

REBUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEEN-

FACULTE DES SCIENCES DE LA VIE ET DE LA NATURE
ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



DEPARTEMENT DEDES SCIENCES D'AGRONOMIE
ET DES FORETS

MÉMOIRE

De fin d'étude pour l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN AGROFORESTERIE

OPTION : Technologie Des Industries Agro-Alimentaires

Intitulé :

**Etude de la conformation et de la composition des œufs de
la poule locale, comparaison avec les œufs de souche
commerciale**

Présentée par :

Mr. Zaaboube Hicham et Mr. Benrahou Abdelkader

Soutenu le : 26 Juin 2014

Devant le jury composé comme suit :

Mr. AZZI NOURDINE

President

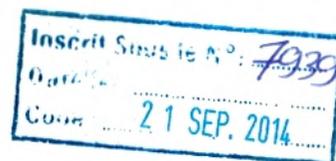
Mr. BENYOUBE NOURDINE

Examineur

Mr. DAHLOUM HOUARI

Encadreur

Année universitaire : 2013-2014



REMERCIEMENTS

En premier, nous dédions tous nos remerciements à dieu **ALLAH** qui nous a donné la volonté et le courage pour avoir réalisé ce travail, ainsi qu'aux personnes qui nous ont apporté leur aide.

La réalisation de ce travail a été possible grâce à la collaboration de plusieurs personnes, c'est l'occasion de les remercier et de leurs avouer nos profondes reconnaissances.

Nous tenons à remercier notre encadreur monsieur « **DAHLOUM HOUARI** » et nos examinateurs messieurs « **AZZI N.** » et « **BENYOUBE N.** » sans oublier tous nos enseignants, les travailleurs de la faculté des SNV STU et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements vous aussi au laboratoire de l'université de Tlemcen.

Dédicaces

Avec l'aide de dieu tout puissant, nous avons pu achever ce modeste travail que je dédie à :

- ❖ A mes chers parents qui m'ont encouragé pour terminer mes études.
- ❖ A ma grandefamille.
- ❖ A mes frères : RACHID, RACHIDA, NACIRA et FOUZIA.
- ❖ A chères amies et frères : Abdelmadjid, Fouad, Mohamed, Kada, Amine, Hamra.
- ❖ A tous les profs de l'Agronomie.
- ❖ A la cinquième promotion 2014 agro-alimentaire.
- ❖ A tous les étudiants de l'université de Tlemcen.

HICHAM

Sommaire

Résumé

Introduction.....	01
--------------------------	-----------

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre I : Composition de l'œuf

1. Structure et composition de l'œuf.....	03
2. Coquille et membranes coquillières.....	04
2.1. Structure et composition globale de la coquille.....	05
2.2. Minéraux de la coquille.....	06
2.3. Constituants organiques de la coquille de l'œuf.....	06
2.4. Fonctions des protéines de la matrice organique de la coquille.....	07
2.4.1. Propriétés mécaniques de la coquille.....	07
2.4.2. Matrice organique et propriétés antibactériennes de la coquille.....	08
2.5. Conclusion.....	09
3. Le blanc d'œuf.....	10
3.1. Composition biochimique globale.....	10
3.2. Les protéines.....	11
3.3. Les minéraux.....	13
3.4. Les vitamines.....	14
4. Le jaune d'œuf.....	15
4.1. Composition biochimique globale.....	15
4.2. Macrostructure du jaune d'œuf.....	15
4.3. Microstructure des granules.....	16
4.4. Constituant majeurs du jaune d'œuf.....	16
4.4.1. Lipoprotéines de faible densité.....	16
4.4.2. Livétines.....	17
4.4.3. Phosvitine.....	17
4.4.4. Lipoprotéines de haute densité.....	18
4.4.5. Lipides.....	18

Chapitre II : Fractionnement de l'œuf

1. Fractionnement du blanc d'œuf	19
1.1. Principes des techniques d'extraction et de purification des protéines.....	20
1.1.1. Extraction par précipitation selon le pH.....	20

Sommaire

1.1.2. Cristallisation d'une protéine purifiée	21
1.1.3. Extraction selon la taille	21
1.1.4. Extraction selon l'affinité	22
1.2. Extraction des protéines faisant l'objet d'une production à l'échelle industrielle	22
1.2.1. Lysozyme.....	23
1.2.2. Ovotransferrine.....	23
1.2.3. Avidine.....	24
1.3. Extraction des protéines du blanc d'œuf à l'échelle du laboratoire.....	24
2. Fractionnement des protéines, des lipoprotéines et des lipides du jaune d'œuf	24
2.1. Extraction des fractions du jaune d'œuf.....	25
2.2. Extraction et purification des lipoprotéines, protéines et lipides du jaune d'œuf	25
2.2.1. Lipoprotéines de faible densité.....	25
2.2.2. Phosvitine.....	26
2.2.3. γ -livétine.....	26
2.2.4. Phospholipide.....	26
 Chapitre III : L'aviculture dans le monde et en Algérie	
1. Evolution des productions avicoles dans le monde.....	27
2. Evolutions des échanges de viande avicole dans le monde.....	28
3. l'aviculture en Algérie.....	31
4. Principaux indicateur de la filière avicole.....	32
4.1. Filière chair.....	32

Sommaire

4.2. Filière ponte.....	32
5. L'industrie du matériel biologique, l'équipement et des produits vétérinaires.....	35
6. Ressources génétiques avicoles.....	36
6.1. Nation générale sur les ressources génétiques.....	36
6.2. Différents types de population.....	37
6.2.1. La population domestique traditionnelle.....	37
6.2.2. La race standardisée.....	37
6.2.3. Lignée sélectionnée.....	37
6.3. Aviculture traditionnelles dans les pays en développement.....	38
6.3.1. L'importance de l'aviculture traditionnelle.....	38
6.3.1.1. Importance socioculturelle.....	38
6.3.1.2. Importance nutritionnelle.....	38
6.3.1.3. Importance socio-économique.....	39
6.3.2. Contraintes de l'aviculture rurale.....	40
6.3.2.1. Contraintes génétiques.....	40
6.3.2.2. Contraintes alimentaires.....	41
6.3.2.3. Contraintes sanitaires et de suivi.....	41
Partie II : Méthodologie	
1. Matériels et méthodes.....	42
2. Traitements statistiques.....	42

Sommaire

Partie III : Résultats et discussion

1. Poids entier.....	43
2. Indice de forme.....	44
3. Le poids et le pourcentage de la coquille.....	44
4. Qualité de l'albumen.....	44
5. Qualité du vitellus.....	45
6. Ratio (Vitellus/Albumen).....	46
7. Unités Haugh.....	46
Conclusion.....	50

Liste des tableaux:

Tableau 1. Coefficients de variation (%) de données de composition de l'œuf.....	04
Tableau 2. Proportion et teneur en eau des différentes couches de l'albumen.....	10
Tableau 3. Composition minérale moyenne du blanc d'œuf comparée à cells de l'entier et du jaune.....	13
Tableau 4. Composition en vitamines du blanc d'œuf comparée à celles du jaune et de l'entier.....	14
Tableau 5. Production avicole en Afrique et dans le monde.....	28
Tableau 6. classification des systèmes d'aviculture selon la FAO.....	29
Tableau 7. la consommation par an se situe en 2008 à 5,6 kg.....	33
Tableau 8. la production d'œufs consommation se situe en 2008 à 3,9 milliards d'unités.....	34
Tableau 9. la consommation d'œufs par habitant et par s'élève à 100 unités en 2008.....	34
Tableau 10. Evolution des effectifs Avicoles.....	34
Tableau 11. Evolution de production des viandes blanche.....	34
Tableau 12. Comparaison du poids de l'œuf entier, longueur, largeur et indice de forme d'œufs de deux types génétiques de poules locales.....	43

Tableau 13. Comparaison de la composition
physico-chimique d'œufs de deux types génétiques
de poules locales.....47

Liste des figures:

Figure 1. Structure interne de l'œuf.....03

Résumé

Résumé :

L'élevage du poulet villageois joue un rôle important dans la vie des familles rurales. Il constitue un moyen efficace de fournir un supplément alimentaire sous forme de protéines d'origine animale. Sa viande et ses œufs sont très appréciés par le consommateur algérien, toutefois, la qualité des œufs n'est pas uniforme et plusieurs facteurs peuvent l'influencer (âge et race, conditions de stockage, alimentation...). Dans cette étude, nous avons comparé la qualité des œufs de poules locales en termes de composition et de conformation avec les œufs d'une souche industrielle. L'indice de forme, le poids de l'œuf entier, le poids de la coquille, le pH du vitellus, le pH de l'albumen ont été déterminés. Des différences significatives ($P < 0,05$) ont été enregistrées entre les trois groupes pour le poids de l'œuf entier (FR: 58,31g; MA: 52,68g; SE : 62,42g), le poids de la coquille (FR: 7,43g; MA: 6,58g; SE: 8,10g), et le rapport Jaune/Blanc (FR: 0,61; MA: 0,58; SE: 0,41). La fraîcheur des œufs, exprimée dans cette étude par les Unités d'Haugh, était similaire ($P > 0,05$) chez les différents groupes d'œufs.

Mots clés :

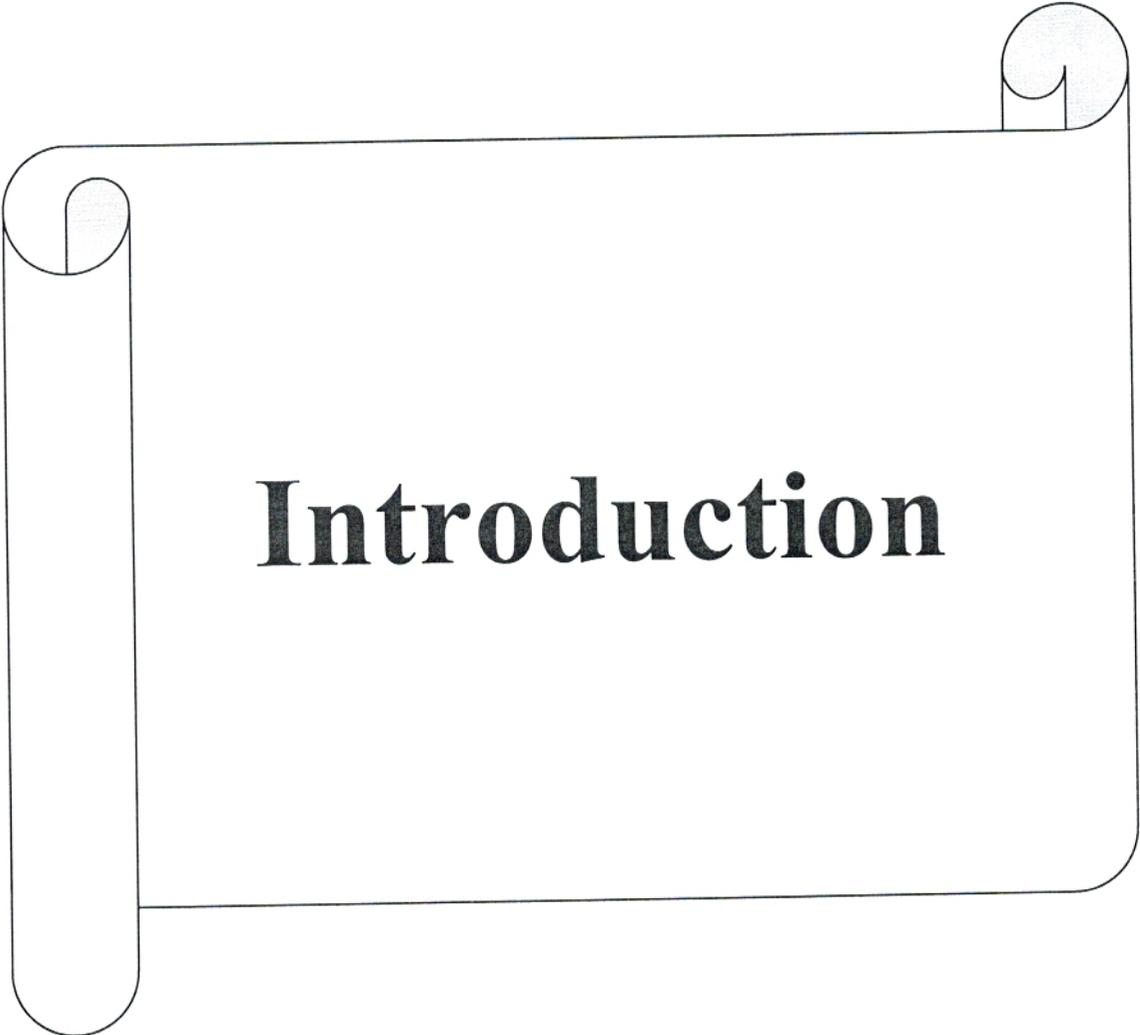
Poule locale, œufs, qualité, protéines, lipides.

ملخص:

تربية الدجاج قرية تلعب دورا هاما في حياة الأسر الريفية. هو وسيلة فعالة لتوفير المكملات الغذائية في شكل البروتين الحيواني. اللحوم والبيض هي محل تقدير كبير من قبل المستهلك الجزائري، ومع ذلك، ونوعية البيض ليست موحدة والعديد من العوامل قد تؤثر على (العمر والعرق، وظروف التخزين والمواد الغذائية...). في هذه الدراسة، قارنا نوعية البيض من الدجاج المحلي من حيث التكوين والتشكل مع البيض من سلالة الصناعية. نسبة الجانب من وزن البيض كله، والوزن من قذيفة، والرقم الهيدروجيني للصفار، تم تحديد زلال درجة الحموضة. تم العثور على فروق ذات دلالة إحصائية ($P < 0.05$) بين المجموعات الثلاث لوزن البيض كله (FR: 58.31) غرام، MA: 52.68 غرام؛ SE: 62.42، ووزن قذيفة (FR: 7.43) غرام، MA: 6.58 غرام، SE: 8.10)، ونسبة أصفر / أبيض (FR 0.61)، MA: 0.58، (SE: 0.41). نضارة البيض، التي أعرب عنها في هذه الدراسة من قبل وحدات هوف، كانت مشابهة ($P > 0.05$) بين مجموعات مختلفة من البيض.

الكلمات الرئيسية:

الدجاج المحلي، والبيض، والبروتينات ذات النوعية، والدهون.



Introduction

Introduction

Introduction :

L'œuf peut être défini comme une source peu énergétique de protéines parfaitement équilibrées et de lipides de très bonne digestibilité, assurant par ailleurs 20 à 30 % du besoin journalier de l'homme en de nombreux minéraux et vitamines (pour 100g de œuf). Il est cependant déficient en glucides, calcium et vitamine C. Ces qualités font de l'œuf un aliment particulièrement indiqué pour les populations sensibles à l'équilibre de leur ration : enfants, personnes âgées ou convalescentes. L'œuf est enfin la seule source d'origine animale capable d'être conservé à l'état cru pendant une période notable à température ambiante (**Nys et Sauveur., 2004**).

L'œuf a de nombreux atouts, des protéines sont citées comme référence par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), il représente une riche source de protéines équilibrées et contient toutes les acides aminées essentielles, il représente également 10% des besoins journaliers en vitamines hydrosolubles et liposolubles.

Les protéines de l'œuf sont si bien équilibrées qu'elles sont prises comme référence par la FAO pour juger de la qualité des autres sources de protéines, alors que la valeur biologique des protéines de poulet s'élève à 80% et celle du poisson à 78%, celle des protéines de l'œuf atteint 93.7%.

L'œuf contient également divers minéraux et oligo-éléments, notamment du phosphore, du fer, et de l'iode, l'œuf apporte aussi du sélénium, antioxydant par excellence, qui permet de lutter contre les radicaux libres, il nous apporte de la vitamine A, qui sert à la fabrication des pigments visuels et joue un rôle dans le système immunitaire, de la vitamine K, qui intervient dans la coagulation sanguine, et de la vitamine D (**FAVERGER,2005**).

Or, le cholestérol de l'œuf est à nouveau l'objet d'intérêt ces dernières années, mais pour des raisons positives, en effet, du fait de la richesse potentielle de l'œuf en certains micronutriments, des études sont entreprises pour mesurer l'impact de la consommation d'œufs sur le statut des animaux en ces nutriments (en expérimentation animale) et des humains (en étude d'intervention). Le résultat subsidiaire (mais non négligeable) est que la cholestérolémie (totale, sur les HDL ou les LDL) n'est généralement pas augmentée, ce qui ajoute à l'intérêt de la consommation d'œufs (**JEAN, 2005**).

