autrefois considérées comme rares ou inexistantes chez les mammifères. Cependant, un virus a été isolé chez un veau dans les années 1950 et, plus récemment, des virus lentogènes ont été détectés chez deux moutons en bonne santé et isolés à plusieurs reprises chez des porcs en Chine. Plusieurs isolats de porcs avaient une homologie élevée avec les souches vaccinales utilisées dans la volaille. Ces virus peuvent s'être propagés aux porcs provenant de volailles voisines ou de porcelets traités pour la diarrhée au moyen de vaccins contre la maladie de Newcastle, une pratique utilisée dans certaines régions de la Chine. L'importance des infections à APMV-1 chez les mammifères, le cas échéant, est incertaine, mais des isolations supplémentaires semblent probables à mesure que la surveillance est accrue (OIE, 2021).

4.2 Pouvoir zoonotique

En termes de santé publique, parallèlement à sa contribution à la malnutrition, la ND est considérée comme une anthrozoonose mineure. La transmission à l'homme est anecdotique (Capua and Alexander, 2004).

Selon des recherches effectuées par Chang en 1981, chez les hommes les symptômes les plus fréquemment rapportés et les mieux démontrés graves sont généralement(Chang, 1981) :

Les infections oculaires celles-ci consistent en :

- Une rougeur unilatérale ou bilatérale.
- Un larmoiement excessif.
- Un œdème des paupières.
- Une conjonctivite.
- Une hémorragie sous-conjonctivale.

Une infection généralisée (moins fréquente) :

- Des frissons.
- Des céphalées.
- De la fièvre.
- Avec ou sans conjonctivite.

4.3 IMPORTANCE

La MN est endémique à travers la majorité de l’Afrique, du Moyen-Orient, de l’Asie, de l’Amérique Centrale et de la partie nord de l’Amérique du Sud. Dans les zones plus développées, telles que l’Europe de l’Ouest et les USA, des épidémies sporadiques sont encore observées, malgré la large utilisation de vaccins.

Les études épidémiologiques ont indiqué que plusieurs épidémies de MN ont eu lieu depuis les premiers cas décrits de la maladie.

Premièrement, les géotypes II, III et IV ont été endémiques en Amérique du Nord, en Asie et en Europe, respectivement, durant les années 1930 et 1940. Les souches NDV de géotype VI ont ensuite émergé en épidémies au Moyen-Orient et en Asie durant les années 1960 tandis que celles du géotype V se sont manifestées en Amérique du Nord et en Europe au début des années 1970. La quatrième

épidémie a eu lieu durant les années 1990 au Moyen-Orient suite à la prévalence du génotype VII. Le génotype VIII a été endémique en Afrique du Sud durant la décennie précédente. Les souches NDV circulant actuellement à travers le monde sont essentiellement Viscérotrope.(Jeanne Brugère et al., 2015).

4.4 SITUATION MONDIALE

Des souches de NDV nouvellement isolées sont continuellement signalées dans le monde entier (Fig. 1). Récemment, des foyers de NDV ont été signalés en Vietnam, Indonésie, Malaysia, and Cambodia(Chen et al., 2013) En 2013, 96 éclosions de NDV ont été signalées chez des volailles du Cameroun, de la République centrafricaine, de la Côte d'Ivoire et du Nigéria(Snoeck et al., 2013).

Actuellement la dernière vague de la MN a été signalée en Pakistan (Faiza, 2021).

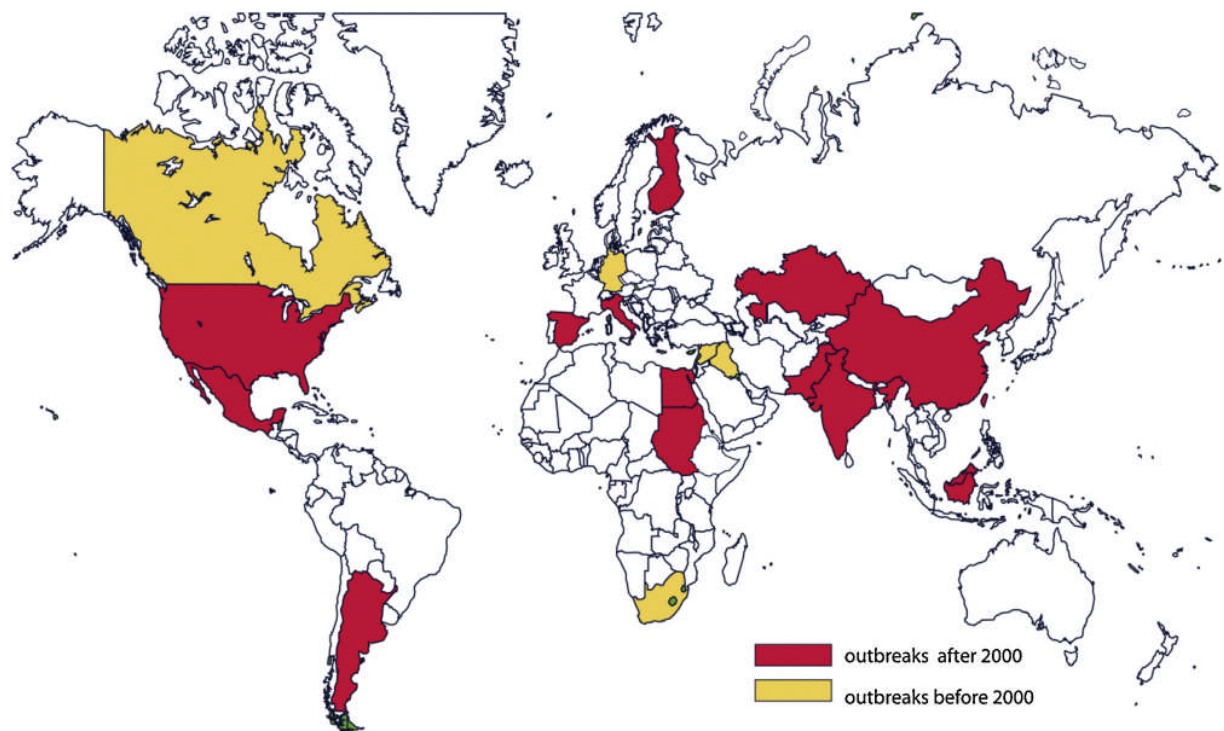


Figure 1 : Situation globale de la maladie de la Newcastle (Ganar et al., 2014).

4.5 Situation en Algérie

L'Algérie a déclaré 3 fois la maladie de Newcastle à l'OIE entre 1990 et 2012 (1992, 1997 et 2012). La maladie provoque une inflammation des voies respiratoires et des difficultés respiratoires, entraînant entre 5 et 15% de mortalité. La maladie a été contrôlée avec succès par la vaccination au moyen d'un vaccin conventionnel administré sur le terrain par eau potable ou par nébulisation.

La situation a changé en 2012 lorsqu'une nouvelle souche virale a été isolée des troupeaux vaccinés dans les régions est et ouest de l'Algérie. Ce virus causait des symptômes nerveux : pétéchies dans le proventricule ainsi qu'un taux de mortalité élevé pouvant atteindre 67 % dans les troupeaux vaccinés et jusqu'à 45 % de chute chez les poules pondeuses (Mohamed-Amine Bouderval, 2017).

4.6 Transmission

Dans le cas des NDV, il est raisonnable de conclure que l'infection peut se faire par inhalation du virus, par ingestion (Alexander 1988b), ou par contact avec les muqueuses, en particulier la conjonctive.

La propagation 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. Selon l'argumentaire précédent, elle peut varier en fonction du pathotype viral. Les oiseaux présentant une affection respiratoire dispersent vraisemblablement les virus dans des aérosols de mucus. Les oiseaux réceptifs peuvent être exposés à ces virus et les inhaler. 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.

Dans le cas de La transmission verticale : le virus tue l'embryon et n'aboutit pas à une éclosion de l'œuf en revanche, les virus présents sur la coquille contamineront les poussins dès l'éclosion.

4.7 Facteurs influençant la transmission

De nombreux facteurs environnementaux qui peuvent influencer radicalement la vitesse de propagation.

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, et transmis principalement par voie orale ou fécale, peuvent se répandre extrêmement lentement, surtout si les oiseaux ne sont pas en contact direct les uns avec les autres (Ilaria et al., 2013).

4.8 Propagation

L'introduction de la NDV dans un pays ou une région se fait par les oiseaux sauvage puis se transmettre à la populations de volaille domestique soit par contact direct ou indirect (Alexander, 1988b; Lancaster, 1966).

4.9 Désinfection

Les désinfectants efficaces contre l'APMV-1 comprennent l'hypochlorite de sodium, les désinfectants phénoliques, le glutaraldéhyde, la chlorhexidine et les agents oxydants. Les composés d'ammonium quaternaire peuvent être efficaces en présence de carbonate de sodium. L'APMV-1 peut également être inactivé par une chaleur de 56 °C (133 °F) pendant 3 heures ou de 60 °C (140 °F) pendant 30 minutes

et est sensible à l'acide (pH 3), à l'éther et au formol. L'efficacité du formol varie en fonction de la température.(Alexander and Allan, 2008).

4.10 Morbidité et mortalité

Les taux de morbidité et de mortalité varient considérablement selon la virulence de la souche et la sensibilité de l'hôte. Les virus lentogènes et mésogènes tuent habituellement peu d'oiseaux ; chez la volaille saine, le taux de mortalité est d'environ 10 % pour les souches mésogènes et négligeable pour les souches lentogènes. Toutefois, les maladies concomitantes peuvent accroître la gravité de la maladie et entraîner un taux de mortalité plus élevé. En revanche, les isolats vélogènes présentent des taux de morbidité et de mortalité aussi élevés que 100 % chez les poulets non vaccinés et entièrement sensibles. L'apparition de la maladie est habituellement rapide, et le virus se propage souvent rapidement, en particulier dans les troupeaux de groupe. Des éclosions sont parfois signalées chez des oiseaux vaccinés, avec des taux de morbidité et de mortalité réduits. Dans une épidémie touchant principalement les poulets vaccinés, la mortalité des troupeaux est de 30% à 90%(OIE, 2021).