L'Algérie était un pays importateur d'œufs de consommation durant les années 1980, Le développement réel de la production locale a débuté en 1982

Introduction

En 1992, l'importation de l'œuf de consommation s'est arrêtée totalement. En 1993, la production nationale couvrait largement les besoins du pays (**le soir d'Algérie**).

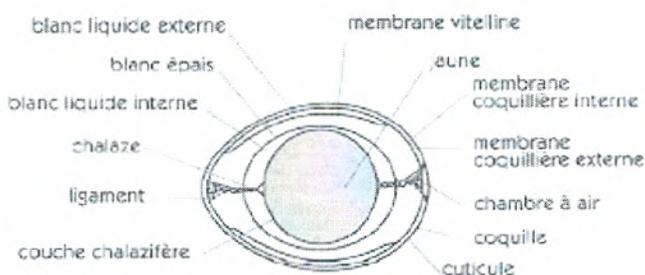
La formation et la structure de l'œuf sont très largement développées, et ne seront donc pas traitées ici. Seule la structure de l'œuf sera brièvement rappelée pour une meilleure compréhension de sa composition. Cependant, le lecteur pourra s'il le souhaite reporter au premier volume pour obtenir des informations complémentaires sur la formation, d'une part, et sur la structure de l'œuf, d'autre part.

1. Structure et composition de l'œuf :

Du fait d'une sélection intense depuis de nombreuses années, les œufs de poule aujourd'hui commercialisés ont un poids relativement constant de 60g en moyenne, plus ou moins 5 g. Les principales parties qui le constituent sont, dans l'ordre de leur dépôt (c'est-à-dire de l'intérieure vers l'extérieur) : le jaune ou vitellus, le blanc ou albumen, les membranes coquillières et la coquille.

Les proportions relatives de ces parties peuvent, en revanche, varier en fonction de divers facteurs zootechnique ou des conditions et durée de conservation des œufs. En moyenne et en poids, la coquille représente environ 10%, le blanc 60% et le jaune 30%.

Figure 1. Structure interne de l'œuf (saveur, 1988)



Structure interne de l'œuf

De même, les compositions biochimiques globales du blanc, du jaune et donc de l'entier vont elles aussi être différentes selon les divers facteurs cités précédemment. En réalité, toutes les teneurs des constituants ne vont pas varier de la même façon : les teneurs en eau et protéines sont relativement constantes, alors que celles en acides gras, en certains minéraux et vitamines sont très variables. Le tableau 1 rapporte les coefficients de variation de données de composition des œufs.

Tableau 1 : Coefficients de variation (%) de données de composition de l'œuf.

Composition globale		Acides gras		Minéraux	
Matière sèche	1.2	Oléique	18	Macroéléments	8 à 11
Minéraux	4.6	Stéarique	23	(Ca, P, Na, K)	
Protéines	4.7	Linoléique	40	Fe	12
Lipides	6.9	Cholestérol	9	Mn	28
				Zn	28
				Cu	40

Vitamines liposolubles		Vitamines hydrosolubles	
A	37	B2	21
E	46	B5	32
D	95	B9	35
		B12	45

la référence.

2. Coquille et membranes coquillères:

L'oiseau est ovipare et se caractérise par un développement extra-utérin de l'embryon dans une chambre close, l'œuf. La poule fabrique chaque jour une enveloppe minéralisée protectrice, la coquille, qui limite la contamination microbienne de l'œuf et permet grâce à sa porosité, les échanges gazeux entre le milieu extérieur et l'embryon. La coquille est remarquable de par ses propriétés mécanique puisque cette pression statique de plus de 3Kg, mais aussi du fait qu'elle est formée en moins de 20 h. Elle constitue donc l'un des processus de biominéralisation le plus rapide du monde vivant. Les connaissances de son élaboration ont beaucoup progressé depuis 15 ans grâce à l'identification des constituants de sa matrice organique ; la démonstration a aussi peut être faite que ces constituants influencent la texture cristalline et par conséquent les propriétés mécaniques de ce biomatériau construit sur un support membranaire.

2.1. Structure et composition globale de la coquille :

La coquille de l'œuf de poule est la couche la plus externe de l'œuf. Elle constitue une barrière physique protégeant l'embryon lors de son développement. Cette structure minéralisée joue un rôle de protection contre les agressions extérieures. Elle possède des propriétés mécaniques remarquables résultant de la fabrication rapide (< 20 h) d'un biomatériau à basse température et à basse pression. Lorsqu'elle est intacte, la coquille est imperméable à toutes pénétrations extérieures notamment microbiennes, à l'exception notable des échanges gazeux essentiels pour le développement de l'embryon.

- Les membranes coquillières constituent les couches les plus internes de la coquille. Elles sont au nombre de deux et entièrement constituées de matière organique. La membrane coquillière interne d'environ 20 μm d'épaisseur, se situe au contact du blanc d'œuf. C'est à partir de la membrane coquillière externe qu'est initiée la minéralisation de la coquille.
- La couche mamillaire, de 70 μm environ, est la partie la plus interne de la couche calcifiée. Sa base est constituée des noyaux mamillaires qui sont des amas organiques déposés en surface de la membrane coquillière externe et à partir en formant initialement une structure en forme de cônes ou mamelons.
- La couche palissadique débute lorsque la croissance multidirectionnelle des cônes de la couche mamillaire conduit à la fusion des cônes adjacents. La couche palissadique correspond donc à une couche compacte de minéraux, associée à une trame organique. Cette continuité est rompue au niveau des pores qui traversent la coquille de part en part, pour permettre les échanges gazeux nécessaires au développement de l'embryon.
- La couche superficielle de cristaux verticaux est déposée en surface de la couche palissadique. Il s'agit d'une couche monocristalline constituée de petits cristaux adjacents de calcite déposés verticalement en surface de la couche palissadique sous la cuticule.
- La cuticule est la couche la plus externe de l'œuf. Elle est constituée de matière organique. Elle bouche les pores et empêche ainsi la pénétration des bactéries à l'intérieur de l'œuf. Les échanges gazeux sont rendus possibles par des fissures qui apparaissent dans la cuticule une fois séchée, dans les premières minutes qui suivent la ponte.

2.2. Minéraux de la coquille :

A l'inverse de la matière organique, la phase minérale n'est pas présente dans toutes les couches de la coquille. Le minéral de la coquille de l'œuf est très majoritairement constitué de carbonate de calcium ; ce dernier représente 98,4% des minéraux de la coquille. Les 1,6% restant sont constitués de carbonate de magnésium sous trois formes polymorphiques cristallines différentes : l'aragonite, la calcite et la vaterite. Le carbonate de calcium contenu dans la coquille correspond uniquement à la calcite. Il est formé à partir des ions calcium et carbonates sécrétés par l'utérus dans le fluide utérin. Il n'y a pas de stockage dans l'utérus des précurseurs minéraux avant la minéralisation. Le calcium et bicarbonates qui proviennent du sang sont donc transférés par l'utérus dans le fluide utérin qui baigne l'œuf en permanence au cours de sa formation. Le fluide utérin contient, sous forme de carbonate de calcium, la concentration de calcium ionique dans l'œuf. La concentration de bicarbonates est entre 5,5 et 9,5 mM (Nys et al., 1991). Au sein de ce fluide, le produit ionique du carbonate de calcium est très supérieur au produit de solubilité du carbonate de calcium. Ce dernier est dépassé en permanence de plus de 60 fois, permettant ainsi la précipitation du carbonate de calcium (Nys et al., 1991).

2.3. Constituants organiques de la coquille de l'œuf :

La matière organique est présente dans toutes les couches de la coquille. Toutefois, sa teneur est variable entre les différentes parties de la coquille : les couches les plus internes (membranes coquillières) et la plus externe (cuticule) sont exclusivement constituées de matière organique ; les parties calcifiées de la coquille contiennent des constituants protéiques à hauteur de 2,5% (Panheleux et al., 2000). Cette matière organique (aussi appelée matrice), bien que mineure en quantité, joue en fait un rôle important dans la mise en place des défenses antibactériennes naturelles de l'œuf (Gautron et Nys, 2007).

✓ Composition des membranes coquillières

Les membranes coquillières contiennent environ 2% de cendres sous la forme des éléments chimiques suivants : P, Ca, K, Na, Mg, Zn, Fe, Cu, B et Al (Wedral et al., 1974).

La partie organique est constituée à 95 % de protéines, 3 % de lipides et 2 % de glucides. Les membranes sont constituées d'un réseau de fibres protéiques dont la nature a fait l'objet d'un grand nombre d'études, décrites il y a plus de 25 ans (Leach, 1982).

Les premiers auteurs avaient suggéré la présence de kératine et de se fait, le « ovokératine » a été utilisé pour décrire les membranes coquillières. Par la suite, l'utilisation d'anticorps spécifiques et l'analyse de la composition en acides aminés n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse. La présence d'hydroxyproline et d'isodesmosine a suggéré que les membranes contiennent de l'élastine, mais la faible concentration de glycine est en contradiction avec cette hypothèse (Chowdhury, 1990).

Finalement, la présence d'hydroxylysine et d'hydroxyproline dans la composition en acides aminés des membranes indique une nature collagénique. Et la présence de collagène a été confirmé par immunohistochimie à l'aide d'anticorps dirigés contre la collagène de type I, V et X (Wong et al, 1984).

Toutefois, par comparaison avec les autres tissus collagéniques, tuant protéiques des membranes coquillières. Elles seraient constituées de 10 % de collagène et d'autres protéines fibrillaires contenant de ponts dérivés de la lysine (Fernandez et al, 1997).

L'ostéopontine serait un constituant du cœur des fibres des membranes coquillières. En surface de la membrane externe de la coquille se trouvent des amas organiques (noyaux mamillaires) à partir desquels la minéralisation est initiée ; ces noyaux contiennent des protéoglycans parmi lesquels les kératanes sulfates (Fernandez et al, 1997).

2.4. Fonctions des protéines de la matrice organique de la coquille :

La fonction principale de la coquille est de protéger l'embryon des agressions extérieures durant son développement. La coquille agit donc comme une barrière physique naturelle pour maintenir l'œuf stérile. Les protéines de la coquille d'œuf jouent un rôle important dans la mise en place de ce système de défense naturelle. Elles sont impliquées dans le processus de calcification et les propriétés mécaniques qui en résultent. Mais la coquille contient également des protéines ayant une activité antimicrobienne, participant donc aux défenses naturelles de l'œuf.

2.4.1. Propriétés mécanique de la coquille :

La matrice organique de la coquille de l'œuf de poule joue un rôle fondamental lors de la fabrication de la coquille et donc dans l'établissement de ses propriétés mécaniques (Gautron et Nys, 2007). Cette hypothèse est confortée par des observations expérimentales.

La première résulte de la spécificité de certains constituants de la matrice organique que l'on ne trouve pas dans son milieu (ovocléidines et ovocalyxines) et qui sont uniquement

synthétisés dans les tissus ou la minéralisation se produit. L'expression de leurs ARNm n'est pas ailleurs détectable que chez les animaux sexuellement nature et certains sont surexprimés lors de la stimulation mécanique induite par le passage de l'œuf dans l'utérus (Lavelin et al. 1998).

Un autre argument expérimental est le changement de la composition organique du fluide utérin lors de différentes phases de la calcification. L'œuf est calcifié dans l'utérus selon un processus en trois étapes : calcification initiale, croissance et calcification terminal. Chaque étape de minéralisation est associée à un profil électrophorétique spécifique du fluide utérin qui suggère une adaptation de la composition en protéines au cours du processus de calcification (Gautron et al, 1997). Ainsi, le stade initial est caractérisé par la présence de trois protéines majoritaires qui sont l'ovotransferrine, l'ovalbumine et le lysozyme. Au stade de croissance, on observe des protéines supplémentaires correspondant à l'OC-116, et aux OCX-36,-25 et -21. Au stade terminal de la calcification, le profil électrophorétique apparaît différent des précédents avec notamment l'apparition de l'OCX-32.

L'implication d'un ou plusieurs constituants de la matrice organique dans le processus de biominéralisation de la coquille impose qu'il y ait une interaction entre ce (ces) constituant(s) et la phase minérale de la coquille. En effet, de nombreuses études *in vitro*, *in vivo* et génomiques démontrent que la matrice organique interagit avec la phase minérale pour permettre l'abortion de la structure minérale de la coquille.

2.4.2. Matrice organique et propriétés antibactériennes de la coquille :

La coquille est une barrière physique naturelle assurant une protection efficace contre la pénétration des micro-organismes si elle reste intacte. En dehors de son rôle dans la mise en place de la structure calcifiée (cf. §2.4.1), des données expérimentales récentes suggèrent que la matrice organique serait également impliquée dans la défense antibactérienne de l'œuf, fonction jusqu'alors uniquement attribuée aux protéines du blanc d'œuf et aux membranes coquillières.

En effet, la matrice organique contient du lysozyme et de l'ovotransferrine qui sont deux protéines du blanc connues pour leur activités antibactériennes (cf. § 3.2.2 et § 3.2.4 ; vol. 1, chapitre 8, § 5.2). Des extraits solubles de coquille présentent en effet des activités antimicrobiennes contre *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus aureus* (Mine et al., 2003). Cette activité antibactérienne de la matrice organique de la coquille ne peut pas être expliquée par la seule présence de l'ovotransferrine et du lysozyme. En effet, les

concentrations en ces deux protéines sont trop faibles dans la coquille pour expliquer l'activité antibactérienne globale de la matrice organique. De plus, leurs spectres d'actions ne couvrent pas l'ensemble des bactéries. L'activité antimicrobienne de la matrice organique de la coquille implique donc vraisemblablement une synergie de ces deux protéines avec d'autres protéines antibactériennes.

Au moins trois protéines spécifiques de la coquille présentent en effet des activités antibactériennes. L'analyse des banques de données montre une homologie de séquence significative entre l'OCX-36 et protéines LBP, BPI et celles de la famille plunc (Gautron et al., 2007). Ces protéines sont connues chez les mammifères pour être impliquée dans la défense précoce contre l'agresseur et pour participer à l'immunité passive ;elles appartiennent à une superfamille de protéines clés du système immunitaire inné. Les protéines LBP et BPI se lient aux lipopolysaccharides de la paroi des bactéries à coloration de Gram négative provoquant alors la mort des bactéries (Gray et al., 1989). Les protéines de la famille plunc participent à la reconnaissance précoce des bactéries dans les voies respiratoires supérieures.

Les analyses protéomiques récentes ont montré dans présence dans la coquille de cinq protéines possédant également des domaines apparentés à LBP et BPI. Tout comme l'OCX-36, ces protéines pourraient être impliquées dans la défense antibactérienne de l'œuf. L'analyse protéomique révèle également la présence de peptides antimicrobiens.

Ces différentes protéines dont les propriétés antibactériennes ont peut être mises en évidence *in vitro* ne peuvent toutefois exprimer leurs rôles protecteurs que sous forme soluble. Lors de la formation de l'œuf, ces protéines agiraient dans le fluide utérin au cours de la classification ou juste après la ponte, avant que la coquille et ses pores ne soient déshydratés. Une fois l'œuf pondu, ces protéines pourraient être activées par solubilisation de l'intérieur de la coquille, au cours du développement embryonnaire.

2.5. Conclusion :

La coquille est le premier système de protection de l'œuf. Sous des dehors d'apparent simplicité, la coquille est réalité une structure ordonné constituée d'un assemblage complexe de minéraux et de composés organique qui lui confère ses propriétés mécaniques. Les récent développements méthodologiques, alliés à la publication de ces molécules nouvellement identifiées sont explorées pour leur rôle au cours du développement embryonnaire et dans le contrôle de la protection de l'œuf.

3. Le blanc d'œuf :

3.1 Composition biochimique globale :

Le blanc d'œuf ou albumen n'est pas un milieu homogène, mais résulte de la juxtaposition de quatre zones distinctes :

- ✓ Blanc liquide externe en contact direct avec les membranes coquillières.
- ✓ Blanc épais présent l'aspect d'un gel.
- ✓ Blanc liquide interne localisé entre le blanc épais et le jaune.
- ✓ Chalazes, sont les filaments spiralés allant du jaune vers les deux extrémités de l'œuf, en traversant le blanc épais, et permettant de maintenir le jaune en suspension au milieu de l'œuf.

La proportion de chacune de ces zones peut varier en fonction de l'âge de la poule d'une part, et tout au long de la conservation de l'œuf après la ponte d'autre part. Ces différentes zones de l'albumen se distinguent notamment par leurs teneurs en eau (tableau 2).

Tableau 2 : proportion et teneur en eau des différentes couches de l'albumen :

Zones de l'albumen	% de l'albumen		% d'humidité
	Moyennes	Variations	
Blanc liquide externe	23.3	10-60	88.8
Blanc épais	57.3	30-80	87.6
Blanc liquide interne	16.8	1-40	86.4
Chalazes	2.7	-	84.3

Le blanc d'œuf est composé en majeure partie d'eau et de protéines (88 % et 10.6 % respectivement), mais contient aussi des glucides (0.9 % dont 50 % de la glucosamine, la glucosamine et les acides sialiques), des minéraux (0.5 %) l'albumen est constituée de protéines : le rapport matière azotée totale (MAT) sur extrait sec (ES) est proche de 90 %, ce qui représente une grande originalité pour un produit comestible d'origine animale.

3.2. Les protéines :

Le blanc d'œuf peut être considéré comme une solution aqueuse de protéines globulaires dans laquelle baignent des fibres d'une glycoprotéine, particulièrement abondant dans le blanc épais : l'ovomucine. Les protéines du blanc d'œuf ont été largement étudiées, en raison de leurs nombreuses propriétés nutritionnelles, techno-fonctionnelles et biologiques. Malgré cela, la composition en protéines, et notamment celle en protéines mineures n'est certainement pas complètement achevée puisque de nouvelles protéines viennent d'être mises en évidence dans le blanc d'œuf. Jusqu'à très récemment, le nombre de protéines habituellement référencées dans le blanc d'œuf était de 13 (Li-Chan et Nakai, 1989). Mais les récents progrès en matière de techniques d'analyse des protéines comme l'électrophorèse bidimensionnelle couplée à la spectrométrie de masse, ont permis d'identifier de nouvelles protéines. Outre le fait que certaines d'entre elles existent en très grande quantité, comme l'ovalbumine qui représente plus de 50 % des protéines, d'autres se retrouvent à l'état de traces. Leurs masses moléculaires sont très variables (de 12.7 à 8000 kDa), ainsi que leurs points isoélectriques (pI de 4 à 11). Dans le blanc d'œuf, on dénombre aujourd'hui plus de 12 familles de protéines différentes.

➤ Les familles des protéines :

a_ Famille des serpins ; les ovalbumines :

✓ Ovalbumine :

_ Phosphoglycoprotéine sensible à la dénaturation et en particulier à l'exposition à l'interface air-eau.

_ Transformation en S-ovalbumine au cours de la conservation.

_ Protéine présentant un fort caractère hydrophobe.

_ Source d'acides aminés pour le développement de l'embryon.

_ Peptides à activités immunomodulatrice et antimicrobienne.

✓ Ovalbumine Y :

_ Nom phosphorylée.

_ Pas d'activité antiprotéasique démontrée à ce jour.

✓ Ovalbumine X :

_ Pas d'activité antiprotéasique démontrée à ce jour.

b_ Famille des transferrines :✓ **ovotransferrine :**

- _ Glycoprotéine très thermosensible.
- _ Fixe les ions métalliques et en particulier le fer.
- _ Activité antimicrobienne, bactéricide, antioxydante, antivirale, antifongique et immunomodulatrice.
- _ Peptide à activité antihypertensive.

c_ Famille des antiprotéases :✓ **Ovomucoïde :**

- _ Glycoprotéine fortement glycosylée aux propriétés antiprotéasiques et notamment antitrypsiques.
- _ Résistante aux traitements thermiques à pH acide.
- _ Caractère allergène, activité antimicrobienne et peptides à activité immunomodulatrice.

✓ **Ovo-inhibiteur :**

- _ Activité antivirale, anti-inflammatoire et antimutagène.

✓ **Ovostatine :**

- _ Inhibiteur de protéases et en particulier de métalloprotéases (type collagénase, thermolysine, stromelysine).
- _ Activités antimicrobienne, anti-inflammatoire et anticancéreuse.

✓ **Cytatine :**

- _ Protéine de faible masse moléculaire, inhibiteur de protéases à cystéine.
- _ Activité antimicrobienne, bactéricide, anticancéreuse et antivirale.

d_ Famille des glycosylhydrolases :✓ **Lysozyme :**

- _ Protéine fortement basique existant sous deux formes : non glycosylée (forme majoritaire) et glycosylée (forme secondaire).
- _ Enzyme de type neuraminidase, activité lytique contre peptidoglycane des parois de bactéries.
- _ Activité antimicrobienne, antivirale et antioxydante.
- _ Nombreuses applications (conservateurs en agroalimentaire et utilisations pharmaceutiques).

e_ Famille des mucines :

✓ Ovomucine :

- _ Glycoprotéine de très haut poids moléculaire responsable de l'aspect visqueux du blanc d'œuf.
- _ Barrière physique vis-à-vis des contaminations rôle de protection de l'embryon.
- _ Protéine difficile à analyser en raison de son caractère insoluble après extraction.
- _ Activité anticancéreuse et peptide anticancéreux.
- _ Activité antivirale, immunomodulante et hypocholestérolémiante.
- _ Peptides à activité antibactérienne.

3.3. Les minéraux :

Les données sur la composition en minéraux de l'œuf varient selon les auteurs. La teneur en minéraux dépend en effet de nombreux facteurs, notamment des paramètres zootechniques. Ainsi, suivant les lots d'œufs analysés, les concentrations en certains minéraux peuvent varier. A partir de 100 échantillons de 60 œufs (Gittins et Overfield, 1991) ont noté des coefficients de variation de 8 à 11% pour les macroéléments minéraux (Na, K, P, Ca), de 12 % pour le Fe, de 28 % pour le Mn et le Zn, et jusqu'à 40 % pour le Cu.

Une composition moyenne en minéraux du blanc d'œuf comparée à celle de l'œuf entier et du jaune est présentée dans le tableau 3,

Tableau 3. Composition minérale moyenne du blanc d'œuf comparée à celle de l'œuf entier et du jaune .

Minéraux	Œuf entier (mg pour 100 g)	Blanc (mg pour 100 g)	Jaune (mg pour 100 g)
Sodium (Na)	120	155	50
Chlore (Cl)	172	175	162
Potassium (K)	125	140	100
Calcium (Ca)	50	8	133

Phosphore (P)	193	18	530
Magnésium (Mg)	12	10	15
Fer (Fe)	1.7	0.1	4.8
Zinc (Zn)	1.3	0.12	3.9
Cuivre (Cu)	0.06	0.02	0.14
Manganèse (Mn)	0.04	0.007	0.11
Iode (I)	0.05	0.003	0.14
Sélénium (Se)	0.025	Nd	nd
Chrome (Cr)	0.0085	Nd	nd

3.4. Les vitamines :

Le blanc d'œuf est dépourvu de vitamine C, tout comme le jaune. L'embryon la synthétise à partir des autres composés déposés dans l'œuf (White, 1987). En revanche, le blanc contient l'ensemble des protéines de groupe B, vitamines qui sont hydrosolubles. Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E, et K) sont quand à elles exclusivement contenus dans le jaune. Le tableau 4 rapporte la composition moyenne en vitamines du blanc d'œuf, comparée à celle de l'œuf entier et du jaune.

Tableau 4. Composition en vitamines du blanc d'œuf comparée à celles du jaune et de l'entier.

Vitamines	Œuf entier (μg pour 100 g)	Blanc (μg pour 100 g)	Jaune (μg pour 100 g)
Vitamines hydrosolubles	2541	809.1	5862.8
Acide ascorbique C	0	0	0
Thiamine B1	91	10	250
Riboflavine B2	447	430	480
Niacine B3	79	90	60
Vitamines liposolubles	1452	0	4054.5
A	150	0	450
D	1.5	0	4.5
E	1300	0	3600
K	4.25*	0	15*

4. Le jaune d'œuf :

4.1. Composition biochimique globale :

Le jaune d'œuf, désigne le contenu du sac vitellin présent dans les œufs des animaux ovipares, notamment les oiseaux. Contrairement aux mammifères, les embryons d'oiseaux ne sont pas alimentés par la mère durant leur développement et ils n'ont aucune possibilité d'élimination des déchets métaboliques. Ainsi, le jaune d'œuf apporte des nutriments indispensables et extrêmement bien métabolisés par l'embryon. C'est également une source de nutriments très intéressante pour l'homme : son coefficient d'utilisation digestive est comparable à celui du lait et la valeur biologique des protéines de l'œuf entier est même supérieure à celle des protéines du lait (Bourgeois-Adragna, 1994).

Cependant la majorité des protéines de jaune est associée aux lipides pour former des lipoprotéines de basse densité (LDL) pour 66 % de la matière sèche et des lipoprotéines de haute densité (HDL) pour 16 % de la matière sèche. La composition en acides gras des lipides, basée sur une alimentation standardisée des poules, est d'environ 30 à 35 % d'acides gras saturés, 40 à 45 % d'acides gras mono-insaturés et 20 à 25 % d'acides gras poly-insaturés.

4.2. Macrostructure du jaune d'œuf :

Le jaune d'œuf possède une macrostructure complexe. Il se présente comme une émulsion de particules lipidiques dispersées dans une solution aqueuse de protéines. Ces particules lipidiques sont de trois types : les sphères, les granules et les profils (Powrie et Nakai, 1986).

Les sphères sont des composants mineurs de jaune (1 % de la matière sèche). Deux types de sphères peuvent être distingués : celles qui proviennent du vitellus "foncé" ont un diamètre compris entre 25 et 150 μm , et celles du vitellus "clair" sont plus petites, avec un diamètre de 4 à 75 μm (Romanoff, 1949). En microscopie électronique, elles apparaissent comme des agrégats de gouttelettes qui seraient des lipoprotéines. Elles disparaissent en milieu hypotonique et les opérations de mélange provoquent leur déstructuration.

Les granules ont une forme sphérique plus ou moins aplatie d'un diamètre de 0.3 à 2 μm . Ils sont principalement constitués de protéines, les phosvitines, liées à des lipoprotéines de haute densité, les HDL, par des ponts phosphocalciques (Burley et Cook, 1961).

Les profils sont des particules de forme ronde de 12 à 48 nm de diamètre. Il a été démontré que ce sont en fait des lipoprotéines de faible densité ou LDL (Chang et al, 1994).

Le plasma contient les LDL et des protéines solubles et présentes 75 à 80 % de la matière sèche du jaune. Il renferme environ 55 % des protéines et 85 % des phospholipides du jaune.

4.3. Microstructure des granules :

Les HDL et la phosvitine contiennent une forte proportion de sérines phosphorylées. L'entité granulaire est un assemblage de "brins" composés de plusieurs molécules de phosvitine et d'HDL fortement associées entre elles grâce à des ions calcium divalents pontant les phosphosérines (causeret et al....,1992). Les HDL étant très hydrophobes , elles pourraient être localisées dans le cœur des granules par l'intermédiaire d'interactions non spécifiques (Thapon et Bourgeois,1994). Les nombreux ponts phosphocalciques rendent la structure compacte, peu hydratée, peu accessible aux enzymes et protègent les protéines contre la dénaturation et la gélification thermique (Causeret,1989) .

La structure granulaire a été largement étudiée en fonction du PH et de la force ionique. La dissociation des granules est possible en rompant les ponts ioniques. Elle a pour conséquence mesurable une solubilisation des constituants des granules. Dans le cas d'une force ionique très faible, les granules sont complètement insolubles (insolubilité =100%) de pH 4.3 à pH 6.3. L'acidification ou l'alcalinisation améliore largement la solubilité de granules (Causeret et al, 1991). A pH très acide (pH \square 3.5), la solution granulaire se rapproche du pKa1 des groupes phosphoséryles. De ce fait, les groupes phosphoséryles et carboxyles sont protonés, ce qui diminue fortement l'affinité pour les cations (Wakamatu et al, 1982) entraînant alors la dissociation des ponts phosphocalciques et ainsi la solubilisation des granules. A pH basique, l'effet inverse se produit, c'est-à-dire a que les groupes carboxyles et phosphoséryles sont ici déprotonés, entraînant de fortes répulsions électrostatiques et la rupture de la structure granulaire. L'effet lié est réversible puisque les granules qui ont été dissociés, à pH acide ou basique, retrouvent leur faible solubilité initiale lorsqu'un pH proche de la neutralité est rétabli.

4.4. Constituants majeurs du jaune d'œuf :

4.1.1. Lipoprotéines de faible densité (LDL) :

La structure et l'organisation des LDL seraient à l'origine de l'utilisation du jaune d'œuf dans certaines applications autres que le domaine alimentaire. En effet, la conservation à l'état congelé des spermatozoïdes de mammifères est souvent réalisée dans des milieux dilués avec du jaune d'œuf. Ce dernier agit comme agent protecteur des spermatozoïdes contre les chocs thermiques. Mais le mécanisme précis par lequel le jaune d'œuf agit est inconnu. De nombreux auteurs ont suggéré que la fraction de faible densité de jaune d'œuf, principalement composée de lipoprotéine de faible densité (LDL), serait responsable de la résistance aux chocs

thermiques et de l'amélioration de la mobilité des spermatozoïdes après stockage. Graham et Foote (1987) ont émis l'hypothèse que les LDL adhéreraient aux membranes cellulaires pendant le procédé de congélation-décongélation, préservant ainsi les membranes des spermatozoïdes. Toutefois, les rôles respectifs des protéines et des lipides constitutifs des LDL ne sont pas clairement établis.

4.4.2. Livétines :

IL est possible de purifier des anticorps à partir du jaune d'œuf et ceci ouvre de nombreuses perspectives, tant d'un point de vue diagnostique, que dans le cadre de la conception de vaccins. Ces anticorps peuvent également être utilisés en prévention et en traitement de pathologies infectieuses comme alternatives à l'antibiothérapie classique, que se soit en médecine vétérinaire ou humaine (Schade et al, 2005). Les immunoglobulines agiraient principalement en empêchant l'adhésion des pathogènes et en facilitant ainsi leur élimination.

4.4.3 Phosvitine:

Une des valorisations possibles de la phosvitine est la formation de biopeptides favorisant l'assimilation des minéraux par l'organisme. Cette piste de développement est en plein essor et la phosvitine fait partie des protéines à l'étude. Les peptides de phosvitine seraient plus efficaces que les peptides de caséine pour augmenter la solubilisation des ions calcium et donc leur biodisponibilité dans les conditions de pH de l'iléon. Les peptides de phosvitine forment des complexes stables avec le calcium par rapport à ceux de caséine qui précipitent quand le temps d'incubation avec le calcium augmente (Jiang et al, 2010). Ces peptides de phosvitine favorisent également de manière significative l'incorporation du calcium dans les os. Cette information est à prendre en compte pour de possibles applications dans les problèmes d'ostéoporose par exemple.

La capacité de chélation des métaux de la phosvitine lui donne potentiellement de remarquables propriétés antioxydantes. Sa capacité à inhiber l'oxydation des lipides varie en fonction du catalyseur : elle est plus forte quand l'oxydation est catalysée par le fer plutôt que par le cuivre (Lu et Baker, 1986). La phosvitine est efficace jusqu'à un ratio fer:phosvitine de 30:1, alors que pour le cuivre le ratio maximal est de 1:1. Cependant, avec le fer hémique, la phosvitine ne montre pas d'activité inhibitrice de l'oxydation. Le fer étant déjà lié à l'hème, ses interactions avec les résidus phosphoséryles de la phosvitine sont plus limitées car le fer est enfoui dans une structure porphyrique. En fait, l'efficacité de son activité antioxydante, due à

sa capacité à capter les ions Fe^{2+} , permet de diminuer la disponibilité de ces ions ferreux initiateurs de la réaction de fenton qui génère des radicaux hydroxyles à l'origine de dommage oxydatifs.