4.11 Pertes de production dues à la ND

ND est responsable de l'augmentation des pertes de production dans les troupeaux de pondeuses et de reproducteurs, ce qui a un effet dévastateur sur la production de volaille(alexander, 1988a). Les souches vélogènes cause une réduction marquée de la production d'œufs, tandis que les souches méso géniques du NDV causent une maladie modérée et une réduction de la production d'œufs (Alexander, 1997). Les troupeaux touchés pondent moins d'œufs ou des œufs à coquille molle ou il peut y avoir 90 % baisse de la production d'œufs. Comme la MN peut affecter les oiseaux de tout âge, les foyers de maladie au début de la production d'œufs et la saison de production de pointe entraînent un faible revenu. La production de chair est également affecté (Amir et al., 2014).

5 Etiologie

Les paramyxovirus aviaires appartiennent au genre *Avulavirus* de la famille des *Paramyxoviridae*. Douze sérotypes de ces virus (APMV-1 à APMV-12) ont été identifiés chez les oiseaux. Les virus qui causent la maladie de Newcastle chez la poule M2 appartiennent au paramyxovirus aviaire de type 1 (APMV-1), et sont également appelés virus de la maladie de Newcastle (NDV)(OIE, 2021).

Le NDV est un virus enveloppé de forme sphérique souvent pléiomorphe avec un diamètre compris entre 100 nm et 500nm.

Le génome est classé parmi les mononégavirales et se caractérise par un ARN monocaténaire non segmenté de polarité négative de environ 15 kb qui code pour six protéines comprenant une polymérase ARN dirigée (L) de la protéine hémagglutinine neuraminidase (HN), protéine de fusion (F), protéine de matrice (M), phospho-protéine (P) et nucléoprotéine (N)(Bruce et al., 1999).

Tableau1 : classification de virus (Wikipédia,2021).

Realm :	<u>Riboviria</u>
Kingdom :	<u>Orthornavirae</u>
Phylum :	<u>Neqarnaviricota</u>
Class :	<u>Monjiviricetes</u>
Order :	<u>Mononegavirales</u>
Family :	<u>Paramyxoviridae</u>
Genus :	<u>Orthoavulavirus</u>
Species :	<i>Avian orthoavulavirus 1</i>

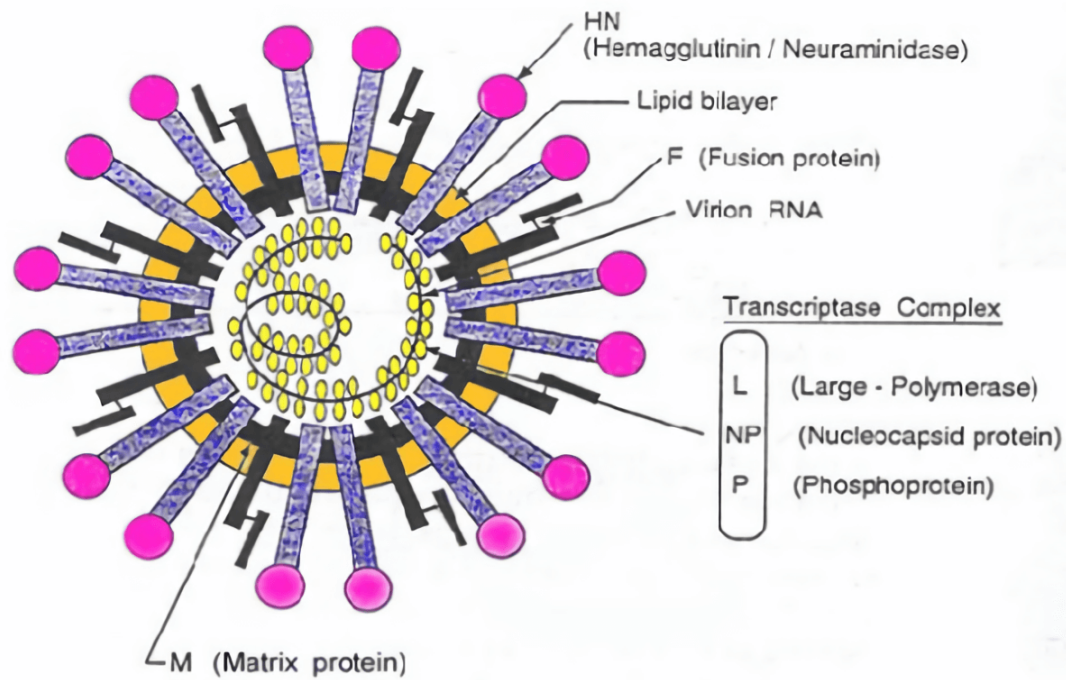


Figure 2: Schéma de la particule du virus de la maladie de Newcastle. (YAN, 2008).

Le NDV a une capsid de symétrie hélicoïdale Entourée d'une enveloppe dérivée de la membrane plasmique de la cellule infectée. Cette enveloppe est hérissée de spicules de deux glycoprotéines différentes :

- **L'hémagglutinine-neuraminidase (HN)** : responsable de l'attachement du virus sur les récepteurs cellulaires.
- **Glycoprotéine F** : qui induit la fusion de l'enveloppe virale avec la membrane cellulaire et permet la pénétration de la nucléocapside et de l'ARN viral dans la cellule.

Tous les paramyxovirus aviaires hemagglutinent les globules rouges de volailles et la plupart se multiplient facilement dans la cavité allantoïde où amniotique d'œufs embryonnés(Jeanne Brugère et al., 2015).

6 Pathogénie

Chez les poules, le pouvoir pathogène du NDV diffère cependant d'une souche virale à l'autre. Ainsi, les souches virales ont été classées en cinq pathotypes sur base des signes cliniques observés chez les volailles infectées expérimentalement (**Tableau 2**) (Alexander, 2003). D'autres tests sont également utilisés pour établir la virulence des différentes souches du NDV.

L'index de pathogénicité intracérébrale (ICPI, *Intracerebral Pathogenicity Index*) chez le poussin d'un jour est le test officiel de mesure de virulence.

En effet, selon la directive européenne 92/66/EEC, les souches de NDV possédant un ICPI moyen supérieur à 0,7 sont considérées comme virulentes. En accord avec la nouvelle définition des maladies épizootiques notifiables, tout isolement de ces souches doit être rapporté à l'Organisation Mondiale de la Santé Animale.

Tableau 2 : Pathologie observée chez la volaille lors d'une infection par le ND (Fabienne et al., 2009).

Symptômes dominants	Pathogénicité				
	Vélo gène		Méso gène	Lento gène	Asymptomatique Entero trope
	Viscéro trope	Neurotrophe			
Chute de ponte	+++	+++	++	+	-
Diarrhée	+++	-	-	-	-
Détresse respiratoire	-	+++	++	+	-
Syndrome CNS	++	+++	++	-	-
Mortalité	+++	++	++	+	-
Morbidité	+++	+++	++	+	-

Sévérité des symptômes observés : +++ : fort, ++ : intermédiaire, + : léger, - : absent

Lorsqu'une poule est infectée par le NDV, le virus peut se répliquer et endommager de nombreux organes différents. Les particules de NDV contiennent deux glycoprotéines qui sont intégrés dans la membrane lipidique du virus et sont tous deux nécessaires au déclenchement de l'infection. Le (HN), qui est la plus grande des deux glycoprotéines virales, fournit la fonction d'attachement, à la fois pour les érythrocytes et aux cellules cibles (Choppin and Compans, 1973). Comme toutes les virus, le NDV exige la présence de sel (forces électrostatiques) pour la fixation aux cellules cibles (Levine and Sagik, 1956).

6.1 Signes cliniques

Les signes cliniques de la MN sont très variables et dépendent de certains nombres de facteurs dont les plus importants sont :

- La virulence.
- Le tropisme du virus.

Autres facteurs pouvant influencer sur la morbidité et la mortalité et les signes cliniques sont :

- L'âge de l'oiseau.
- Le statut immunitaire des oiseaux.
- La voie d'exposition.
- La durée de la dose infectieuse.
- La susceptibilité de l'espèce hôte.
- Facteurs externes tels que le stress social et la température (Alexander, 1988a).

La période d'incubation du NDV varie de 2 à 15 jours et aucun signe clinique ne peut être considéré comme spécifique pour la MN (Alders and Spradbrow, 2000).

6.2 Dynamique de l'infection

- Multiplication locale du virus dans les cellules de la porte d'entrée du virus (par exemple, les voies respiratoires).
- Virémie (ou circulation du virus dans le sang) : multiplication du virus dans les tissus lymphoïdes. Lésions des parois vasculaires.
- Localisation : le virus se multiplie dans un ou plusieurs tissus selon le tropisme de la souche (tube digestif, appareil respiratoire, système nerveux).
- Disparition : le virus disparaît peu à peu du sang et des organes des oiseaux infectés en quelques semaines (Guérin et al., 2011).

7 Symptômes et lésions

On peut distinguer classiquement 4 formes cliniques, qui peuvent coexister :

Tableau 3 : les formes cliniques de la MN :(Jeanne Brugère et al., 2015).

Formes suraiguës	Il existe une atteinte générale grave. Une mortalité brutale survient en 1 à 2 jours sur plus de 90 % des effectifs.
Formes Aigues	Au début apparaissent des signes généraux : abattement, plumage ébouriffé, avec souvent œdèmes, cyanose ou hémorragies des caroncules, crêtes et barbillons. Puis surviennent, de façon associée ou non, des signes : <ul style="list-style-type: none">• Digestifs : diarrhée verdâtre à hémorragique.• Respiratoires : catarrhe oculonasal, trachéique, bronchique, entraînant une dyspnée importante (difficultés

	<p>respiratoires).</p> <p>a. Nerveux : convulsions, ataxie, paralysies d'un ou plusieurs membres.</p> <p>Au bout de quelques jours, la maladie évolue vers la mort ou une longue convalescence, associée à des séquelles.</p>
Formes subaiguës et chroniques	<p>Elles correspondent à l'étalement dans le temps des formes aiguës, avec le plus souvent exacerbation des signes respiratoires.</p> <p>Il existe également fréquemment des complications (mycoplasmoses, colibacillose, pasteurellose). On observe une chute de ponte chez les pondeuses. plus rarement, apparaissent diarrhées et Paralysie.</p>
Formes inapparents	<p>L'existence de formes asymptomatiques inapparentes est certainement bien plus fréquente que l'on pourrait le supposer.</p>



Figure 3 ,4,5 : des troubles nerveux se traduisent par un torticollis et encéphalite (Guérin et al., 2011).