4.4.4. Lipoprotéines de haute densité (HDL) :

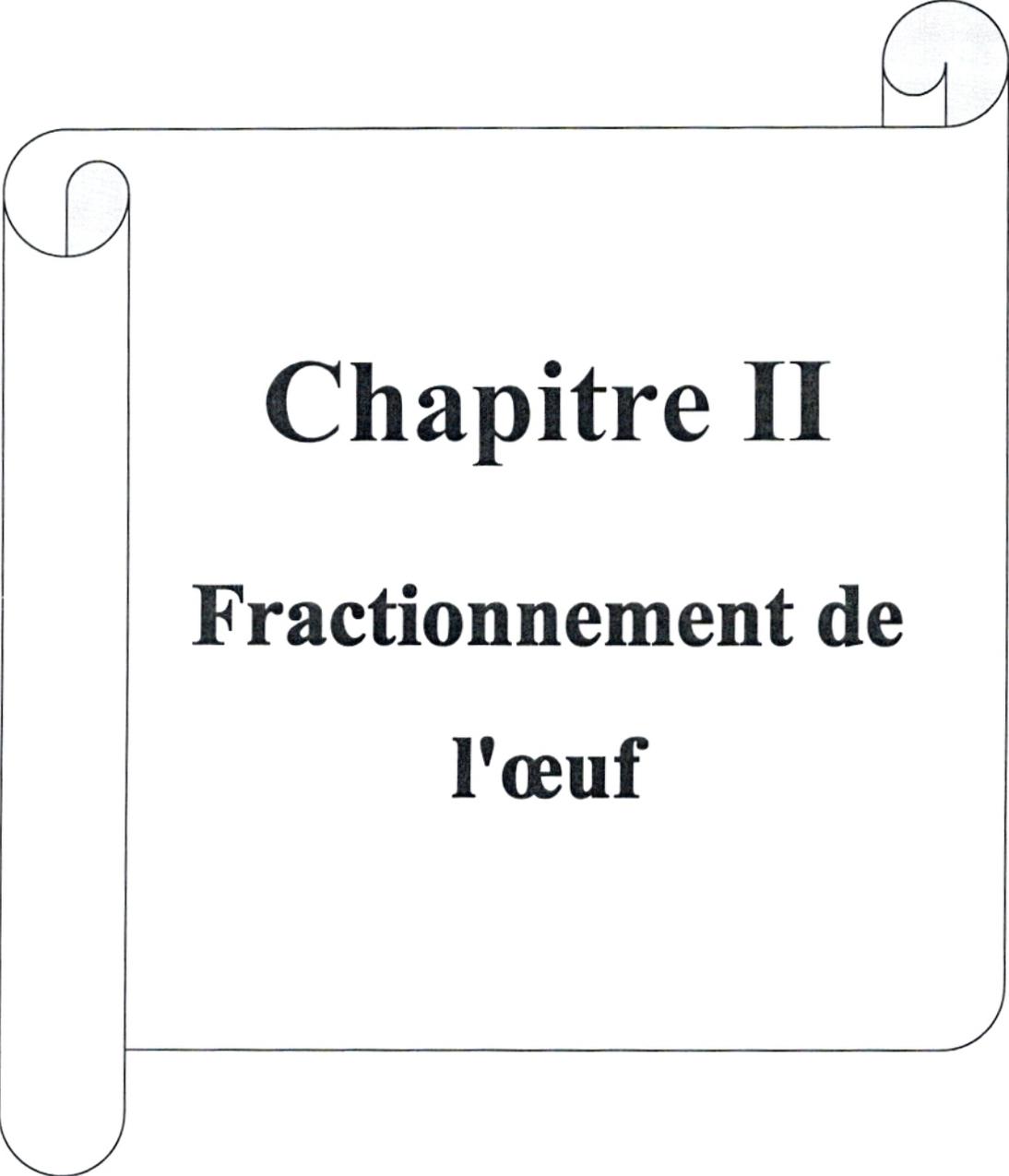
Les HDL représentent environ 1/6 de la matière sèche du jaune d'œuf et 36 % de ses protéines. Deux sous-unités α et β ont été mises en évidence; ce sont chacune des diamères dont le poids moléculaire est de 400 kDa ; elles contiennent 80 % de protéines et 20 % de lipides (Cook et Martin, 1969) qui se répartissent en 65 % de phospholipides et 35 % de lipides neutres. Les compositions en acides aminés des sous-unités α et β sont très proches (Kurisaki et al, 1981). Les HDL regroupées LV I et LV II confondues, contiennent une proportion importante d'acides aminés hydrophobes (plus de 30 %).

Les HDL et la phosvitine proviennent d'un même groupe de macropolymères précurseurs synthétisés dans le foie des animaux ovipares : les vitellogénines. Trois vitellogénines ont été identifiées chez la poule : la vitellogénine I (260 kDa) et II (246 kDa) et III (210 kDa). Ces vitellogénines sont phosphorylées sur les résidus sérine et sur quelques résidus thréonine ; elles sont également glycosylées sur les résidus asparagine. Les lipides se lient à la protéine par des interactions hydrophobes, principalement sur la partie N-terminale. Toutes ces modifications post-traditionnelles ont lieu dans le foie ; les vitellogénines sont ensuite sécrétées dans le sang et atteignent leurs cellules cibles dans l'oocyte.

4.4.5. Lipides :

Composant principaux du jaune (60 %), les lipides sont distribués exclusivement dans les lipoprotéines (LDL et HDL). Ils sont composés de triglycérides (65 %), de phospholipides (29 %), de cholestérol (5 %), d'acides gras libres (\approx 1 %), et d'autres lipides incluant les caroténoïdes (\approx 0.1 %). Les phospholipides du jaune sont très riches en phosphatidylcholine (PC) : 76 % des phospholipides. La PC est un phosphatidyléthanolamine (PE) représente 22 % des phospholipides du jaune d'œuf.

La composition globale en acides gras des lipides du jaune d'œuf est d'environ 30 à 35 % d'acides gras saturés (AGS), 40 à 45 % d'acides gras mono-insaturés (AGMI) et 20 à 25 % d'acides gras poly-insaturés (AGPI).



Chapitre II

Fractionnement de l'œuf

protéines isolées. Avant de répertorier l'ensemble des techniques d'extraction mises au point pour extraire chacune des protéines du blanc, les grands principes des méthodes d'extraction des protéines vont être rappelés.

1.1 Principes des d'extraction et de purification des proteins :

1.1.1. Extraction par précipitation selon le pH :

La solubilité des composés présentant des groupements ionisables de type acide ou basique est très dépendante des conditions physico-chimiques du milieu (pH et environnement ionique). Les protéines sont des molécules amphoœeres car elles possèdent les deux types de groupement (acide et basique). Elles ont une charge globale positive à bas pH, et plus précisément en dessous de leur point isoélectrique (pI), qui est le pH où leur charge nette globale est nulle; elles ont une charge globale négative à pH élevé, audessus de leur pI. Le point isoélectrique correspond au minimum d'hydratation de la protéine et donc au minimum de solubilité; certaines protéines peuvent même précipiter dans ces conditions, On parle ainsi de précipitation isoélectrique.

La solubilité des protéines peut également dépendre de la force ionique du milieu dans lequel elles se trouvent. Leur insolubilisation peut être provoquée soit par l'abaissement de la force ionique, soit au contraire par son augmentation. Dans ce cas, l'ajout d'ions présentant une grande affinité pour la protéine provoque un écrantage des charges de la protéine, ce qui annule les phénomènes électrostatiques et peut dans certains cas conduire à la précipitation; ou bien ces ions peuvent modifier les propriétés solvantes de l'eau et ainsi, soit favoriser la solubilisation de la protéine (effet « *salting in* » observé aux faibles concentrations salines), soit au contraire la défavoriser (effet « *salting out* » observé pour les concentrations salines élevées). Dans le cas du fractionnement des protéines de l'albumen, l'insolubilisation des protéines est souvent provoquée par le sulfate d'ammonium ou le chlorure de sodium.

Les protéines peuvent également être insolubilisées en agissant sur la constante diélectrique du solvant. Les interactions ioniques (ions-ions), les liaisons hydrogènes (dipôles-dipôles) et les interactions hydrophobes jouent un rôle déterminant dans la structure des macromolécules; dans le cas des protéines, elles agissent sur leur capacité à fixer l'eau, ce qui conditionne leur solubilité.

La constante diélectrique du solvant est un paramètre important dont dépend l'énergie potentielle d'interactions ioniques. La constante diélectrique de l'eau étant élevée, les énergies de liaisons ioniques sont faibles et les forces de répulsion électrostatiques prédominent, ce qui se traduit par de bonnes propriétés solvantes de l'eau vis-à-vis des solutes ioniques. Si l'on diminue la constante diélectrique du solvant, par ajout d'alcool ou d'acétone par exemple, des modifications de structure des protéines dues à une prédominance des forces attractives vont entraîner une diminution de la capacité du solvant à solubiliser les espèces ioniques. Une protéine comme l'ovomucoïde est encore isolée selon ce principe.

1.1.2. Cristallisation d'une protéine purifiée :

Après avoir isolé une protéine selon une technique d'extraction, il est quelquefois nécessaire d'augmenter sa pureté, et c'est souvent le cas lorsque la protéine a été extradite selon les techniques de précipitation citées précédemment. La cristallisation est une technique couramment utilisée et la succession de plusieurs cristallisations peut s'avérer nécessaire pour obtenir des taux de pureté élevés. La cristallisation est un changement d'état qui correspond au passage d'un soluté en solution à son état solide. Il devient solide lorsqu'il a atteint son seuil de solubilité, c'est-à-dire lorsque les conditions solvantes sont limitantes. Pour atteindre ces conditions, il faut éliminer au maximum l'eau solvante par évaporation et pour accélérer le phénomène, on peut diminuer la température. Dans le cas d'un refroidissement lent, on favorisera les gros cristaux, ce qui facilite leur extraction ultérieure ; dans le cas d'un refroidissement rapide, des cristaux plus petits seront formés. Le phénomène de cristallisation peut encore être accéléré en l'amorçant par addition de petits cristaux de la protéine isolée dans la solution protéique concentrée ; on parle d'ensemencement.

1.1.3. Extraction selon la taille :

La séparation des protéines peut-être réalisée sur la base de leur encombrement sérique, lié à la fois à leur masse moléculaire et à leur conformation. Il faut cependant que la protéine à isoler ait une masse moléculaire très différente de celle des autres constituants du milieu. Dans le cas l'albumen, il existe en effet des protéines de très haut poids moléculaire (ovomucine, ovostatine ...) et d'autres de très faible poids moléculaire (lysozyme par exemple) on peut donc dans ce cas utiliser les techniques à

membranes (microfiltration, ultrafiltration) ou la chromatographie de gel permeation, encore appelée gel filtration.

1.1.4. Extraction selon l'affinité :

La chromatographie d'affinité est une chromatographie par absorption, qui exploite l'interaction très spécifique d'une molécule (protéine) avec un ligand qui peut être un anticorps, un substrat d'enzyme, un glucoside, un élément minéral, une vitamine. Il faut pour cela fixer le ligand sur une matrice ; le plus souvent, il est immobilisé de façon covalente par interaction de groupements aminés ou carboxyles. Dans ce cas, lorsque la solution que l'on veut fractionner est mise en contact avec le support ; les autres constituants sont éliminés par rinçage de la matrice. L'élution de la protéine cible est alors réalisée par modification des conditions physique-chimiques de l'éluant (pH et force ionique), ou par introduction dans l'éluant du ligand libre qui entre en compétition avec le ligand immobilisé. Les interactions protéine-ligand sont souvent très fortes, ce qui implique des conditions d'éluant drastiques. L'enjeu est évidemment d'éviter toute dénaturation de la protéine, afin que cette dernière conserve ses propriétés et ses éventuelles activités biologiques. Ce principe d'extraction est très sélectif, et les puretés des protéines ainsi isolées sont très élevées. Cependant, les supports sont onéreux ; on réserve donc cette méthode de préparation aux molécules à haute valeur ajoutée. Dans le cas de protéines de blanc d'oeuf, c'est principalement l'avidine qui a été isolée de cette manière.

1.2. Extraction des protéines faisant l'objet d'une production à

l'échelle industrielle :

Peu de protéines du blanc d'oeuf sont réellement extraites à l'échelle industrielle. Le lysozyme connaît une réelle exploitation commerciale en raison de ses nombreuses applications dans les domaines agroalimentaires et pharmaceutiques. Deux autres protéines sont également extraites à l'échelle industrielle, l'ovotransferrine pour ses propriétés de chélation du fer et l'avidine, pour ses nombreuses applications dans le domaine du diagnostic médical et dans celui de l'analyse en biologie ou en biochimie.

1.2.1 Lysozyme :

Les propriétés basiques du lysozyme ont été largement mises à profit dans tous les procédés d'extraction proposés. Son pI proche de 11 lui confère une charge positive au pH du blanc d'oeuf, et un comportement marginal par rapport aux autres protéines, qui sont pour l'essentiel des protéines acides et donc chargées négativement au pH de l'albumen. La chromatographie d'échange d'ions, et en particulier celle sur échangeurs de cations, a donc été largement utilisée pour isoler le lysozyme. De même, du fait de la valeur extrême de son pI, de nombreuses méthodes d'extraction ont utilisé le principe de la précipitation isoélectrique. Enfin, la petite taille du lysozyme a également été mise à profit, et des techniques de filtration sur membranes ont été proposées pour le purifier.

1.2.2. Ovotransferrine :

L'ovotransferrine fait également l'objet d'une exploitation commerciale, mais elle est moins développée que celle du lysozyme, car les applications sont moins nombreuses. L'ovotransferrine est avant tout exploitée pour ses propriétés de chélation avec les métaux et en particulier avec le fer. En effet, par ses bonnes propriétés d'interaction avec le fer, l'ovotransferrine possède des activités antibactériennes, en privant les bactéries de fer et en limitant ainsi leur croissance. De même, cette protéine peut présenter des activités nutritionnelles intéressantes en permettant le transport et l'apport de fer à l'organisme. C'est essentiellement pour ces deux applications que cette transferrine est commercialisée.

À l'échelle industrielle, l'ovotransferrine est principalement extraite par chromatographie, aussi bien sur échangeurs d'anions que sur échangeurs de cations étant donné son pI proche de la neutralité (6.7). Dans le cas d'une extraction sur échangeur de cations, il faudra préalablement extraire le lysozyme ; avec un échangeur d'anions, ce seront toutes les protéines de pI inférieurs à celui de l'ovotransferrine qu'il faudra préalablement extraire. Les rendements d'extraction varient de 50 à 80 % selon les matrices utilisées et les degrés de pureté des fractions d'ovotransferrine peuvent atteindre 98 %. De nombreux supports ont été testés, mais ceux qui sont choisis pour une extraction à grande échelle sont ceux alliant capacité de fixation, résistance à la pression et aux nombreux lavages et régénérations et bien entendu ceux dont le coût n'est pas prohibitif, puisque de grands volumes de résines sont nécessaires.

1.2.3. Avidine :

Cette protéine, qui ne représente que 0.05 % des protéines du blanc d'œuf, est une protéine basique tout comme le lysozyme. Elle a donc souvent été isolée par chromatographie d'échange d'ions. En outre, son affinité pour la biotine a également permis d'envisager sa purification par chromatographie d'affinité. L'ensemble des méthodes d'extraction de l'avidine mises au point au stade laboratoire.

La chromatographie d'échange de cations permet une extraction aisée de l'avidine ; cependant, celle-ci est souvent contaminée par le lysozyme. Plusieurs auteurs ont proposé des méthodes pour éluer de manière sélective l'avidine fixée sur l'échangeur de cations. C'est ainsi que Durance et Nakai (1988) ont réussi à éluer successivement le lysozyme puis l'avidine, en jouant sur le pH, la force ionique et la nature des sels du tampon d'élution.

Ces trois protéines (lysozyme, ovotransferrine et avidine) sont les seules protéines du blanc d'œuf réellement extraites à l'échelle industrielle pour leurs applications, alimentaires ou non alimentaires. Seuls quelques industriels ou groupes commercialisent ces protéines issues du cracking de l'œuf.

1.3. Extraction des protéines du blanc d'œuf à l'échelle du laboratoire:

Une très grande partie des protéines du blanc d'œuf a été extraite à l'échelle du laboratoire afin d'étudier leurs caractéristiques biochimiques, leurs propriétés ou activités biologiques. En revanche, les protéines récemment mises en évidence dans l'albumen par l'approche protéomique et par ailleurs. Il ne sera donc pas présenté dans cette partie de données sur l'extraction (rendement et pureté) des protéines suivantes : ovalbumine Y, ovalbumine X, Cal gamma, Tenp, clusterine, Hep21 et galline ; seules les techniques d'identification de ces constituants seront citées.

Les protéines majeures quant à cela, ont été extraites par diverses méthodes, et dans ce cas on connaît assez bien les performances techniques des extractions, à savoir le rendement d'extraction et la pureté des fractions obtenues.

2. Fractionnement des protéines, des lipoprotéines et des lipides du jaune d'œuf :

Le fractionnement du jaune d'œuf ne concerne pas exclusivement l'extraction de

protéines comme nous avons pu le voir pour le blanc d'œuf, mais également la séparation des lipoprotéines et des lipides. Ainsi, dans cette partie, seront présents les principes et les procédés d'extraction de constituants purement protéiques, de lipoprotéines (lipoprotéines de faible densité (LDL), lipoprotéines de haute densité (HDL)) et de lipides (en particulier les phospholipides). Peu de constituants font l'objet d'une réelle exploitation commerciale, c'est pourquoi les méthodes décrites ci-après ont surtout été développées à l'échelle du laboratoire, mises à part l'extraction de la γ -livétine et des phospholipides.