Figure 6,7:Œdème facial lié au gonflement périoculaire(Guérin et al., 2011).



Figure 8,9 :Les troubles respiratoires (Guérin et al., 2011).

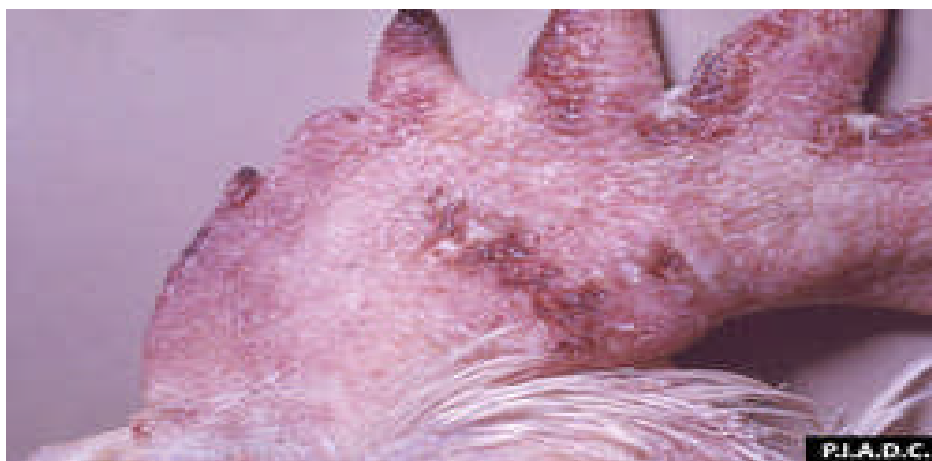


Figure 10 : La crête œdémateuse et contient plusieurs foyers d'hémorragie (California Animal Health and Food Safety Laboratory System,2021).



Figure 11 : hémorragie et cyanose marquée du la crête et de la tête (California Animal Health and Food Safety Laboratory System,2021).

7.1 Lésions nécropsiques

Les lésions nécropsiques causées par les virus vélogènes APMV-1 ont été principalement caractérisées chez les volailles, en particulier les poulets. La tête ou la région périorbitaire peut être enflée, et le tissu interstitiel du cou peut être œdémateux, surtout près de l'entrée thoracique. La congestion ou les hémorragies se trouvent parfois dans le pharynx caudal et la muqueuse trachéale, et les membranes diphtériques peuvent se produire dans l'oropharynx, la trachée et l'œsophage. Des pétéchies et de petites ecchymoses peuvent être observées dans la muqueuse du proventricules. Les hémorragies, les ulcères, les œdèmes et/ou les nécroses se produisent souvent dans les amygdales caecales et les tissus lymphoïdes de la paroi intestinale (y compris les plaques de Peyer) ; cette lésion est particulièrement évocatrice de la maladie de Newcastle.

Des hémorragies thymiques et bursales peuvent également être présentes, mais peuvent être difficiles à voir chez les oiseaux plus âgés. La rate peut être élargie, friable et rouge foncé ou tachetée. Certains oiseaux ont également une nécrose pancréatique et un œdème pulmonaire. Les ovaires sont souvent œdémateux ou dégénérés, et peuvent contenir des hémorragies. Certains oiseaux, en particulier ceux qui meurent subitement ou qui présentent principalement des signes neurologiques, présentent peu ou pas de lésions graves.

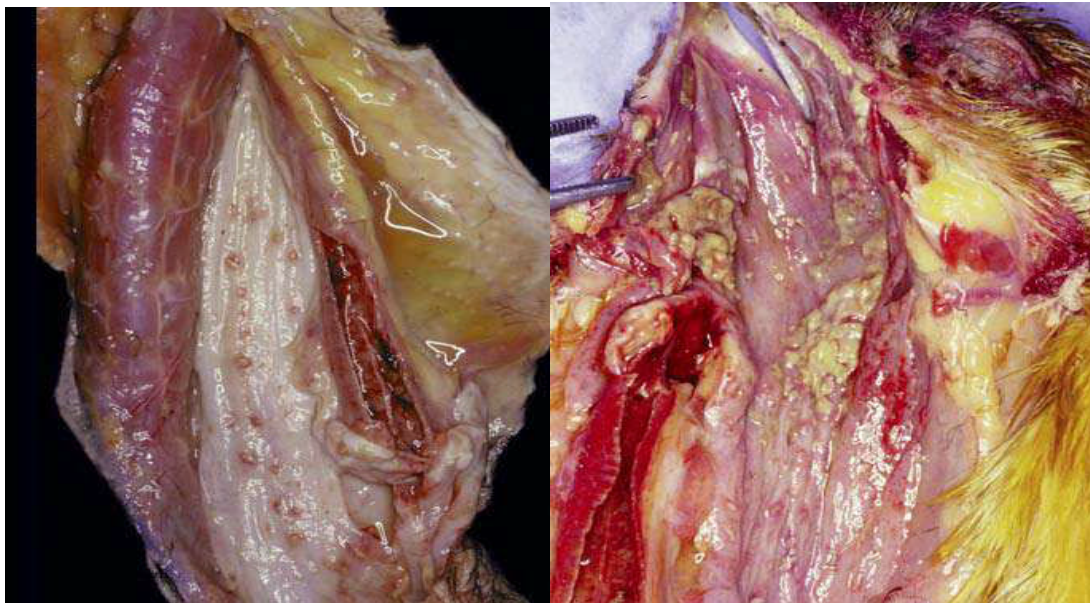


Figure 12,13 :Œdème sous-cutané, ulcères fibrinonécrotiques dans l'oropharynx et l'œsophage, trachée hémorragique(Guérin et al., 2011).



Figure 14 : lésions fibrinonécrotiques dans la muqueuse buccale, pharyngée et œsophagienne. (California Animal Health and Food Safety Laboratory System, 2021).

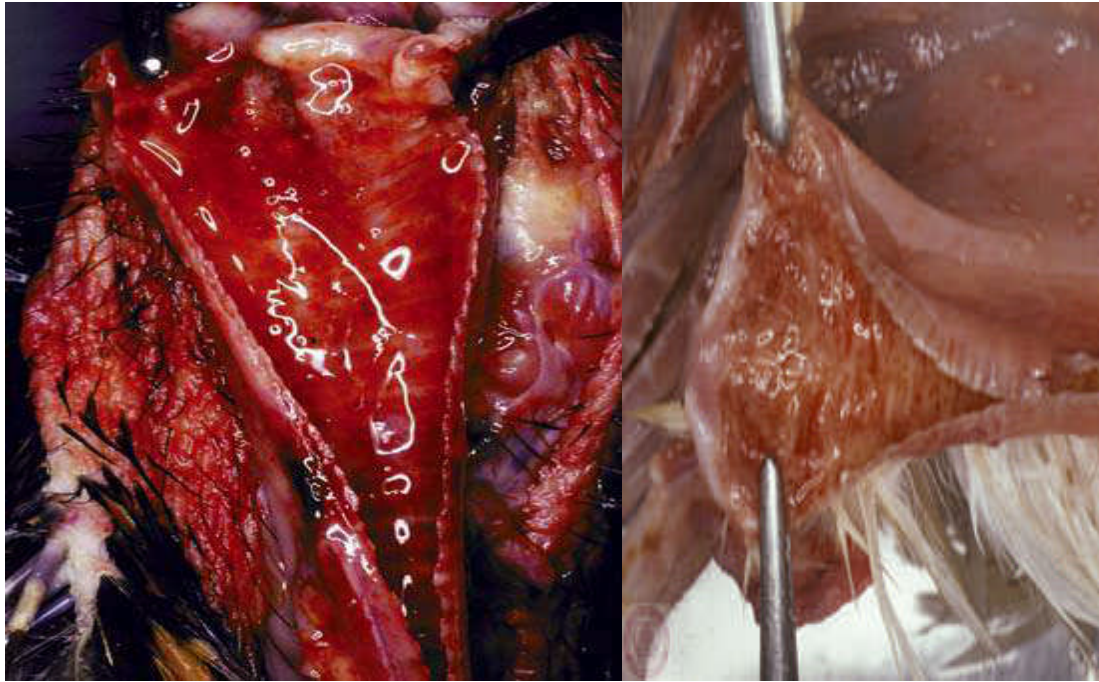


Figure 15,16 : Hémorragies sévères dans le larynx et la trachée(Guérin et al., 2011).

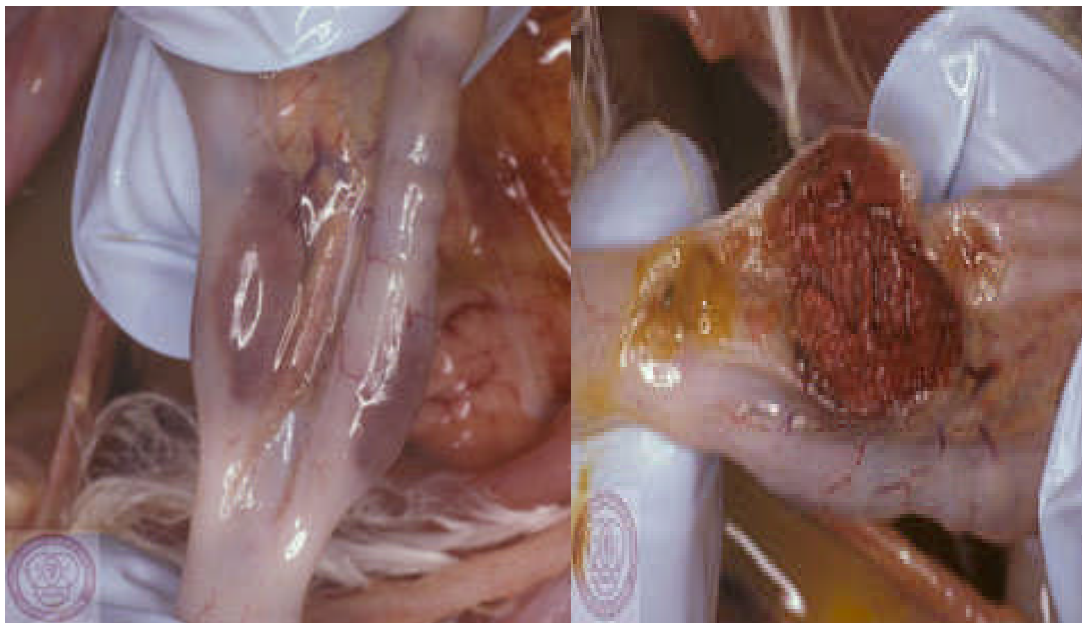


Figure 17, 18 : Les amygdales caecales nécrosées et hyperémiques(Guérin et al., 2011).