2.1.Extraction des fractions du jaune d'œuf :

Le jaune d'œuf (36 % du poids frais de l'œuf) contient environ 51 % d'eau, 31 % de lipides, 16 % de protéines, 1 % de sucres et 1 % de minéraux. Sur la base de sa matière sèche, il est constitué de 68 % de LDL, 16 % de HDL, 10 % de Livétines (protéines globulaires), 4 % de phosvitine et 2 % d'autres protéines mineures. Les lipides du jaune d'œuf sont entièrement contenus dans les structures lipoprotéiques et sont répartis en 62 % de triglycérides, 33 % de phospholipides et 5 % de cholestérol.

Actuellement, il n'existe pas de schéma générale de préparation des constituants du jaune comme on peut en connaître pour le cracking des protéines laitières. Chaque constituant du jaune a fait l'objet d'études spécifiques qui ne se préoccupaient pas des coproduits.

2.2.Extraction et purification des lipoprotéines, protéines et lipides du jaune d'œuf :

2.2.1. Lipoprotéines de faible densité :

Initialement, les techniques d'ultracentrifugation ont été privilégiées dans la mesure où la faible densité de ces structures permettait une séparation efficace. Cependant, ces techniques sont très longues à mettre en œuvre, et permettent d'extraire des quantités très faibles de matière (quelques gramme), ce qui interdit leur extrapolation à l'échelle industrielle. Le laboratoire d'étude des interactions des molécules alimentaire de l'Inra de Nantes a mis au point une nouvelle technique de séparation des LDL du jaune en s'aidant de travaux antérieurs, de façon à permettre une purification simple, efficace et transposable à l'échelle industrielle (Moussa et al, 2002).

2.2.2. Phosvitine :

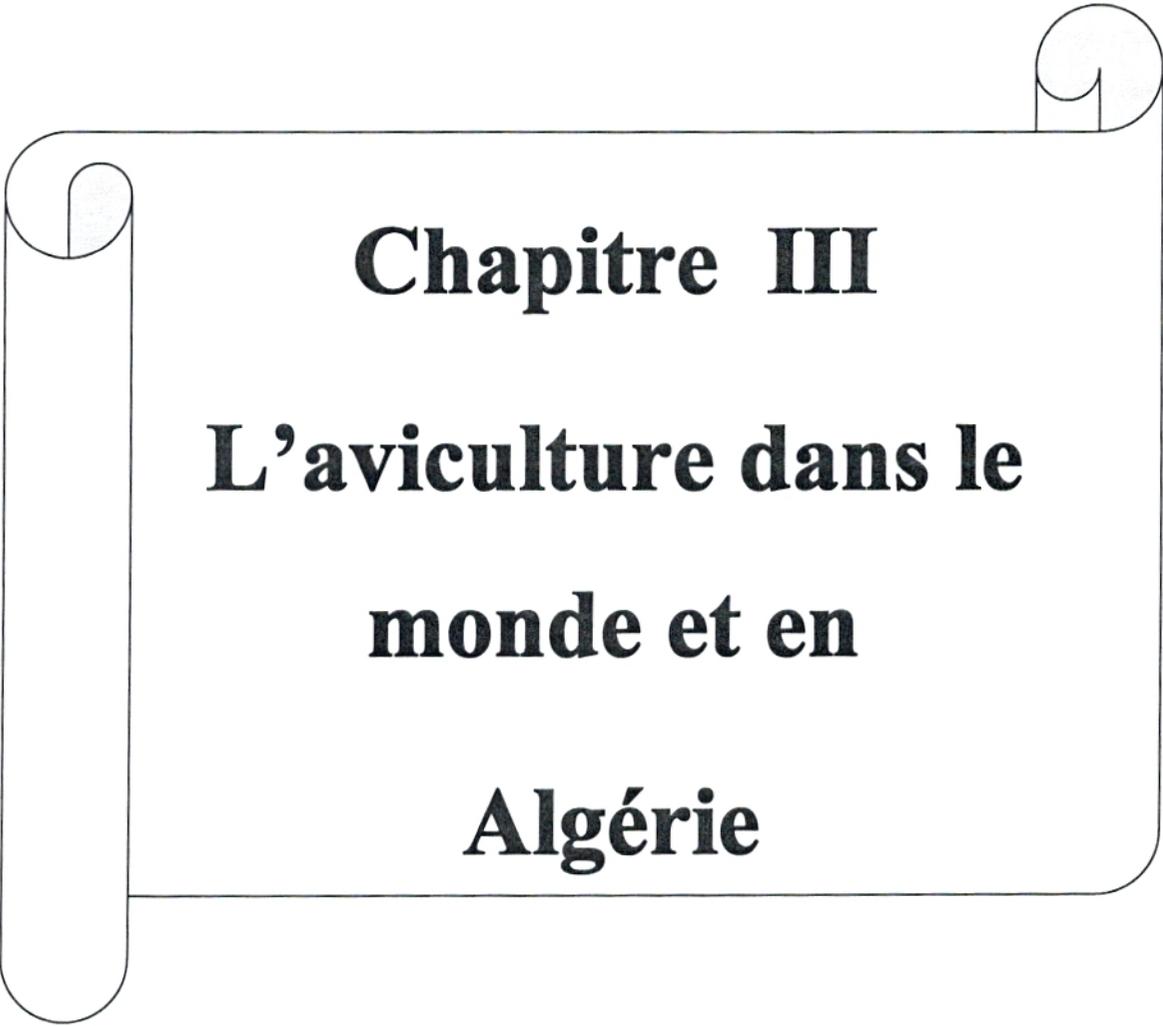
Le jaune d'œuf est fractionné en grannules et en plasma selon la méthode de McBee et cotterill (1979). Les grannules sont dilués à hauteur de 10 % dans une solution de NaCl 1.74 M : les ponts calciques liant les HDL et la phosvitine au sein des complexes grannulaires sont rompus par les ions Na⁺ monovalents qui se substituent aux ions Ca²⁺ divalents et bloquent ainsi tout pontage entre les résidus phosphoséryles. Après solubilisation complète des grannules, la solution est dialysée contre de l'eau distillée pendant 24 heures, les bains étant fréquemment renouvelés. Les ions Ca²⁺ et l'excès d'ions Na⁺ sont éliminés au cours de la dialyse et le pontage entre les différents constituants grannulaires est rendu impossible.

2.2.3 γ -livétine :

A l'heure actuelle, la γ -livétine est la seule protéine du jaune d'œuf exploitée au niveau industriel. Elle bénéficie donc de méthodes d'extraction à l'échelle pilote. Elle correspond à l'immunoglobuline de jaune (IgY) et est exploitée depuis maintenant une vingtaine d'années car elle est plus facile à extraire que les immunoglobulines de sang de mammifère. En outre, il est plus aisé d'utiliser des œufs en coquille que de prélever le sang des animaux. Un grand nombre de techniques a été utilisé pour extraire puis purifier les IgY et des stratégies d'automatisation ou des procédés en continu permettant de les obtenir sans solvants organiques et avec peu de produits chimiques ont été développés.

2.2.4. Phospholipides :

Les méthodes habituelles d'extraction des lipides comportent l'utilisation de combinaisons de solvants non polaires comme l'éther, l'héxane, le dichlorométhane ou le chloroforme, et polaires comme l'éthanol, l'isopropanol ou le méthanol. Le principe réside dans la rupture des liaisons protéines-phospholipides au sein des lipoprotéines par les solvants polaires, puis la solubilisation des lipides extraits par le solvant apolaire. Habituellement, les mélanges solvant sont appliqués au plasma car cette fraction contient environ 95 % des lipides de jaune d'œuf ; elle est également plus facile à utiliser que le jaune entier (suspension stable peu visqueuse). Le mélange permettant la combinaison pureté/rendement optimal est l'héxane/isopropanol. La phase hexanique contenant les lipides est ensuite passée à travers une colonne de silice qui permet de fixer spécifiquement les lipides polaires et d'éluer les lipides neutres. Les phospholipides sont ensuite récupérés en faisant passer un solvant polaire (méthanol) dans la colonne de silice.



Chapitre III

L'aviculture dans le

monde et en

Algérie

1. Evolution des productions avicoles dans le monde

Selon la **FAO (2008)**. La production mondiale de viande a nettement progressé pour atteindre 280.9 millions de tonnes équivalent carcasse (tec) en 2008, Si le porc demeure la première viande produite dans la monde avec 100.6 millions de tec en 2008, celle de volaille a enregistré la plus forte progression avec un taux la croissance moyen de près de 5% par an. En 2008, la viande de volaille est la deuxième viande produite dans le monde avec une production de 29.9 millions de tec soit plus de 30% de la production mondiale de viande. Cependant cette évolution mondiale des productions avicoles a été à une vitesse moins élevée dans les pays développés, c'est-à-dire aux Etats -unis et dans la plupart des pays de l'union européenne dont la France, l'Italie et les pays Bas en raison du faible développement de la consommation domestique.

En revanche, les pays en développement comme la Chine, le Brésil, le Mexique, la Thaïlande, ont vu leurs productions avicoles se développer fortement pendant cette même période, favorisées notamment par l'accroissement des consommations domestiques. Si la production avicole s'est accrue de façon nettement plus marquée dans les pays en développement que dans les pays développés, elle reste néanmoins relativement concentrée, car les Etats-Unis, la Chine, l'Union européenne et le Brésil assurent à eux seuls près de 2/3 des productions mondiales.

Sur un total de 92.9 millions de tec de viande de volaille produites dans le monde en 2008, la production du poulet de chair représenterait environ 86%. Cette croissance de la production du poulet est particulièrement marquée au Brésil, où la quasi-totalité de la production de volaille est constituée de poulet (97%). Aux Etats-Unis, la production de dinde occupe une place significative (17%), à côté d'une production dominante de poulet (82%). Dans l'union européenne, le poulet représente environ 72% de la production, la reste étant composé en grande partie de dinde (16%) et de canard (4%). En Chine, la viande de poulet est également majoritaire (68%) mais elle laisse une place conséquente aux palmipèdes (canard, oie) de l'ordre de 30%, en lien avec l'importance de ces espèces dans les traditions culinaires du pays (**FAO, 2008**).

Par ailleurs, l'Afrique héberge près de 8% de la population mondiale de volaille et participe pour 4% à la production d'œufs et pour 6% à la production de viande aviaire.

L'Afrique subsaharienne représente à peine 1.5% de la production mondiale de poulet (tableau 1). De même, sa part du marché est très faible dans les échanges mondiaux. Seule l'Afrique du sud développe l'exportation de volaille entière ou découpée, essentiellement à destination des pays voisins, la Tanzanie notamment. En revanche en provenance de l'Union européenne, essentiellement sous forme de découpes congelées.

Tableau 5 : Production avicole en Afrique et dans le monde (Source : FAO ; 2003)

Régions	Cheptel (*1000)	Production d'œufs de poule (Mt)	Production d'œufs naturels (Mt)	Viande (Animaux abattus/produits) (Mt)
Monde	16 146 924	55 827 709	60 469 118	45 894 606
Afrique	1 360 138	2 072 236	2 079 359	2 684 565
AOC	404 981	648 594	648 594	567 310
Afrique/Monde	8.42%	3.71%	3.44%	5.85%
AOC/Afrique	29.77%	31.30%	31.19%	21.13%
AOC/Monde	2.51%	1.16%	1.07%	1.24%

AOC : Afrique de l'ouest et du centre, Mt : millions de tonnes

2. Evolutions des échanges de viande avicole dans le monde :

D'après **OFIVAL** (2008), la commercialisation de la viande de volaille à travers le monde regroupe un nombre d'acteurs relativement restreint. La viande de volaille est actuellement la plus échangée dans le monde avec 10.3 millions de tec, hors échange intra-communautaires en 2008 soit 11% de la production mondiale. Les viandes échangées proviennent principalement du Brésil et des Etats-Unis, qui assurent ensemble les trois quarts des exportations mondiales de volaille. En 2008, les exportations des deux pays ont fait un bond de l'ordre de 15% portées par une demande dynamique en Asie de l'Est, au Moyen-Orient, en Amérique latine et en Russie.

Tableau 6 : classification des systèmes d'aviculture selon la FAO

Secteurs (FAO/définition)	Système d'aviculture			
	Industriel et Intégré	Commercial		Villageois et basse-cour
		Biosécurité		
		Élevée	Basse	
Secteur 1	Secteur 2	Secteur 3	Secteur 4	
Niveau de biosécurité	Élevé	Moyen à élevé	Bas	Bas
Débouchés commerciaux	Exportation Urbains	Urbains/ruraux	Urbains/ruraux	Urbains/ruraux
Dépendance des intrants au marché	Élevée	Élevée	Élevée	Faible
Dépendance aux bonnes routes	Élevée	Élevée	Élevée	Faible
Implantation	Dans la périphérie des capitales et des grandes villes	Dans la périphérie des capitales et des grandes villes	Villes plus petites et zones rurales	Partout essentiellement dans des zones éloignées ou enclavées
Volailles élevées	confinement	confinement	Claustration au sol/semi confinement	Essentiellement en plein air
Bâtiment/abri		Fermé		ouvert
Contact avec d'autres poules	Fermé	Aucun	Fermé/ouvert	oui
Contact avec	Aucun		oui	

d'autres canards	Aucun	Aucun	oui	oui
Contact avec d'autres volailles domestiques	Aucun	Aucun	oui	oui
Contact avec la faune sauvage	Aucun	Aucun	oui	oui
Soins et conseils vétérinaires	Possède son propre vétérinaire	Paie pour le service	Paie pour le service	Irréguliers, dépendent des services vétérinaires publics
Approvisionnement En médicaments et vaccins		Marché	Marché	Gouvernement et Marché
Sources d'informatique	Marché	Vendeurs d'intrants	Vendeurs d'intrants	Services publics de vulgarisation
Techniques sources de financement	Multinationales et ses succursales			
Races de volailles	Banques et fonds propres	Banque et fonds propres	Banques et canaux privés	Fonds propres programmes d'assistance et banque
Niveau de sécurité alimentaire des éleveurs	Améliorées	Améliorées	améliorées	Locales ou indigènes
	Élevé	Bon	Bon	Bon à faible

Secteur 1 : Industriel et intégré système avec un haut niveau de biosécurité et des oiseaux/produits vendus d'une manière commerciale (ex. des fermes qui sont une partie d'une exploitation intégrée de poules de chair avec des manuels de procédures standards de biosécurité clairement définis et exécutés)

Secteur 2 : Système commercial d'aviculture avec un niveau modéré à élevé de biosécurité et des oiseaux/ produits habituellement vendus d'une manière

3. L'aviculture en Algérie

la filière avicole en Algérie a connu un développement considérable en relation avec les politiques avicoles incitatives mises en œuvre au cours de la décennie 1980-1990. Compte tenu du déficit des productions animales classiques, l'Algérie a opté pour le développement d'une production avicole « intensive ». La mise en œuvre de cette politique a été confiée dès 1970 à l'Office national des Aliments du Bétail et, depuis 1980, aux offices régionaux avicoles du centre, de l'ouest et de l'est issus de la restructuration de ce dernier (ONAB, ORAVIO, ORAVIE). Ce processus a mis, certes, fin à l'importation de produits finis mais a accentué le recours aux marchés mondiaux pour l'approvisionnement des entreprises en intrants industriels (Intrants alimentaires, matériel biologique, produits vétérinaires, équipement).

La filière avicole évolue depuis 1990 dans un environnement marqué par la mise en œuvre de réformes économiques dans le sens du passage d'une économie planifiée à une économie de marché. Ces réformes progressent dans le sens du désengagement de l'État de la sphère économique et du renforcement de son rôle de régulateur et de puissance publique. La structure actuelle de la filière avicole algérienne résulte des politiques de développement mises en œuvre par l'État, au début des années 80, dans une perspective d'autosuffisance alimentaire. Ces politiques avicoles peuvent se résumer comme suit :

1. L'option pour le développement d'une aviculture intensive le « extravertie » répondait à un seul objectif prioritaire : assurer dans les brefs délais l'auto approvisionnement des populations urbaines en protéines animales de moindre coût.
2. Le modèle d'élevage adopté est celui à l'échelle mondiale, à savoir un modèle avicole intensif basé sur le recours aux intrants avicoles industriels importés.
3. Les métiers de base (multiplication des grands parentaux et des arrière grands parentaux, production des produits vétérinaires et des aditifs) et l'industrie des

équipements avicoles n'existent pas en Algérie. De ce point de vue, les industries d'amont sont totalement dépendantes des marchés extérieurs et leur fonctionnement repose sur le recours aux importations et passe par la mobilisation de ressources financières importantes.

4. Au plan des structures, la filière avicole a connu, depuis 1997, une restructuration profonde dans le sens de l'émergence d'entreprises et de groupes intégrés (aliments du bétail, reproduction du matériel biologique, abattage).

Ces réformes consacrent le désengagement de l'Etat de la gestion directe de l'économie (y compris de la sphère agroalimentaire). Comme conséquence une apparition d'opérateurs privés impliqués dans le commerce extérieur (importation de facteurs de production) et dans la production du matériel biologique. Ces complications compliquent davantage la gouvernance et la régulation de ces filières, et ce d'autant plus qu'elles font l'objet depuis l'an 2000, d'un soutien financier dans le cadre du programme national et international.

Le développement de la filière avicole en a permis d'améliorer la consommation des populations en protéines animales à moindre coût ; et ce en dépit de leur prix excessivement élevé en relation avec la faiblesse de la productivité des élevages et les marges élevées prélevées par l'aval de cette filière.

4. Principaux indicateurs de la filière avicole :

4.1. Filière chair :

Eu égard aux effectifs de poussins reproducteurs mis en place (source DSV, HUBBARD ALGERIE et ARBOR/ACRES ALGERIE), de 4.443.335 en 2011, le niveau de consommation actuel des viandes blanches en Algérie, suite aux données du MADR, se situe entre 12 à 15 kg/Habitant/ An. L'objectif visé par les pouvoirs publics. Pour l'horizon 2014 pour atteindre 16 kg /Habitant/An est atteint et sera dépassé pour atteindre 20kg/Habitant/An.

4.2. Filière ponte :

Avant l'indépendance et jusqu'à 1982, l'aviculture en Algérie par des petits élevages, à caractère traditionnel et l'œuf était essentiellement produit sur de petites fermes familiales, à effectif réduit de poules pondeuses. Diverses innovations, notamment en médecine vétérinaire et dans la formulation de moulées enrichies, ainsi que la création d'équipement mécaniques complexes, conduiront à l'élevage en batterie tel que nous le connaissons

aujourd'hui, avec ses centaines de milliers, voire ses millions de poules par unité de production.

Depuis 1982, jusqu'à 2000 capacités de mise en place (en batteries) étaient constituées de modules allant de 2.400, 4.800 et 10.240, choix opté par les pouvoirs publics pour satisfaire les besoins de toutes les catégories professionnelles (petit, moyen et grand fellah).

A partir de l'an 2000 et à ce jour, la filière ponte a connu un essor considérable par l'installation de batteries de grandes capacités, compte tenu de la rente que dégage l'activité, pour diverses capacités de 20.000 à 150.000 poules par bâtiment, allant en hauteur, pour certains, jusqu'à neuf(09) étages. Certains éleveurs disposent même d'une capacité de plus de 600.000 poules (cas de la SARL VIA VI/BOUMERDES).

En dépit du développement remarquable, la filière ponte se confronte à un Déséquilibre de l'offre et de la demande, au même titre que la filière chair.

En élevage rationnel, on estime que l'alimentation 70% du coût de production d'un œuf ou d'un kilo de viande. Les céréales de 60% à 80% de l'aliment que la volaille va consommer. Si les prix du plateau d'œuf ont toujours fortement fluctué, les causes sont liées surtout à la hausse régulière des prix des intrants importés, notamment le maïs et tourteaux de soja, rentrant dans la fabrication des aliments de volailles.

Aussi, des plus petits aux plus grands poulaillers, rares sont ceux qui répondent à toutes les normes d'élevage (conditions d'orientation et d'orientation des bâtiments, dans les salles, toiture des bâtiments qui devrait être en matière isolante, pour ne citer que ces exemples) où les faibles taux de ponte inquiètent avec raison certains aviculteurs ne sachant pas la source de cette faiblesse

Tableau 7 : la consommation par an se situe en 2008 à 5,6 kg, elle a évolué ainsi : **Etude technico-économique)**

1980	1990	1995	2003	2004	2005	2008
2	11,5	6,7	7,3	7,2	7,3	5,6

Tableau 8 : la production d'œufs consommation se situe en 2008 à 3,9 milliards d'unités ; son évolution s'est opérée comme suit : **Etude technico-économique)**

1980	1990	1995	2003	2004	2005	2008
1	2,8	2,6	3,3	3,4	3,7	3,9

Tableau 9 : la consommation d'œufs par habitant et par s'élève à 100 unités en 2008, elle a évolué comme suit : **Etude technico- économique)**

1980	1990	1995	2003	2004	2005	2008
20	120	93	100	105	115	110

Le potentiel de production se présente ainsi en 2008 :

- Effectif chair >125 millions de sujets.
- Effectifs ponte 14 millions de sujets.
- La valeur du patrimoine avicole s'élève à 18 milliards de DA ;
- La valeur de la production s'élève à 55 milliards de DA en 2008.

Tableau 10 : Evolution des effectifs avicoles

89830	166000	103412	83566	80807	97000	105000	173000	180000
8400	9000	12000	12025	14544	14384	15217	16400	17000

Tableau 11 : Evolution de production des viandes blanche (MADR, 2008)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
VB	198	201	150	157	170	144	241	261	

L'Algérie figure dans les toutes premières places de l'élevage des pays de la région du Grand Maghreb réunissant l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, la Mauritanie et la Lybie en termes

de nombre de têtes avec 20 à 35% du cheptel de la région selon les espèces, comme l'atteste les statistiques de la FAO sur les dernières années.

La production avicole en Algérie est le fait d'éleveurs privés et d'entreprises publiques économiques. Mais la production de ces derniers restes insignifiants par rapport à celle des exploitations privées qui représentent, respectivement, 92% et 73 % des capacités de production nationale en viandes blanches et en œufs de consommation.

Depuis 1980, date de mise en œuvre des politiques avicoles, aucune évolution significative n'est apparue dans la structure des élevages privés. La taille moyenne des ateliers est de 3000 et 5000 sujets respectivement pour l'élevage de poulets de chair et poules pondeuses. **(Etude technico- économique).**

5.L'industrie du matériel biologique, l'équipement et des produits vétérinaires :

Les capacités de production existantes dépassent, et de loin, la demande du marché, ceci est particulièrement le cas du secteur privé dont les capacités de production sont trop importantes et restent, à l'image de celles des entreprises publiques qui sont sous utilisées.

Les deux premiers maillons du segment « sélection- multiplication » étaient absents, ce qui impose le recours à l'achat des grand -parentaux sur le marché international.

En 2012 les pouvoirs publics étaient « prêts » à aider les opérateurs activant dans la filière avicole à travers la suppression de la TVA pour éleveurs et des droits de douanes pour les importateurs d'aliments pour volailles à condition d'une meilleure utilisation de ces aliments et de moderniser les parcs de bâtiments, Il s'agit de bâtiments aménagés avec une performance et une rentabilité les plus importantes de l'élevage avicole.

L'aviculture des régions chaudes doit compte de deux facteurs limitant : le climat qui freine la consommation énergétique des volailles et modifie l'habitat et les cycles de production (croissance ralentie, œufs plus petits ...) et modifie l'habitation, pour beaucoup de pays chauds, des céréales et du tourteau de soja avec des devises de plus en plus rares et par ailleurs les cout de production en Algérie sont plus élevés que dans les pays développés, et les aviculteurs algériens ont besoin de résolution d'un grand nombre de contraintes qui sont comme suit :

- Contraintes de financement : L'agriculture et objectivement l'aviculture est encore considérée par le secteur bancaire comme étant une activité à haut risque ;
- Contraintes techniques : manques de formation des éleveurs ;
- Contraintes d'approvisionnement en poussins d'un jour et cout élève des intrants vétérinaires et en alimentation (mais et soja souvent importé). Toutefois les capacités en poussin d'un jour sont insuffisantes à satisfaire la demande totale, mais la question du transport et du contrôle sanitaire se pose. Cela conduit les aviculteurs, à importer de poussins d'Europe ;
- Insuffisance du système de contrôle de qualité des intrants et de produits avicoles.

6. Ressources génétiques avicoles

6.1. Nation générale sur les ressources génétiques

D'après Charrier(2006), les ressources génétiques sont une fraction de la diversité génétique générale du vivant dont les hommes font usage par la domestication et la sélection.

C'est également le fruit de réflexion et d'expérimentations conduites par les professionnels pour répondre aux nécessités (alimentation, santé etc.) et aux ambitions des sociétés actuelles qui sont entre autres le profit, le pouvoir etc. Dans le domaine animal, éleveurs et sélectionneurs se partagent la responsabilité de l'usage et de son évolution. L'idée de ressources génétiques a émergé progressivement au cours du siècle passé de la conjonction des avancées de la connaissance biologique (génétique mendélienne, génétique quantitative, génétique des populations, génétique moléculaire...), du développement corrélatif de techniques et de pratiques (marquages moléculaires et séquençage, en masse et avec de hauts débits).

L'expression ' Ressources Génétiques' est actuellement attribuée à objets, parties du monde vivant, allant des séquence d'acides nucléiques chimiquement caractérisées à des individus. à des population, voire des complexes plurispécifiques d'êtres vivants génétiquement identifiées. En France, la notion de gestion des ressources génétiques fait L'objet d'une Charte Nationale : elle est mise en œuvre par des réseaux reconnus intentionnellement, et parfois relayé par des initiatives d'origines associatives ou individuelles (Charrier, 2006).

6.2. Différents types de population :

Une classification des populations animales domestiques en tant que ressources génétiques a été proposée par L'auvergné ; (1982). Son principe est de décrire les différents types de populations issues de la domestication d'une espèce sauvage en tenant compte des notions de génétiques des population , de génétique quantitative, aussi d'histoire et de sociologie. Ce principe permet de distinguer quatre catégories de population animales.

6.2.1. La population domestique traditionnelle :

La population traditionnelle dériverait de la population sauvage par accumulation de mutations à effet visible. Elle est rarement stable génétiquement car sa constitution génétique varie à cause des forces qui modifient sa structure génétique, notamment la mutation, la migration, la sélection, le système d'accouplement et sa taille. Elle se caractérise en outre par une importante variabilité morphologique, dans un système d'élevage encore dépendant du milieu. La gestion de cette population traditionnelle n' pas rigoureuse et n'a aucun objectif de sélection.

6.2.2. La race standardisée :

Elle se caractérise par un aspect morphologique tel que désiré par un ensemble d'éleveurs (notion de standard) qui sont groupés en association raciale avec un cadre législatif.

Elle est très souvent sujette à des effets fondateurs et de dérive génétique potentiellement importants, et la migration est limitée (standard, livre généalogique). La sélection des reproducteurs sur les caractères morphologiques souhaités repose sur les caractères souvent contrôlés par des gènes à effets majeurs (morphologie, couleur, etc.).

L'effectif est variable et les généalogies très suivies. Il peut y avoir association entre un type morphologique et une culture locale, et parfois aussi un système d'élevage.

6.2.3. Lignée sélectionnée :

Elle est issue d'une population de la base le plus souvent réduite à race mais pouvant être constituée d'un « mélange » de races avec suivie des généalogies rigoureuses. Le choix rationnel des reproducteurs pour la lignée sélectionnée fait appel aux méthodes de la

génétiq ue quantitative. La gestion de la population fait appel à des paramètres économiques et le système de production est souvent intensif. Du fait de la diminution de L'effectif génétique et de l'augmentation de la consanguinité, sous l'action de la sélection, il peut y avoir, à plus ou moins long terme, apparition de problèmes liés à la réduction de la variabilité génétique.

Durant la domestication et par l'influence de l'homme sur la biodiversité des espèces domestiques à travers les ères, les poules ont subi plusieurs modifications au niveau génétique et même

6.3. Aviculture traditionnelles dans les pays en développement :

Partout dans le monde en voie de développement, l'élevage des volailles s'intègre dans ce qui est appelé l'aviculture familiale et pratiqu e par les communautés locales depuis des générations. Ces communautés sont formées de tous les groupes ethniques et semblent être impliquées dans de petites fermes ou ménages ruraux, de beaucoup de ménages périurbains et de quelques ménages urbains, et il est probable que ce système continue ainsi dans les années à (Gueye, 2005) si une race plus productive n'est pas à la disposition des éleveurs

6.3.1. Importance de l'aviculture traditionnelle :

L'aviculture traditionnelle présente une très grande importance, notamment sur le plan socioculturel, nutritionnel, socioéconomique, et dans la lutte contre la pauvreté en milieu rural.

6.3.1.1. Importance socioculturelle :

Le poult occupe une place importante dans la société africaine. L'aviculture est ainsi pratiqu e depuis plusieurs générations. Son utilité est beaucoup plus remarqu e durant les cérémonies culturelles ou lors de la réception d'un hôte où l'éleveur a toujours tendance à sacrifier la volaille plutôt qu'un petit ruminant ou un b euf. Selon le plumage un sujet peut être destiné au sacrifice, à l'offrande ou à être abattu pour la réception d'un hôte

6.3.1.2. Importance nutritionnelle :

En dépit de leur faible taille, les exploitations avicoles rurales contribuent substantiellement à la production de viande. La consommation apparente per capita de la viande au Sénégal est passée de 20 kg per capita en 1960 à 11,7 kg per capita en 2003 soit une baisse de près de

50%. L'objectif à l'horizon 2015 est de reporter le niveau actuel de la consommation à 20kg par capital. L'aviculture en général contribue actuellement à 23% sur la production nationale en produits carnés. L'aviculture rurale avec ses fortes potentialités peut jouer traditionnelle sont, du fait de leur qualité organoleptique, très appréciés des consommateurs qui les payent plus chers (Gueye ; 1998). Dans les pays africains où l'alimentation humaine reste problème préoccupant tant au niveau de la quantité que de la qualité, l'aviculture rurale reste une alternative pour réduire le déficit protéino-calorique (Buldgen et al ; 1992) et permettre dans une certaine mesure de prévenir ainsi les maladies d'origine nutritionnelle (Bers et al ; 1991).

6.3.1.3. Importance socio-économique :

L'aviculture familiale est une activité financièrement rentable malgré sa faible productivité. La vente des poulets et des œufs est presque un profit net du moment que l'utilisation d'intrants dans cette activité est faible. Elle constitue un moyen d'accumulation de capital et souvent employée dans le système de troc dans les sociétés où il n'y a pas beaucoup de circulation monétaire (Guye, 2003). Les revenus générés par la vente sont distribués de manière directe ou indirecte pour le bien être de tous les membres du ménage. L'aviculture rurale peut ainsi contribuer de manière substantielle à la sécurité alimentaire et à l'allègement de la pauvreté.

L'importance socio-économique de l'aviculture rurale réside également dans la promotion de la femme rurale. En effet. Dans la plupart des ménages ruraux, les femmes jouent un rôle fondamental dans la gestion de l'élevage avicole. L'amélioration des revenus des femmes dans le milieu rural pourrait passer par l'appui au développement de leurs activités avicoles. Cependant, il n'en est pas de même pour les décisions concernant l'exploitation des ces volailles et leur commercialisation. Ces décisions reviennent aux hommes surtout lorsque les effectifs deviennent importants (Guéye, 2003).

Dans certains pays, l'aviculture familiale, représentée majoritairement par les poules locales, constitue approximativement 90% de la production avicole totale (Branckaert et Gueye, 1999).

Au Bangladesh, elle représente plus de 80% de la production nationale et occupe 90% des 18 millions de ménages ruraux. En plus, 78% des œufs et 86% de la viande de volaille sont produits par les petits fermiers, dans le système d'élevage en divagation (Huque ; 2002, Nuru

Miah ; 2002). D'après Bhuiyan et al ; (2005), les populations de poules indigènes produisent environ 78% DES ŒUFS 78% de la viande consommés par chaque famille.

Au Nigeria l'aviculture familiale représente approximativement 94 pour cent de l'élevage avicole total, et compte pour 4 pour cent environ de la valeur totale estimée des ressources animales du pays. Elle représente 83 pour cent de l'ensemble des volailles nationales estimé à 82 millions de sujets.

En Ethiopie, la volaille rurale concourt à 99 pour cent de la production de viande de poulet et d'œufs (Tadelle et al ; 2000). Tandis que qu'en République Dominicaine, elle contribue pour 23% du revenu de la production animale (Rouen et al ; 1990).