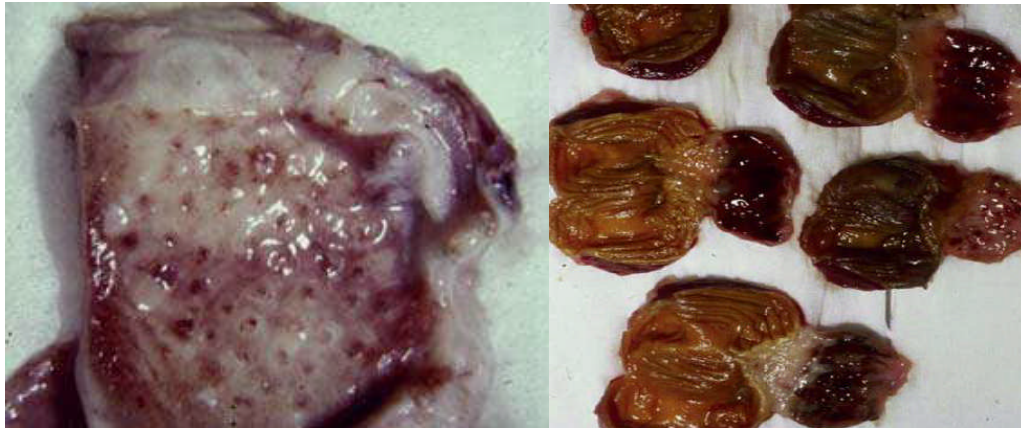


Figure 19, 20 : Les hémorragies du ventricule (Guérin et al., 2011).

8 Diagnostic

En dehors des formes suraiguës et aiguës, le diagnostic clinique est difficile en fonction de la variabilité des espèces aviaires affectées et des symptômes et lésions exprimés. On devra toujours s'appuyer sur un diagnostic de laboratoire (Guérin et al., 2011).

8.1 Diagnostic clinique et lésionnel

On doit suspecter la maladie de Newcastle devant toute affection apparaissant en toute saison sur les volailles de tous âges avec un taux de mortalité très élevé de 90 à 100 %. L'état typhique marqué avec mort brutale ; les signes respiratoires de dyspnée, de râles, d'éternuement, d'écoulement séreux aux narines ; les signes digestifs de diarrhée blanc- jaunâtre puis verdâtre, les signes nerveux d'excitation semblables à des crises d'épilepsie évoluant vers une paralysie du cou, des ailes et des pattes vont renforcer la suspicion de la maladie de Newcastle.

Après constatation de ces signes, une autopsie des oiseaux morts ou des malades sacrifiés s'avère nécessaire. A l'autopsie, les lésions sont surtout de type ulcéreux et hémorragique intéressant le tube digestif et les formations lymphoïdes. Les lésions hémorragiques siègent sur le tube digestif, les amygdales caecales, le cœur et les muscles.

Les lésions ulcéro-nécrotiques intéressent les formations lymphoïdes disséminés le long de l'intestin. On trouve parfois du mucus spumeux dans la trachée, des lésions congestives au niveau du foie, de la rate et des reins, une aérosacculite, une entérite catarrhale et une broncho-pneumonie. Lorsque l'évolution est lente, ce diagnostic est peu précis, d'où le diagnostic différentiel (Ichakou, 2004).

8.2 Diagnostic différentiel

Il ne faut pas confondre la maladie de Newcastle avec :

- L'influenza aviaire due à un *Ortho myxovirus* ; La peste aviaire vraie présente plusieurs analogies avec la maladie de Newcastle. Les signes respiratoires sont moins intenses et moins fréquents. Il y a absence d'immunité croisée entre le virus de la maladie de Newcastle et celui de la peste aviaire vraie.
- Le choléra aviaire dû à *Pasteurella multocida*. Ici la diarrhée est abondante, le foie est hypertrophié et est jaunâtre.
- La typhose, due à *Salmonella gallinarum* et qui touche les oiseaux adultes. Le foie est hypertrophié, congestionné et verdâtre.
- La maladie de Gumboro. Elle est moins contagieuse que la maladie de Newcastle. Il y a également des lésions hémorragiques au niveau du tube digestif et surtout au niveau des masses musculaires. A cela s'ajoute une atteinte de la bourse de Fabricius qui devient hypertrophique.
- La laryngotrachéite infectieuse, maladie virale très infectieuse se caractérise par la toux et le jetage mucopurulent ou nettement sanguinolent dans les formes aiguës.
- La bronchite infectieuse se manifeste par des signes respiratoires chez le poussin et par des chutes de pontes ou par la ponte d'oeufs déformés en liaison avec l'ovarite chez la poule adulte.
- La maladie de Newcastle est à différencier aussi de la maladie de Marek qui est une maladie néoplasique due à un herpes virus et caractérisée essentiellement

par des signes nerveux de paralysie générale. Les signes respiratoires sont absents(Tchamadja, 2001).

- Coryza infectieux : avec une sinusite et un œdème de la tête.
- Encéphalomyélite infectieuse : elle affecte les sujets de 1 à 6 semaines présentant des signes nerveux.
- Bursite infectieuse : affecte seulement les sujets âgés de 2 à 5 semaines ; les lésions au niveau de la bourse de Fabricius sont caractéristiques.
- Maladie de Marek : d'évolution lente avec absence de troubles digestifs et respiratoires.
- Carences Vitaminiques et les empoisonnements : une enquête et la confirmation par le laboratoire sont nécessaires (Abdul Hussain, Bounar Kechih et al., 2013 ; manuel des pathologies aviaires).

8.3 Diagnostic de laboratoire

Le diagnostic clinique repose sur des signes cliniques et lésionnels peu spécifiques et il est presque toujours nécessaire d'avoir recours au laboratoire. La confirmation fait appel au diagnostic de laboratoire. On utilise la culture virale, la RT-PCR ou principalement la sérologie.

8.3.1 Diagnostic virologique

Le meilleur moyen de déterminer les souches présentes dans une zone est l'isolement et l'identification virale dont le diagnostic virologique constitue le diagnostic de certitude par excellence. Des prélèvements suspects sont inoculés à des œufs embryonnaires. Le virus est recherché par HA (hémagglutination) dans les liquides embryonnaires. L'existence du PMV1 est confirmée devant l'inhibition de l'hémagglutination avec un sérum spécifique (test IHA). Ce type de diagnostic doit être mis en œuvre très précocement.

Le pouvoir pathogène est caractérisé par des tests sur des poussins de 1 jour :

■ **ICPI** (*Intracerebral Pathogenicity Index* ou indice de pathogénicité intracérébrale) : c'est ce test qui est la référence internationale ;

■ **MDT** (*Mean Death Time in eggs* ou temps moyen de mort de l'œuf embryonné).

■ **IVPI** (*Intravenous Pathogenicity Index* ou indice de pathogénicité intraveineuse).

En pratique, l'ICPI et le séquençage du gène F sont utilisés pour déterminer le caractère clivable de la protéine de fusion (Alexander, 2000).

8.3.2 Diagnostic sérologique :

Le défi usuel en élevage avicole est d'établir un diagnostic exact pour les problèmes de morbidité ou de mortalité. La sérologie semble un merveilleux outil à la fois à des fins diagnostiques et épidémiologiques pour les pathologies les plus redoutables notamment les pathologies virales, surtout que le recours aux moyens de diagnostic direct semble très onéreux. Ceci peut être aussi appliqué pour le contrôle du statut immunitaire vis-à-vis les différentes vaccinations.

8.3.4 Les techniques d'analyse sérologique

Les anticorps ont la capacité de pouvoir se lier étroitement à l'antigène qui leur a donné naissance. Ils permettent la mise en évidence des anticorps témoins soit d'une vaccination, soit du passage d'un /virus sauvage, ne peut être une méthode officielle de diagnostic de la maladie de Newcastle On peut globalement les classer en deux groupes :

✓ Les techniques dites « biologiques »

La formation du complexe antigène – anticorps supprime une propriété biologique de l'antigène et ceci sert de révélateur à la présence d'anticorps dans le sérum.

Exemple :

- Réaction de séro- neutralisation (SN),
- Réaction d'inhibition de l'hémagglutination (IHA), etc.

✓ Les techniques dites enzymatiques

- Dans lesquelles l'attachement des anticorps à l'antigène est révélé par l'action d'enzymes qui hydrolysent un substrat (le chromogène) en modifiant sa couleur : ce sont les techniques que l'on regroupe sous le terme général d'ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay).
- L'ELISA est aujourd'hui, essentiellement pour des raisons économiques et pratiques justifiées, la technique la plus employée en aviculture.
- En général, deux sérologies sont effectuées ; une lors des premiers signes d'infection et la seconde 10 à 14 jours plus tard.
- Le faible coût, la simplicité et la rapidité des tests sérologiques en font qu'ils sont largement utilisés comme diagnostic de routine (Gardin, 2002).

9 Traitement

Il n'existe pas de traitement spécifique car la maladie de Newcastle est une maladie virale. Cependant, les complications bactériennes observées chez les animaux infectés par des souches peu pathogènes peuvent être traitées aux antibiotiques(Ichakou, 2004).

Chapitre II : La lutte contre la maladie de Newcastle

1 Introduction

La lutte contre la maladie de Newcastle repose sur une stricte biosécurité mais elle est généralement insuffisante en zone d'épizootie ou d'enzootie à cause de la résistance du virus dans le milieu extérieur et les difficultés de diagnostic complet. Cependant, la vaccination est l'outil le plus efficace pour la prévention de MN.

2 Prophylaxie sanitaire

Les contrôles d'importation 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 et 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 désinfection sont tout à fait d'actualité.

Si un foyer infectieux apparaît les seuls moyens de lutte efficaces sont :

- Abattage total des oiseaux (destruction des cadavres et des œufs qui seront conduits au centre d'équarrissage désigné).
- Désinfection des bâtiments et du matériel d'élevage (désinfectants agréés).
- Destruction des litières (incinération à la chaux vive).
- Interdiction de la zone contaminée pour éviter la propagation du virus par tous les vecteurs possibles.

Toutes ces mesures ne sont efficaces que si le diagnostic est très rapide. Elles peuvent être mises en échec par la grande facilité de dispersion du virus. L'abattage total n'est convenable qu'en zone d'endémie circonscrite. On admet la zone libérée de MN 6 mois après le dernier cas clinique observé et 3 semaines après l'abattage de animaux (Vellate, 1997).

3 Prophylaxie médicale

Elle complète la précédente, basée sur la vaccination systématique des élevages avicoles, est la seule méthode de lutte contre la maladie de Newcastle.

3.1 Le vaccin

3.1.1 Définition

le vaccin est une préparation administrée pour provoquer l'immunité contre une maladie stimulant la production d'anticorps on trouve dans les vaccins des suspensions de micro-organismes inactivés ou atténués, ou des produits ou dérivés de micro-organisme (OIE, 2021). Un vaccin thermostable permet aux distributeurs et aux utilisateurs de limiter les problèmes liés à la rupture de la chaîne du froid sur le terrain. Il est fondamental que les utilisateurs comprennent qu'un vaccin thermostable doit tout de même être traité comme un produit biologique – c'est-à-dire qu'on ne peut pas exposer le vaccin au soleil et à des changements de température fréquents et s'attendre à ce qu'il reste actif (Alders and Spradbrow, 2000).

3.2 Types de vaccins

3.2.1 Vaccins à virus vivants

- Les **vaccins vivants atténués** contiennent un agent infectieux vivant, le pouvoir pathogène du virus ou de la bactérie est atténué par différents procédés, de manière à ce que son administration n'entraîne pas de maladie (ou une maladie très bénigne). Différentes souches de virus, peu ou non pathogènes, sont utilisées : apathogènes (VG₂GA ou PHY LMV42) ou lentigènes (HitchnerB1 ou La Sota ou Clone30). Ces souches sont cultivées sur œufs de poule embryonnés EOPS (exempts d'organisme

pathogène spécifique). Le vaccin est composé des liquides amnioallantoïdes lyophilisés EOPS(Guérin et al., 2011).

Les souches sont classées selon le degré d'avirulence et le tropisme :

- La souche Hitchner B1 (HB1) peut provoquer d'éphémères réactions vaccinales. Elle est universellement utilisée en primovaccination (Guérinet al., 2011).
- La souche Sota est moins atténuée pour le genre Gallus que HB1 et peut entraîner des troubles respiratoires sans conséquences sur des animaux sains. Des effets secondaires plus sérieux sont à craindre après vaccination d'oiseaux porteurs de mycoplasme. Cette souche est légèrement plus immunogène que HB1. On ne la prescrit qu'en rappel de HB1, jamais en cours de ponte. la diffusion du virus vaccinal est marquée avec la souche La Sota (Guérinet al., 2011).
- La Clone 30 de la souche La Sota est plus inoffensif et tout autant immunogène (Guérinet al., 2011).
- La souche VG 2GA est une souche vaccinale entérotrope, qui présente l'intérêt d'entraîner une bonne immunité, tout en évitant les complications respiratoires. Néanmoins, comme la souche PHY LMV 42, cette souche apathogène diffuse peu et l'administration devra être correctement effectuée afin qu'un maximum de particules vaccinales atteignent les tissus cibles(Guérin et al., 2011). La vaccination individuelle est pratiquée par goutte dans l'œil ou par trempage du bec. La vaccination de masse est pratiquée par nébulisation L'eau de boisson peut aussi bien être utilisée puisque le virus vaccinal a un tropisme aussi bien respiratoire que digestif. La réplication in vivo du virus vaccinal VG/GA est de plus optimisée par le grand nombre de cellules cibles dans le tractus digestif. Cette souche a montré une protection équivalente voire supérieure à celle apportée par la souche HB1.

3.2.2 Vaccins à virus inactivés

Les **vaccins inactivés** contiennent des agents infectieux (ou une toxine produite par ceux-ci) qui ont été tués grâce à un produit chimique (traitement au formol, à l'éthylèneimine binaire ou à la β propiolactone) ou par différents procédés physiques (la chaleur, rayons UV) (Guérinet al., 2011).

Ils sont donc totalement inoffensifs, mais restent capables de susciter une réponse du système immunitaire.

Les souches vélogènes sont les plus utilisées pour ces vaccins inactivés. Ils confèrent une immunité élevée et durable après injection aux oiseaux. 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 (Marangon and Busani, 2006).

3.3 Introduction aux vaccins vivants thermostables contre la maladie de Newcastle

Un vaccin thermostable permet aux distributeurs et aux utilisateurs de réduire les problèmes liés aux chaînes du froid inadéquates sur le terrain. Il est essentiel que les utilisateurs comprennent qu'un vaccin thermostable doit encore être traité avec un certain respect en raison d'un produit biologique, c'est-à-dire qu'on ne peut pas exposer le vaccin à la lumière du soleil et aux changements fréquents de température et s'attendre à ce qu'il demeure actif (Alders and Spradbrow, 2000).

3.3.1 Le vaccin NDV4-HR

Le vaccin contre la MN V4 (NDV4-HR) est un vaccin vivant, résistant à la chaleur et avec les caractéristiques suivantes :

- Il est thermostable, conserve son activité pendant 12 semaines à une température de 28°C sous forme lyophilisée (Spradbrow et al., 2011).
- Il peut être administré : sous forme de collyre (voie intraoculaire), sous forme de gouttes (voie intra nasal), par voie orale ou dans l'eau de boisson, mélangé à certains aliments ou par injection (Young et al., 2002).
- Sa facilité d'administration le rend utilisable par les éleveurs de village.
- La souche vaccinale peut être transmise par contact entre les oiseaux vaccinés et les oiseaux non-vaccinés (Alders et al., 1993).
- Il n'est pas virulent et peut être administré en toute sécurité aux poulets de tous âges, de un jour à l'âge adulte (Alders et al., 1993; Anon, 1991).
- Sa sécurité biologique est supérieure à celle d'autres souches de vaccins vivants contre la MN comme B1 ou La Sota (Anon, 1991).

Dans le but d'augmenter la sécurité alimentaire des communautés rurales, la FAO recommande ce vaccin pour le contrôle de la maladie de Newcastle sur les poulets de village dans les pays tropicaux et dans les pays en voie de développement (FAO, 1997).

3.3.2 Le vaccin ND I-2

- Le centre australien de recherche agricole internationale a chargé des employés du laboratoire de virologie de l'Université de Queensland de produire une souche virale semblable au NDV4-HR qui pourrait être fabriquée dans les pays en voie de développement à moindre coût pour les laboratoires (Bensink and Spradbrow, 1999).
- Quarante-cinq isolats de MN non-virulents ont été étudiés pour leur antigénicité, leur innocuité et leur capacité à se propager. Le plus prometteur de ces isolats a été testé pour sa thermo stabilité et les isolats les plus résistants ont été sélectionnés pour renforcer la résistance à la chaleur. Il en résulte la souche I-2, qui a été amplifiée sur des oeufs d'une bande indemne de maladie pour créer la souche originale.

- La souche a été soumise à des analyses pour déterminer si elle était sûre et si elle était indemne de contamination bactérienne.
- La souche I-2 a subi des tests dans plusieurs pays et s'est révélée protectrice contre les souches virulentes locales du virus de la MN. Au Vietnam, il a été officiellement reconnu comme le vaccin MN pour les volailles de village, après des essais approfondis en laboratoire et sur le terrain (Gallili and Ben-Nathan, 1998).
- Le vaccin peut être produit sur des oeufs qui ne sont pas indemnes de tout agent pathogène mais qui proviennent d'une bande régulièrement contrôlée pour les principales maladies des volailles. Il peut être produit et conservé sous forme liquide et convenablement dilué dans une solution de protection comme la gélatine à 2% (dans laquelle le vaccin conservera son activité au moins deux semaines à 22°C) avant utilisation. Il vaut mieux alors administrer le vaccin par voie oculaire (Gallili and Ben-Nathan, 1998).

Tableau 4 Comparaison entre les vaccins atténués et les vaccins inertes utilisés en aviculture (Bermudez and Stewart-Brown, 2003 ; Marangon and Busani, 2006).