Au Sénégal, l'aviculture traditionnelle est pratiquée partout et de façon essentielle par les femmes et les enfants. Le cheptel de la volaille familiale au Sénégal s'estime à 21 889 000 têtes en 2008 contre 13 633 000 têtes de volaille industrielle, soit 61,62% du cheptel avicole national. Cette proportion à la baisse s'explique tout simplement par le développement de la filière moderne ces dernières années car en 2004 et, selon toujours les données de la DIREL, la volaille familiale représentait près de 80% du cheptel avicole national avec un effectif de 20 960 000.

6.3.2. Contraintes de l'aviculture rurale :

L'aviculture traditionnelle connaît un certain nombre de contraintes à savoir, génétiques, alimentaires, sanitaires et de suivi, économiques.

6.3.2.1. Contraintes génétiques :

La race locale qui est dominante en aviculture traditionnelle regroupe des animaux, certes rustiques et bien adaptés à des conditions environnementales difficiles telles que les pénuries périodiques d'aliments, les abris rudimentaires, la forte pression de prédateurs et de maladies, main de très faible productivité. Le poids adulte, soit 1 an et au-delà, est de 1,8kg chez les mâles et de 1,35 kg chez les femelles (Buldgen et al ; 1992). L'âge à l'entrée en ponte est de 25 semaines, le nombre d'œufs par couvée est de 8-9 pour une production annuelle de 40 œufs (Sal ; 1990 ; Buldgen et al ; 1992, Missohou et al ; 2002).

6.3.2.2. Contraintes alimentaires :

L'alimentation des volailles est quasi exclusivement constituée par la base des aliments résiduels picorables qui selon Sokaiya et al ; (2004) est l'ensemble des ressources alimentaires disponibles dans et autour de la concession. Constitués de verdure, d'insectes, de grains ou de son de céréales picorés autour des aires de battage ou servis en quelques poignées, elle est de quantité et de qualité (surtout sa teneur en protéines) insuffisantes, productivité de la volaille locale.

6.3.2.3. Contraintes sanitaires et de suivi :

L'aviculture traditionnelle connaît une morbidité et une mortalité élevées surtout des poussins. La maladie la plus meurtrière est celle de Newcastle qui sévit généralement au mois de juin au Sénégal (Gueye, 1998) sous forme épizootique et peut décimer jusqu' à 80% du cheptel (Ly et al ; 1999). La vaccination contre cette maladie réduit le taux de mortalité des adultes sans portant l'empêcher (Traoré, 2005) sans doute du fait de l'inadéquation des programmes de vaccination et d'une méconnaissance de la cinétique des anticorps. Les poussins en aviculture traditionnelle sont particulièrement vulnérables avec une mortalité de 43à63% (Missohou et al ; 2002). Les causes d'une telle vulnérabilité seraient infectieuses.



Partie II :
Méthodologie

1. Matériels et méthodes :

La présente étude a porté sur un total de 303 œufs (120 œufs frais de poules sélectionnées, 100 œufs de poules locales achetés au niveau du marché hebdomadaire de la région de Remchi et 83 œufs frais de poules locales récoltés auprès des familles rurales dans la région de Tlemcen. Après numérotation, les œufs ont été pesés individuellement ($\pm 0,1g$). La longueur et la largeur des œufs ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse ($\pm 0,01$ mm). L'indice de forme a été calculé selon Reddy et al (1979). Après cassage, les composants de l'œuf ont été déposés sur une plaque de verre plane. La hauteur de l'albumen a été déterminée à l'aide d'une règle graduée placée à un centimètre du contour du vitellus. Les unités Haugh (HU) ont été déterminées à partir de la hauteur de l'albumen (H) et du poids de l'œuf entier (W) suivant la formule de Silversides (2004) : $HU = 100 \log (H - 1,7 W^{0,37} + 7,57)$. La hauteur du vitellus a été déterminée en plaçant la règle verticalement derrière celui-ci (selon Angrand, 1986). Après séparation, le poids de l'albumen (A) et celui du vitellus (V) ont été déterminés ($\pm 0,01g$). Le ratio (V/A) a ensuite été calculé. Le pH a été mesuré avec un pH-mètre portatif étalonné dans l'albumen et le vitellus. Les proportions du blanc, du jaune et de la coquille ont été également calculées en divisant le poids de chaque composant par le poids de l'œuf entier.

2. Traitements statistiques :

Les données obtenues sur les œufs ont été traitées pour la comparaison des moyennes par le test de Tukey. Pour chaque paramètre, la plus petite différence significative (PPDS) a été calculée. Le test de Fischer a été utilisé pour la comparaison des variances. Les coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés pour mesurer les relations entre paramètres.



Partie III

Résultats et discussion

Résultats et discussion :**1. Poids entier :**

Les données du tableau (1) montrent que la qualité externe des œufs varie significativement ($p < 0,05$) entre les trois groupes. Le poids moyen des œufs achetés auprès des familles rurales était en général intermédiaire, mais plus proche de celui des œufs sélectionnés (62,42g). Plusieurs auteurs (Akouango, 2004 ; Dafaalla, 2005 ; Fosta, 2008 ; Keambou, 2009) ont rapportés des poids inférieurs compris entre 44,9 et 37,95g sur les œufs locaux de certaines régions d'Afrique. Ceci est également valable pour la race égyptienne Fayoumi (Mérat et Bordas, 1982). Moula (2012) a noté des poids moyens supérieurs compris entre 50,23 et 54,32g sur les œufs de la poule locale en basse Kabylie. Sur le marché local, le poids de l'œuf a cependant moins d'importance que dans les pays européens (Benabdeldjalil et Mérat, 1995).

Tableau 12 : Comparaison du poids de l'œuf entier, longueur, largeur et indice de forme d'œufs de deux types génétiques de poules locales (normales et NaF) et de poules sélectionnées (Lohmann Tradition) (Moyenne \pm écart-type).

Paramtre	Œufs Sélectionnés	Œufs locaux		σ_{res}	Valeur de F et signification
		Marché	Familles rurales		
N	120	100	83		
Poids total (g)	62,42 \pm 4,99 ^a	52,68 \pm 6,63 ^c	58,31 \pm 4,35 ^b	29,23	49,03 **
Longueur (cm)	5,39 \pm 0,23 ^a	5,20 \pm 0,34 ^b	5,40 \pm 0,26 ^a	0,078	9,14* *
Largeur (cm)	4,09 \pm 0,13 ^a	3,80 \pm 0,19 ^c	3,97 \pm 0,10 ^b	0,02	59,04 **
Indice de forme	75,94 \pm 3,36 ^b	73,23 \pm 3,87 ^a	73,68 \pm 3,41 ^a	0,004	9,44* *

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, a, b, c : moyennes différentes ($P = 0,05$, $P = 0,01$)

2. Indice de forme :

Les œufs locaux ont été moins larges ($P < 0,01$) que les œufs sélectionnés. Aucune différence pour la longueur n'a toutefois été observée entre les œufs achetés auprès des familles rurales et les œufs sélectionnés. Ces derniers, avaient un indice de forme moyen plus élevé (75,94 contre 73,68 et 73,23; $p < 0,05$). Nos résultats sont en accord avec ceux de

Keambou et al (2009) qui rapportent des indices de forme compris entre 72,67 et 73,04 chez les œufs locaux. En revanche, Egahi et al (2013) ont noté que les œufs issus de poules locales du Cameroun présentent des indices de forme plus élevés. Cependant La taille, l'âge, l'état sanitaire ainsi que la structure interne de la poule constituent entre autres, des facteurs pouvant influencer fortement la forme de l'œuf (King'ori, 2012). Globalement, les indices de forme trouvés dans cette étude sur les œufs locaux sont inférieurs à la norme requise de 75 pour les œufs devant être conditionnés dans les emballages standardisés (Smith, 1992).

3. Le poids et le pourcentage de la coquille :

Le poids de la coquille était plus élevé ($p < 0,05$) chez les œufs de la souche commerciale. Ces résultats sont en accord avec ceux de Moula (2010) rapportant que le poids de la coquille des œufs issus de la souche ISA Brown était plus élevé que celui des races traditionnelles. Plusieurs auteurs ont noté que ce caractère est fortement lié au poids de l'œuf entier (Alipanah et al, 2013 et Sreenivas et al, 2013). La même constatation a été soulevée dans cette étude ($r = 0,58$, $p < 0,001$) sauf pour œufs achetés auprès des familles rurales. Quant au pourcentage de la coquille, il varie en moyenne de 12,51 à 13,02 % sur l'ensemble des groupes sans toutefois présenter de différences significatives ($p > 0,05$). Il apparaît que le pourcentage de la coquille et le poids de l'œuf sont corrélés négativement ($r = -0,38$, $p < 0,001$), ce qui est en accord avec les résultats de Moula et al (2010).

4. Qualité de l'albumen :

Le poids moyen de l'albumen varie de 29 à 37,37g, alors que sa proportion varie de 54,82 à 62 % sur l'ensemble des groupes (tableau 2). Les œufs sélectionnés manifestent leur supériorité ($p < 0,01$) pour ces deux caractères par rapport aux œufs locaux. Moula et al (2010) rapportent que les œufs des souches améliorées ISA Brown et CoqArd contiennent respectivement 41,8 et 36,2g de blanc. Des poids moins élevés compris entre 30,92 et 33,18g ont été relevés sur les œufs issus de la souche White Leghorn (Sreenivas, 2013). Aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a

cependant été constatée entre les œufs des marchés hebdomadaires et les œufs du village pour ces mêmes caractères. Comme il a été démontré par plusieurs auteurs (Sreenivas, 2013. Moula, 2010 et Laxmi, 2006) des relations très hautement significatives ont été constatées entre ces paramètres et le poids de l'œuf entier. En revanche, on n'observe pas de différence significative entre les groupes pour la hauteur de l'albumen. Le pH de l'albumen varie significativement ($p < 0,01$) de 8,64 chez les œufs achetés auprès des familles rurales à 8,91 chez les deux autres groupes. Des valeurs de pH semblables ont été rapportées par Moula (2009) sur la Famennoise.

Selon Scott (2000), le pH de l'albumen des œufs frais issus d'ISA Brown et ISA White est respectivement 7,31 et 7,37. A 20°C, ces valeurs s'élèvent pour atteindre un maximum de 9,38 après 10 jours. Il semble que le pH et la hauteur de l'albumen sont négativement liés ($r = -0,24$; $p < 0,01$). Aucune relation n'a cependant été relevée entre le pH du blanc et le poids de l'œuf entier. Nos résultats sont en accord avec ceux de Scott et al (2000).

5. Qualité du vitellus :

Nos observations relatives à la qualité du jaune mettent en évidence que les œufs achetés auprès des familles rurales contiennent en moyenne plus de vitellus (+3,1g ; $p < 0,01$) suivis par les œufs achetés au marché. De même, le diamètre du jaune est significativement (+0,22cm ; $p < 0,01$) plus grand chez ces deux groupes. Des valeurs semblables pour le diamètre du jaune ont été rapportées par Alewi (2012) sur la poule local de Kei et son croisement avec la race Fayoumi et Rhode Island Red. Quoique les 3 groupes se classent dans le même ordre pour le pourcentage et la hauteur du vitellus, il n'y a pas d'écart significatif cette fois, entre les œufs locaux achetés auprès des familles rurales et ceux du marché hebdomadaire pour ces deux variables. Le poids du vitellus par rapport au poids total de l'œuf donne une idée sur la « valeur » de l'œuf. Benabdeldjalil et Mérat (1995) rapportent des proportions de jaune de 26,7 et 32,8% respectivement chez les souches ISA Brown. Des valeurs supérieures à celles de la présente étude ont été observées dans différentes zones agro-écologiques en Ethiopie, (Melesse, 2010., Melesse, 2012). Etant liée à un plus fort taux de matière sèche dans l'œuf et aussi à un apport plus important d'acides gras essentiels, une proportion de jaune plus élevée peut être considérée comme favorable du point de vue de la valeur nutritive de l'œuf (Benabdeldjalil et Mérat 1995). Paradoxalement, si on considère l'ensemble des groupes, on n'observe pas de relation entre le poids du vitellus et le poids de l'œuf ($r = 0,03$; $p > 0,05$). il apparaît aussi ce dernier est négativement fortement lié avec la proportion du jaune ($r = -0,56$; $p < 0,001$). Cette relation est encore plus forte chez les œufs sélectionnés. Ces résultats confirment ceux de Alipanah et al (2013). Les œufs du village avaient un pH du jaune moins élevé ($p < 0,05$) que les deux autres groupes. Selon Jin et al (2011), le pH du vitellus chez les œufs frais de la

souche ISA Light Brown varie généralement entre 5,65 et 5,82. Il évolue graduellement à une température de stockage de 5°C pour atteindre une valeur 6,09. Aucune relation n'a cependant été observée dans cette étude entre le pH du jaune et le poids de l'œuf entier.

6. Ratio (Vitellus/Albumen) :

Des différences hautement significatives ont été observées entre les trois groupes étudiés pour le rapport V:A. Les œufs du village ont manifesté leur supériorité pour ce caractère avec un rapport V:A de 61% suivi par les œufs du marché hebdomadaire avec 58% et les œufs sélectionnés avec 41%. Nos résultats rejoignent ceux de Moula et al (2009) rapportant que les races locales belges (Ardennaise et Famennoise) présentent des ratios plus élevés que celui de la souche Lohmann (53,94 et 48,92% contre 43,13%). En revanche, Chez la race Fayoumi, Mérat et Bordas (1982) ont rapportés des ratios supérieurs compris entre 60,4 et 63,1 %. Sur l'ensemble des groupes nous avons noté une corrélation négative entre le rapport V:A et le poids de l'œuf entier ($r = -0,53$; $p < 0,001$). Ce constat a été également observé par moula (2010).

7. Unités Haugh :

Contrairement aux résultats de Benabdeldjalil et Mérat (1995), la fraîcheur des œufs mesurée dans cette étude par les unités Haugh ne diffère pas significativement ($p > 0,05$) entre les trois groupes. Les données de la présente étude sont semblables à celles rapportées par Melesse et al (2013) sur les poules de l'Ethiopie, mais inférieures à celles trouvées sur les poules du Nigéria (Egahi et al, 2013). Rajkumar et al (2009) ont constaté que les œufs à coquille brune présentent un indice Haugh plus él

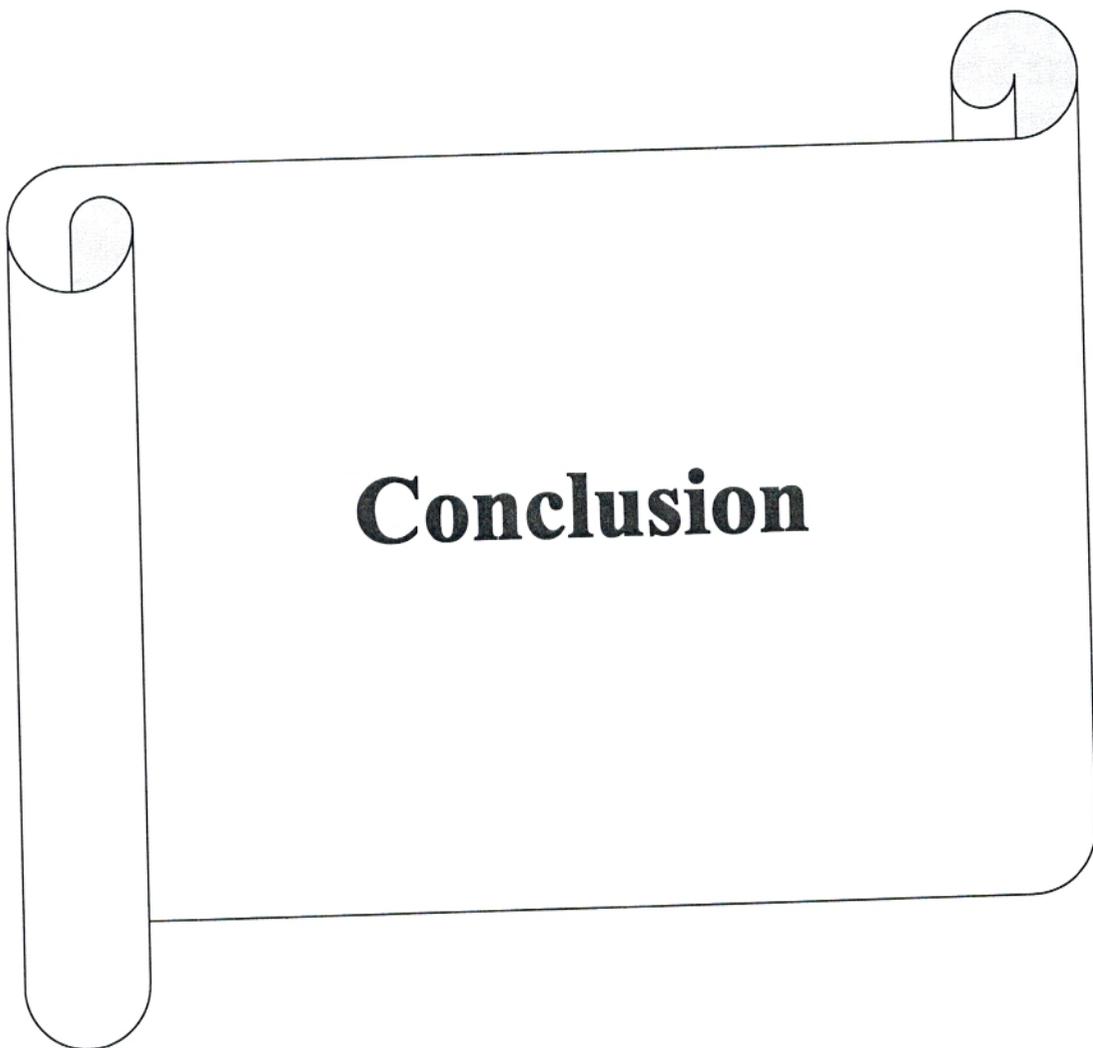
Tableau 13: Comparaison de la composition physico-chimique d'œufs de deux types génétiques de poules locales (normales et NaF) et de poules sélectionnées (Lohmann Tradition).