Vaccins à virus vivants	Vaccins à virus inactivés
Avantages	
<p>Faible dose d'antigène : amplification de la masse antigénique de départ due à la multiplication de la souche vaccinale (infection subclinique).</p> <p>Réponse immune spécifique de la gamme complète des antigènes viraux (protéines structurelles et non structurelles) Relativement bon marché à produire et à administrer : administration par diverses voies et vaccination de masse : eau de boisson, spray, etc. Moindre</p>	<p>Le vaccin ne se multipliant pas, il n'y a pas de réactions au niveau des tissus, en dehors de celles que peut provoquer l'adjuvant Réponse immune spécifique contre les protéines virales structurelles. L'absence de réponse immune spécifique aux protéines non structurelles peut dès lors servir de marqueur naturel d'infection Pas d'excrétion ou de transmission possible de la souche vaccinale, sauf défaut d'inactivation Meilleure stabilité pendant le stockage et au</p>

<p>sensibilité aux anticorps maternels lors d'une immunisation locale Une seule dose généralement requise : amplification de la masse antigénique de départ due à la multiplication de la souche vaccinale Induction plus rapide de la protection et immunogénicité élevée Induction d'une immunité locale (ex : trachée, intestins, etc.) Meilleure sollicitation de l'immunité cellulaire (présentation des antigènes viraux via le CMH-I).</p>	<p>moment de l'emploi Préparation possible de vaccins combinés Meilleures garanties de sécurité.</p>
---	--

Inconvénients

<p>Difficultés de stockage (sensibilité aux agents chimiques et à la chaleur) et manipulation délicate, particulièrement après reconstitution Danger de contamination du vaccin par des agents adventices indésirables et transmission éventuelle d'autres infections.</p> <p>Excrétions possibles des souches vaccinales et transmission à d'autres animaux « cibles » ou « non cibles » Réactions possibles au niveau de divers tissus (réaction post- vaccinale) combinaison des vaccins relativement limitée, en raison des interférences possible entre les souches atténuées administrées simultanément.</p>	<p>Forte dose d'antigène : pas de multiplication après administration Cout de production et d'administration : administration par voies parentérales et vaccination individuelle : injection Présence d'adjuvant et risques d'hypersensibilisation ou d'allergies à une nouvelle injection du vaccin Sensibilité aux anticorps maternels Réponse immune généralement plus lente et immunogénicité moindre (réponse majoritairement humorale) Immunité locale faible, voire inexistante, mais peut être stimulée par une vaccination de rappel (boost) Immunité principalement de type humorale (présentation des antigènes viraux via le CMH-II).</p>
--	---

4 Modes de vaccination

Le système d'administration des vaccins influence le niveau de protection obtenu. L'application incorrecte du vaccin est considérée comme une des raisons les plus communes d'échec de campagne de vaccination. Le choix de la méthode de vaccination dépend du lieu (couvoir ou ferme), du type de production, de l'espèce aviaire, de la taille du poulailler, de la longueur du cycle de production, du statut sanitaire général, de l'immunité maternelle, des vaccins à appliquer et des couts(Fabienne et al., 2009).

4.1 Vaccins à virus atténués

Les méthodes vaccinales s'appuient sur le tropisme du PMV1 pour l'épithélium des premières voies respiratoires :

- Trempage du bec jusqu'aux narines pour les poussins d'un jour ou instillation oculonasale de la solution vaccinale : ces techniques ne sont utilisables que sur des petits effectifs à cause de la lourdeur des manipulations, mais sont très efficaces.
- Vaccination par l'eau de boisson : c'est une technique qui, bien que très pratique, est peu fiable car elle dépend de la qualité de l'eau, de la nature de récipients et de l'ambiance générale du bâtiment. Il faut respecter une diète hydrique avant la vaccination pour que les oiseaux consomment la solution vaccinale dans un minimum de temps, et neutraliser les éventuels résidus de chlore par l'adjonction de lait en poudre ou de thiosulfate de sodium.
Nébulisation : le vaccin est dilué dans de l'eau exempte d'antiseptiques et peu minéralisée ; il est pulvérisé sur les oiseaux en microgouttes à l'aide de nébuliseurs électriques ou manuels.
- La dose vaccinale est calculée en fonction du nombre d'oiseaux. La réponse immunitaire est précoce et uniforme. Ce type de vaccination peut réveiller une mycoplasme occulte. Pour ces raisons, on utilise la souche HB1 en primovaccination et la souche LaSota ou Clone 30 en rappel. Les souches

apathogènes VG \square VA ou PHY LMV 42 peuvent être utilisées en primovaccination et en rappel (Guérinet al., 2011).

4.2 Vaccins à virus inactivés

Administration par injection : Les vaccins inactivés sont administrés uniquement par injection intra-musculaire ou sous-cutanée (dans le poitrail ou dans la patte). Le vaccin doit pouvoir supporter la température ambiante (environ 28°C) et le contenu doit être bien agité avant usage. S'il est conservé dans un endroit frais à l'abri de la lumière, il peut rester actif une ou deux semaines en dehors du réfrigérateur.

Les vaccins inactivés sont plus efficaces sur les volailles qui ont reçu auparavant un vaccin vivant. L'injection accidentelle de ce vaccin à la personne qui vaccine peut provoquer une réaction localisée grave (Alders and Spradbrow, 2000).

Tableau 5 : La dose injectable de vaccin en fonction de L'AGE

(Alders and Spradbrow, 2000).

Dose	Age
0.2 ml	1 jour à 3 semaines
0.3 ml	3 à 5 semaines
0.5 ml	5 semaines et plus

5 Sélection des vaccins :

Bell en 2000 a brièvement passé en revue les avantages et les limites des différents vaccins disponibles contre la maladie de Newcastle chez les poulets de village (tableau 1). Les vaccins inactivés confèrent une très bonne immunité sans réactions vaccinales et ont été largement utilisés, mais sont relativement coûteux et nécessitent une attention considérable à la formation lorsqu'ils sont utilisés par du personnel non vétérinaire. Les vaccins vivants sont faciles à appliquer et relativement peu coûteux, et donnent une immunité modérément bonne.

Les réactions vaccinales varient selon la souche vaccinale. Parmi les vaccins vivants, les vaccins résistants à la chaleur, moins exigeants en transport sur le terrain, ont également été largement utilisés dans les villages. Les vaccins recombinants présentent l'avantage de pouvoir être détectés sérologiquement indépendamment du virus sauvage (Alders, 2002).

Les critères de sélection comprennent :

- Thermostabilité.
- Coût.
- Immunogénicité.
- Transportabilité.
- Disponibilité.

6 Le suivi de la réponse immune induite par la Vaccination

Classiquement, la réponse immune induite par la vaccination contre la ND est évaluée par le titre en anticorps inhibant l'hémagglutination (*Haemagglutination Inhibition*, HI). Ce titre dépend notamment du vaccin utilisé et de sa voie d'inoculation, du programme de vaccination suivi ainsi que de facteurs environnementaux et individuels. Ainsi, un titre HI entre 24 et 26 peut être obtenu suite à une unique inoculation d'un vaccin atténué, tandis qu'un titre avec un pic supérieur à 211 ne peut être atteint que suite à un programme de vaccination

incluant un vaccin inactivé. Cependant, chez des animaux vaccinés, la protection contre la mortalité, les signes cliniques et/ou l'excrétion de virus sauvage lors d'une épreuve virulente létale sans anticorps détectables en HI ont été décrits (Gough and Alexander, 1973).

Tableau 6 : Systèmes d'administration des vaccins utilisés en aviculture : avantages et désavantages (Fabienne et al., 2009).

Lieu	Type de vaccins	Mode de vaccination	Avantages	Désavantages
Couvoir	Atténué	Spray (chambre de nébulisation, spray cabinet).	<ul style="list-style-type: none"> • Faible cout. • Immunité. Mucosale. • Vaccination de masse. • Et manutention réduite. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réaction respiratoire possible. • Taille des gouttelettes.
Ferme	Atténué	Eau de boisson.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité d'administration. • Main-d'œuvre réduite. • Vaccination de masse. • Application de masse. • Stress réduit des volailles. • Faibles couts. 	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution inégale. • Qualité d'eau variable (chlore). • Variabilité possible du dosage. • Taille des gouttelettes. • Réaction respiratoire possible.
		Oculo/nasal Oculaire	<ul style="list-style-type: none"> • Immunité humorale et locale uniforme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation individuelle. • Vérification de la

Ferme			<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la dose. 	prise vaccinale.
	Inerte	<ul style="list-style-type: none"> • Sous cutané (base de cou). • Intramusculaire (cuisse ou poitrine). 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation individuelle. • Niveau uniforme d'immunité. • Faible niveau de réaction secondaire générale. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipulation individuelle (stresse de l'animale, main-d'œuvre élevée). • Dommages possibles au niveau des muscles et vertèbres. • Cout et Contrôle sanitaire régulier de l'équipement.

7 Les nouvelles stratégies vaccinales

Comme indiqué antérieurement, les vaccins actuellement commercialisés peuvent manquer d'efficacité et présenter certains inconvénients d'utilisation. La mise en œuvre des techniques de biologie moléculaire dans le domaine de la vaccination a pour objectifs une amélioration, d'une part, de l'efficacité et d'autre part, de l'innocuité des vaccins conventionnels. Les recherches peuvent aussi s'orienter vers la mise au point de nouveaux types de vaccins, soit vectorisés, soit sous-unitaires (développés à partir des seuls éléments immunogènes du virus, principalement les protéines de surface ou de l'enveloppe virale). Enfin, de nouveaux adjuvants sont envisagés (Fabienne et al., 2009).

Ainsi, l'inconvénient majeur des vaccins atténués est leur pathogénicité résiduelle et leurs effets adverses, notamment chez les jeunes animaux. Des vaccins vectorisés contenant un ou plusieurs gènes du NDV ont dès lors été étudiés comme alternative, à savoir les vecteurs poxvirus aviaire (Boursonnell et al., 1990; Iritani et al., 1991; Taylor et al., 1990) (Karaca et al., 1998; McNillen et al., 1994; Nagy et al., 1991a) et le virus herpès de la dinde (*Herpesvirus of Turkey, HVT*) (Hackert et al., 1996; Morgan et al., 1992; Reddy et al., 1996). 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 et de la maladie de Marek, dans le cas du vecteur fowlpox et HVT, respectivement.

En outre, ces vaccins vectorisés rendent possible l'adaptation de l'insert en fonction des souches de NDV circulantes. Actuellement, seuls deux vaccins fowlpox recombinants NDV sont commercialisés : le Vectormune FP-ND (Ceva Biomune), vaccin lyophilisé et le Trovac-NDV (Merial), produit conservé en azote liquide. Ces vaccins fowlpox recombinants sont injectés en sous-cutanée, ou selon la technique de transfixion alaire au niveau de la palmure de l'aile (technique dite *wing web*) et nécessitent donc une manipulation individuelle des animaux à inoculer. Leur second désavantage éventuel est leur sensibilité aux MDA dirigés contre le vecteur lui-même (Iritani et al., 1991; Swayne et al., 2000) et dès lors la difficulté d'utiliser de tels vecteurs chez les animaux vaccinés contre la variole aviaire. Les vecteurs herpesvirus sont quant à eux nettement moins sensibles à cette interférence (Morgan et al., 1993) et présentent également l'avantage majeur de pouvoir être administrés *in ovo* (Johnston et al., 1997; Reddy et al., 1996). A l'heure actuelle, deux vaccins de type HVT recombinants NDV sont commercialisés : le Vectormune HVT-ND (Ceva Biomune) et l'Innovax ND (Shering Plough Intervet).

La vaccination *in ovo* constitue une alternative avantageuse à la vaccination de masse car elle permet de vacciner les volailles avant leur naissance. En effet, cette technologie présente l'avantage d'être réalisée sur des œufs embryonnés d'environ 18 jours, c'est-à-dire au moment où les œufs sont transférés des incubateurs vers les éclosiers et avant la résorption des MDA. Elle permet dès lors d'éviter une

manipulation des volailles durant leur période de croissance et l'interférence des MDA. Cependant, les souches vaccinales NDV usuelles tuent ou affaiblissent l'embryon et réduisent dès lors fortement le pourcentage d'éclosion. Des souches à pathogénicité davantage réduite pour l'embryon ont été sélectionnées pour leur utilisation *in ovo* (Mast et al., 2006). Ces vaccins se sont avérés efficaces à petite échelle, y compris en présence de MDA.

Enfin, différents types d'adjuvants, tels que la toxine du choléra (Takada and Kida, 1996), des séquences immun stimulatrices d'ADN (Linghua et al., 2007; Zhang et al., 2008) et les cytokines aviaires (Degen et al., 2005; Marcus et al., 1999; Yin et al., 2007) ont été étudiés chez la volaille afin d'améliorer et/ou moduler la réponse immune locale au niveau des muqueuses et la réponse immune systémique induites à l'encontre d'antigènes du NDV administrés par voie locale. Leur efficacité reste cependant variable (Fabienne et al., 2009).

Conclusion

L'aviculture joue un rôle socio-économique important dans l'économie des pays en développement. En revanche, elle se pratique dans des conditions d'élevage sommaires, constituant le lit des infections, ceci, est à l'origine de la faible productivité. Un meilleur contrôle et une meilleure conduite de cet élevage permet une optimisation de ce secteur d'activité.

La synthèse menée dans cette étude a fourni une importante portée sur les maladies virales dominantes chez la poule pondeuse et a révélé que la bronchite infectieuse est une pathologie fréquente.

Les manifestations cliniques et les découvertes post mortem des oiseaux atteints peuvent aider à diagnostiquer une maladie, mais un diagnostic de laboratoire est nécessaire pour confirmer la maladie.

En outre, les facteurs de risque liés à la biosécurité et aux pratiques agricoles semblent jouer un rôle important dans la gravité de la maladie observée dans les fermes touchées. Si ces facteurs sont atténués, la gravité des problèmes de la maladie de Newcastle dans les fermes sera grandement réduite.

Nombreux sont les facteurs qui contribuent à l'aggravation des infections virales, toutefois, il serait possible de limiter ses dégâts en améliorant les conditions d'élevage.

L'usage des vaccins inactivés pourrait aussi renforcer la capacité de défense des organismes sensibles. Pour éviter que les élevages avicoles ne subissent en permanence des effets de nombreuses maladies virales, des efforts dans la surveillance épidémiologique devraient être entrepris.

Références bibliographiques

- Alders, R., Spradbrow, P., 2000. La maladie de Newcastle dans les élevages avicoles villageois Manuel de terrain. In, City.
- Alders, R., 2002. STRATEGIES FOR VACCINATION OF FAMILY POULTRY AGAINST NEWCASTLE DISEASE IN AFRICA.
- Alders, R.G., Inoue, S., Katongo, J.C., 1993. Prevalence and evaluation of Hitchner B1 and V4 vaccines for the control of Newcastle disease in village chickens in Zambia. Preventive Veterinary Medicine 21, 125-132.
- Alexander, D.J., 1988a. Newcastle Disease UNITED KINGDOM
Alexander, D.J., 1988b. Preface : methods of spread. In Newcastle disease Kluwer Academic Publishers, Boston, xi
- Alexander, D.J., 2000. Newcastle disease and other avian paramyxoviruses. Rev. Sci. Tech. 19, 443-462.
- Alexander, D.J., 2003. Newcastle disease, other avian paramyxoviruses and pneumovirus infections. In : Y.M, S. (Ed.), Diseases of poultry. Iowas State University Press, Ames IA USA.
- Alexander, D.J., Allan, W.H., 2008. Newcastle disease virus pathotypes. Taylor&Francis 3, 269- 278.
- Alexander, D.J., MANVELL, R., FROST, K.M., POLLITT, W.J., WELCHMAN, D., PERRY, K., 1997. An outbreak of Newcastle disease in pheasants in Great Britain in May1996. Veterinary Record 140, 20-22.
- Amir, S., Muhammad, U., Abul, R., Tanveer, A., Zahir, H., 2014. Prevention and Control of Newcastle Disease. International Journal of Agriculture Innovations and Research 3.
- Anon, 1991. Newcastle disease, Vol. 7. Pan African Veterinary Vaccine Centre, Debre Zeit, Ethiopia
- BAN-BO, B.A., KEBKIBA, B., NADJILEM, D., 2013. Facteurs favorisant l'apparition de la maladie de Newcastle au Tchad. Journal of Applied Biosciences 70, 5591– 5598.

- BEACH, J.R., 1942. Avian pneumoencephalitis. In : Proceedings of the Annual Meeting of the US Livestock Sanitary Association, pp. 203-223.
- BEACH, J.R., 1944. The neutralization in vitro of avian pneumoencephalitis virus by Newcastle disease immune serum. *Science* 100, 361-362.
- Bensink, Z., Spradbrow, P., 1999. Newcastle disease virus strain I-2- a prospective thermostable vaccine for use in developing countries. *Veterinary Microbiology* 68, 131-139.
- Boursnell, M.E.G., GREEN, P.F., SAMSON, A.C.R., CAMPBELL, J.I.A., DEUTER, A., PETERSR, W., MILLAR, N.S., EMMERSON, P.T., BINNS, M.M., 1990. A Recombinant Fowlpox Virus Expressing the Hemagglutinin-Neuraminidase Gene of Newcastle Disease Virus (NDV) Protects Chickens against Challenge by NDV. *VOROLOGY* 178, 297-300.
- Bruce, S.S., Daniel, J.K., HOLLY, S.S., 1999. The avian response to Newcastle disease virus *Developmental and comparative immunology* 24, 257-268.
- Capua, i., Alexander, D., 2004. Human health implications of avian influenza viruses and paramyxoviruses *Eur.J. Clin.MICROBIAL. Infect.Dis* 23, 1-6.
- Chang, P., 1981. Newcastle disease. In : Beran GW (ed) *CRC handbook series in zoonoses section B. In, Viral zoonoses, Vol. 2, CRC, Baton Raton, pp. 261-274.*
- Chen, S., Hao, H., Wang, X., Yang, Z., 2013. Genomic characterisation of a lentogenic Newcastle disease virus strain HX01 from sick pigs in china. *VIRUS GENES. Springer Science* 46, 264-270.
- choppin, P.W., compans, R.W., 1973. *Comprehensive virology* In, Plenum Press, Vol. 4, City, pp. 95-178.
- Devos, A.H., Viaene, N.J., Spanoghe, L., Debruycker, R.-M., 1975. MALADIE DE NEWCASTLE. ÉVOLUTION ET SIGNIFICATION DES ANTICORPS INHIBITEURS. *Annales de Recherches Vétérinaires INRA Editions* 6, 73-82.
- Degen, W.G.J., Zuilekom, H.I.v., Nicolette, C.S., Nancy, v.D., Virgil, E.J.C.S., 2005. Potentiation of humoral immune responses to vaccine antigens by recombinant chicken IL-18 (rChIL-18). *Vaccine* 23, 4212-4218.

- Doyle, T., 1927. A hitherto unrecorded disease of fowls due to a filter-passing virus. *J. Comp. Path. Thera* 40, 144-169.
- Fabienne, R., Yannick, G., Thierry, v.d.B., Bénédicte, L., 2009. La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus v.o.*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 13, 587-596.
- Fabienne, R., Yannick, G., Thierry, v.d.B., Bénédicte, L., 2009. La vaccination contre la maladie de Newcastle chez le poulet (*Gallus le poulet*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 13, 587-596.
- Faiza, I., 2021. Govt urged not to allow sale of diseased poultry in market. In. DAWN, City.
- FAO, 1997. Guidelines for the inclusion of improved household poultry production. Diversification component of the Special Programme for Food Security ROME.
- Ganar, K., Das, M., Sinha, S., Kumar, S., 2014. Newcastle disease virus : Current status and our understanding. *Virus Research* 184, 71-81.
- Gallili, G.E., Ben-Nathan, D., 1998. Newcastle disease vaccines. *Biotechnology Advances* 16, 343-366.
- Gough, R.E., Alexander, D.J., 1973. The speed of resistance to challenge induced in chickens vaccinated by different routes with a B1 strain of live NDV. *Vet. Rec* 92, 563-564.
- Guérin, J.-L., Dominique, B., Didier, V., 2011. *Maladies des volailles France agricole*.
- Halsaz, F., 1912. Contribution to the knowledge of fowlpest. In, *Communications of the Hungarian Royal Veterinary School, Vol. Veterinary Doctoral Dissertation, City, pp. 1-36*.
- Guérin, J.-L., Dominique, B., Didier, V., 2011. *Maladies des volailles France agricole*.
- Hackert, R.A., Riva, J., Cook, S., McMillen, J., Schwartz, R.D., 1996. Onset of protective immunity in chicks after vaccination with a recombinant herpesvirus of turkeys vaccine expressing Newcastle disease virus fusion and hemagglutinin-neuraminidase antigens. *Avian Dis* 40, 770-777.

-Ichakou, A., 2004. Mise en évidence sérologique de certaines pathologies virales (maladie de Newcastle, maladie de Gumboro et bronchite infectieuse) en aviculture traditionnelle dans la province de l'Extrême-Nord au Cameroun et essai de la vaccination contre la maladie de Newcastle. In, ECOLE INTER - ETATS DES SCIENCES ET MEDECINE VETERINAIRES (E.I.S.M.V.). UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, City, p. 114.