(Moyenne \pm écart-type).

Paramètre	Œufs Sélect	Œufs locaux		σ_{res}	Valeur de F et signification
		Marché	Familles rurales		
N	120	100	83		41,46**
Poids de la coquille (g)	8,1 \pm 0,76 ^a	6,58 \pm 0,9 ^c	7,43 \pm 0,9 ^b	0,83	72,57**
Poids de l'albumen (g)	37,31 \pm 4,06 ^a	29 \pm 3,79 ^b	30,78 \pm 4,34 ^b	15,81	28,05**
Poids du vitellus (g)	16,78 \pm 1,85 ^b	16,99 \pm 2,98 ^b	20 \pm 2,91 ^a	6,95	34,24**
Albumen A (%)	62,02 \pm 2,53 ^a	55,26 \pm 3,18 ^b	54,82 \pm 5,13 ^b	14,25	40,27**
Vitellus V (%)	25,14 \pm 2,03 ^b	31,72 \pm 3,12 ^a	32,67 \pm 4,87 ^a	12,53	1,66
Coquille (%)	12,85 \pm 1,00 ^a	13,02 \pm 1,13 ^a	12,51 \pm 1,18 ^a	1,22	34,28**
Ratio (V/A) (%)	0,41 \pm 0,05 ^b	0,58 \pm 0,09 ^c	0,61 \pm 0,14 ^a	0,01	6,71**
pH de l'albumen	8,91 \pm 0,36 ^a	8,91 \pm 0,35 ^a	8,64 \pm 0,22 ^b	0,09	5,64**
pH du vitellus	6,79 \pm 0,43 ^a	6,82 \pm 0,58 ^a	6,48 \pm 0,23 ^b	0,18	17,2**
Diamètre du vitellus (cm)	3,66 \pm 0,15 ^a	3,70 \pm 0,17 ^a	3,9 \pm 0,23 ^b	3,57	30,36**

Hauteur du vitellus (cm)	1,56±0,23 ^b	1,97±0,18 ^a	2,1±0,37 ^a	7,52	2,11
Hauteur de l'album en (cm)	0,63±0,1 ^a	0,58±0,06 ^a	0,58±1,43 ^a	1,13	1,03
Unités d'Hugh	77,57±7,09 ^a	76,89±5,18 ^a	75,18±10,9 ^a	166,51	

^{NS}P>0,05, *P<0,05, **P<0,01, a, b, c : moyennes différentes (P=0,05, P=0,01)

A graphic of a scroll with a black outline. The scroll is partially unrolled, with the top edge curled up on the left and right sides. The word "Conclusion" is written in a bold, black, serif font in the center of the unrolled portion. The background of the scroll is white.

Conclusion

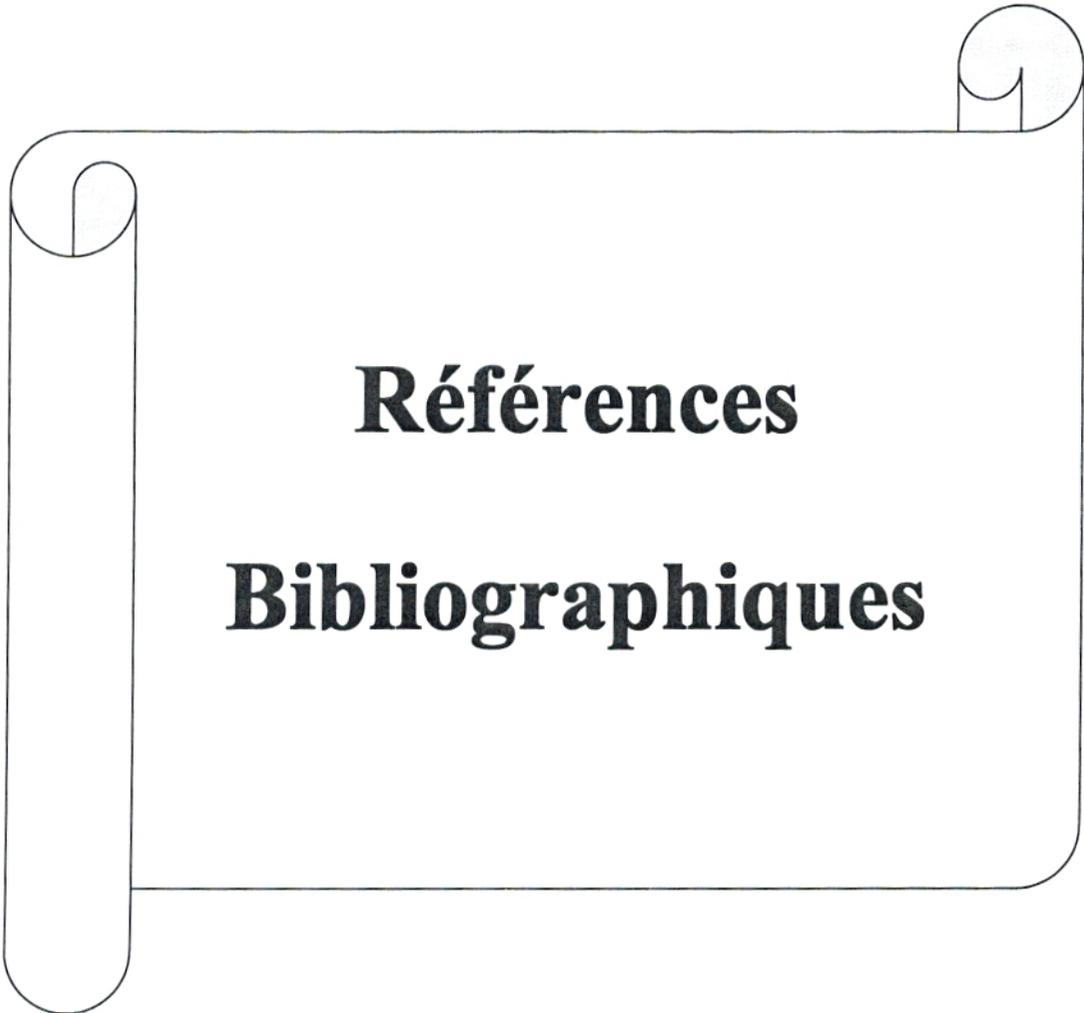
Conclusion

Conclusion :

Cette étude nous a permis de construire une base de données préliminaire sur les caractéristiques physiques des œufs de la poule locale achetés auprès des familles rurales et aux marchés hebdomadaires de la région de Tlemcen. La qualité des œufs locaux vendus dans les marchés hebdomadaires en termes de fraîcheur est acceptable. Les œufs locaux contiennent plus de vitellus et moins d'albumen que les œufs sélectionnés. Etant liée à un plus fort taux de matière sèche dans l'œuf et aussi à un apport plus important d'acides gras essentiels, une proportion de jaune plus élevée peut être considérée comme favorable du point de vue de la valeur nutritive de l'œuf. Cependant, les indices de forme trouvés dans cette étude sur les œufs locaux sont inférieurs à la norme requise de 75 pour les œufs devant être conditionnés dans les emballages standardisés (Smith, 1992).

Nos résultats suggèrent l'intérêt de travaux ultérieurs visant à déterminer l'aptitude à la conservation des œufs locaux et une meilleure connaissance du profil en acides gras du jaune.

En effet, la qualité des œufs locaux peut être améliorée si les conditions d'élevage sont respectées afin de redonner confiance aux consommateurs algériens ; et que les œufs vendus doivent faire éventuellement l'objet d'un contrôle sanitaire.



Références
Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRIAMIRADIS L., 2005. Mémento technique de l'eau. 2ème édition. DEGUMENT. P8.

BERNE F. et CORDONNIER J., 1991. Traitement des eaux. Edition. Tec. P 6-14.

BONTOUX J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces : 2^{ème} édition : Cebedoc.

BOURGEOIS C. M., CASTARAS M. V., 1991. Les indices de contamination fécale. Vol 3 ; le contrôle microbiologique par bourgeois CM. et LEVEAU J. J. (Codonateurs) 2ème Edition. LAVOISIER- TEC et DOC.

BOURGEOIS C. M., MEXLE J. F. et ZUCCA J., 1996. Microbiologie alimentaire-tome 1- aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité des aliments. P 3-19.

BOUZIANI H., 2000. L'eau de la pénurie eaux maladies. Edition. IBN KHALDONE.

CARDOT C., 1999. Les traitements de l'eau. Edition. TECHNOSUP. Les filières technologiques des enseignants supérieures et ellipse. P 1.

CARO L., 1990. Les propriétés physique et chimique de l'eau. Le grand livre de l'eau. Edition. Le villette. P 83-194.

CASTANY G., 1982. Principe et méthode de l'hydrogéologie. Edition. DUNOD.

CHAUV E., 1993. L'eau une ressource indispensable. 1993. 2 Bd SVT. EDITION. NATHAN.

COINLOUI S., 1981. La pratique de l'eau. Usages domestiques, collectifs et industrielles. Edition. moniteur-paris. P 3, 20, 326, 327.

COULAIS J. M., 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves.

CRUYPER K. et DENNEG K., 1993. La qualité de l'eau à la sortie du robinet. Revue de tribune de l'eau.

DEFRANCESCHI M., 1996. L'eau dans tous ses états. Edition. MARKETING S-A.

DESSERTENNE A., 1985. contrôle de la qualité lors du stockage, Ed. Bios, paris.

DILMI BOURRAS A., 1998. Les Constituants alimentaires et leurs rapports avec la santé, coll. Lecours d'agronomie. OPU Alger, P272.

DUPONT A., 1974. Hydraulique urbaine (Tome 1). Hydraulique : captage et traitement des eaux. 3ème édition. EYROLLES. P 53-61- 81.

DUPONT A., 1986. Hydraulique urbaine, hydrologie, captage et traitement des eaux. 6ème édition. Edition. EYROLLES. Paris. P64-66.

FRANK J. et KEMMER N., 1984. Manuel de l'eau. Editeur Ed. Lavoisier. P3-102-105.

FRANÇOIS A., 2008. L'eau et ses enjeux. P134.

FURRY V., 2000. Les eaux souterraines en Picardie. Mémoire. DESS. Environnement, Université Jules Verne. P 30.

GAMRASNI M., 1986. Le goût de l'eau. Office internationale de l'eau. Edition. Tec doc. Lavoisier. Paris .P 11.

GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. 2ème édition. LAVOISIER.

GAUSTARDI F., 1984. Bactériologie médicale. 3ème édition : Maloine S. A. Paris.

GUIRAND J.P., 1998. Microbiologie alimentaire. Edition : Dunod. Paris. P86.

HASLAY C., LECLERC H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition. Lavoisier Tec ET Doc.

HUBERT P., MARIN M., 2001. Quelle eau boirons-nous demain .Edition . Fabienne Travers. P64, P124.

JEAN J-C., 2002. La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Paris.

KEMMER F., 1984. Le manuel de l'eau. Edition : TEC et DOC, Lavoisier. Paris. P 55.

LANTEIGNE J., 2003. L'encyclopédie de l'Agora.

LAPEYSONNIE., 1961. Elément d'hygiène et de santé public pour les tropiques Gauthier-Villars et Cie. P 17.

LECLERE H, GAILLARD J., SIMONET M., 1994. Microbiologie générale, la bactérie et le monde bactérien. Edition. Doina éditeur-Paris. P. 435.

LEFEVRE S., 1991. Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi : la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoires Merck-Clevenot SA.

Mahaut M., Jeant et R., Brulé G., et Schuck P., 2000. Les produits industriels laitiers. Tec & Doc, Paris, France. P1-10.

MARGAT J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective.

MARI E., 2005. La rousse médicale. Edition. Direction de la publication.

MENS et DEROUAN E., 2000. Etat des nappes de l'eau souterraine de Wallonie. Edition. Service public de Wallonie, DGO 3 (D GARNE), Belgique.

MARCEL F., (1986). Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition. Masson. P94

MERCIER J., 2000. Le grand livre de l'eau. Edition. La reconnaissance du livre. Collecte art de livre. P91.

MONIQUE Y., 1991. Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent.

MONTIEL A., BAUSSET P., DAGHET J. P., 2001. Test rapide pour connaître le risque de migration du plomb de canalisation dans l'eau. TSN. P35.

MONTIEL A., WELTE B., 1990. Journal français d'hydrologie. Tome 21 :6

MORIN Y., 2003. Le petit Larousse de la médecine. Edition : Direction de la publication.

OUALI S., 2008. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. 2^{ème} édition.

PAQUIN J. L., BLOK J. C., HAUDIDIER K., 1992. Effet du chlore sur la colonisation bactérienne d'un réseau expérimental de distribution d'eau. Ed. Revue de science de peau. 5N°3.

PATRICK J. L., SIMONET M., 1988. Bactériologies. Les bactéries des infections humaines. 1^{er} édition. Flammarion.

PASUT L., 2002. Du fer à tout âge. Du fer pour la santé. Document de référence destiné aux professionnels de la santé.

PERLEMUTER L., 1981. Dictionnaire pratique de la diététique et de nutrition. Edition Masson.

RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition : DUNOD. Paris.

St-Gelais D., et Tirard-Collet, P., 2002. Chapitre 6. Fromage. Edition. Science et technologie du lait –Transformation du lait. Presses internationales Polytechnique, Montréal, Canada, pp. 349-416.

VEISSEYRE R., 1975. En Technologie du lait. 3ème Edition. Edité par Paris. La Maison Rustique, p. 452-548.

WHO., 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. 2ème édition. VOL 2. Critères d'hygiène. Genève.

ZELLA L., 2007. L'eau pénurie et incurie. Edition. OPC.

GOURMALA O. Y., BELARBI S. L., 2003. Évaluation de la contamination par les métaux lourds (Pb, Zn, Cu, Cd, Fe) chez deux espèces d'algues et chez l'oursin commun dans la baie de Ghazaouet. Mémoire d'état en écologie et environnement. Université de Tlemcen

ALPHA S. M., 2005. Qualité organoleptique de l'eau dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali

SITE INTERNET 1 : www.thema.univ-fcomte.fr

SITE INTERNET 2 : www.idre.ca/fr

SITE INTERNET 3 : www.enrs.com

SITE INTERNET 4 : www.techno-science.net

SITE INTERNET 5 : www.ecole-plus.com/pdf/cycle-eau.pdf

SITE INTERNET 6 : www.coca-cola.com

SITE INTERNET 7 : <http://www.ultrateck.net/fruvinto.html>

SITE INTERNET 8 : <http://www.ozone.ch/gasandwater/UV/index.html>

SITE INTERNET 9 : <http://www.b-harmony.com/savoir/eau/eau-glossaire.html>

SITE INTERNET 10 : Département of polymère science, université soutien Mississipi, 1996. <http://www.psrc.usm.edu/index.htm>

SITE INTERNET 11 : Chambre syndicale des emballages en matière plastique, 1998 http://www.plast.org/_pro/hygiene.html

ANONYME, 2005: www.najid.club.fr