-Ilaria, C., Dennis, J.A., Bernard, V., Joseph, D., 2013. Influenza aviaire et la maladie de la newcastle Springer, paris

-Iritani, Y., Aoyama, S., Takigami, S., Hayashi, Y., Ogawa, R., Yanagida, N., Saeki, S., Kamagawa, K., 1991. Antibody response to Newcastle disease virus (NDV) of recombinant fowlpox virus (FPV) expressing a hemagglutinin-neuraminidase of NDV into chickens in the presence of antibody to NDV or FPV. Avian Dis 35, 659-661.

-Jeanne Brugère, P., Vaillancourt, J.-P., H. Shivaprasad, Venne, D., Bouzouaia, M., 2015. MANUEL DE PATHOLOGIE AVIAIRE.

-Johnston, P.A., Liu, H., O'Connell, T., Phelps, P., Bland, M., Tyczkowski, J., Kemper, A., Harding, T., Avakian, A., Haddad, E., Whitfill, C., Gildersleeve, R., Ricks, C.A., 1997. Applications in Rick ovo technology. Poultry Science 76, 165-178.

-Kaleta, E.F., ALEXANDER, D.J., RUSSELL, P.H., 1985. The first isolation of the avian PMV-1 virus responsible for the current panzootic in pigeons Avian Pathology 14, 553-557.

-Khatijah, Y., Wen Siang, T., 2010. Newcastle disease virus : Macromolecules and opportunities. Taylor & Francis 20, 439-455.

-Karaca, K., Sharma, J., Winslow, B., Junker, D., Reddy, S., Cochran, M., McMillen, J., 1998. Recombinant fowlpox viruses coexpressing chicken type I IFN and Newcastle disease virus HN and F genes : influence of IFN on protective efficacy and humoral responses of chickens following in ovo or post-hatch administration of recombinant viruses. Vaccine 16, 1496-1503.

-Kraneveld, F., 1926. A poultry disease in the Dutch East Indies. Nederlands-Indische Bladen voor Diergeneeskunde. In. Nederlands-Indische Bladen voor Diergeneeskunde, p. 38.

- Lancaster, J.E., 1966. Newcastle disease. A review of some of the literature published between 1926 and 1964. Ottawa : Health of Animals Branch, Canada Department of Agriculture.
- Levine, S., Sagik, B.P., 1956. VIROLOGY 2, 57-68.
- Linghua, Z., Xingshan, T., Fengzhen, Z., 2007. Vaccination with Newcastle disease vaccine and CpG oligodeoxynucleotides induces specific immunity and protection against Newcastle disease virus in SPF chicken. Vet. Immunol.immunopathol 115, 216-222.
- Loke, C.F., Omar, A.R., Raha, A.R., Yusoff, K., 2005. Improved protection from velogenic Newcastle disease virus challenge following multiple immunizations with plasmid DNA encoding for F and HN genes. Vet. Immunol.immunopathol 106, 259-267.
- Lomniczi, B., WEHMANN, E., HERCZEG, J., BALLAGI-PORDANY, A., KALETA, E.F., WERNER, O., MEULEMANS, G., JORGENSEN, P.H., 1998. Newcastle disease outbreaks in recent years in Western Europe were caused by an old (VI) and a novel genotype (VII). Archives of Virology 143, 49-64.
- MacPherson, L.W., 1956. Some observations on the epizootiology of Newcastle disease. Canadian Journal of Comparative Medicine 20, 155-168.
- Marangon, S., Busani, I., 2006. Vaccination in poultry production Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz 26, 265-274.
- Marcus, P.I., van der Heide, L., Sekellick, M.J., 1999. Interferon action on avian viruses. I. Oral administration of chicken interferon-alpha ameliorates Newcastle disease. J Interferon Cytokine Res 19, 881-885.
- Mast, J., Nanbru, C., Decaesstecker, M., Lambrecht, B., Couvreur, B., Meulemans, G., van den Berg, T., 2006. Vaccination of chicken embryos with escape mutants of La Sota Newcastle disease virus induces a protective immune response. Vaccine 10, 1756-1765.
- McNillen, J.K., Cochran, M.D., Junker, D.E., Reddy, D.N., Valencia, D.M., 1994. The safe and effective use of fowlpox virus as a vector for poultry vaccines. Dev Biol Stand 82, 137-145.

- Morgan, R.W., Gelb, j., Schreurs, C.S., Lutticken, D., Rosenberger, J.K., Sondermeijer, P.J.A., 1992. Protection of chickens from Newcastle and Marek's diseases with recombinant herpesvirus of turkeys vaccine expressing the Newcastle disease virus fusion protein, Vol. 36.
- Morgan, R.W., Gelb, J.J., Pope, C.R., Sondermeijer, P.J.A., 1993. Efficacy in chickens of a herpesvirus of turkeys recombinant vaccine containing the fusion gene of Newcastle disease virus : onset of protection and effect of maternal antibodies. *Avian Dis* 37, 1032--1040.
- Mohamed-Amine Bouderbai, M.B., 2017. First phylogenetic analysis of new Newcastle virus strain isolates in Algeria. In : World Veterinary Poultry Association Congress 2017, Edinburgh.
- Nagy, E., Krell, P., Dulac, G.C., Derbyshire, J.B., 1991a. Vaccination against Newcastle disease with a recombinant baculovirus hemagglutinin-neuraminidase subunit vaccine. *Avian Dis* 35, 585-590.
- Nagy, E., Krell, P.J., Dulac, G.C., Derbyshire, J.B., 1991b. Vaccination against Newcastle disease with a recombinant baculovirus hemagglutinin neuraminidasesubunit vaccine. *Avian Dis* 35, 585-590.
- Office International des Epizooties, O., 1996. Newcastle disease. In *Manual of standards for diagnostic tests and vaccines*, Vol. 3^{ème}, paris.
- OIE, 2021. *Maladie de Newcastle*. In, City.
- Pokric, B., Sladic, D., Juros, S., Cajavec, S., 1993. Application of the immune complex for immune protection against viral disease. *Vaccine* 11, 655-659.
- Reddy, S., Sharma, J., Ahmad, J., Reddy, D., McMillen, J., Cook, S., Wild, M., Schwartz, R., 1996. Protective efficacy of a recombinant herpesvirus of turkeys as an in ovo vaccine against Newcastle and Marek's diseases in specific-pathogen freechickens. *Vaccine* 14, 469-477.
- Sakaguchi, M., Nakamura, H., Sonoda, K., Hamada, F., Hirai, K., 1996. Protection of chickens from Newcastle disease by vaccination with a linear plasmid DNA expressing the F protein of Newcastle disease virus. *Vaccine* 14, 747-752.

- Snoeck, C.J., Owoade, A.A., Couacy-hymann, E., Alkali, B.R., Okwen, M.P., Adeyanju, A.T., Muller, C.P., 2013. High Genetic Diversity of Newcastle disease Virus in Poultry in West and central Africa : circulation of Genotype XIV and Newly Defined Genotypes XVII and XVIII. *Journal of Clinical Microbiology* 51, 2250.
- Spradbrow, P., Alders, R., Young, M., Meers, J., Grimes, S., 2011. Thermostable Newcastle disease vaccines for village chickens - The international impact of an Australian initiative.
- Swayne, D.E., Gracia, M., Beck, J.R., Kinney, N., Suarez, D.L., 2000. Protection against diverse highly pathogenic H5 avian influenza viruses in chickens immunized with a recombinant fowlpox vaccine containing an H5 avian influenza hemagglutinin gene insert. *Vaccine* 6, 1088-1095.
- Swayne, D.E., Suarez, D.L., Schultz-Cherry, S., Tumpey, T.M., King, D.J., Nakaya, T., Palese, P., Garcia-Sastre, A., 2003. Recombinant paramyovirus type 1-avian influenza-H7 virus as à vaccine for protection of chickens against influenza and Newcastle disease. *Avian Dis* 47, 1047-1050.
- Takada, A., Kida, h., 1996. Protective immune response of chickens against Newcastle disease, induced by the intranasal vaccination with inactivated virus. *Vet.Microbiol* 15, 17-25.
- Taylor, J., Edbauer, C., Rey-Senelonge, A., 1990. Newcastle disease virus fusion protein expressed in a fowlpox virus recombinant confers protection in chickens. *Journal of Virology* 64, 1441-1450.
- Tchamadja, E., 2001. Evaluation de la protection vaccinale contre la maladie de Gumboro et de la maladie de Newcastle chez les poulets de chair et les poules pondeuses dans les élevages semi industriel de la région de Dakar : Détermination expérimentale du meilleur protocole vaccinal. In : Méd. Vêt, City, p. 19.
- Veits, J., Wiesner, D., Fuchs, W., Hoffmann, B., Granzow, H., Starick, E., 2006. Newcastle disease virus expressing H5 hemagglutinin gene protects chickens against Newcastle disease and avian influenza. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 103, 8197-8202.
- Vellate, D., 1997. *Maladies des volailles Vol. 2*, france
- YAN, Y., 2008. Role of noncoding regions in Newcastle disease virus replication and pathogenesis. In : Newcastle., S.d.l.p.d.v.d.l.m.d. (Ed.), City.

-Yin, J., Huali, J., Fu, Y., Zheng, D., Chang, H., Qinghong, Z., Bin, W., 2007. Synergistic effects of adjuvants interferon-g and levamisole on DNA vaccination against infection with Newcastle disease virus *Viral Immunol* 20, 288-299.

-Young, M., Alders, R., Grimes, S., Spradbrow, P., Dias, P., Silva, A., Lobo, Q., 2002. Controlling Newcastle Disease in Village Chickens - A Laboratory Manual.

-Zhang, L., Zhang, M., Li, J., Cao, T., Tian, X., Zhou, F., 2008. Enhancement of mucosal immune responses by intranasal co-delivery of Newcastle disease vaccine plus CpG oligonucleotide in SPF chickens in vivo. *Research in Veterinary Science* 85, 495-502.